

## 男子400m走者における血中乳酸濃度の動態に関する縦断的研究 — 間欠的漸増距離ランニングテストを用いて —

東 哲久

### A longitudinal study of blood lactate dynamics in a 400-m male sprinter by the incremental-distance running test on the ground.

Tetsuhisa AZUMA

#### 【緒言】

近年、短時間高強度運動における無酸素性作業能力を評価する新しいテストとして、Rusko et al. (1993) の開発した間欠的漸増負荷ランニングを用いた最大無酸素性ランニングテスト (MART: Maximal Anaerobic Running Test) が注目されている。このテストは、トレッドミル上において、最大下走行および最大走行での無酸素性作業能力を評価することのできる特徴を有している。

しかし、先行研究では、トレッドミルでのMARTにおける各種測定項目とトレーニング内容との関係、または400m走記録との関係について検討されているが、三者間の相互関係については検討されていない。また、トレッドミル走行では、グラウンド走行と比較して接地時間が長くなることも報告されており (Nelson et al., 1972)、トレッドミル走行でのテストは、走能力を過小評価している可能性も考えられる。

そこで本研究の目的は、グラウンドでのMARTにおける各種評価項目、400m走記録およびトレーニング内容を11カ月間にわたって縦断的に調査することで、三者間の相互関係を検討し、400m走記録向上のためのトレーニング資料を得ることとした。

#### 【方法】

##### 1. 被験者

被験者は、大学陸上競技部に所属する400m走を専門とする男子競技者1名 (競技歴: 12年, 年齢: 24歳, 身長: 176.0cm, 体重: 69.8kg, 400m走ベスト記録: 47"62) であった。

##### 2. 実験方法

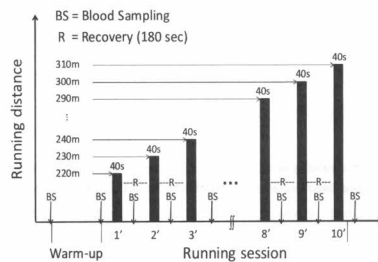


Fig.1 Schematic presentation of the MART protocol on the ground.

図1は、本研究におけるグラウンドでのMARTのプロトコルを示したものである。このテストは、本学陸上競技場400mトラックを用いて40秒間の走行と180秒間の休息を交互に繰り返す。試技は、40秒間で走りきれなくなるまで続けられた。また、最初の走行距離は220mとし、ステージクリアごとに走行距離を10mずつ漸増させた。そして、血中乳酸濃度の測定は、各ステージ間の休息において90秒経過後に行った。なお、タイムの計測は、

すべてストップウォッチを用いて行い、走速度の算出は、各試技における走行距離を運動時間である40秒で除すことによって表された。

以上のテストを、2008年12月2日～2009年11月7日の期間において合計9回にわたって測定を行い（Training period 1～10；T.p.1～10）、400m走記録およびトレーニング内容の動態との相互関係について検討を行った。

## 【結果】

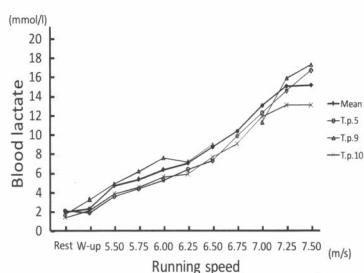


Fig.2 Schematic presentation of the MART protocol on the ground.

図2は、グラウンドでのMARTの血中乳酸濃度の動態を示したものである。最大血中乳酸濃度は、 $15.6 \pm 1.4$  mmol/lであった。また、血中乳酸濃度の動態は、走速度が漸増するに従って血中乳酸濃度も増加する傾向を示した。しかし、最大血中乳酸濃度出現地点に関しては、最大走行以前の地点において現れていることもあり、それ以降の走行では、血中乳酸濃度の動態がプラトー、もしくは低下する傾向を示した。

Table 1 Result of running velocity at the 6, 9, 12 mmol/l blood lactate concentration and peak blood lactate concentration by the MART on the ground.

Training period	V6mM (m/s)	V9mM (m/s)	V12mM (m/s)	VPLa (m/s)
T.p.1	6.03	6.53	6.93	7.25
T.p.2	5.85	6.55	6.80	7.25
T.p.3	5.75	6.38	6.90	7.25
T.p.4	5.65	6.45	6.98	7.50
T.p.5	6.18	6.68	6.98	7.50
T.p.6	6.10	6.55	6.83	7.50
T.p.7	5.50	6.40	6.78	7.00
T.p.8	—	—	—	—
T.p.9	5.73	6.50	7.05	7.50
T.p.10	6.28	6.73	7.03	7.50
Mean $\pm$ SD	$5.89 \pm 0.26$	$6.53 \pm 0.12$	$6.92 \pm 0.10$	$7.36 \pm 0.18$
C.V. (%)	4.45	1.78	1.43	2.47

表1は、血中乳酸濃度が6,9,12mmol/lおよび最大血中乳酸濃度に達する地点での走速度（V6mM,V9mM,V12mM,VPLa）を示したものであ

る。その結果、V6mMは $5.89 \pm 0.26$  m/s, V9mMは $6.53 \pm 0.12$  m/s, V12mMは $6.92 \pm 0.10$  m/s, およびVPLaは $7.36 \pm 0.18$  m/sであった。また、最大下走行での走能力が高い傾向を示した期間は、T.p.5, T.p.9およびT.p.10であった。

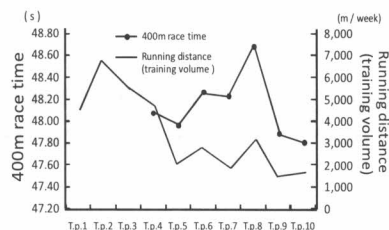


Fig.3 The best of 400m race time and running distance per a week at every training period.

図3は、400m走ベスト記録および一週間あたりの総走行距離の推移を示したものである。T.p.4～T.p.10における400m走ベスト記録は、 $48'' 12 \pm 0.29$  secであり、T.p.5, T.p.9およびT.p.10において、400m走記録が高い傾向を示した。また、一週間あたりの総走行距離は、準備期においては3,045～6,713m/weekの間で推移しており、試合期においては1,463～2,646m/weekの間で推移していた。なお、一週間あたりの総走行距離は、T.p.5において4,655m/weekから2,114m/weekに大きく減少しており、T.p.9においても3,045m/weekから1,463m/weekに大きく減少する傾向を示した。

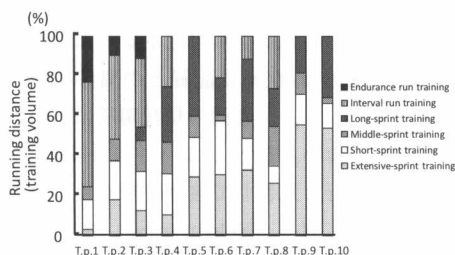


Fig.4 Percent of the running distance at every training categories.

図4は、行われたトレーニング内容の割合を示したものである。準備期においてはインターバル走を25.38～52.65%の割合で行っていた。また、T.p.5, T.p.9およびT.p.10においては、インターバル走が行われず、その代わりとして低強度のスプリント走が29.56～55.47%の割合で行われていた。

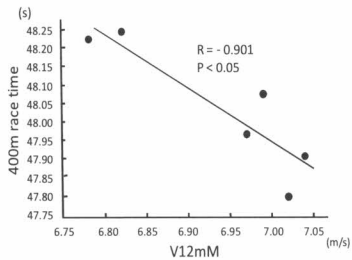


Fig.5 Relationships between 400m race time and V12mM by the MART on the ground.

図5は、過去9回にわたるグラウンドでのMARTにおけるV12mMと400m走記録との相関関係を示したものである。その結果、V12mMと400m走記録との間には、有意な負の相関関係が認められた ( $r=-0.901$ ,  $p<0.05$ )。

### 【考察】

本実験におけるグラウンドでのMARTの血中乳酸濃度の動態は、走速度が漸増するに従って血中乳酸濃度も増加する傾向を示した。しかし、最大血中乳酸濃度出現地点に関しては、最大走行以前の地点において現れていることもあり、それ以降の走行では、血中乳酸濃度の動態がプラトー、もしくは低下するようになる傾向を示した。このことは、トレッドミルでのMARTと比較して運動時間を長く設定したことが、試技後半における遅筋繊維の動員数を増加させ、乳酸をエネルギーとしてより利用する結果を反映していた可能性が考えられた。

一方、グラウンドでのMARTと400m走記録との関係については、V6mM, V9mM, およびV12mMと、400m走記録とを比較すると、両者ともにT.p.5, T.p.9, およびT.p.10において高い水準であったことを示した。このような最大下走行での走能力の高まりが、400m走記録の向上に影響を及ぼしていたことが推察された。また、グラウンドでのMARTにおけるV12mMと400m走記録との間に、有意な負の相関関係が認められたことから ( $r=-0.901$ ,  $p<0.05$ )、V12mMは、400m走記録を反映する指標として有用であることが示唆された。

T.p.5およびT.p.9におけるトレーニング内容の動態は、一週間あたりの総走行距離が、T.p.4お

よびT.p.8と比較して大きく減少する傾向を示した。これは、目標とする試合において競技の状態を高める目的で、テーパリングを行ったことによるものである。このことが、準備期に行っていたトレーニングの遅延効果をもたらしたことが推察された。また、準備期における代表的なトレーニングとしては、インターバル走が挙げられる。本研究においても、準備期ではインターバル走を25.38～52.65%の割合で行っていた。そして、試合期であるT.p.5, T.p.9およびT.p.10においては、インターバル走を行わず、その代わりとして、低強度のスプリント走を29.56～55.47%の割合で行っていた。このようなトレーニング内容の相違についても、トレーニングの遅延効果による、最大下走行での走能力の高まりに影響を及ぼしていたことが推察された。

### 【まとめ】

本研究の目的は、グラウンドでのMARTにおける各種評価項目、400m走記録およびトレーニング内容を11カ月間にわたって縦断的に調査することで、三者間の相互関係を検討し、400m走記録向上のためのトレーニング資料を得ることであった。

主な結果は以下の通りである。

- ①グラウンドでのMARTにおける血中乳酸濃度の動態は、最大血中乳酸濃度の出現地点が最大走行以前に現れることもあり、先行研究とは異なる特徴を示した。
- ②グラウンドでのMARTにおけるV12mMと400m走記録との間に、有意な負の相関関係が認められたこと ( $r=-0.901$ ,  $p<0.05$ )。
- ③準備期から試合期にかけてトレーニング量を大きく減少させた期間は、グラウンドでのMARTにおける最大下走行での走能力、または400m走記録の水準が高い傾向を示した。

以上の結果から、グラウンドでのMARTは、400m走者の競技的状态やトレーニング効果を反映しており、短時間高強度運動パフォーマンスを評価するテストとして有用であることが示唆された。

また、本研究では、準備期においてインターバ

ル走を25.38～52.65%の割合で行っており、試合期においては、インターバル走を行わず、その代わりとして低強度のスプリント走を29.56～55.47%の割合で行っていた。これらを基にトレーニング計画の一例を示すと、準備期では、一週間あたりの総走行距離を約5,000mと設定し、インターバル走は、合計で1,200～2,600mに設定すること、また、試合期では、一週間あたりの総走行距離を約2,500mに設定し、インターバル走を行わず、低強度のスプリント走を合計で700～1,400mに設定することが挙げられた。

(指導教員：木越清信)

#### 【参考文献】

- 1) Rusko, H., Nummela, A., and Mero, A. A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 66: 97-101. 1993
- 2) Nummela, A., Mero, A., Stray, G. J. and Rusko, H. Important determinations of anaerobic running performance in male athletes and non-athletes. *Int. J. Sports Med.* 17(Suppl. 2): 91-96. 1996a
- 3) Paavolainen, L., Hakkinen, K., Nummela, A., and Rusko, H. Neuromuscular characteristics and fatigue in endurance and sprint athletes during a new anaerobic power test. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 69: 119-126. 1994
- 4) Nelson, C. R., Dillman, J. C., Lagasse, P., and Bickett, P. Biomechanics of overground versus treadmill running. *Med. Sci. Sports*, 4(4): 233-240. 1972
- 5) Nummela, A., Tuorima, T., and Rusko, H. Changes in force production, blood lactate and EMG activity in the 400-m sprint. *J. Sports Sci.*, 10: 217-228. 1992

(指導教員 木越 清信)