

# 最大運動後の唾液中代謝物質は 血液中の代謝物質を反映するか？

名古屋工業大学 大 桑 哲 男

(共同研究者) 同 伊 藤 宏

中 部 大 学 下 田 次 雄

名古屋自由学院 石 田 直 章  
短 期 大 学

## Does the Metabolites in Saliva Reflect that in Blood Following Maximal Exercise ?

by

Tetsuo Ohkuwa, Hiroshi Itoh

*Nagoya Institute of Technology*

Tsugio Shimoda

*Tyubu University*

Naoaki Ishida

*Nagoya Jiyuu Gakuin Junior College*

### ABSTRACT

The purpose of this study was undertaken to examine the reproducibility of saliva lactate measurement, and to compare the saliva lactate concentration following a 400 m run in sprinters and long-distance runners. The peak blood lactate concentration was  $11.48 \pm 1.28 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  for the 1st 3,000 m test and  $10.72 \pm 2.61 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  for the 2nd 3,000 m test. The peak saliva lactate after the 1st 3,000 m test and 2nd 3,000 m test was  $0.56 \pm 0.19 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  and  $0.60 \pm 0.20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ , respectively.

There was no significant difference in saliva and blood lactate

between the 1st and 2nd 3,000 m run tests, The peak blood lactate following a 400 m run was  $17.26 \pm 1.19 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  for sprinters and  $12.33 \pm 1.99 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  for the long-distance runners. There was a significant relationship in the saliva lactate between the 1st and 2nd 3,000 m run tests ( $r = 0.763$ ,  $P < 0.01$ ). The peak blood lactate after a 400 m run was significantly higher in the sprinters compared with the long-distance runners ( $P < 0.05$ ). The peak saliva lactate following a 400 m run in sprinters and long-distance runners was  $1.58 \pm 0.38 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  and  $0.62 \pm 0.17 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ , respectively. The peak saliva lactate concentration following a 400 m run was higher in sprinters than long-distance runners ( $P < 0.01$ ). There was a significant relationship in the peak lactate following a 400 m run between saliva and blood ( $r = 0.702$ ,  $P < 0.05$ ).

It was suggested from these results that, 1) a reliable saliva lactate measurement could be obtained following exercise, and 2) the saliva lactate after exercise reflected the blood lactate.

## 要 旨

本研究は長距離走者を対象に、3,000 m 全力疾走を2回行い、唾液中乳酸濃度の再現性を検討すること、および短距離走者と長距離走者を対象に400 m 全力疾走を行わせ、乳酸およびグリセロールについて、唾液中と血液中の濃度の関係を明らかにするために行った。被検者は、長距離走者7名と短距離走者5名であった。

2回行った3,000 m 疾走後の血中乳酸濃度の peak 値は、それぞれ  $11.48 \pm 1.28 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、 $10.72 \pm 2.61 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、また唾液中の乳酸濃度の peak 値は、それぞれ  $0.56 \pm 0.19 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、 $0.60 \pm 0.20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、血中および唾液中ともに有意な差は認められなかった。また、唾液中乳酸濃度における1回目と2回目の相関係数 ( $r$ ) は、0.763 であり、密接な関係 ( $P < 0.01$ ) が認められた。400 m 疾走後の血中乳酸濃度の peak 値は、短距離走者は  $17.26 \pm 1.19$

$\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、長距離走者は  $12.33 \pm 1.99 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、長距離走者に比べ短距離走者の方が、有意に高い値を示した ( $P < 0.01$ )。

400 m 疾走後の唾液中乳酸濃度の peak 値は、短距離走者が  $1.58 \pm 0.38 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、長距離走者が  $0.62 \pm 0.17 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、両群間に有意差が認められた ( $P < 0.01$ )。また、400 m 全力疾走後の peak 乳酸濃度に関して、血中と唾液中濃度の間には有意な相関関係が認められた ( $r = 0.702$ ,  $P < 0.05$ )。これらの結果から、安静時および運動後の唾液中の乳酸濃度の測定は、再現性が高く、また唾液中の乳酸濃度は、血液中の乳酸濃度をよく反映していることが示唆された。

## 緒 言

血中乳酸濃度は、解糖系の代謝状態のみならず、無酸素的な能力や無酸素的作業閾値から、有酸素的作業能力のよい指標となり得ることが一般的に知られている。われわれは、非鍛練者と長距

離走者において、400 m 全力疾走後の血中乳酸濃度の最大値と疾走スピードとの間に、高い相関関係を認めてきた<sup>14)</sup>。

さらに短距離走者において、超最大運動での血中乳酸濃度の最大値は、長距離走者や非鍛練者に比較し有意に高値を示すことを認めてきた<sup>10,14)</sup>。ところで Bardon ら<sup>2)</sup>は非鍛練者を対象に、有酸素的運動（最大能力の60%の負荷で30分間）では、唾液中乳酸濃度は安静時に比べ増大しなかったが、無酸素的運動では有意に増大したことを報告している。しかしながら、運動後の乳酸やグリセロール濃度を、短距離走者と長距離走者で比較した報告は見当たらない。唾液は血液に比べ、被検者に苦痛を与えることなく、容易に採取できることから、これらの唾液中の代謝物質の検討は、トレーニングやコンディショニングの調整の指標として役立つものと考えられる。

本研究は、長距離走者を対象に3,000 m 全力疾走を2回行わせ、唾液中乳酸濃度の再現性を検討することと、短距離走者と長距離走者を対象に、400 m 全力疾走を行わせ、唾液中の乳酸およびグリセロール濃度と血液中のそれらの代謝物質の濃度の関係を明らかにするために行った。

### 1. 方 法

被検者は、男子長距離走者7名と短距離走者5名であり、全員大学の陸上競技部に所属し、1日3~4時間、1週間に6日間のトレーニングを、少なくとも4年間以上行い、1年間に数回にわ

たって競技会に出場している。両グループの年齢、身長、体重、400 m 走および5,000 m 走のベスト記録を、平均値と標準偏差で表1に示した。長距離走者は400 mトラックにて、3,000 m 全力走を2回と400 m 全力走を1回、短距離走者は400 m 全力走を1回行った。すべての被検者において、全力疾走は軽い食事後約3時間経過した後、30分間のWarming-Up後行われた。全力疾走後、被検者は簡易ベッドに30分間横たわり、唾液と血液が採取された。

唾液の採取は、Pilardeau ら<sup>17)</sup>の方法にしたがって行った。すなわち、採取前に蒸留水にて口腔内を数回ゆすぎ、唾液を5分間口腔内に貯留し、試験管に吐き出させ集めた。唾液の量を測定するために、唾液を採取する前と採取後の試験管の重さを、電子天秤にて測定し、その差を唾液量とした<sup>17)</sup>。採取された唾液はすぐに氷冷した後、遠心分離して沈殿物を取り除き、分析用に用いた。唾液採取時間は安静時、運動後5、10、15、20、30分に採集した。血液採取は21ケージの翼状針を、正中皮下静脈に留置し行った。採血時間は安静時、運動後3、5、7.5、10、15、20、30分であり、採血量はいずれも約6 mlであった。

血中および唾液中の乳酸濃度は、YSI 23 L (Yellow Springs Instruments) 乳酸自動分析機を使用して測定した。乳酸標準液は2種類のL-Lactate solution (5.0 mmol・l<sup>-1</sup>と15.0 mmol・l<sup>-1</sup>; YSI社製)を用いた。また洗浄は、YSI bufferを使用して行った。尾崎ら<sup>16)</sup>は、本乳

表1 被検者の身体的特徴とベスト記録

Subjects groups	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Best Time	
				400m(sec)	5,000m(min)
Sprinters	19.3 ±1.1	170.8 ±5.3	60.2 ±3.4	49.81 ±0.95	—
Long-distance runners	18.6 ±0.8	172.0 ±2.8	64.8 ±1.9	—	15.38 ±0.31

Values are Means ± SD

酸自動分析機と Barker-Summerson 法にて、唾液中の乳酸量の測定を試み、両者は密接に関係しており、微量で乳酸測定が可能であることから、乳酸自動分析機を用いての唾液中乳酸濃度の測定は、優れた測定方法であるとしている。

唾液中および血中グリセロールは、Eggsteinら<sup>5)</sup>の方法を改善した酵素法にて測定した(グリセロール F キット, Boehringer Mannheim 社製)。グループ間の有意差検定は t-test にて行った。

## 2. 結 果

図1は、長距離走者において3,000 m 全力疾走後の血液中と唾液中の乳酸濃度を、1回目のテストと2回目のテストで比較したものである。血中および唾液中の乳酸濃度は、安静時および運動後ともに、両テスト間に有意な差は認められなかった。

図2は、3,000 m 疾走後の血液中と唾液中の peak 乳酸濃度を、1回目と2回目のテストで比較したものである。血中において、1回目のテ

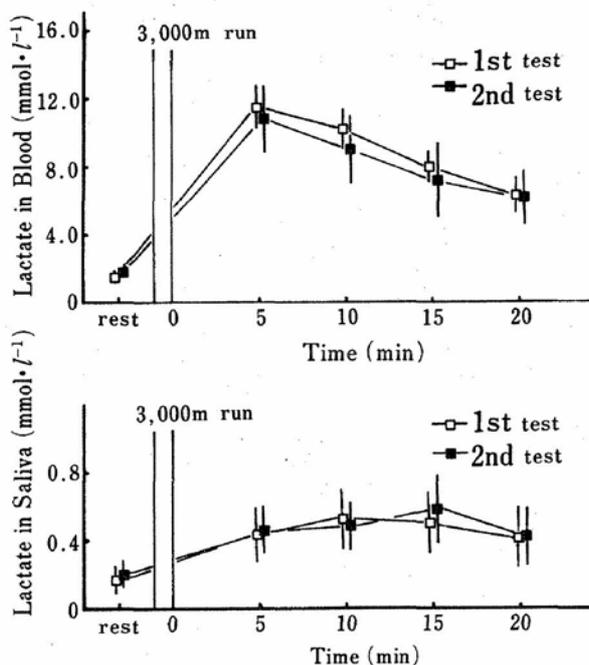


図1 3,000 m 走後の血中乳酸と唾液中乳酸濃度の1回目と2回目の比較

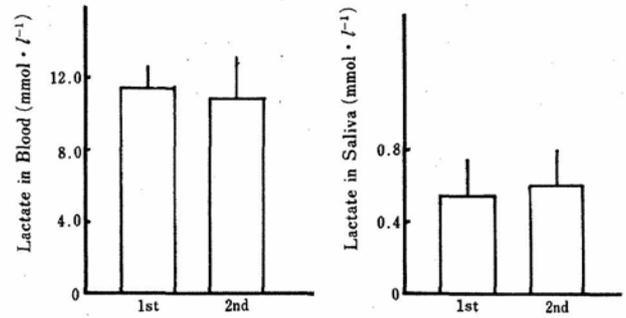


図2 3,000 m 走後の peak 血中乳酸と peak 唾液中乳酸濃度の1回目と2回目の比較

トでは、 $11.48 \pm 1.28 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ であり、2回目のテストでは、 $10.72 \pm 2.61 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。唾液中においては1回目のテストでは、 $0.56 \pm 0.19 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、2回目のテストでは $0.60 \pm 0.20 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ であり、血液中および唾液中ともに両テスト間に有意差は認められなかった。

図3は、安静時および運動後の唾液中乳酸濃度の、1回目と2回目の関係をみたものである。相関係数は  $r = 0.763$  であり、有意な関係が認められた ( $P < 0.01$ )。なお、3,000 m 疾走のタイムは、1回目 ( $8.87 \pm 0.21$  分) と2回目 ( $8.93 \pm 0.22$  分) の間に有意差は認められなかった。

短距離走者および長距離走者の400 m 全力疾走のタイムは、それぞれ  $51.23 \pm 1.73$  秒と  $58.13 \pm 1.25$  秒であった。短距離走者は長距離走者に比較し、有意に速かった ( $P < 0.01$ )。

図4は安静時および400 m 全力疾走後の時間経過にともなう血液中の乳酸濃度の変動を、短距離走者と長距離走者で比較したものである。安静時においては、両群間に有意差は認められなかったが、400 m 疾走後の各時間での血中乳酸濃度は、長距離走者に比べ、短距離走者の方が有意に高い値が観察された。また血中乳酸の peak 値の平均値と標準偏差は、短距離走者が  $17.26 \pm 1.19 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、長距離走者が  $12.33 \pm 1.99 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、短距離走者の方が長距離走者に比較し、1%水準で有意に高い値が認められた。

図5は、安静時および400 m 全力疾走後の唾液

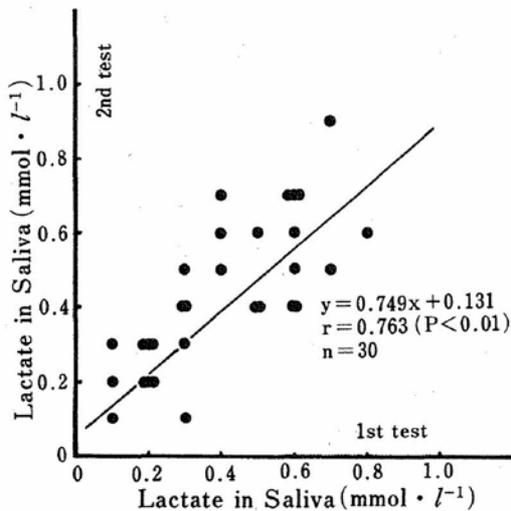


図3 安静時および3,000 m 走後の唾液中乳酸濃度の1回目と2回目の関係

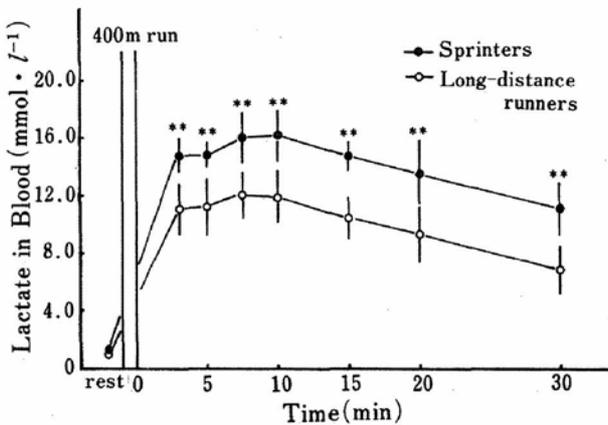


図4 安静時および400 m 走後の血中乳酸濃度の短距離走者と長距離走者の比較

中の乳酸濃度の経時的变化を、短距離走者と長距離走者で比較したものである。安静時の唾液中乳酸濃度は、両群間に有意差は認められなかったが、400 m 疾走後では短距離走者が長距離走者に比較し、有意に高い値が得られた ( $P < 0.05$  あるいは  $P < 0.01$ )。また唾液中乳酸の peak 値は、15 分あるいは 20 分に出現し、短距離走者は  $1.58 \pm 0.38 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ 、長距離走者は  $0.62 \pm 0.17 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  であり、両群間に有意な差が見られた ( $P < 0.01$ )。

図6は、400 m 疾走後の血液中と唾液中の peak 乳酸濃度の関係をみたものである。その相

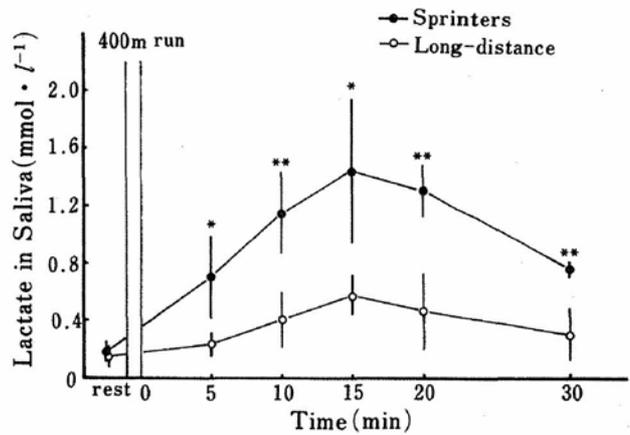


図5 安静時および400 m 走後の唾液中乳酸濃度の短距離走者と長距離走者の比較

関係数は  $r = 0.702$  であり、5% 水準で有意な相関関係が認められた。なお、血液中と唾液中のグリセロール濃度は、安静時および400 m 疾走後の peak 値ともに、短距離走者と長距離走者の間に有意な差は認められなかった。唾液量の指標として、測定した唾液の重量は、短距離走者と長距離走者ともに安静時に比べ、運動後に有意に減少した(表2)。しかし安静時および回復期のいずれの時間においても、唾液の重量は両群間に有意な差は認められなかった(表2)。

### 3. 考 察

われわれは、これまでに3回の超最大走行運動

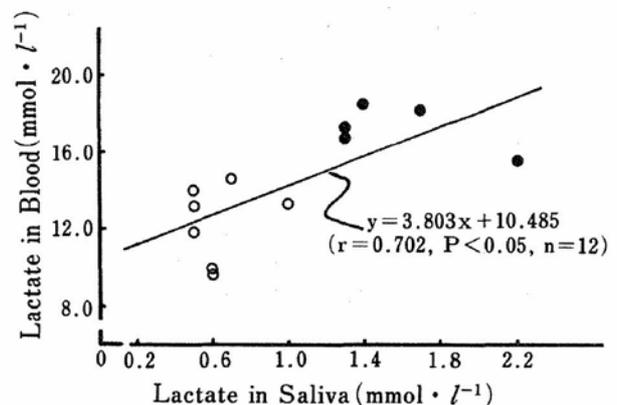


図6 400 m 走後の peak 血中乳酸濃度と peak 唾液中乳酸濃度の関係 (●; 短距離走者, ○; 長距離走者)

表2 短距離選手と長距離選手における安静時および400m走後の唾液重量 (g)

Subjects groups	rest	recovery (min)				
		5	10	15	20	30
Sprinters	1.63 ±0.94	0.38* ±0.25	0.42* ±0.37	0.41* ±0.34	0.35* ±0.26	0.27* ±0.12
Long-distance runners	2.17 ±1.26	0.62* ±0.38	0.66* ±0.36	0.45* ±0.30	0.40* ±0.22	0.33* ±0.20

Values are Means ± SD

\* Significant difference from resting level (P<0.05)

を、トレッドミルにて行い、走行後の血中乳酸濃度の再現性を観察したところ、C. V. (coefficient of variation ; 変動係数) は7.2%であった<sup>7)</sup>。本研究においても、3,000 m 疾走後の血中乳酸濃度は、1回目と2回目の値に有意差は認められず、最大運動においても、これまでのわれわれの結果と一致している。図1に示したように、安静時の唾液中の乳酸濃度は、1回目と2回目に有意差が見られなかった。この結果は、大岩ら<sup>15)</sup>が安静時、唾液中乳酸濃度は、日差および日間変動は認められなかったとする報告に一致している。運動後の唾液中乳酸濃度は、血中乳酸濃度と同様、安静時に比較して、有意に増大した。

また、図1と図2に示したように、唾液中乳酸濃度の値は、安静時および運動後ともに、1回目と2回目に有意な差は認められなかった。さらに3,000 m 疾走の1回目と2回目での唾液中の乳酸濃度の相関係数 (r) は0.763であり、1%水準で有意な関係が認められた (図3)。

これらの結果から、運動後の、唾液中乳酸濃度の測定は、再現性があることが明らかとなった。しかしながら、血液中乳酸濃度の peak 値は、運動後5分に出現しているのに対し、唾液中では15分に peak 値にあらわれ、唾液中では遅延することが明らかとなった。図4に示したように、400 m 全力疾走後の血中乳酸濃度は、短距離走者の方が長距離走者に比較し、有意に高い値を示した。これはわれわれのこれまでの報告と一致してい

る<sup>10,14)</sup>。それは短距離走者が長距離走者に比べ、乳酸生成能力の高い速筋線維<sup>20)</sup>を多く有していること<sup>3)</sup>、逆に長距離走者は、遅筋線維を多く有していること<sup>3)</sup>、無酸素的運動において、主に速筋線維内のグリコーゲンが、選択的に利用されること<sup>8)</sup>などがその原因と考えられる。

血中乳酸と同様に、唾液中乳酸濃度は400 m 疾走後、安静時に比較し、両群とも有意に増大した (図5)。この結果は、無酸素的運動後、唾液中乳酸濃度は安静時に比べ、有意に増大したとする Bardon ら<sup>2)</sup>の報告と一致している。さらに400 m 疾走後の唾液中の乳酸濃度は、長距離走者に比較し、短距離走者の方が有意に高い値を示した (図5)。また、400 m 疾走後の唾液中乳酸濃度と血中乳酸濃度の peak 値は、有意な相関関係が得られた (図6)。

唾液中のホルモン、代謝物質、電解質の濃度変化が、血液中濃度とどのような関係が認められるかについて、いくつかの報告がされている。糖新生に関係しているコルチゾールについて、Port<sup>18)</sup>は唾液中と血液中のコルチゾールの相関係数は、 $r=0.86$  ( $P<0.01$ )であることを観察し、Katz ら<sup>19)</sup>、Umeda ら<sup>21)</sup>や Vining ら<sup>22)</sup>も唾液中のコルチゾールは、血液中の濃度と密接にかかわりあっていると述べている。さらに McLean<sup>13)</sup>は、電解質代謝にかかわっているアルドステロンは、高所環境において唾液中濃度は、血液中の濃度と密接に関係し変動することを認めている ( $r=0.91$ ,  $P<$

0.01). しかしながら、唾液中のすべての物質が血液中の濃度を反映しているわけではない。

有酸素的運動後、唾液中の乳酸や電解質 (potassium や sodium) は、安静時に比較し変化しなかったとの報告もなされている<sup>2,4,19)</sup>。

Piladeau ら<sup>17)</sup>は hypoxia において、唾液量の増大にともない  $K^+$  が低下したことから、唾液中の  $K^+$  の変化は、血液濃度を反映するものではなく、むしろ唾液量に依存していると結論づけている。唾液量は、神経およびホルモンによりコントロールされていることが知られている<sup>1,12,17)</sup>。すなわち、副交感神経活動の亢進は、唾液量を増大させ<sup>1)</sup>、逆に交感神経活動の亢進は唾液量の減少を導く<sup>17)</sup>。

Pilardeau ら<sup>17)</sup>は運動によって、唾液の量は安静時に比べ変わらなかったが、これは副交感神経<sup>5)</sup>と交感神経活動<sup>6)</sup>が同時に亢進したためだろうと推測している。本研究において、400 m 疾走後の唾液量は、安静時に比較し両群ともに明らかに減少した (表 2)。本実験における運動強度は、Pilardeau ら<sup>17)</sup>の強度に比べ強いことから、本実験の方が交感神経活動が亢進したために、唾液量が減少したのかもしれない。しかし、運動後 30 分経過してもなお唾液量が増大しなかった (表 2) ことや、運動によって生じた Circulating Catecholamine は、唾液分泌を促さない<sup>17)</sup>ことから、本研究における唾液分泌量の減少は、交感神経活動の亢進によるものだけとは考えにくい。

さらに本研究において、運動後の唾液分泌量は、短距離走者と長距離走者間に有意差は認められなかったにもかかわらず、乳酸濃度に有意差が認められたことから、運動による唾液中乳酸濃度の増大は、唾液分泌量が減少したためとは考えられない。これまでに、運動後の唾液中乳酸濃度と血液中濃度の関係を明らかにした報告は見当たらないが、本研究において、唾液中乳酸濃度の測定は再現性が高く、また唾液中の乳酸濃度は、血液

中の濃度をよく反映していることが明らかとなった。

#### 4. まとめ

本研究は、1) 2 回の 3,000 m 全力疾走後の唾液中の乳酸濃度を測定し、唾液中の乳酸濃度の再現性の検討を行うこと、および、2) 短距離走者と長距離走者の、400 m 全力疾走後の唾液中乳酸濃度の比較を行うこと、3) 唾液中と血液中の peak 乳酸濃度の関係を明らかにする目的で行い、つぎのような結果を得た。

- 1) 3,000 m 疾走後の唾液中の乳酸濃度は、1 回目と 2 回目に有意な差は認められなかった。
- 2) 1 回目と 2 回目の唾液中乳酸濃度の相関係数 ( $r$ ) は、0.763 ( $P < 0.01$ ) であった。これらの結果から、運動後の唾液中乳酸濃度の測定は、再現性が高いことが明らかとなった。
- 3) 400 m 全力疾走後の血液中、および唾液中の乳酸濃度は、長距離走者に比較し短距離走者の方が、有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ , あるいは  $P < 0.01$ )。
- 4) 400 m 全力疾走後の唾液中の peak 乳酸濃度と血液中 peak 乳酸濃度は、高い相関関係 ( $r = 0.702$ ,  $P < 0.05$ ) が観察された。これらの結果から、運動による唾液中乳酸濃度の増大は、血液中の濃度をよく反映していることが示唆された。

#### 謝 辞

本研究において、伊藤 宏氏に研究協力を得たので、本研究の共同研究者として、伊藤 宏氏を追記したい。氏には実験補助、血中乳酸の測定、データ分析で多くの援助を得た。

#### 文 献

- 1) Asking, B., Emmelin, N. ; Amylase in parotid saliva of rats after sympathetic nervous decentralization, *Archs. Oral. Biol.*, **30**, 337-339 (1985)
- 2) Bardou, A., Ceder, O., Kollberg, H. ; Cystic

- fibrosis-like changes in saliva of healthy persons subjected to anaerobic exercise, *Clin. Chim. Acta*, **133**, 311-316 (1983)
- 3) Bergh, U., Thorstensson, A., Sjodin, B., Hulten, B., Piehl, K., Karlsson, J. ; Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans, *Med. Sci. Sports.*, **10**, 151-154 (1978)
  - 4) Dawes, C. ; The effects of exercise on protein and electrolyte secretion in parotid saliva, *J. Physiol. (Lond)*, **320**, 139-148 (1981)
  - 5) Eggstein, M., Kreutz, F. H. ; Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und Gewebe, *Klin. Wochenschr.*, **44**, 262-267 (1966)
  - 6) Ekblom, B., Goldbarg, A. N., Kilbom, A., Astrand, P. O. ; Effects of atropine and propranolol on the oxygen transport system during exercise in man, *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **30**, 35-42 (1972)
  - 7) Fujitsuka, N., Yamamoto, T., Ohkuwa, T., Saito, M., Miyamura, M. ; Peak blood lactate after short periods of maximal treadmill running, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **48**, 289-296 (1982)
  - 8) Gollnick, P. D., Armstrong, R. B., Sembrowich, W. L., Shepherd, R. E., Saltin, B. ; Glycogen depletion pattern in human skeletal muscle fibres after heavy exercise, *J. Appl. Physiol.*, **34**, 615-618 (1973)
  - 9) Hartley, L. H., Mason, J. W., Hogan, R. P., Jones, L. G., Kotchen, T. A., Mougey, E. H., Wherry, F. E., Pennington, L. L., Ricketts, P. T. ; Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training, *J. Appl. Physiol.*, **33**, 602-606 (1972)
  - 10) Itoh, H., Ohkuwa, T. ; Peak blood ammonia and lactate after submaximal, maximal and supramaximal exercise in sprinters and long-distance runners, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **60**, 271-276 (1990)
  - 11) Katz, F. H., Shannon, I. L. ; Identification and significance of parotid fluid corticosteroids, *Acta Endocrinol.*, **46**, 393-404 (1964)
  - 12) Levin, S. L., Khaikina, L. I. ; Is there neural control over electrolyte reabsorption in the human salivary glands? *Clin. Sci.*, **72**, 541-548 (1987)
  - 13) McLean, C. J., Booth, C. W., Tattersall, T., Few, J. D. ; The effect of high altitude on saliva aldosterone and glucocorticoid concentrations, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **58**, 341-347 (1989)
  - 14) Ohkuwa, T., Katoh, Y., Katsumata, K., Nakao, T., Miyamura, M. ; Blood lactate and glycerol after 400 m and 3,000 m runs in sprint and long distance runners, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **53**, 213-218 (1984)
  - 15) 大岩利子, 梶 純也, 林 正浩, 殿岡 泰, 小口久雄, 小沢偉敦, 尾崎哲則, 吉田 茂 ; 唾液中の乳酸濃度に関する研究, 成人における日間・日内変動について, *日大歯学*, **65**, 575-580 (1991)
  - 16) 尾崎哲則 ; Lactate oxidase 固定化酵素膜を応用した酵素電極法による唾液中の乳酸量測定に関する研究, *日大歯学*, **61**, 668-673 (1987)
  - 17) Pilardeau, P., Richalet, J. P., Bouissou, P., Vaysse, J., Larmignat, P., Boom, A. ; Saliva flow and composition in humans exposed to acute altitude hypoxia, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **59**, 450-453 (1990)
  - 18) Port, K. ; Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing, *Int. J. Sports Med.*, **12**, 490-494 (1991)
  - 19) Shannon, I. L. ; Effect of exercise on parotid fluid corticosteroids and electrolytes, *J. Dent. Res.*, **46**, 608-610 (1967)
  - 20) Tesch, P., Sjodin, B., Karlsson, J. ; Relationship between lactate accumulation, LDH activity, LDH isozyme and fibre type distribution in human skeletal muscle, *Acta Physiol. Scand.*, **103**, 40-46 (1978)
  - 21) Umeda, T., Hiramatsu, T., Iwaoka, T., Shimada, T., Miura, F., Sato, T. ; Use of saliva for monitoring unbound free cortisol levels in serum, *Clin. Chem. Acta.*, **110**, 245-253 (1981)
  - 22) Vining, R. F., McGinley, R. A., Maksvytis, J. J., Ho, K. Y. ; Salivary cortisol : a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol, *Ann. Clin. Biochem.*, **20**, 329-335 (1983)