

# 走能力からみたスポーツ競技特性

—レスリングとテニス選手における

Anaerobic Threshold(AT)の比較—

## ANAEROBIC THRESHOLD ALTERNATION CAUSED BY TWO MODES OF SPORTS

研究責任者

中原凱文<sup>1)</sup>, 角田直也<sup>2)</sup>, 滝山将剛<sup>3)</sup>

研究班員

多賀恒雄<sup>4)</sup>, 伊達治一郎<sup>3)</sup>, 朝倉利夫<sup>3)</sup>

西山一行<sup>5)</sup>, ニッ森修<sup>6)</sup>, 竹島靖夫<sup>3)</sup>

Yoshibumi NAKAHARA, Naoya TSUNODA, Yukitaka TAKIYAMA

Tsuneo TAGA, Jiichiro DATE, Toshio ASAKURA

Kazuyuki NISHIYAMA, Osamu FUTATSUMORI, Yasuo TAKESHIMA

### (1) 目 的

先の報告で, レスリング選手はラグビー選手に比べ, 疾走時間が75秒から200秒間において平均速度が高い傾向を示す結果を得た。

レスリングという種目特性を考慮するならば, 3分2ピリオド制であり, 無酸素的エネルギー発生要素の強い種目といえよう。

そこで今回は, 比較的試合時間が長く, 走る要素が多いテニス選手と3分2ピリオド制に短縮されたレスリング選手との間において, Anaerobic threshold (AT) の発現様相から種目の特性を検討しようとしたのである。

### (2) 測定方法

被検者は, 国士舘大学レスリング選手5名および国士舘大学硬式テニス部員3名の計8名である。

両群の身体的特徴を Table 1 に示した。

最大作業は, アイソパワー・エルゴメーター(竹井機器製)を用い行なった。

最大作業テストは, 最初の3分間を0Wとし, その後, レスリング選手については毎分20Wずつ, テニス選手については毎分15Wずつ exhaustion に至るまで負荷を漸増させた。ペダルの回転数は全て60rpmである。

呼吸採気は, 開口路法で行ない, 安静3分間測定の後, 運動を行なわせた。運動中は全過程において30秒毎に測定した。

換気量 ( $\dot{V}_E$ ), 酸素摂取量 ( $\dot{V}_{E_2}$ ), 二酸化炭素排泄量 ( $\dot{V}_{E_{O_2}}$ ), 酸素濃度 ( $F_{EO_2}$ ) および二酸化炭素濃度 ( $F_{ECO_2}$ ) の分析には, エルゴオキシスクリーン (イエーガー製) を用いた。

心拍数 (HR) の測定は, 胸部双極誘導により,

1) 三重大学教育学部

2) 運動生理学研究室

3) 格技研究室

4) 明治大学

5) 陸上研究室

6) 球技研究室

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

	N	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Wrestlers	5	19.2 ± 0.4	165.6 ± 2.7	64.8 ± 1.6
Tennis Players	3	23.3 ± 1.2	169.3 ± 4.0	63.0 ± 5.6

Table 2. Maximum Values of Wrestlers and Tennis Players for Cardiorespiratory Function. (mean ± S D)

Items	Wrestlers	Tennis Players	
$\dot{V}O_2\text{max}$ , l·min <sup>-1</sup>	3.90 ± 0.31	3.97 ± 0.36	
$\dot{V}O_2\text{max}$ , l·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	60.1 ± 4.2	63.5 ± 9.3	
$\dot{V}E\text{max}$ , l·min <sup>-1</sup>	186.0 ± 9.6	187.0 ± 1.0	
HRmax, beats·min <sup>-1</sup>	145.9 ± 10.5	114.2 ± 31.2	
WRmax, watt	272.0 ± 13.0	217.5 ± 7.5	P < 0.01

Table 3. Anaerobic Threshold and related Variables of Wrestlers and Tennis Players (mean ± S D)

Items	Wrestlers	Tennis Players	
AT- $\dot{V}O_2$ , l·min <sup>-1</sup>	2.51 ± 0.30	2.84 ± 0.36	
AT- $\dot{V}O_2$ , l·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	38.7 ± 4.2	45.6 ± 9.2	
%AT- $\dot{V}O_2$ , %	64.6 ± 7.2	71.6 ± 4.8	
AT- $\dot{V}E$ , l·min <sup>-1</sup>	61.0 ± 10.9	52.1 ± 10.9	
%AT- $\dot{V}E$ , %	42.0 ± 8.5	47.2 ± 12.7	
AT-HR, beats·min <sup>-1</sup>	142.9 ± 14.7	158.9 ± 2.6	
%AT-HR, %	76.7 ± 5.2	85.0 ± 1.6	P < 0.1
AT-WR, watt	177.4 ± 9.4	161.0 ± 17.2	P < 0.01
%AT-WR, %	65.3 ± 5.3	74.0 ± 6.1	

安静および運動中を通して行なった。

無酸素的作業閾値 (AT) は、漸増負荷法で得られた  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}CO_2$  および  $F_{EO_2}$  を作業時間に対してプロットし、Wasserman ら<sup>15)</sup> による非観血的手法に基づいて判定した。

### (3) 結果と考察

Fig. 1 に漸増負荷法によって得られた  $\dot{V}E$ ,  $\dot{V}CO_2$  および  $F_{EO_2}$  を作業時間に対してプロットしたレスリング選手およびテニス選手の代表例を示した。

レスリング選手は、およそ12分半でATが発現しており、テニス選手が、およそ13分半で発現しているのに比べ、1分程の差違がみられた。Table 2

は、脚運動による最大作業テストより得られた換気量 ( $\dot{V}E$ )、酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ )、心拍数 (HR) および仕事量 (WR) の各々の最大値を示したものである。

レスリング選手の  $\dot{V}E\text{max}$ ,  $\dot{V}O_2\text{max}$ , HRmax とも従来の報告とほぼ一致する値<sup>1) 9) 14) 16)</sup> であった。

Table 3 は、同様の手順によって得られた結果 (Fig. 1) より Wasserman らの方法<sup>15)</sup> に従って求めた各変数別 AT 値である。

レスリング選手およびテニス選手の AT 発現時における  $\dot{V}O_2$  (AT- $\dot{V}O_2$ ) は体重当たりで各々 38.7 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>, 45.6 ml · kg<sup>-1</sup> ·

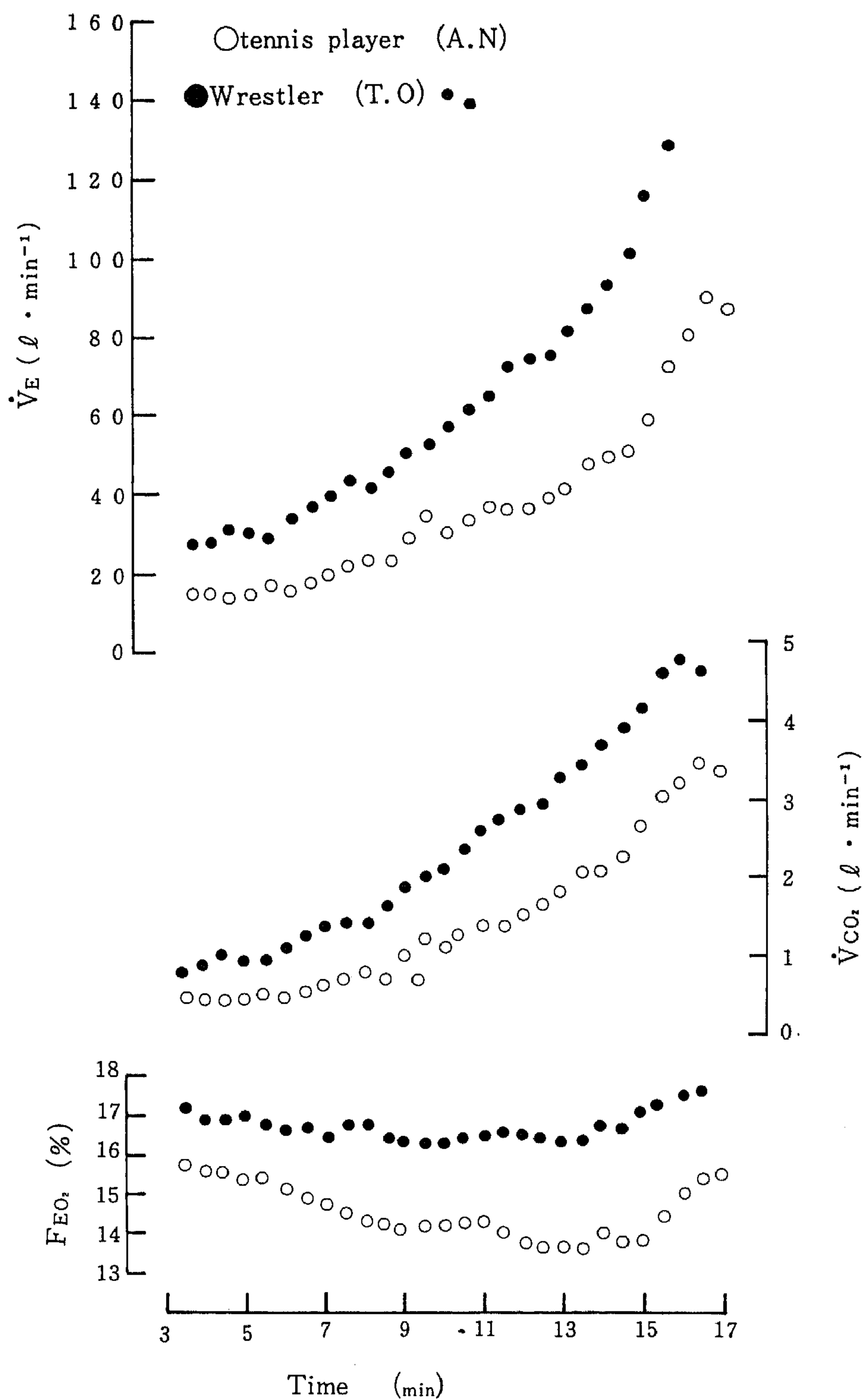


Fig.1. Change of Gas Exchange during an incremental Work Test

min<sup>-1</sup>を示し、テニス選手が高い値を示す傾向にあったが、有意な差は認められなかった。これはレスリング競技とテニス競技のエネルギー発揮様式が類似している<sup>7)</sup>ことに起因しているものと思われる。またレスリング競技に比べテニス競技の方が競技時間が長い<sup>8)</sup>が、この差が高い傾向を示した一つの要素と考えられる。

レスリング選手の仕事量 (WR) はAT 発現時において最大パワーの65.3%であるのに比べ、テニス選手は74.0%と高い値を示した。したがって、レスリング選手は最大パワーのおよそ65%を有酸素的に発揮することができ、テニス選手は最大パワーのおよそ75%を有酸素的に発揮することができるものと思われる。

AT 発現時の心拍数 (AT - HR) はレスリング選手で142.9beats・min<sup>-1</sup>、テニス選手で158.9beats・min<sup>-1</sup>を示し、最大値に対して各々76.7%、85.0%を示した。

レスリング選手のAT 発現時における $\dot{V}O_2$  (% AT -  $\dot{V}O_2$ ) は64.6%を示し、テニス選手の71.6%よりも低い傾向にあった。

レスリング競技は乳酸系と有酸素系を主なエネルギー源とする種目である<sup>9)</sup>。したがってピリオド間の休憩時間 (1min) に、より素速く乳酸の除去をはかる能力が要求されている。またレスリング選手のこの値は、長距離走者の値<sup>10) 13) 17)</sup>よりは明らかに低いが、比較的競技時間が類似しているボート競技の日本人選手とほぼ同様な値<sup>12)</sup>を示している。しかし、アメリカの一流ボート選手の値83%<sup>11)</sup>に比べると著しく低い。ボート競技は、単位時間内で最高にエネルギーを発揮する種目と考えられる。

これらのことを考慮すれば、レスリング選手のこの値65%は、さらに高められる必要があるものと推察される。

#### (4) まとめ

本実験におけるレスリング選手の% AT -  $\dot{V}O_2$ は65%を示し、テニス選手は72%を示した。

% AT - WR はレスリング選手が65%、テニス選手が74%を示した。

有酸素的には、レスリング選手は最大有酸素能

力の65%を使うことによって、最大パワーの65%を発揮することができ、テニス選手は最大有酸素能力の72%を使うことによって、最大パワーの74%を発揮できるものと思われる。

レスリング選手の有酸素的な能力は、さらに高められる必要があるものと推察される。

#### < 参考文献 >

- 1) 雨宮輝也：最大酸素摂取量。昭和55年度日本体育協会スポーツ科学研究報告，No. V II，p. 7
- 2) Caiozzo, B. J., J. A. Davis, J. F. Ellis, J. F. Azus, R. Vandagriff, C. A. Prietto, and W. C. McMaster: A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 53(5): 1184-1189, 1982
- 3) Conconi, F., M. Ferrari, P. G. Zigrio, P. Droghetti, and L. codeca: Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 52(4): 869-873, 1982
- 4) Davis, J. A., P. Vodak, J. H. Wilmore, J. Vodak, and P. Kurtz: Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J. Appl. Physiol.* 41(4): 544-550, 1976
- 5) Donovan, C. M., and G. A. Brooks: Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am. J. Physiol.* 244: E83-E92, 1983
- 6) Dwyer, J., and R. Bybee: Heart rate indices of the anaerobic threshold. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15(1): 72-76, 1983
- 7) Fox, E. L., 朝比奈一男監訳，渡部和彦訳：スポーツ活動とエネルギー連続体。スポーツ生理学，p. 25-40，大修館，1982
- 8) Ivy, J. L., R. T. Withers, P. J. Van Handel, D. H. Elger, and D. L. Costill: Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 48(3): 523-527, 1980
- 9) Kelly, J. M., B. A. Gorney, and K. K. Kalm: The effects of a collegiate wrestling season on body composition, cardiovascular fitness and muscular strength and endurance. *Med. Sci. Sports.* 10(2): 119-124, 1978
- 10) Kumagai, S., K. Tanaka, Y. Matsuura, A. Matsu-

- zaka, K. Hirakoba, and K. Asano: Relationships of the Anaerobic Threshold with the 5km, 10km, and 10Mile Races. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49 : 13-23, 1982
- 11) Mickelson, T. C., and F. C. Hagerman: Anaerobic threshold measurements of elite oarsmen. *Med. Sci. Sports and Exercise*, 14(6) : 440-444, 1982
- 12) 根本勇: ボート選手の肺機能及び無酸素的作業閾値 (Anaerobic threshold)。昭和54年度日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告, No. II, p. 115-125
- 13) Sjödin, B., I. Jacobs, and J. Svedenhag: Changes in Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) and Muscle Enzymes After Training at OBLA. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49 : 45-47, 1982
- 14) Song, T. M. K., and G. T. Garvie: Anthropometric, Flexibility, Strength, and Physiological Measures of Canadian Wrestlers and comparison of Canadian and Japanese olympic Wrestlers. *Can. J. Appl. Spt. Sci.* 5(1) : 1-8, 1980
- 15) Wasserman, K., B. J. Whipp, S. N. Koyal, and W. L. Beaver: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35(2) : 236-243, 1973
- 16) Wideman, P. M., and R. D. Hagan: Body weight loss in a wrestler preparing for competition: a case report. *Med. Sci. Sports and Exercise*. 14(6) : 413-418, 1982
- 17) Withers, R. T., W. M. Sherman, J. M. Miller, and D. L. Costill: Specificity of the Anaerobic Threshold in Endurance Trained Cyclists and Runners. *Eur. J. Appl. Physiol.* 47 : 93-104, 1981
- 18) Yoshida, T., A. Nagata, M. Muro, N. Takeuchi, and Y. Suda: The Validity of Anaerobic Threshold Determination by a Douglas Bag Method compared with Arterial Blood Lactate Concentration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 46 : 423-430, 1981