

筋線維組成および体力・運動能力 との関連からみたスポーツ適性の 開発に関する研究

筑波大学 勝田 茂
(共同研究者) 同 田淵 健一
同 高松 薫
同 田中 守

A Study on the development of sports aptitude —Relationships between muscle fiber composition and aerobic, anaerobic powers—

by

Shigeru Katsuta, Ken-ichi Tabuchi,
Kaoru Takamatsu, Mamoru Tanaka.

The University of Tsukuba

ABSTRACT

Ten untrained male university students were studied to examine the relationship between characteristics of muscle fibers and some aerobic, anaerobic powers. As the results, no significant difference existed between handball throw and % area FT fibers, in the M. deltoideus, but there were significant differences between % area FT fibers in the M. vastus lateralis and 50 m dash, mean power of aerobic items (50 m dash, side step, vertical jump), 50 m dash/ $\dot{V}O_2$ max ($\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$).

From the facts described above, it is concluded that the possibility of prediction for muscle fiber composition, in untrained men, is higher in the anaerobic parameters than aerobics.

要 旨

スポーツへの適性を、筋線維組成の面から検討するための基礎的資料を得ることを目的として、untrained の男子大学生10名を対象に、数種の無酸素的パワー、有酸素的パワーの測定を行い、これらと、バイオプシー法によって得られた筋線維組成との関係について検討を試みた。

その結果、三角筋における % area FT とボール投げ能力との間には、有意な関係は見出せなかったが、外側広筋においては、50m走タイム、無酸素的パワー3種目の平均パワー、50m走タイム/ $\dot{V}O_2$ max などとの間に有意差を認めた。

さらに、能力差を越えて、非競技選手のパワーの構造的特徴から、筋線維組成推定の可能性が示唆された。

1. 緒 言

ニードルバイオプシー法によって、スポーツ選手の筋線維組成やトレーニングとの関連などにつ

いての研究が、広く行われるようになってきているが、いわゆる untrained に対するこれらの研究は極めて少なく、数例の報告^{2,4,5)}を見るのみである。

また、Top Athlete については、競技の特性と筋線維組成との関係が、かなり明らかになりつつあるが³⁾、一方では、一般の人の中から、特異な才能を持つ者をどのように発掘して行くのか、ということも重要な問題であると思われる。

本研究では、トレーニングやスポーツへの適性を、筋線維組成の面から考えるための基礎的な資料を得ることを目的として、特別なトレーニングを積んでいない、untrained の健康青年男子を対象にして、数種の無酸素的パワー、有酸素的パワーに関する測定を実施し、これらと筋線維組成との関係について検討しようとするものである。

2. 研究方法

1) 被 検 者

対象として、運動部などで特別に規則的な運動

表1 Physical characteristics of subjects

No.	Subjects	Age (yrs)	Height (cm)	Body Weight (kg)	LBM (kg)	M. deltoideus		M. vastus lateralis	
						% FT	% area FT	% FT	% area FT
1	N. I.	20.8	169.7	64.0	51.9	50.9	45.0	69.2	68.9
2	Y. M.	20.3	165.5	49.9	40.8	56.1	56.6	25.8	26.2
3	K. U.	20.8	169.4	60.3	52.0	34.4	37.3	48.6	50.5
4	T. A.	19.3	175.2	57.7	50.0	34.6	31.5	40.0	44.7
5	K. S.	18.8	167.0	49.6	44.1	46.5	44.3	53.6	51.0
6	H. Y.	20.6	172.6	58.1	48.1	31.7	28.9	67.7	69.0
7	K. Y.	19.0	184.8	73.6	59.0	39.5	34.2	36.0	43.4
8	H. M.	20.8	175.7	57.7	47.0	33.0	32.0	47.9	46.5
9	T. U.	20.8	169.5	52.6	44.6	44.9	54.1	68.1	70.4
10	T. K.	19.8	171.7	63.8	52.0	59.9	56.7	68.4	66.7
	Mean	20.1	172.1	58.7	49.0	43.2	42.1	52.5	53.7
	S. D.	0.8	5.5	7.3	5.2	10.1	10.8	15.6	14.6
	Mini.	18.8	165.5	49.6	40.8	31.7	28.9	25.8	26.2
	Max.	20.8	184.8	73.6	59.0	59.9	56.7	69.2	70.4

をしていない、また体育を専攻としない筑波大学の男子学生（ボランティア）10名を被検者とした。被検者各個人の年齢、身長、体重、LBM、および全員の平均値、グループ内における最大値、最小値などについては、表1に示すとおりである。

2) 組織化学的分析

ニードルバイオプシー法¹⁾によって、被検者の右三角筋 (*M. deltoideus*) および右外側広筋 (*M. vastus lateralis*) から、筋組織を採取し、凍結切片を作成、これに ATPase 染色⁶⁾を施した後、光学顕微鏡写真撮影を行い、焼付けされた写真を基に、FT 線維および ST 線維に分類して、それぞれの比率を算出した。さらに筋線維1本当たりの平均横断面積に% FT、% ST を乗ずることによって、総面積に占める FT および ST 線維の面積比 (% area) を算出した。

3) 無酸素的、有酸素的パワーの測定

無酸素的なパワーとして、50m走、反復横とび、垂直とびを測定し、*M. vastus lateralis* の筋線維組成との関係について検討した。また、投能力としてハンドボール投げを行い、*M. deltoideus* の筋線維組成との関係を検討した。

有酸素的なパワーとして、12分間走を400mトラックを使用して実施し、また、トレッドミルによる速度漸増負荷法によって、Exhaustion Testを行い、 $\dot{V}O_2 \max$ を測定した。そしてこれらのパラメーターと *M. vastus lateralis* との関係について検討した。

3. 結果と考察

1) 筋線維組成

表1右欄に、*M. deltoideus* および *M. vastus lateralis* における% FT および% area FT の個人の成績を示す。

M. deltoideus の平均値は、% FT 43.2%、% area FT 42.1%を示し、全体に ST 寄りを示す

者が多かったが、その分布範囲は、30%前後から60%近くまでであり、かなり広い。

また、*M. vastus lateralis* の平均値は、% FT、% area FT とも52~53%で、FT 線維と ST 線維がほぼ同様の割合を示しているが、その分布範囲はさらに広く、FT 線維の最も少ない者はわずか26%であるのに対し、最も多い者は70%にも達していた。

Gollnick ら⁴⁾ は、非鍛練者における ST 線維の割合は、*M. deltoideus* では14~60%、*M. vastus lateralis* では13~73%の範囲に分布していることを報告しており、本研究でも同様の傾向が認められ、ランダムに選んだ untrained でも、その筋線維組成の幅は非常に広いということを示している。

2) 無酸素的パワーと脚筋% area FT との関係

図1は、50m走、反復横とび、垂直とびの成績と、*M. vastus lateralis* における% area FT との関係を示している。

これら3つの種目との相関係数は、それぞれ0.596、0.459、0.516を示し、いずれも比較的高いレベルにあったが、有意の差ではなかった。

3) 有酸素的パワーと脚筋% area FT との関係

図2は、12分間走における平均速度、最大酸素摂取量 ($\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) と *M. vastus lateralis* における% area FT との関係を示している。

その相関係数は、それぞれ-0.145、-0.264と、いずれの項目ともマイナスの傾向を示し、% area FT とは逆相関の関係にあることが示されたが、有意の差を示すものではなかった。

有酸素的パワーと脚筋の ST 線維の割合には、高い正相関のあることが報告されている⁷⁾。しかし、これらは、持久的なトレーニングをよく積んだ選手の場合であり、今回の被検者のように、 $\dot{V}O_2 \max$ が体重当たり40ml台~50ml台の場合に

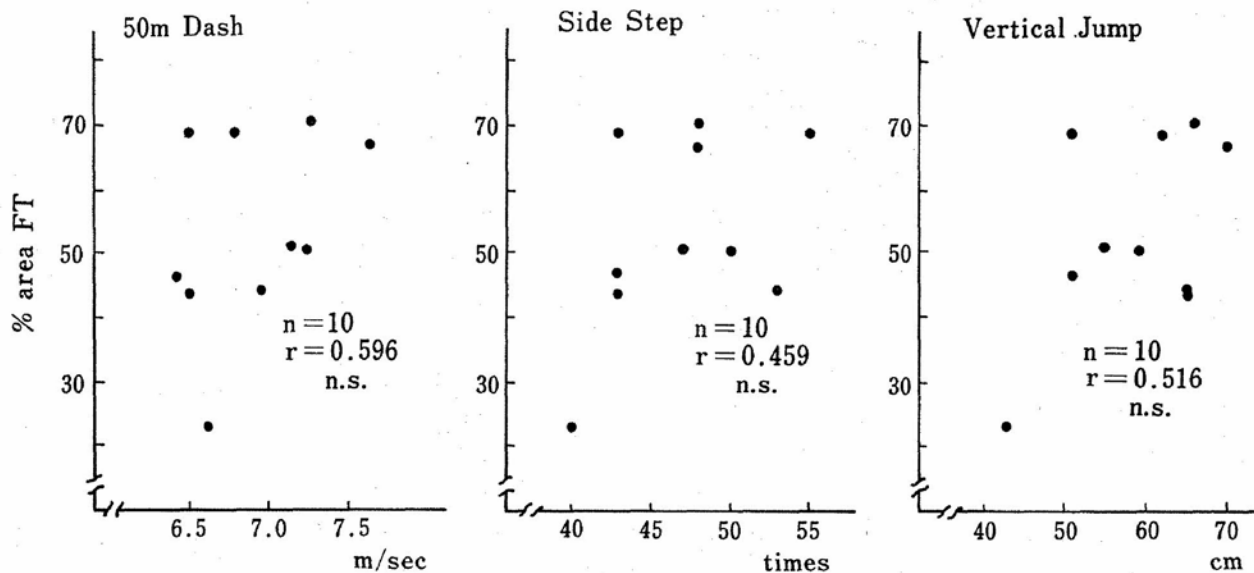


図1 The relationship between % area FT fibers (M. vastus lateralis) and 50m dash (left), side step (center), vertical jump (right).

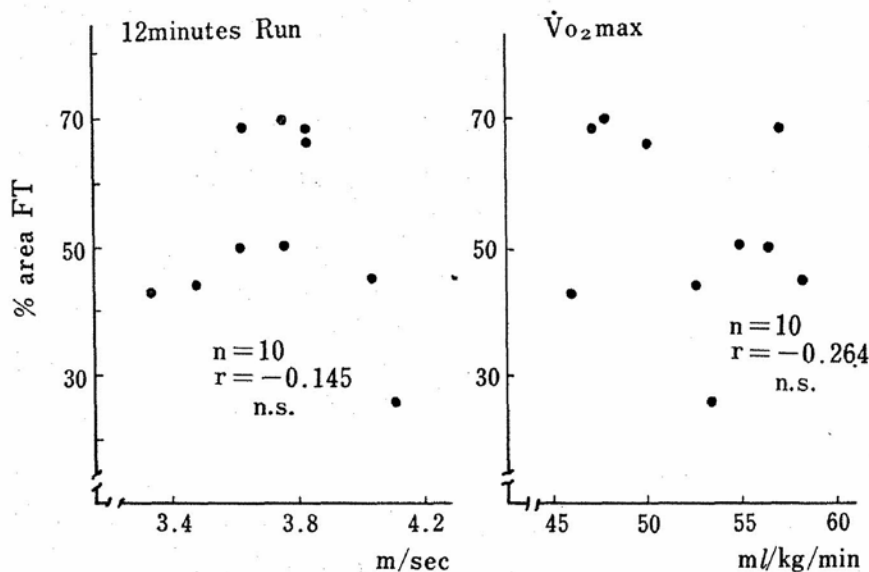


図2 The relationship between % area FT fibers (M. vastus lateralis) and 12 minutes run (left), V̇O2 max (right).

は、そのような傾向が認められない。

これは、素質の問題に加えて、トレーニングの程度如何が、無酸素的なパワーよりも大きく影響しているのではないかと考えられる。

4) 各種パラメータと % area FT

との関係

表2は、無酸素的なパワー、有酸素的なパワーに関する各種パラメータと % FT, % area FT との

間の相関係数を示した一覧表である。

これによると、M. vastus lateralis においては、50m走と % FT ($r=0.614$), 無酸素的なパワー3種目 (50m走, 反復横とび, 垂直とび) の平均 ($P\bar{x}$) と % area FT ($r=0.607$), T-score で示した50m走と $\dot{V}O_2 \text{ max}$ の比と % area FT ($r=0.610$), などについて $p < 0.05$ で有意の差を示した。

表2 Correlation coefficients between % FT, % area FT and anaerobic, aerobic parameters.

M. vastus lateralis	% FT	% area FT
Anaerobic Power		
• 50m dash	0.614*	0.596
• Side Step	0.402	0.459
• Vertical Jump	0.404	0.516
• P \bar{x} (#)	0.549	0.607*
Aerobic Power		
• 12 minutes run	0.006	-0.145
• $\dot{V}O_2$ max. (/BW)	-0.138	-0.264
(/LBM)	-0.138	-0.253
50m/12min.	0.369	0.471
S.S./12min. (#)	0.088	0.227
V.J./12min. (#)	0.019	0.181
P \bar{x} /12min. (#)	0.132	0.279
50m/ $\dot{V}O_2$ max. (#)	0.545	0.610*
S.S./ $\dot{V}O_2$ max. (#)	0.379	0.488
V.J./ $\dot{V}O_2$ max. (#)	0.290	0.426
P \bar{x} / $\dot{V}O_2$ max. (#)	0.418	0.530
M. deltoideus		
Handball Throw	-0.410	-0.433

(#)…T-score *… $p < 0.05$

また、単一の記録、成績との比較のみでなく、個人の持っている能力を構造的な面からとらえ、どちらのパワー型なのかという特徴と筋線維組成との関係を見たのが、50m/12分間走である。

これは、50mのスピードを12分間走のスピードで除し、その比率を算出し、それと% area FTとの関係を見たものである。この比が大きいほど無酸素的パワーに優れたタイプであり、% area FTも高いのではないかと推察される。

その結果、% FT とは $r=0.369$ 、% area FT とは $r=0.471$ であった。いずれの場合も有意性こそ認められなかったが、被検者数の割には、かなり高い相関係数が得られている。今後被検者数を増加することによって、より明確な結果が期待

できるものと思われる。

なお、50m走を除いて、いずれのパラメータも、% FT よりも% area FT との相関が高く、パフォーマンスとの関連で見ると、単なる線維組成よりも総面積に占める割合(% area FT または% area ST)の方が、より実際的であると考えられる。

一方 M. deltoideus における、ハンドボール投げと% FT、% area FT との間の各相関係数は -0.410、-0.433で、いずれも負の相関を示したが、有意性は認められなかった。

ハンドボールは、野球のボールやソフトボールなどよりも大きいために、ボールコントロールが難しく、投技術が大きく関与していること、三角筋のほかに大胸筋も大きく関与していることなどが、このような結果を生んだ1つの原因と考えられる。今後さらに検討することが必要である。

4. 総 括

スポーツへの適性を、筋線維組成の面から考えるための基礎的資料を得ることを目的として、untrained の男子大学生10名を対象として、数種の無酸素的パワー、有酸素的パワーの測定を行い、これらとバイオプシー法によって得られた筋線維組成との関係について検討を試み、次のような結果を得た。

1. 各種パラメータのうち、脚筋 (M. vastus lateralis) においては、50m 走タイムと% FT、無酸素的パワー3種 (50m走、反復横とび、垂直とび) の平均パワー (P \bar{x}) と% area FT、50m 走タイムと $\dot{V}O_2$ max (ml/kg \cdot min $^{-1}$) の比と% area FT との間に、有意な相関関係 ($p < 0.05$) が認められた。

2. % FT、% area FT は、無酸素的パワーとは正の相関を、有酸素的パワーとは負の相関を示したが、前者により高い相関関係が認められた。

3. いずれのパラメータ (50m走タイムを除く) においても, % FT よりも % area FT との間に高い相関関係が認められた。

これらのことから, 被検者が untrained の場合に, 有酸素的なパワーに関するパラメータから筋線維組成を推定することは難しく, とくに12分間走は, 呼吸循環系のトレーニングの影響を強く受けるので, 走のペース配分なども含めて, ある程度トレーニングさせた者を被検者に選ぶなどの配慮が必要であると思われる。

一方, 無酸素的なパワーに関しては, FT 線維との相関はかなり高く, 間接的な推定が可能なように思われる。また, 能力差を越えて, 一般人のパワーの構造的な特徴から, 筋線維組成推定の可能性が示唆された。

文 献

- 1) Bergström, J.; Muscle electrolytes in man. *Scand. J. Clin. Lab. Invest. Suppl.* 68 (1962)
- 2) Costill, D.L., W.J. Fink, M.L. Pollock; Muscle

fiber composition and enzyme activities of elite distance runners, *Med. Sci. Sports.*, 8 : 96—100 (1976)

- 3) Fox, E.L., D.K. Mathews; The physiological basis of physical education and athletics. 3rd ed. Saunders College Pub. p. 95—111 (1981)
- 4) Gollnick, P.D., R.B. Armstrong, C.W. Saubert IV, K. Piehl, B. Saltin; Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men, *J. Appl. Physiol.* 33: 312—319 (1972)
- 5) Hedberg, G., E. Jansson; Skelettmuskelfiberkomposition. Kapacitet och intresse för olika fysiska aktiviteter bland elever i gymnasieskolan. Rapport 54, Pedagogiska Inst., Umeå (1976), B. Saltin, *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 301 : 3—29 (1977) より引用
- 6) Padykula, H.A., E. Hermann; The specificity of the histochemical method for adenosine triphosphatase. *J. Histochem. Cytochem.* 3 : 170—195 (1955)
- 7) Rusko, H., M. Havu, E. Karvinen; Aerobic performance capacity in athletes, *Europ. J. Appl. Physiol.*, 38 : 151—159 (1978)