

思春期前児童の体力の特性と トレーニングの影響

東京大学 跡見 順子
(共同研究者) 同 福永 哲夫
同 山本 恵三
同 川原 貴
相模女子大学 山本 順子

Characteristics of Cardiovascular and Muscular Function in Trained and Untrained Preadolescent Boys

by

Yoriko Atomi, Tetsuo Fukunaga,
Keizo Yamamoto and Takashi Kawahara
*Department of Sports Sciences, College of Arts
and Sciences, University of Tokyo*
Yoriko Yamamoto
Sagami Women's University

ABSTRACT

The influence of daily physical training on cardiovascular and muscular functions in developing ages were investigated in soccer group (S group: n=12, 11.9±0.1 years of age) and control group (C group: n=14, 11.8±0.1 years of age). Mean values of left ventricular end-diastolic dimension (LVDd) and left ventricular mass, $\dot{V}O_2$ max and maximal cardiac output determined by treadmill running in S group were significantly higher than those in C group. The mean values of the cross-sectional area of thigh muscles and the maximal strength in knee extention in S group were significantly higher than those in C group. But both mean values of cross-sectional area of lower leg muscles and maximal strength in plantar flexion

in S group were not significantly different to those in C group. Significant relationship between the ratio of gastrocnemius muscle in plantar flexor and the LT (lactate threshold) was obtained in both groups. The higher values of the LT for the same G/PF in S group were observed. Highly significant correlations between thigh muscle area and $\dot{V}O_2\max$ or LVDd, and the maximal strength in knee extension and $\dot{V}O_2\max$ or LVDd were found. From these results it is suggested that the development of thigh muscle mass with training such as soccer practice in preadolescent years might contribute not only the increase of muscular strength in knee extension but also cardiorespiratory function and heart morphology.

要 旨

思春期前の暦年齢及び骨年齢の等しい男子児童，運動群12名と非運動群14名を対象として，呼吸循環機能及び筋機能の測定を行い，両者の相互関係について検討した．呼吸循環系要因として，左室拡張終期径（LVDd）及び左室重量（LV mass），トレッドミル走による最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\max$ ）及び最大心拍出量（ $\dot{Q}\max$ ），筋機能として大腿及び下腿の筋横断面積，膝関節伸展力及び足関節底屈力を測定した．また脚筋の酸化能力を示すものとしてトレッドミル走による乳酸性閾値（LT）を測定した．運動群は，身長，体重，大腿筋断面積及び足関節底屈力を除く上記のすべての測定項目で有意に高い値を示した．呼吸循環系と筋系要因の相互関係をみると，大腿筋断面積は $\dot{V}O_2\max$ ，LVDd と，また膝関節伸展力も同様に $\dot{V}O_2\max$ ，LVDd と0.1%水準の高い相関を示した．また下腿の筋断面積は運動群と非運動群の間に有意差はみとめられなかったが，下腿の足底屈筋群中の腓腹筋比（G/PF）が両群でLTと有意な負の相関を示したことから，それらの関係を比較すると，同一G/PF比に対するLT（ $\dot{V}O_2$ ， $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 及び $\% \dot{V}O_2\max$ ）は運動群で有意に高く，脚筋の酸化能力が有意に高いこ

とが示唆された．これらの結果から，思春期前の成長期にある児童の全身的な運動の定期的な実施は，骨格筋を量的質的に発達させ，それが単に対応する筋力だけでなく，呼吸循環系能力にも有意に影響することが示唆された．

1. 緒 言

適当な身体運動を実施することは，発育途上にある児童の身体の発育，運動能力の発達にとってきわめて重要であると思われる．しかし現代の子供のおかれている生活環境は，身体の発育を十分に促進させ，適切な運動能力を身につけさせるという点で，必ずしも適当であるとはいえない状況にある．それにもかかわらず，思春期前の子供を対象にして，その体力特性を明らかにし，さらに運動の実施が子供の身体の発育に対していかなる影響を及ぼすかをみた研究は少ない．子供の体力に関するこれまでの研究の多くは，体力の一要素に限って見たものが多く，同一の対象に対して，総合的に扱った研究は少ない．思春期前児童の体格及び体力特性は，必ずしも成人の相似形ではない．思春期前の子供の身体は，身体を構成する各臓器の形態，機能がすべて比例的に成長するわけではなく，特に思春期ではアンバランスが生じやすいことも報告¹³⁾されている．

本研究の目的の第一は、体力の2本の柱である呼吸循環機能及び筋機能について、その両面から子供の体力特性を明らかにすることである。第二に思春期前の身体トレーニングの実施が両体力要因に及ぼす影響をみることにより、両者の相互作用を明らかにする。これらの結果から、学童期一とくに思春期前後における運動不足あるいはトレーニングの影響について検討を加えたい。

2. 研究方法

1) 被検者

暦年齢及び骨年齢が等しく、日常の運動量が異なる平均11歳の男子（小学6年生）を被検者とした。運動群（S群）は、1日平均3～4時間の練習を週6日、2年以上継続している少年サッカーチームの選手12名で、非運動群（C群）は、同年齢で運動部に属していない男子14名であった。両群の被検者の身体特性は表1に示した。

表1 Mean Values of Physical Characteristics and Some Physiological Parameters of the Subjects.

Physical Characteristics		S-group	C-group	S/C (%)
Body Height	(cm)	144.2 ± 3.4	144.8 ± 11.2	100
Body Weight	(kg)	36.2 ± 2.4	35.0 ± 10.2	103
LBM	(kg)	29.5 ± 2.2	28.9 ± 0.9	102
Cardiac Parameter				
LVDd	(mm)	42.7 ± 1.9***	41.1 ± 1.0	104
LVmass	(ml)	112.2 ± 5.7**	98.1 ± 3.7	114
Cross Sectional Area of Leg				
Thigh Whole	(cm ²)	134.6 ± 4.6**	111.4 ± 4.1	121
Thigh Muscle	(cm ²)	96.0 ± 3.0**	75.8 ± 3.8	127
Thigh Extensor	(cm ²)	56.2 ± 1.7**	45.0 ± 1.9	125
Leg Whole	(cm ²)	72.1 ± 2.7	71.5 ± 5.2	100
Leg Muscle	(cm ²)	49.1 ± 2.0	45.9 ± 3.3	107
Leg Flexor	(cm ²)	36.8 ± 1.6	33.9 ± 2.6	108
Physiological Functions				
$\dot{V}O_{2max}$	(l·min ⁻¹)	2.07 ± 0.03*	1.86 ± 0.02	111
/wt	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	58.0 ± 1.0**	51.1 ± 3.3	114
\dot{Q}_{max}	(l·min ⁻¹)	17.9 ± 0.7***	12.4 ± 0.7	144
/wt	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	450 ± 13 ***	335 ± 25	134
LT	(l·min ⁻¹)	1.65 ± 0.05	1.27 ± 0.06	130
/wt	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	45.5 ± 2.4**	37.3 ± 1.7	122
Maximal Muscle Strength				
in Knee Extension	(kg)	33.4 ± 2.6**	26.5 ± 6.1	126
in Planter Flexion	(kg)	71.3 ± 4.3	70.3 ± 2.9	101

The values are mean ± SD. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

LBM: Lean Body Mass, LVDd: Left Ventricular Diastolic Diameter, LVmass: Left Ventricular Mass, \dot{Q}_{max} : Cardiac Output, BW: Body Weight, LT: Lactate Threshold,

2) 測定項目及び測定方法

① 骨年齢及び体組成

被検者の生理的な成熟度を知るために骨年齢を測定した。左手部X線撮影を行い、TW2法により計測した。

体組成は水中体重法により身体密度を測定し、Brožekの公式⁹⁾を用いて体脂肪量を算出した。残気量は酸素希釈法で測定した。

② 左室拡張期径及び左室心筋重量

心形態の測定はフクダ社製SSD-720断層心エコー装置を用い、安静臥位にて行った。断層像モードにより、ビームの方向を確認しながらMモード記録を行い、心室中隔厚(IVS)、左室後壁厚(PW)、左室拡張期径(LVDd)、左室収縮終期径(LVDs)を計測した。左室心筋重量(LVmass)は次式により求めた。

$$LVmass = \{ (IVS + PW + LVDd)^3 - (LVDs)^3 \} \times 1.05(g)$$

③ 大腿及び下腿筋断面積

体肢を構成する組織の横断面積は、超音波法により測定した。本研究に用いた超音波装置は、ALOKA製エコービジョン(SSD-120型)に円型コンパウンド走査方式を接続したものであった。使用した超音波の発振周波数は5MHzであった。超音波による体肢断面像の測定部位は、下腿：脛骨長(果点から脛骨点までの距離)の遠位7/10、大腿：大腿骨長(脛骨点から大転子点までの距離)の1/2とした。これらの部位は下腿囲、大腿囲がそれぞれ最大になる部位である。測定は両部位とも伸展位で行った。各組織の断面積は、プランメータを用いて求めた。

④ 最大酸素摂取量($\dot{V}O_2max$)及び最大心拍出量($\dot{Q}max$)

$\dot{V}O_2max$ 及び $\dot{Q}max$ は、トレッドミル走(傾斜0%)による速度漸増負荷法によって測定した。ウォーミングアップ2分間($120 m \cdot min^{-1}$)後3分間休憩し、その後 $120 m \cdot min^{-1}$ の速度か

ら2分ごとに $20 m \cdot min^{-1}$ ずつ速度を増加させexhaustionに致らせた。

心拍出量の測定は、 $\dot{V}O_2max$ の測定後、トレッドミルの走行速度を約 $30 m \cdot min^{-1}$ 減速し、被検者に走運動を続けさせながら行った。

酸素摂取量の測定は、自動呼気ガス分析器(アニマ社製RS1500S)を用いて30秒間隔で行った。 $\dot{V}O_2max$ の達成規準は山本ら²⁰⁾の報告にしたがった。心拍数の測定は、胸部誘導による心電図からR波を計測した。

心拍出量の測定は、アセチレンガスによる再呼吸法により求めた。測定は、 $\dot{V}O_2max$ の測定後、ただちに被検者の呼気マスクを外し、混合ガス(アセチレン0.6%、アルゴン10%、酸素30%、チッ素59.4%)1.2—1.8ℓを満した麻酔用バッグをくわえさせ、被検者の呼吸に合わせて再呼吸を行った。採気したサンプルガスはガスクロマトグラフ(島津社製、GC3AH)を用いてアセチレン、アルゴンの濃度を分析した。心拍出量はBonde-Petersenら⁸⁾の式を用いて求めた。アルゴンは肺の死腔量を補正するのに用いた。

⑤ 乳酸性閾値(Lactate Threshold: LT)

LTの測定は、 $\dot{V}O_2max$ の測定とは別にトレッドミルによる速度漸増負荷法で行った。水平位で $80 m \cdot min^{-1}$ の速度から、3分間に速度を、S群では $20 m \cdot min^{-1}$ ずつ、C群では $15 m \cdot min^{-1}$ ずつの幅で漸増し、採血のため約1分間の停止をはきみながら、exhaustionまで走らせた。LTの決定は血中乳酸値の安静レベルからの立ち上がり点とした。採血は、耳朶からヘパリン処理のヘマトクリット管を用いて行い、直ちに除蛋白し、酵素法により乳酸濃度を測定した。

⑥ 筋力(膝関節伸展力・足関節底屈力)

膝関節伸展力は椅座位で膝関節を 110° で実施した。足関節底屈力は、椅座位で下腿を垂直にし、足関節を 90° にし測定した。最大努力による静的筋力を3回発揮し、その最大値を最大筋力とした。

3. 結 果

被検者の歴年齢及び骨年齢はS群, C群おのこの11.9±0.1歳, 11.8±1.3歳及び11.7±0.8歳, 11.6±0.3歳で, 両群間に有意差はみられなかった. また身体特性及び身体組成にも両群間に有意差はみられなかった(表1).

両群の心形態, 脚筋断面積, $\dot{V}O_2\max$, $\dot{Q}\max$, LT 及び脚筋力の平均値を表1に示した. 左心拡張期径及び左室重量, 大腿の断面積及び, 筋断面積, 膝関節伸展筋群筋断面積はS群で有意に高かった(10~20%)が, 下腿の筋断面積には有意差はみられなかった.

$\dot{V}O_2\max$, $\dot{Q}\max$ 及び LT も S群が有意に高い値を示した. 両群間の差は心形態で10%, $\dot{V}O_2\max$ で10-15%, LT, 筋断面積で20-25%, 膝関節伸展力で30%, 心拍出量で30-40%の差がみられた.

表2はこれらの形態及び機能を示す指標相互の相関マトリックスを示した. 上段が両群をこみにした時の相関係数, 中段, 下段はおのこのS群, C群内における相関係数である. まず身長, 体重, LBM といった身体の発達と呼吸循環機能及び形態, 筋機能及び形態との関係を見ると, 相関係数はほとんどの項目でS群の方が高かった(たとえば身長とLBM, 身長あるいは体重と下腿筋

表2 Correlation Matrix

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(LVDd)	n
1) Height	.680**	.547**	.378	-.358	.315	.246	.168	.282	.630	.332 total(24)	
	.754**	.810**	.615*	.126	.519*	.663*	.303	.621*	.346	.429 S (11)	
	.604*	.487	.436	.542*	.518*	.542*	.161	.208	.154	.508* C (13)	
2) Weight		.638**	.755**	-.224	.422*	.520**	.395*	.454*	-.350	.149	
		.903**	.786**	.144	.481	.921**	.545	.801**	.626*	.459	
		.595*	.863**	-.443	.631**	.816**	.365	.206	-.314	.116	
3) LBM			.451*	-.204	.216	.226	.504**	.609**	.114	.274	
			.757**	.188	.474	.838**	.402	.728**	.539	.347	
			.519*	-.251	.362	.438	.565*	.638**	.127	.448	
4) $\dot{V}O_2\max$.454	.738**	.731**	.470*	.502**	.325	.453*	
				.723**	.685*	.678**	.243	.486	.798**	.708**	
				.045	.776**	.833**	.576*	.569*	.131	.203	
5) $\dot{V}O_2\max/wt$.512**	.417*	.192	.158	.158	.511**	.461*	
				.544	.048	-.246	-.125	.589*	.276	.617**	
				.050	-.190	.409	.317	.276	.105		
6) Maximal Strength in Knee Extension						.644**	.353	.262	.389*	.700**	
						.457	.402	.339	.545	.879**	
						.626**	.369	.348	.076	.411	
7) Cross Sectional Area of Thigh Muscle							.392*	.389*	.226	.629*	
							.682*	.895**	.512	.461	
							.357	.251	.623*	.762**	
8) Maximal Strength in Plantar Flexion								.915**	.259	.266	
								.717**	.411	.356	
								.791**	.119	.086	
9) Cross Sectional Area of Leg Muscle									.291	.184	
									.506	.153	
									.213	.241	
10) LVmass										.601*	
										.616*	
										.602*	

*p<0.05, **p<0.01

断面積, LBM と大腿筋断面積, LBM と $\dot{V}O_2$ max など).

それぞれ対応する形態と機能の相関をみると左室拡張期径と $\dot{V}O_2$ max は両群こみにすると $r=0.453$, $p<0.05$ の有意な関係 (S群では左室拡張期径, 左室筋重量と $\dot{V}O_2$ max の間に高い相関) が, また両者は体重あたり $\dot{V}O_2$ max とも 5%水準の有意な関係 (これもS群の方が相関係数が高い) がみられた. 最大心拍出量は左室拡張終期径, $\dot{V}O_2$ max との間に $r=0.524$, $p<0.05$, $r=0.746$, $p<0.001$ の有意な相関がみられた. また膝関節伸展力と大腿筋断面積, 足関節底屈筋力と下腿屈筋断面積の間にはおのおの 1%水準で有意な関係がみられた.

体肢の骨格筋の発達と呼吸循環系の発達の相関性を大腿筋断面積と $\dot{V}O_2$ max (図1), あるいは左室拡張期径 (図2) でみるとともに高い相関が得られた. また下腿筋断面積も $\dot{V}O_2$ max と有意な関係を示した. また膝関節伸展力と $\dot{V}O_2$ max (図3) あるいは左室拡張期径 (図4) の間にも 0.1%水準で有意な相関がみられた.

ランニングによる LT はこれらの呼吸循環系及び筋系の形態あるいは機能と有意な関係は示さなかったが, 下腿屈筋中に占める腓腹筋の占める比

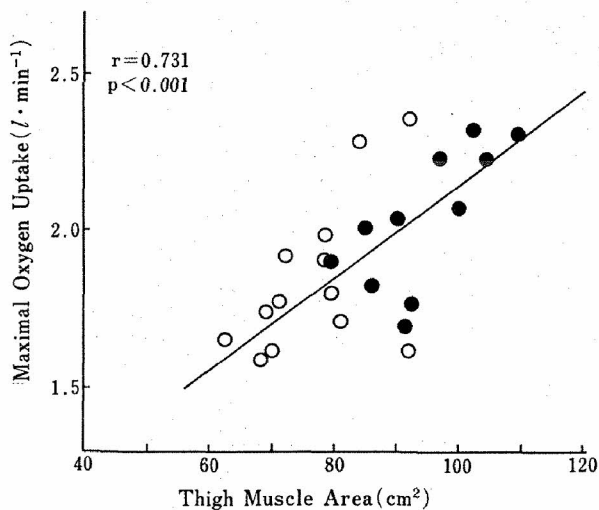


図1 大腿の筋断面積と $\dot{V}O_2$ max との関係 (白丸がC群, 黒丸がS群である)

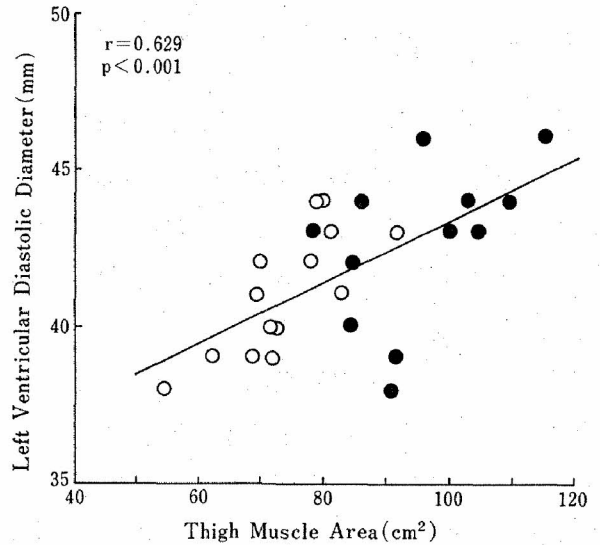


図2 大腿の筋断面積と左室拡張終期径との関係 (白丸はC群, 黒丸はS群である)

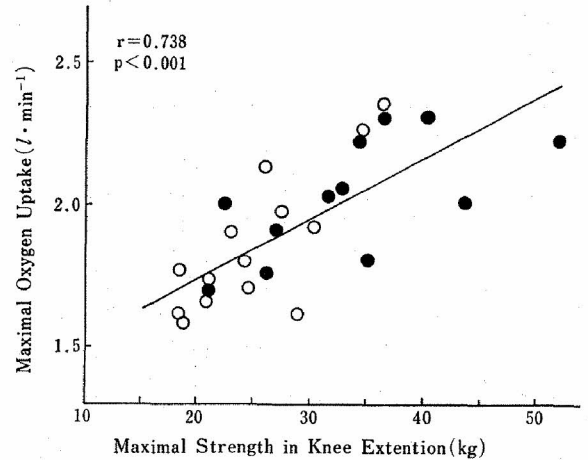


図3 膝関節伸展力と $\dot{V}O_2$ max の関係 (白丸はC群, 黒丸はS群である)

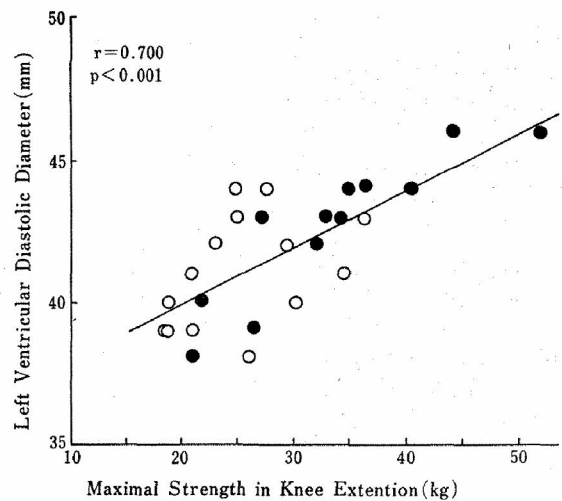


図4 膝関節伸展力と左室拡張終期径との関係 (白丸がC群, 黒丸がS群である)

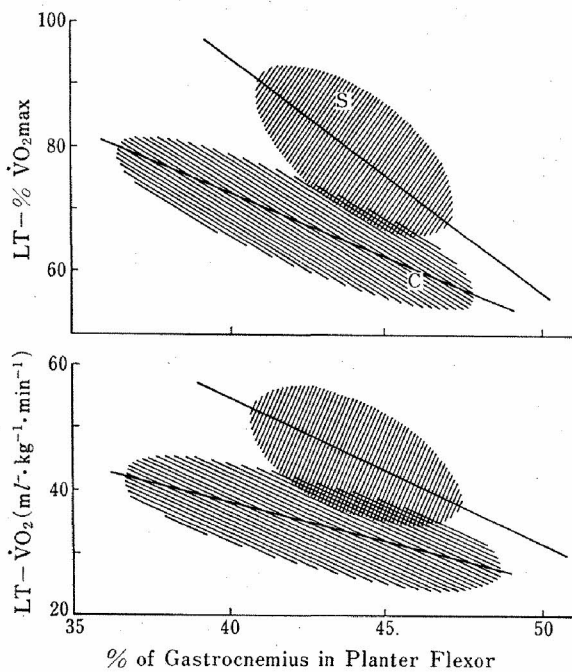


図5 足関節底屈筋群中の腓腹筋比 (G/PL) とトレッドミルLTとの関係 (CはC群, SはS群)

率と両群で有意な相関が得られた (図5)。

4. 論 議

思春期前児童の体力及びその体力を構成する生理学的要因が成人の場合と同等のものであるかどうかについては議論のあるところである。

持久性の体力は酸素運搬系である呼吸循環機能と酸素消費系である作業筋 (主に脚筋) の酸化能力によって決定される。成長期にあるヒトあるいは実験動物の心循環系能力を成長の終了した場合と比較すると, Saito et al.¹⁶⁾ によれば 6~7 週齢のラットの循環の神経的調節能 (圧受容反射) は 20~22 週齢のラットのそれに比べ劣っているという。また, 越後ら¹¹⁾ は対象は冠動脈造影で冠動脈に病変のみとめられない川崎氏病既往児であるが, 心臓カテーテル検査の結果, 左心室, 収縮性は年齢とともに増加する傾向を示した。特に 1 歳未満から 1 歳, 5 歳と 6 歳, 10 歳から 12 歳にかけて上昇がみられたという。また Bar-Or et al.⁷⁾ によれば一定の酸素摂取量に対する心拍出量は成人に比較して有意に低く, 成長期の子供は “hypo-

kinetic” circulation であるという。しかし, 高山ら¹⁸⁾ が UPDF (ultrasonic pulsed Doppler flowmeter) で測定した大動脈血流とカフによる上腕血圧の積から求め, 体表面積で補正した心臓の収縮能を示す peak (d Power/dt) には 8 歳の子供と成人の間で有意差はみられなかった。Shephard¹⁷⁾ は身体トレーニングによりこれらの成長期における hypokinetic な循環系能力の改善がみられたことから思春期前においてもトレーニング効果がみられることを述べている。本研究において S 群で有意に高い最大心拍出量²²⁾ 及び左室拡張期径¹⁵⁾ が心臓は形態と機能の両面で身体トレーニングの効果がみられることを裏づけたものと思われる。

一方, 筋力の発達は筋量あるいは筋断面積の増大に比例するが, 金久ら¹⁴⁾ は思春期前では単位断面積あたりの筋力も増加する傾向があることを報告している。また筋機能に質的变化をもたらす筋線維組成は現在のところヒトにおいては出生児においてほぼ成人と同様の組成を示すデータがでているが詳細は不明である。本研究の C 群と S 群の筋力及び筋断面積の比較では, 大腿の筋断面積及び膝関節伸展力はともに有意に S 群で高く, 両者の間の相関も S 群において高かった。

成人においては筋力系と循環系能力あるいは有酸素パワーと無酸素パワーはかなり相互に独立した要因であるが, 成長期の児童では必ずしも独立しておらず, 総合的に体力の劣っている者と優れている者に分れる傾向があることを $\dot{V}O_2 \max$ の測定と Wingate Test の結果から Bar-Or ら⁹⁾ は報告している。著者らも performance テストにその傾向がみられることを報告してきた⁹⁾。ただし performance テストの場合, そのテストがいかなる生理学的指標を測定しているのかは必ずしも明らかではない⁹⁾。本研究で用いた指標は, 身体の各臓器の大きさや機能を直接測定しているので, その測定では何を測っているのかわからないといった危険は少ない。循環系の発達は心臓や血

管などの臓器それ自体の内的成長に依存する部分も多いが、それらの臓器自体の機能として、骨格筋の量的発達並びに筋運動の実施によって発達する性質の臓器である。筋系と循環器の相互作用が当然考えられる。とくに本研究が対象としたS群の子供はサッカーの練習を行っており、脚の筋力系、走運動中の呼吸循環系機能はかなりトレーニングの影響を反映しているものと考えられる。

本研究では同一被検者に対し、骨格筋の発達と呼吸循環系の発達の様相を同時に把握しようとした。両者の測定値間にかなり高い水準で有意な相関関係がみられた。たとえば大腿の筋断面積と $\dot{V}O_2\max$ あるいは左室拡張期径の間には0.1%の水準で有意な相関が得られた。また膝関節伸展力と $\dot{V}O_2\max$ 、あるいは左室拡張期径の間にも0.1%水準で有意な相関が得られた。C群とS群の間には下腿の筋断面積には有意差はみられないが、大腿の筋断面積には有意差がみられ、トレーニングによる大腿の筋群の発達が示唆された。この筋群の発達は、単に筋力の増大だけでなく、 $\dot{V}O_2\max$ の増大、さらには心臓の形態的発達にも有意に貢献したことを示唆している。また膝関節伸展力と $\dot{V}O_2\max$ の間に高い相関がみられたことは子供の体力の全面的な発達に対する身体運動の重要性を示唆しているものと思われる。

大腿部の筋の発達にはC群、S群間で有意差がみられたのに対し、下腿筋断面積には差がみられなかった。また足関節底屈筋力にも差がみられなかった。しかし下腿の屈筋群の中の腓腹筋の占める比率がランニングによるLTと高い相関を示すこと⁴⁾(腓腹筋の比率が高いと遅筋であるヒラメ筋の比率が低くなる)。そしてその比率は加齢により増大すること⁵⁾を考え、両群でLTとその比率の間の関係を求めると、同じ腓腹筋/下腿足底筋群(G/PF)比に対してS群では高いLT値($\dot{V}O_2$; $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、及び% $\dot{V}O_2\max$)をとる傾向がみられた。歩行またはランニング中の筋放

電パターン¹²⁾あるいは筋グライコジェンの涸渇パターン^{1,2)}から運動に参加する筋群を調べると歩行及び低速でのランニング(特に水平位)では大腿よりも下腿の筋群が活動する比率が高いことが明らかにされている。サッカーの練習のように中等度の速度でのランニングが多い運動を継続すると加齢に伴うLTの低下は生じないように思われる²¹⁾。これらの脚筋の代謝的变化は(今回資料として載せていないが)最大下での作業中の心拍数の低下の一因となっているかもしれない。

本研究では筋系、呼吸循環系おのこの構成要因の中で機能と形態の相関性を認めただけでなく思春期前児童では筋系と循環系能力の間にもかなりの相互依存関係があることを示した。また身長LBMに代表する身体の形態的発達に対して筋断面積あるいは $\dot{V}O_2\max$ などの機能は身体運動を継続的に実施しているS群でより相関が高かった。発育期の適正な身体の発育発達には適当な身体運動の実施が必要であると思われる。

文 献

- 1) Armstrong, R.B., P. Marum, C.W. Saubert IV, H.W. Seeherman and C.R. Taylor.; Muscle fiber activity as a function of speed and gait, *J. Appl. Physiol.*, **43** : 672-677 (1977)
- 2) Armstrong, R.B., C.W. Saubert, W.L. Sembrowich, R.E. Shephard and P.D. Gollnick.; Glycogen depletion in rat skeletal muscle fibers at different intensity and duration of exercise, *Pflügers Arch.*, **352** : 243-256 (1974)
- 3) Asami, J., H. Hatta, Y. Atomi, Y. Kuroda; Running performance of 11-12 year-old boys, related to $\dot{V}O_2\max$, lactate threshold and body fat. Baijing International Conference on Sport Medicine (1986)
- 4) 跡見順子, 福永哲夫, 八田秀雄, 岩岡研典, 山本順子, 角田直也, 池川繁樹; 走運動の Lactate threshold と脚筋組成比との関係, 第39回日本体力医学会大会 (1985)
- 5) Atomi, Y., T. Fukunaga, H. Hatta, Y. Yamamoto and Y. Kuroda; Lactate threshold and its

- change with growth, related to leg muscle composition in prepubertal children. International Congress on Child and Sports (1985)
- 6) Bar-Or, O.; Pediatric Sports Medicine. Springer-Verlag, p. 1—65 (1983)
- 7) Bar-Or, O., Shephard, R.J., Allen C.L.; Cardiac output of 10—13 year old boys and girls during submaximal exercise, *J. Appl. Physiol.*, **30** : 219—223 (1971)
- 8) Bond-Petersen, F., Norsk, P. and Suzuki, Y.; A companion between freon and acetylene re-breathing for measuring cardiac output, *Aviat. Space. Environ. Med.*, **51** : 1214—1221 (1980)
- 9) Brožek, J., F. Grande, J.T. Anderson, and A. Keys; Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **110** : 113—140 (1963)
- 10) Costill, D.L., E. Jansson, P.D. Gollnick and B. Saltin; Glycogen utilization in leg muscles of men during level and uphill running. *Acta. Physiol. Scand.*, **91** : 475—481 (1974)
- 11) 越後茂之, 岸田憲二, 中島徹, 富田英, 鈴木淳子, 神谷哲郎, 山田修; 小児期の心室の発育とパフォーマンスの変化, *体力科学*, **34** : Suppl., 121—130 (1985)
- 12) Gardiner, K.R., P.F. Gardiner and V.R. Edgerton; Guinea pip soleus and gastrocnemius electromyograms at varying speeds grades and loads. *J. Appl. Physiol.*, **52** : 451—457 (1982)
- 13) 石山育朗, 服部正明, 渡辺富貴子, 齊藤敏能, 小川新吉; 発育期児童, 生徒の心血管系機能と体力一起立性調節障害児の研究, *体力科学*, **34** : Suppl., 141—152 (1985)
- 14) 金久博昭, 福永哲夫, 角田直也, 池川繁樹; 発育期青少年の単位筋断面積当りの筋力, *体力科学*, **34** : Suppl., 71—78 (1985)
- 15) 川原貴, 山本恵三, 跡見順子, 浅見俊雄, 黒田善雄; 11~12歳男子における有酸素運動の継続的実施が心臓の形態に及ぼす影響, *体力科学*, **34** : Suppl., 185—188 (1985)
- 16) Saito, M., N. Terui, Y. Numao and M. Kumada; Arterial baroreceptor reflex in growing rats, *体力科学*, **34** : Suppl., 131—140 (1985)
- 17) Shephard, R.J.; Physical Activity and Growth p. 98—101 (1982)
- 18) 高山和久, 真家健一, 宮下祐三, 高橋邦美, 藤崎寿路, 原正忠, 中塚喬之, 吉村正蔵, 古幡博; 超音波パロストプラ血流計を用いた心機能評価—peak (d Power/dt) 測定の小児への応用—, *体力科学*, **34** : Suppl., 99—112 (1985)
- 19) Tanner J.M., Whitehouse R.H., Marshall W.A., Healy M.J.R. and Goldstein H.; Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW-2 Method). Academic Press. (1975)
- 20) 山本順子, 跡見順子, 八田秀雄; 9~12歳男女児の Ventilation Threshold と Lactate Threshold, *体力科学*, **34** : 211—217 (1985)
- 21) 山本順子, 跡見順子, 八田秀雄, 浅見俊雄, 黒田善雄; 10~12歳児の走運動による乳酸閾値 (LT), 一運動群と非運動群の比較—, *体力科学*, **34** : Suppl., 177—184 (1985)
- 22) 山本恵三, 跡見順子, 川原貴, 浅見俊雄, 黒田善雄; 発育期における定期的な運動が呼吸循環機能及び運動能力に及ぼす影響, *体力科学*, **34** : Suppl., 165—170 (1985)