

[原著論文]

## 児童期前半における体力・運動能力と形態, 下肢筋厚, 皮下脂肪厚との関係

船津 京太郎\*

### Physical fitness and motor ability associations with morphology, lower limb muscle thickness, and subcutaneous fat thickness in early childhood

Kyotaro FUNATSU\*

#### Abstract

The purpose of this study was to examine children in first to third grades (aged 6 to 8 years) to determine the associations of physical fitness and motor ability with morphology, lower limb muscle thickness, and subcutaneous fat thickness in early childhood as well as grade and gender differences in those relationships. Participants were 92 first graders (48 boys, 44 girls), 107 second graders (50 boys, 57 girls), and 109 third graders (51 boys, 58 girls). Among first graders, total fitness test score was significantly positively correlated with height in both girls and boys and significantly negatively correlated with subcutaneous fat thickness in boys. This indicates that

fitness is influenced by such factors as morphology and subcutaneous fat thickness in the lower limbs in the early stage of childhood. Total score did not correlate significantly with morphology, lower limb muscle thickness, or subcutaneous fat thickness in second and third grade boys, indicating that fitness is affected by factors other than morphology, lower limb muscle thickness, and subcutaneous fat thickness in later grades. Unlike boys, total test score was significantly associated with either morphology, lower limb muscle thickness, or subcutaneous fat thickness in girls in all grades. This suggests that fitness is influenced by morphology, lower limb muscle thickness, and subcutaneous fat thickness in girls in early childhood.

**KEY WORDS :** muscular development, ultrasonic image, physical fitness test, physical activity

## I. 諸言

平成27年度の文部科学省新体力テストの調査結果<sup>1)</sup>によれば、青少年の体力・運動能力は、新体力テスト施行後の18年間の合計点の年次推移からみると、ほとんどの年代で緩やかな向上傾向を示している。しかし、長期的に年次変化の比較が可能である種目についてみると、体力水準の高かった昭和60年頃と比較すると、一部の年代、項目を除き、依然低い水準が続いている。これは、高度成長による便利で豊かな生活の享受の負の側面としての身体活動量の減少や、生活習慣の変容<sup>2)</sup>などが原因と考えられている。また、現代の子どもの体力は二極化の様相を呈している<sup>2,3)</sup>ことも特徴的なことである。小学生の身体活動量と体力との間には有意な関係が認められている<sup>4)</sup>ものの、非活発群の子どもの割合が年々増加傾向にあり、結果として全体の平均値を下げている<sup>3)</sup>と考えられている。

子どもの身体活動量と体力・運動能力との関係を検討した研究は多く<sup>4,5,6)</sup>、日々の生活における活動時間や総消費量が多ければ全身持久力や基礎的運動能力に優れている傾向が示されている。また、発育期の児童<sup>4,5,7)</sup>、生徒<sup>5)</sup>においては、体力や体力・運動能力テストの総合点に影響を及ぼす身体活動の強度には発育段階差や男女差が存在することが示されており、身体活動と体力との関係性を検討するにはそれらを考慮する必要がある<sup>5)</sup>。一方、筋量や脂肪量は子どもの体力・運動能力に影響を及ぼし、身体活動量とも深い関係にある。思春期前においてすでに、疾走能力<sup>8)</sup>や脚伸展パワーおよびスクワットジャンプパワー<sup>9)</sup>は下肢の筋量と有意な相関を示すことが報告されており、下肢の筋量は子どもの基礎的運動能力である走能力や跳躍能力に影響を及ぼすと思われる。さらに、肥満男児の体構成、筋量および脂肪量を検討した小栗ら<sup>10)</sup>は、体脂肪量が多く骨格筋量が少ないことは、体力・運動能力の健全な発達に大きな弊害を与える可能性を示している。さらに6-12歳を対象とした奥寺ら<sup>11)</sup>は、ほとんどの体力テストの項目と体脂肪率との間には有意な負の相関があることを示している。これらの研究結果を考慮すると、児童期の筋量や体脂肪量の発育は体力・運動能力の発達に影響を及ぼすと思われる。

前述のように、体力に影響を及ぼす身体活動の強度には発育段階差や男女差が存在する可能性が示されていることから、形態、筋量、皮下脂肪量と体力・運動能力との関係にも年齢差や男女差が存在することが考えられる。しかし、体力・運動能力に及ぼす下肢の筋量、

皮下脂肪の影響を年齢別に検証した例は少ない。また、子どもの身体活動量や体力に関する研究は、児童期後半を対象としたものが多く、児童期前半を対象としたものは少ない。児童期前半はプレゴールデンエイジと呼ばれ<sup>12)</sup>、基礎的な運動能力を習得する重要な時期と位置付けられている。また、下肢筋群は歩行、走行、ジャンプなどの基本的な身体活動を行う上で重要な役割を果たし、児童期前半においても体力・運動能力と密接な関係があると考えられる。よって、児童期前半の子どもの下肢の筋量および脂肪量と体力・運動能力との関係を検討することは子どもの至適運動プログラムを作成する上でも重要である。よって本研究では、児童期前半の子どもの対象とし、体力・運動能力テストの各項目と形態および超音波法を用いて測定した下肢筋厚、皮下脂肪厚との関係とその学年差、男女差を明らかにすることを目的とする。

## II. 方法

### 1. 対象者

本研究の対象者は北九州市近隣の小学校2校に通う健康な児童（小学1～3年生）であり、筆者ら<sup>13)</sup>の研究の対象者の1～3年生のうち「新体力テスト」を実施した者を抽出した。その内訳は1年生92名（男児48名、女児44名）、2年生107名（男児50名、女児57名）、3年生109名（男児51名、女児58名）、計308名であった（Table 1）。本研究は長崎県立大学倫理委員会の承認を得た。また、測定に先立って対象者の保護者に対し、書面をもって本研究の目的、測定の方法、安全性の説明を行い、同意書を得た。

Table 1. Participants in each grade

		Grade		
		1	2	3
Boys	n	48	50	51
	Age(yrs)	6.8±0.3	7.9±0.3	8.9±0.3
Girls	n	44	57	58
	Age(yrs)	6.9±0.3	7.9±0.3	8.8±0.3

Data are expressed as mean±SD.

### 2. 形態の測定

形態は身長、体重、大腿囲、下腿囲の測定を行った。また、得られた身長、体重のデータからbody mass index (BMI) を算出した。周径囲（大腿囲、下腿囲）の測定点は安部と福永<sup>14)</sup>の方法に従い、大腿囲は大転子点より大腿長の遠位50%、下腿囲は脛骨点より下

腿長の遠位30%とした。測定姿勢は立位であった。

### 3. 体力テスト

文部科学省新体力テスト実施要項に従い、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、シャトルラン、立ち幅跳び、ソフトボール投げ、50m走の記録測定を行った。なお、50m走記録は平均スピードに換算した。また、高本ら<sup>15)</sup>にならい、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、シャトルランの測定値を体力を評価する指標として（握力：筋力、上体起こし：筋持久力、長座体前屈：柔軟性、反復横跳び：敏捷性、シャトルラン：持久力）、立ち幅跳び、ソフトボール投げ、50m走の測定値を基礎的運動能力の指標として扱った（立ち幅跳び：跳能力、ソフトボール投げ：投能力、50m走：走能力）。

### 4. 筋厚、皮下脂肪厚の測定

Bモード超音波画像診断装置（SSD-900 ALOKA社製）を用いて、大腿前部、大腿後部、下腿後部の筋厚、皮下脂肪厚の測定を行った。測定時の超音波発振周波数は7.5MHzであった。測定点は周径と同様に大腿部は大転子点より大腿長の遠位50%、下腿部は脛骨点より下腿長の遠位30%とした。測定姿勢は、大腿前部は仰臥位、大腿後部および下腿後部は伏臥位であった。得られた超音波画像の皮膚から皮下脂肪と筋の境界を示す反射波までの距離を皮下脂肪厚、皮下脂肪と筋の境界を示す反射波から、大腿部では大腿骨まで、下腿部では脛骨までを筋厚とした。なお、超音波画像診断装置の操作と測定は、検者間の測定誤差が生じな

いように一名で行った。また、測定は右肢についてのみ実施した。

### 5. 統計処理

全てのデータは平均値±標準偏差で示した。統計処理はIBM SPSS Statistics Version 22を用い、年齢別の形態、周径囲、筋厚、皮下脂肪厚、体力テストのデータに対し、年齢と性を要因とした二元配置分散分析を行い、主効果、交互作用の有無を確認した。有意な性の主効果または年齢×性の交互作用が認められた項目については対応のないスチューデントのt検定を行い、各年齢群の男女差の有意差検定を行った。さらに学年、性別の体力テストの合計点および各項目をそれぞれ従属変数とし、身長、体重、大腿前部筋厚（MTa）、大腿後部筋厚（MTp）、下腿後部筋厚（MTC）、大腿前部脂肪厚（SFa）、大腿後部脂肪厚（SFp）、下腿後部脂肪厚（SFC）を独立変数とするステップワイズ法による重回帰分析を行った。なお、選択された独立変数間の多重共線性がないことを確認した<sup>16)</sup>。

## III. 結果

### 1. 身長、体重、BMI、大腿囲、下腿囲

Table 2に身長、体重、BMI、大腿囲、下腿囲の測定結果を示す。全ての項目で有意な学年の主効果が認められ、学年が上がるにつれ高い値を示した。また、大腿囲に有意な性の主効果が認められ、各学年で女兒が高い値を示した。

Table 2. Anthropometric characteristics of the participants

		Grade			ANOVA		
		1	2	3	Grade	Sex	Int
Body height (cm)	Boys	117.4±5.1	124.6±5.3	129.5±4.7	P<0.01	NS	NS
	Girls	116.8±5.0	123.9±4.8	128.8±5.5			
Body mass (kg)	Boys	22.1±4.4	25.4±4.8	27.9±4.3	P<0.01	NS	NS
	Girls	21.3±3.0	25.6±4.6	27.7±5.1			
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Boys	15.9±2.1	16.3±2.3	16.6±2.0	P<0.05	NS	NS
	Girls	15.5±1.3	16.6±2.2	16.6±2.3			
Thigh circum (cm)	Boys	31.8±3.6	34.1±3.7	35.8±3.5	P<0.01	P<0.05	NS
	Girls	32.4±2.6	35.4±3.8	36.7±3.8			
Calf circum (cm)	Boys	24.1±2.2	25.7±2.1	26.6±2.2	P<0.01	NS	NS
	Girls	24.1±1.7	25.8±2.1	26.5±2.2			

circum: circumference, Int: Interaction. Data are expressed as mean±SD.

## 2. 下肢の筋厚および皮下脂肪厚

Table 3に下肢筋厚の学年変化を示す。絶対値では全ての部位に有意な学年の主効果が認められた。大腿前部には有意な性の主効果が認められ、1年生と2年生で女兒が有意に高い値を示した。また、大腿後部にも有意な性の主効果が認められ、1年生で男児が有意に高い値を示した。身長に対する相対値では、大腿後部、下腿後部に有意な学年の主効果が認められた。また大腿前部に有意な性の主効果が認められ全ての学年で女兒が有意に高い値を示した。なお、全ての部位で有意な学年×性の交互作用は認められなかった。

Table 4に下肢皮下脂肪厚の学年変化を示す。絶対値では全ての部位に有意な学年の主効果は認められなかった。また、有意な性の主効果が認められ、各部位で2, 3年生において女兒が有意に高い値を示した。なお、全ての部位で有意な学年の主効果、学年×性の交互作用は認められなかった。身長に対する相対値では、下腿後部に有意な学年の主効果が認められ学年が上がるにつれ低い値を示した。また、全ての部位に有意な性の主効果が認められ、各部位で2, 3年生において女兒が有意に高い値を示した。なお、全ての部位で有意な学年×性の交互作用は認められなかった。

Table 3. Lower limb muscle thickness

			Grade			ANOVA		
			1	2	3	Grade	Sex	Int
MT								
MTa	(mm)	Boys	26.7±3.5 *	28.0±2.9 *	29.1±3.5	P<0.01	P<0.01	NS
		Girls	28.5±3.1	29.8±4.4	30.5±4.2			
MTp	(mm)	Boys	39.5±3.9 *	42.3±4.1	41.9±5.1	P<0.01	P<0.05	NS
		Girls	37.5±3.5	41.5±5.2	41.3±6.5			
MTC	(mm)	Boys	39.3±3.7	42.9±4.4	42.8±3.7	P<0.01	NS	NS
		Girls	39.3±3.4	41.4±3.7	42.2±4.5			
MT/BH								
MTa	(mm/m)	Boys	22.7±2.6 **	22.5±2.2 **	22.5±2.6 *	NS	P<0.01	NS
		Girls	24.4±2.6	24.0±3.5	23.7±3.0			
MTp	(mm/m)	Boys	33.6±2.7	33.9±3.2	32.3±3.6	P<0.01	NS	NS
		Girls	32.1±2.8	33.5±3.5	32.0±4.4			
MTC	(mm/m)	Boys	33.4±2.6	34.4±3.4	33.1±2.8	P<0.05	NS	NS
		Girls	33.7±2.8	33.4±2.7	32.8±3.0			

MT: Muscle thickness; BH: Body height; MTa: Muscle thickness of the anterior thigh; MTp: Muscle thickness of the posterior thigh; MTC: Muscle thickness of the calf; Int: Interaction. Data are expressed as mean±SD. Sex difference: \*P<0.05; \*\*P<0.01

Table 4. Lower limb subcutaneous fat thickness

			Grade			ANOVA		
			1	2	3	Grade	Sex	Int
SFT								
SFa	(mm)	Boys	6.8±3.0	7.1±2.7**	6.9±2.5**	NS	P<0.01	NS
		Girls	7.4±1.7	8.6±2.3	8.1±2.3			
SFp	(mm)	Boys	6.7±2.7	6.5±2.4**	7.3±2.5*	NS	P<0.01	NS
		Girls	7.4±2.1	8.2±2.2	8.2±2.1			
SFC	(mm)	Boys	6.1±1.7	6.2±1.5*	5.9±1.5*	NS	P<0.01	NS
		Girls	6.5±1.1	6.8±1.5	6.5±1.4			
SFT/BH								
SFa	(mm/m)	Boys	5.6±2.4	5.6±2.0**	5.3±1.9**	NS	P<0.01	NS
		Girls	6.3±1.3	7.0±1.8	6.3±1.8			
SFp	(mm/m)	Boys	5.5±2.1	5.2±1.8**	5.6±1.8*	NS	P<0.01	NS
		Girls	6.3±1.8	6.6±1.7	6.4±1.6			
SFC	(mm/m)	Boys	5.1±1.3	4.9±1.1*	4.5±1.1*	P<0.01	P<0.01	NS
		Girls	5.6±0.8	5.5±1.2	5.0±1.1			

SFT: Subcutaneous fat thickness; BH: Body height; SFa: Subcutaneous fat thickness of the anterior thigh; SFp: Subcutaneous fat thickness of the posterior thigh; SFC: Subcutaneous fat thickness of the calf; Int: Interaction. Data are expressed as mean±SD. Sex difference: \*P<0.05; \*\*P<0.01



### 3. 体力テスト

Table 5に新体力テストの合計点（以下、合計点）の学年変化を示す。合計点には有意な学年の主効果が認められ、学年が上がるにつれ高い値を示した。有意な性の主効果、学年×性の交互作用は認められなかった。Table 6に各項目の測定値を示す。まず、長座体前屈以外の項目で有意な学年の主効果が認められ、男女ともに学年が上がるにつれ高い値を示した。次に、握力、上体起こしを除く項目で有意な性の主効果が認められ、長座体前屈では女兒が、それ以外の項目では男児が高い値を示し、2年生以降に顕著な差が認められた。また、反復横跳び、シャトルラン、ボール投げで有意な学年×性の交互作用が認められた。

### 4. 体力テストと形態、下肢筋厚および皮下脂肪厚との関係

Table 6に男児の各学年における新体力テストの各項目の計測値と、形態、下肢筋厚および皮下脂肪厚との関係を示す。1年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は握力（身長）、長座体前屈（身長）、反復横跳び（身長）、走スピード（体重）、合計点（身長）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は立ち幅跳び（MTa）であり正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数は握力（SFp）、反復横跳び（SFa, SFC）、立ち幅跳び（SFa）、走スピード（SFa）、合計点（SFa）であり、反復横跳びの説明変数として選択されたSFCを除き負の関係が認められた。2年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は握力（身長）、上体起こし（身長）、シャトルラン（体重）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は握力（MTp）、走スピード（MTC）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数はシャトルラン（SFa）、走スピード（SFp）であり、それぞれ負の関係が認められた。3年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は立ち幅跳び（体重）であり、正の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は握力（MTC）、シャトルラン（MTC）、走スピード（MTC）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数はシャトルラン（SFp）、立ち幅跳び（SFa）、走スピード（SFa）であり、それぞれ負の関係が認められた。

Table 7に女兒の各学年における新体力テストの各項目の計測値と合計点の関係を示す。1年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は握力（体重）、立ち幅跳び（身長）、ボール投げ（身長）、走スピード（身長）、合計点（身長）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は走スピード（MTp）であり、正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数は握力（SFp）、走スピード（SFa）であり、それぞれ負の関係が認められた。2年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は握力（身長）、合計点（身長）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は握力（MTp）、シャトルラン（MTp）、走スピード（MTp）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数は握力（SFp）、シャトルラン（SFa）、走スピード（SFa）であり、それぞれ負の関係が認められた。3年生において、形態が説明変数として選択された従属変数は握力（体重）、シャトルラン（体重）であり、握力とは正の関係、シャトルランとは負の関係が認められた。下肢筋厚が説明変数として選択された従属変数は上体起こし（MTa）、長座体前屈（MTp）、シャトルラン（MTC）、ボール投げ（MTC）、走スピード（MTC）、合計点（MTa, MTp）であり、それぞれ正の関係が認められた。下肢皮下脂肪厚が説明変数として選択された従属変数は握力（SFa）、走スピード（SFa）、合計点（SFa）であり、それぞれ負の関係が認められた。

Table 5. Result of physical fitness test

		Grade			ANOVA		
		1	2	3	Grade	Sex	Int
Hand grip	Boys	9.1±2.0	11.2±2.4	12.3±2.3	P<0.01	NS	NS
(kg)	Girls	8.8±1.7	10.8±2.2	11.8±2.7			
Sit-ups	Boys	10.8±4.6	12.9±4.6	14.8±6.0	P<0.01	NS	NS
(count)	Girls	10.7±3.9	14.6±4.5	15.2±4.3			
Sit and reach	Boys	27.3±6.3	27.6±6.8	28.3±7.8	NS	P<0.05	NS
(cm)	Girls	28.2±5.5	29.5±4.7	30.0±5.6			
Side-to-side	Boys	26.3±4.4	28.2±3.6*	35.8±5.3 **	P<0.01	P<0.01	P<0.05
(count)	Girls	26.4±2.8	26.8±2.7	32.1±6.6			
20m shuttle run	Boys	11.1±6.2	23.5±11.9**	37.7±13.9 **	P<0.01	P<0.01	P<0.01
(count)	Girls	10.7±5.0	16.3±7.1	28.0±10.6			
Standing broad jump	Boys	1.0±0.2	1.2±0.2	1.4±0.2 **	P<0.01	P<0.01	NS
(m)	Girls	1.0±0.2	1.2±0.1	1.3±0.2			
Soft ball throwing	Boys	9.1±3.3 **	12.8±3.6 **	16.4±5.3 **	P<0.01	P<0.01	P<0.01
(m)	Girls	5.9±1.7	8.6±2.8	9.9±2.4			
Sprint speed	Boys	4.2±0.4	4.5±0.3 **	4.8±0.4 **	P<0.01	P<0.01	NS
(m/s)	Girls	4.1±0.3	4.4±0.3	4.6±0.3			
Fitness test score	Boys	27.8±5.8	35.4±5.3	43.2±6.8	P<0.01	NS	NS
(point)	Girls	27.9±5.7	36.5±5.9	42.4±6.9			

Int: Interaction. Data are expressed as mean±SD. Sex difference: \*\*P<0.01; \*P<0.05

Table 6. Correlation coefficient between fitness test and anthropometrics, muscle thickness, subcutaneous fat thickness in boys

First grade									
		Body height	Body mass	MTa	MTp	MTC	SFa	SFp	SFC
Hand grip	(kg)	r=0.66**	—	—	—	—	—	—	r=-0.32*
Sit-ups	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	r=0.49**	—	—	—	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	r=0.44**	—	—	—	—	r=-0.43**	—	r=0.32*
20m shuttle run	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Standing broad jump	(m)	—	—	r=0.52**	—	—	r=-0.61**	—	—
Soft ball throwing	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	—	r=0.62**	—	—	—	r=-0.70**	—	—
Fitness test score	(point)	r=0.58**	—	—	—	—	r=-0.45**	—	—
Second grade									
Hand grip	(kg)	r=0.44**	—	—	r=0.30*	—	—	—	—
Sit-ups	(count)	r=0.32*	—	—	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	—	—	—	—	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
20m shuttle run	(count)	—	r=0.41**	—	—	—	r=-0.56**	—	—
Standing broad jump	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Soft ball throwing	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	—	—	—	—	r=0.40**	—	r=-0.45**	—
Fitness test score	(point)	—	—	—	—	—	—	—	—
Third grade									
Hand grip	(kg)	—	—	—	—	r=0.52**	—	—	—
Sit-ups	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	—	—	—	—	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
20m shuttle run	(count)	—	—	—	—	r=0.46**	—	r=-0.53**	—
Standing broad jump	(m)	—	r=0.35*	—	—	—	r=-0.44**	—	—
Soft ball throwing	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	—	—	—	—	r=0.42**	r=-0.36*	—	—
Fitness test score	(point)	—	—	—	—	—	—	—	—

Sex difference: \*\*P<0.01; \*P<0.05

MTa: Muscle thickness of the anterior thigh; MTp: Muscle thickness of the posterior thigh; MTC: Muscle thickness of the calf; SFa: Subcutaneous fat thickness of the anterior thigh; SFp: Subcutaneous fat thickness of the posterior thigh; SFC: Subcutaneous fat thickness of the calf.

Table 7. Correlation coefficient between fitness test and anthropometrics, muscle thickness, subcutaneous fat thickness in girls

First grade									
		Body height	Body mass	MTa	MTp	MTC	SFa	SFp	SFC
Hand grip	(kg)	—	r=0.58**	—	—	—	—	r=-0.33*	—
Sit-ups	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	—	—	—	—	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
20m shuttle run	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Standing broad jump	(m)	r=0.40**	—	—	—	—	—	—	—
Soft ball throwing	(m)	r=0.33*	—	—	—	—	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	r=0.41**	—	—	r=0.48**	—	r=-0.53**	—	—
Fitness test score	(point)	r=0.48**	—	—	—	—	—	—	—
Second grade									
Hand grip	(kg)	r=0.56**	—	—	r=0.53**	—	—	r=-0.33*	—
Sit-ups	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	—	—	—	—	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
20m shuttle run	(count)	—	—	—	r=0.42**	—	r=-0.48**	—	—
Standing broad jump	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Soft ball throwing	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	—	—	—	r=0.54**	—	r=-0.43**	—	—
Fitness test score	(point)	r=0.34*	—	—	—	—	—	—	—
Third grade									
Hand grip	(kg)	—	r=0.68**	—	—	—	r=-0.51**	—	—
Sit-ups	(count)	—	—	r=0.49**	—	—	—	—	—
Sit and reach	(cm)	—	—	—	r=0.45**	—	—	—	—
Side-to-side	(count)	—	—	—	—	—	—	—	—
20m shuttle run	(count)	—	r=-0.33*	—	—	r=0.42**	—	—	—
Standing broad jump	(m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Soft ball throwing	(m)	—	—	—	—	r=0.55**	—	—	—
Sprint speed	(m/s)	—	—	—	r=0.52**	—	r=-0.51**	—	—
Fitness test score	(point)	—	—	r=0.28*	r=0.42**	—	r=-0.39**	—	—

Sex difference: \*\*P&lt;0.01; \*P&lt;0.05

MTa: Muscle thickness of the anterior thigh; MTp: Muscle thickness of the posterior thigh; MTC: Muscle thickness of the calf; SFa: Subcutaneous fat thickness of the anterior thigh; SFp: Subcutaneous fat thickness of the posterior thigh; SFC: Subcutaneous fat thickness of the calf.

#### IV. 考察

「身長, 体重, BMI, 下肢周径围」

形態の測定値は全ての項目で年齢が上がるにつれ高い値を示した。身長, 体重は男女ともに種々の報告<sup>17,18)</sup>よりもわずかに高い値を示した。3 - 8歳児を対象とした筆者ら<sup>13)</sup>の先行研究では, BMIは5歳児を最下点として年齢が上がるにつれ上昇に転じる現象 (Adiposity rebound)<sup>19)</sup>が観察されている。本研究に

おいては, 年齢が上がるにつれ高い値を示し, 先行研究<sup>20,21)</sup>におけるこの年齢幅 (6 - 8歳) の傾向と一致した。一方, 下肢周径围は学年が上がるにつれ高い値を示し, 大腿围, 下腿围共に有意な学年の主効果が認められ, 大腿围には有意な性の主効果も認められ, 全ての学年で女兒が高い値を示した。これは, 女兒の皮下脂肪厚が男児に比べ有意に高いことに起因すると思われる。



# 「下肢筋厚、皮下脂肪厚」

これまでの子どもを対象とした先行知見<sup>22,23)</sup>によれば、下肢筋厚は年齢と有意な正の相関を示しているものの、男女差は認められていない。筆者ら<sup>13)</sup>は、思春期前にあたる3～8歳の子ども561名を対象に下肢筋厚の年齢変化を検討している。その結果、大腿前部および大腿後部に有意な年齢×性の交互作用が認められ、思春期前の子どもの大腿部の筋の量的発育には男女差が存在する可能性を示した。本研究は、筆者ら<sup>13)</sup>の対象者のうち児童期前半（6～8歳）に焦点を当てているが、同様に、下肢筋厚の絶対値は大腿前部と大腿後部に有意な男女差が認められ、大腿前部は女兒、大腿後部は男児が高い値を示した。したがって児童期前半の子どもの大腿部の筋の量的発育にも男女差が存在する可能性が示唆された。

一方、皮下脂肪は全ての部位で絶対値、身長に対する相対値の双方で有意な性の主効果が認められ、女兒が高い値を示した。思春期前（3-8歳）の子どもを対象とした研究<sup>24)</sup>では、体脂肪率は女兒が有意に高いことが示されており、思春期前においてすでに男女差が存在することが知られている。さらに、3-6歳を対象とした研究<sup>25)</sup>では、皮下脂肪厚はほとんどの年齢群で女兒が高いことが示されている。本研究の年齢幅においても先行研究<sup>25)</sup>と同様の結果が得られ、児童期前半においてすでに下肢の皮下脂肪厚には男女差が存在することが示された。

# 「体力テスト測定値と形態、下肢筋厚および皮下脂肪厚との関係」

男児において、形態、下肢筋厚、下肢皮下脂肪厚のうち、合計点との間に有意な関係が認められたのは、1年生の形態（身長：正の相関）および皮下脂肪厚（SFa：負の相関）であった。児童期後半の子どもでは、身長と合計点との間には有意な正の相関がある<sup>6)</sup>。さらに、6年生で合計点を基準に分類された体力上位群と下位群の身長は、男女児共に上位群が有意に高い値を示す<sup>26)</sup>。この理由について、発育スパート期に入ったことによる身長の伸びが関与している可能性が示されているが、思春期に観察される身長の発育スパート期以前にも、発育速度が僅かに上昇する現象（MGS：mid-growth-spurt）が存在することが指摘されている<sup>27)</sup>。さらに、幼児期の運動能力は身長の「局所的極大発育・発達速度」と密接な関係にある<sup>26)</sup>ことを考慮すると、1年生で認められた身長と合計点との間の有意な関係は、一時的な身長の発育速度の上昇による身長

の伸びが関与している可能性がある。その他、身長は握力、長座体前屈、反復横跳びなど、身体の成長度が有利に作用する項目との間に有意な正の相関が認められており、このことが合計点と有意な関係にある原因と思われる。また、1年生のみに合計点とSFaとの間に有意な負の相関が認められた。先行研究では、体力テスト合計点と体脂肪量<sup>6)</sup>や体脂肪率<sup>11)</sup>との間に有意な負の相関が認められている。皮下脂肪量は体脂肪量の55%を占め<sup>29)</sup>、体密度法で測定した総体脂肪量とかなり高い相関関係を示す<sup>25)</sup>。したがって、皮下脂肪厚は体脂肪量を反映すると考えられ、合計点と負の関係にあると推察される。特に下肢の皮下脂肪厚は主働筋に対して重量負荷となり、各体力テストの測定値に負の影響を及ぼすと考えられる。一方で、反復横跳びとSFCとの間に正の相関が認められた。前述のように反復横跳びは、身長との間に有意な正の相関が認められたが、対象者のうち反復横跳びの最低位4名は身長の最低位4名と同じ者であった。この4名のSFCは平均値（6.1±1.7mm）を下回っており、このことが反復横跳びとSFCその間に正の相関が認められた原因と思われる。また、下肢筋厚と有意な関係にあったのは立ち幅跳び（正の相関）のみであり、児童期初期にあたる1年生の体力は、形態や皮下脂肪厚の影響を受けると考えられる。

男児の2,3年生において、合計点と形態、下肢筋厚および皮下脂肪厚の間には有意な関係が認められなかった。小学校高学年を対象とした種々の先行研究<sup>4,6,26)</sup>によれば、身体活動量計を用いて計測した身体活動量と体力との間には有意な正の相関が認められている。さらに、身体活動量を含む総消費量が多い児童は体重に対する脂肪量が少なく、筋肉量が多い傾向にある<sup>6)</sup>ことが示されている。したがって、全学年で合計点と下肢筋厚との間には正の相関が、皮下脂肪厚との間には負の関係が認められると考えられた。川上ら<sup>30)</sup>は、定期的な運動（学校部活動）が筋量や筋パワーに影響を及ぼし始めるのは高校生以降であり、中学生における運動部所属学生の高い基礎的運動能力は、神経系の適応によるいわゆる「うまい動き」によるものである、と述べており、基本的運動能力には動作が影響を及ぼすことを示唆している。幼児期・児童期前半は基本的運動（走、跳、投）の動作が急激に発達し、動作を習熟させるうえで非常に重要な時期<sup>31)</sup>と考えられている。基本的運動の動作が完成するとされる時期は研究<sup>31,32)</sup>により異なるが、小学校期にほぼ完成する<sup>32)</sup>と考えられており、児童期前半に急激に変容すると推

察される。本研究の2, 3年生においても基本的運動の動作が急激に変容し、動作の変容度が基本的運動能力に反映され、合計点に影響を及ぼしている可能性があるが、本研究の結果からは明らかにできない。

各体力要因および基本的運動能力に影響を及ぼす要因を学年ごとに検証する。前述のように形態は、1年生においては筋力（握力）、柔軟性（長座体前屈）、敏捷性（反復横跳び）および走能力（走スピード）と、2年生では筋力（握力）、筋持久力（上体起こし）、全身持久力（シャトルラン）と有意な関係にあった。しかし、3年生では形態と有意な関係にあるのは立ち幅跳びのみであり、学年が上がるにつれ形態に影響を受ける体力要因や基礎的運動能力は少なくなる傾向にあった。下肢筋厚は、1年生は跳能力（立ち幅跳び）、2年生は筋力（握力）、走能力（走スピード）、3年生は筋力（握力）、持久力（シャトルラン）、走能力（走スピード）と有意な関係にあった。特に、学年が上がるにつれて下腿後部筋厚は走スピードと有意な関係にあった。先行研究<sup>8)</sup>においても発育期の子どもの大腿後部や下腿後部筋厚はストライドに影響を及ぼすことが示されており、走能力に対して重要な役割を果たすと思われる。皮下脂肪厚は身体移動を伴う項目の全て（反復横跳び、シャトルラン、立ち幅跳び、走スピード）と負の相関が認められており（1～3年生）、前述のように各体力テストの主働筋に対して重量負荷となることが考えられる。

一方女兒は、合計点と有意な関係が認められたのは、1, 2年生は形態（身長：正の相関）、3年生は下肢筋厚（MTa, MTp：正の相関）、皮下脂肪厚（SFa：負の相関）であり、男児と異なり全ての学年で形態、下肢筋厚、皮下脂肪厚のいずれかが合計点と有意な関係にあった。1年生で、身長と走、跳、投全ての基本的運動能力との間に、下肢筋厚（MTp）と走能力との間に有意な正の関係が、皮下脂肪厚（SFa）と走能力との間に有意な負の関係が認められている。発育期には身長は走速度と有意な関係にあり<sup>33)</sup>、幼児期においても、身長の伸びと走、跳能力が密接に関係している<sup>28)</sup>ことが示唆されている。さらに、投能力が高い群は低い群に比べて身長が有意に高い<sup>34)</sup>ことも指摘されている。よって、児童期初期では女兒も男児と同様に体格や身体組成は基本的運動能力に影響を及ぼすと思われる。2年生においても身長と合計点との間に有意な関係が認められたが、学年が上がるにつれて、下肢筋厚（大腿後部）と有意な正の関係、皮下脂肪厚とは負の関係を示す項目が多くなる傾向にあった。特に大腿

後部筋厚は各学年で走スピードとの間に有意な関係が認められ、先行研究<sup>8)</sup>と一致した。男子の結果も含めて考慮すると、児童期前半においては下肢の筋量は走能力に影響を及ぼすと思われる。本研究において大腿後部筋厚は男児が有意に高い値を示したことから、男児のいずれかの測定項目と有意な関係にあると思われたが、その傾向は女兒に認められた。児童期後半を対象として、加速度計を用いて身体活動量を計測した種々の報告<sup>4-7, 26, 35)</sup>によると、女兒の活動量は男児より有意に低いことが指摘されている。また、3年生<sup>36)</sup>においても同様である。これらの先行研究を考慮すると、本研究の対象者（児童期前半）においても女兒の身体活動量は男児よりも少ないと考えられる。したがって、女兒は男児と異なり基本的動作を習得する機会が少なく、男児に比べ形態や筋量、身体組成が体力に及ぼす影響が大きいと考えられる。

本研究において、1年生では、男女児共に合計点と身長との間に有意な正の関係が認められ、男児は下肢皮下脂肪厚と有意な負の関係が認められた。したがって、児童期初期においては形態や身体組成は体力や基礎的運動能力に影響を及ぼすと思われる。また、男児は学年が上がるにつれ合計点と形態、下肢筋量、皮下脂肪厚との間には有意な関係は認められなかったことから、児童期前半においては基本的動作の変容度などの他の要因が体力、基本的運動能力に影響を及ぼし始めると推察された。一方女兒は、学年が上がっても合計点と形態や下肢筋厚、皮下脂肪厚との間に有意な関係が認められた。したがって、女兒は男児と異なり、児童期前半においては筋量や脂肪量が体力に影響を及ぼすと考えられる。また、男女児共に下肢筋量は走能力に影響を及ぼすと考えられた。身体活動量と基本的動作の変容度の関係については本研究からは明らかにすることができず、今後の検討課題である。

## 結語

本研究は児童期前半の子どもを対象とし、体力・運動能力テストの各項目と形態および超音波法を用いて測定した下肢筋厚、皮下脂肪厚との関係とその学年差、男女差を明らかにすることを目的とした。その結果、1年生においては男女児ともに合計点と身長との間に有意な正の関係が認められた。また、男児は下肢皮下脂肪厚との間に有意な負の関係が認められた。したがって、児童期初期には形態や下肢皮下脂肪厚が体力に影響を及ぼすことが示された。また男児は児童期前半においては、学年が上がるにつれ、形態、下肢筋量、

皮下脂肪量以外の要因が体力に影響を及ぼすと推察された。一方女兒は男児と異なり、児童期前半の体力は下肢筋量や皮下脂肪量の影響を受けると考えられた。

## 謝辞

本研究は科学研究費補助金 (NO.24500687) の助成を受けたものである。

## 文献

- 1) 文部科学省 (2016) : 平成27年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について。  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k\\_detail/1377137.htm](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1377137.htm)
- 2) 平川和文, 高野圭 (2008) : 体力の二極化進展において両極にある児童生徒の特長, 発育発達研究, 37 : 57-67.
- 3) 春日晃章, 中野貴博, 小栗和男 (2010) : 子どもの体力に関する二極化出現時期 - 5歳時に両極にある集団の過去への追跡調査に基づいて -, 教育医学, 55(4) : 332-339.
- 4) 笹山健作, 沖嶋今日太, 水内秀次, 足立稔 (2009) : 小学生の日常生活における身体活動量と体力との関連性, 体力科学, 58 : 295-304.
- 5) 引原有輝, 笹山健作, 沖嶋今日太, 水内秀次, 吉武裕, 足立稔, 高松薫 (2007) : 思春期前期および後期における身体活動と体力との関係性の相違 - 身体活動の「量的」および「強度的」側面に着目して -, 体力科学, 56 : 327-338.
- 6) 戸田粹子, 渡辺丈真, 唐誌陽 (2007) : 高学年児童における日常身体活動量及び体力, 体格との関連, 学校保健研究, 49 : 348-362.
- 7) 安倍恵子, 三村寛一, 鉄口宗弘, 勝野眞吾 (2004) : 小学校高学年児童における日常の身体活動量に関する研究, 教育医学, 50(2) : 106-114.
- 8) 船津京太郎, 村木里志, 綱分憲明 (2013) : 3-8歳児における下肢筋厚の発育と疾走能力との関係, 体力科学, 62(2), 131-139.
- 9) O' Brien, T. D., Reeves, V. D., Baltzopoulos, V., Jones, D. A. and Maganaris. C.N. (2009) : Strong relationships exist between muscle volume, joint power and whole-body external mechanical power in adult and children. *Exp Physiol* 94:731-738.
- 10) 小栗和雄, 館俊樹, 松岡敏男 (2013) : 運動習慣のない肥満男児における体構成, 体幹・体肢の筋肉量および脂肪量, 発育発達研究, 59 : 12-19.
- 11) 奥寺昌子, 塚原典子, 江澤郁子, 麻見直美 (2012) : 児童の体力と体脂肪率, 骨量および食事摂取状況の関係, 学校保健研究, 54 : 137-143.
- 12) 財団法人日本体育協会 (2009) : 公認スポーツ指導者養成テキスト「共通科目 I」, 138-144.
- 13) 船津京太郎, 村木里志, 綱分憲明 (2012) : 3-8才児における下肢筋厚の発育と性差, 体力科学, 61(5) : 479-486.
- 14) 安部孝, 福永哲夫 (1995) : 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院, 東京, 91-108.
- 15) 高本恵美, 出井雄二, 尾縣貢 (2003) : 小学校児童における走, 跳, および投動作の発達 : 全学年を対象として, スポーツ教育学研究, 23(1), 1-15.
- 16) 小塩真司 (2011) : SPSSとAmos による心理・調査データ解析 -因子分析・共分散分析まで- 第2版, 東京図書, 東京, 104- 112.
- 17) 厚生労働省 (2013) : 平成26年国民健康・栄養調査報告書. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h26-houkoku.html>
- 18) 文部科学省生涯学習政策局 (2013) : 平成24年度学校保健統計調査. [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k\\_detail/1365985.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1365985.htm)
- 19) Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guillaud-Bataille M, and Patois E. (1984) : Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *AM J Clin Nutrition*.39:129-135.
- 20) 増田隆, 小宮秀一 (2003) : 日本人幼児におけるBMI reboundと身体組成の関係, 肥満研究, 9:284-289.
- 21) 中尾武平, 大柿哲朗, 斎藤篤司, 小宮秀一 (2008) : 日本人小児の(3-11歳)の身体組成指数の検討, 健康科学, 30, 19-25.
- 22) Heckmatt JZ, Pier N, Dubowitz V. (1988) : Measurement of Quadriceps Muscle Thickness and Subcutaneous Tissue Thickness in Normal Children by Real-Time Ultrasound Imaging. *J Clin Ultrasound*. 16:171-176.
- 23) 石田良恵, 萩裕美子, 鈴木志保子, 金久博昭 (2007) : 生後50ヶ月から79ヶ月の幼児の皮下脂肪厚と筋厚, 日本生理人類学会誌, 12(2):99-103.
- 24) Taylor RW, Gold E, Manning P, and Goulding



A. (1994) : Gender differences in body fat content are present well before puberty. *Int J Obes*.21:1082-1084.

Received date 2019年7月10日

Accepted date 2019年7月31日

- 25) 乙木幸道, 小宮秀一, 寺本圭輔, 増田隆・宇部一 (1999) : 日本人3 ~ 6歳児の体脂肪分布に関する性差, 体力科学, 48:641-650.
- 26) 新本惣一郎, 山崎昌廣 (2013) : 小学生の体力と身体活動量の関係, 発育発達研究, 61 : 9-18.
- 27) 藤井勝紀 (2002) : 身体発育現象としてのmid-growth spurtの検証, 体育学研究, 47 : 347-360.
- 28) 藤井勝紀, 穂丸武臣, 花井忠征, 酒井俊郎 (2006) : 幼児の体格・運動能力の発育・発達における年次変化に関する検証, 体力科学, 55, 489-502.
- 29) 小宮秀一, 吉川和利 (1985) : 日本人男子の体脂肪率 (% Fat) 推定式, 体力科学, 34 : 259-268.
- 30) 川上康雄, 小沢治夫, 市之瀬慈歩, 田中史子, 福永哲夫 (1996) : 学校運動部活動が子どもの身体的・体力的特性に及ぼす影響, 体育科学, 24 : 29-34.
- 31) 高本恵美, 出井雄二, 尾方貢 (2003) : 小学校児童における走, 跳, および投動作の発達 : 全学年を対象として, スポーツ教育学研究, 23 : 1-15.
- 32) 金善應, 松浦義行 (1988) : 幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究, 体育学研究, 33(1) : 27-38.
- 33) 宮丸凱史, 加藤謙一, 久野譜也, 芹沢玖美 (1991) : 発育期の子どもの疾走能力の発達に関する研究 (1) - 児童の疾走能力の縦断的発達 -, 平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 第2報 : 128-137.
- 34) 福富恵介, 春日晃章, 杉原かおり (2014) : 幼児の遠投時におけるボール初速度と投動作および体力との関係, 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 38 : 133-141.
- 35) 三島隆章, 三本木温, 渡邊陵由, 岩館千歩 (2013) : 青森県小学生の身体活動量が体型および体力・運動能力に及ぼす影響, 発育発達研究, 60 : 24-33.
- 36) 足立稔, 笹山健作, 引原有輝, 沖嶋今日太, 水内秀次, 角南良幸, 塩見優子, 西牟田守, 菊永茂司, 田中宏暁, 齊藤慎一, 吉武裕 (2007) : 小学生の日常生活における身体活動量の評価 : 二重標識水法と加速度計による検討, 体力科学, 56 : 347-356.