

# 幼児期における骨格筋の厚さ及び脂肪含有量に及ぼす 要因の検討

大矢 知佳

## Effect of muscle thickness and intramuscular adipose tissue in childhood

Chika OYA

### 1. はじめに

現在、過体重や肥満は過去30年間で3倍に増加し、学童期の子どもの約10%が肥満児とされ<sup>1)</sup>、小児肥満の問題が深刻化している。肥満は、皮下脂肪、内臓脂肪が過剰に蓄積されることであり、内臓脂肪の蓄積は代謝異常を引き起こやすく、生活習慣病罹患のリスクを高める。小児の2型糖尿病罹患率は1980年代からみると年々増加し、症例の約80%は肥満を伴っている<sup>2)</sup>。脂肪組織は腹部だけでなく、骨格筋内の筋線維間にも蓄積される<sup>3)</sup>。筋疾患患者や高齢者では骨格筋内の筋線維間に蓄積される脂肪組織（以下、筋内脂肪）が多く、筋内脂肪の増加は筋障害や筋機能の低下を引き起こしていることが報告されている<sup>2,3)</sup>。

筋量は筋厚や筋横断面積により、評価されることが多いが、それらの評価法では筋内に存在する非収縮組織である脂肪も一緒に評価するため、実質的な収縮組織を過大評価してしまう<sup>6)</sup>。そのため、筋量だけでなく筋内脂肪量の評価も必要である。筋内脂肪は超音波診断装置による筋の画像から骨格筋内の輝度（以下、筋輝度）を測定することで筋内脂肪を示すことができる<sup>4)</sup>。幼児期において筋厚による発育の報告はいくつかあるが<sup>7,8,9)</sup>、筋輝度による発育の報告はない。筋を評価するにあたり、筋の量と質の双方から評価する必要は既述であり、幼児期においても筋厚だけでなく筋輝度も検討する必要がある。筋輝度は成人において体脂肪率との間に正の相関関係があることが報告されており<sup>10)</sup>、幼児期でも脂肪の増加が筋内脂肪蓄積を生じさせる可能性が考えられる。

そこで、本研究では、幼児の筋厚および筋輝度を測定し、身体組成と筋厚・筋輝度の関連性を検

討することを目的とした。

### 2. 方法

#### 2-1. 被験者

被験者は健全な発育に影響を及ぼす疾患を有していない男児4歳16名、5歳15名、6歳19名と女児4歳11名、5歳17名、6歳14名の計92名の幼児とした。測定に際し、全ての被験者の保護者及び通園している保育園に対して口頭および文書によって十分な説明を行い、文書による同意が得られた幼児のみを被験者とした。

#### 2-2. 人体計測

身長 (Ht, cm) は0.1cm単位、体重 (Wt, kg) は0.02kg単位で測定し、Body Mass Index (BMI) は体重/身長<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>) から算出した。周径囲の測定は、腹囲、上腕囲、大腿囲を0.1cm単位で測定した。体脂肪率 (%FM, %) はインピーダンス法を用いて算出した。

#### 2-3. 超音波測定

超音波測定はBモード超音波診断装置を使用した。腹部は腹壁皮下脂肪厚 (Smin, mm)、腹膜前脂肪厚 (Pmax, mm) を計測した<sup>11)</sup>。皮下脂肪厚、筋厚は上腕前部、大腿前部の身体右側2カ所における皮下脂肪厚 (mm) と筋厚 (mm) を測定した。上腕二頭筋と上腕筋を合わせた筋の厚さを上腕筋厚、大腿直筋と中間広筋を合わせた筋の厚さを大腿筋厚とした<sup>8)</sup>。上腕筋輝度は上腕二頭筋、大腿筋輝度では大腿直筋の領域における筋輝度の平均値を算出した<sup>12)</sup>。筋輝度測定は超音波画像より画像処理ソフト Adobe Photoshop Elements 11 を使用し、8bit gray-scale のヒストグラム分析によって、0から255の256段階 (0=黒、255=白) で評価した。

表 1. 性・年齢別の形態計測および超音波計測値

	男児 (n=50)			女児 (n=42)			ANOVA		
	4歳 (n=16)	5歳 (n=15)	6歳 (n=19)	4歳 (n=11)	5歳 (n=17)	6歳 (n=14)	性	年齢	交互作用
身体特性									
身長 (cm)	104.0±4.7	107.6±4.6	118.2±5.4	104.0±2.9	110.3±5.8	115.0±4.9			p<0.001
体重 (kg)	17.1±3.8	17.6±2.8	23.1±3.9	16.4±1.4	18.9±3.6	20.7±3.1			p<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15.7±2.0	15.1±1.5	16.5±1.6	15.2±1.0	15.4±1.6	15.6±1.3			
腹囲 (cm)	50.0±5.5	48.7±5.0	54.4±4.9	48.9±1.6	50.0±4.2	50.6±4.4			p<0.01
上腕囲 (cm)	15.9±2.1	15.3±1.5	17.3±1.6	15.3±0.8	15.8±1.7	16.5±1.2			p<0.01
大腿囲 (cm)	30.0±3.9	31.6±7.1	33.6±3.2	30.7±2.3	32.6±5.8	33.3±2.7			p<0.05
%FM (%)	19.2±5.8	16.3±5.3	21.3±5.6	24.8±2.5	22.9±5.3	23.8±4.9	p<0.001		
超音波測定									
Smin (mm)	2.09±1.32	2.21±1.57	2.81±1.54	2.16±0.34	3.04±1.34	3.55±2.17			p<0.05
Pmax (mm)	3.24±1.33	3.47±1.42	3.86±1.09	3.73±0.81	5.12±2.51	4.39±1.59	p<0.05		
上腕脂肪厚 (mm)	1.99±0.81	1.53±0.60	2.07±0.77	1.80±0.57	2.02±0.89	1.97±0.80			
大腿脂肪厚 (mm)	4.54±1.78	4.09±1.74	5.42±1.67	5.38±1.37	5.56±1.86	5.85±1.72	p<0.05		
上腕筋厚 (mm)	9.61±1.48	9.11±1.80	11.13±1.82	8.03±1.67	9.83±3.63	10.70±0.99			p<0.01
大腿筋厚 (mm)	19.27±3.01	18.89±3.42	23.10±3.63	21.04±3.35	20.09±5.45	22.91±4.03			p<0.01
上腕筋輝度 (pixel)	7.49±4.54	8.20±3.15	6.75±2.64	8.02±2.47	7.72±3.83	6.91±3.82			
大腿筋輝度 (pixel)	14.28±6.24	15.12±5.08	16.42±5.57	16.99±4.41	16.92±3.73	17.21±4.88			

### 2-4. 統計処理

統計分析プログラム IBM SPSS Statistics 21 を使用し、各測定項目の性、年齢の二要因における分散分析を用い、筋厚・筋輝度において有意差があった場合に多重比較検定を行った。各測定項目間の関係については、男女児別にピアソンの積率相関係数を算出した。

男女児別にBMIのパーセントタイル値 (BMI%ile) を用いて幼児を<15%ile群、15-85%ile群、>85%ile群の3群に分類し<sup>14,15)</sup>、男女児別にBMI%ile別の体型間の比較では、各測定項目における一元配置分散分析法を用い、筋厚・筋輝度においては有意差があった場合は多重比較検定を行った。すべての各項目間の分析について有意水準の危険率は5%未満とした。

### 3. 結果

性、年齢における二要因の分散分析の結果、体脂肪率、Pmax、大腿脂肪厚に性差が認められ、身長、体重、腹囲、上腕囲、大腿囲、Smin、上腕筋厚、大腿筋厚に年齢の主効果が認められた。上腕筋輝度、大腿筋輝度に性差、年齢の主効果は認められず、性、年齢の交互作用も認められなかった。

筋輝度と各測定項目のピアソンの積率相関分析

の結果、男児の上腕筋輝度では、大腿筋輝度 (r=0.550, p<0.01)、上腕脂肪厚 (r=0.490, p<0.01)、大腿脂肪厚 (r=0.460, p<0.01)、大腿筋輝度では、上腕筋輝度 (r=0.550, p<0.01)、上腕脂肪厚 (r=0.529, p<0.01)、大腿脂肪厚 (r=0.512, p<0.01)、女児の上腕筋輝度では、上腕脂肪厚 (r=0.551, p<0.01)、Smin (r=0.514, p<0.01)、大腿脂肪厚 (r=0.512, p<0.01)、大腿筋輝度では上腕筋輝度 (r=0.452, p<0.01)、大腿脂肪厚 (r=0.441, p<0.01)、上腕脂肪厚 (r=0.399, p<0.01) との高い相関係数が示され、筋輝度は皮下脂肪厚と関係性が高いことを示した。

男女児別によるBMI%ile群間の分散分析の結果、女児の身長、Pmax以外のすべての項目に主効果が認められた。筋厚、筋輝度の多重比較の結果、

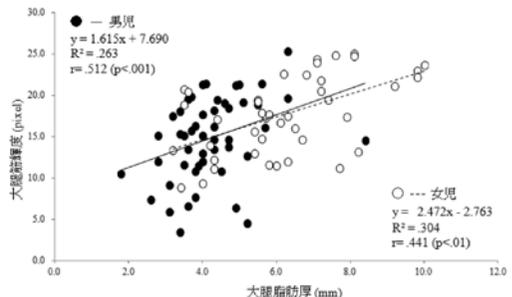


図1 大腿脂肪厚に対する大腿筋輝度を予測する回帰分析

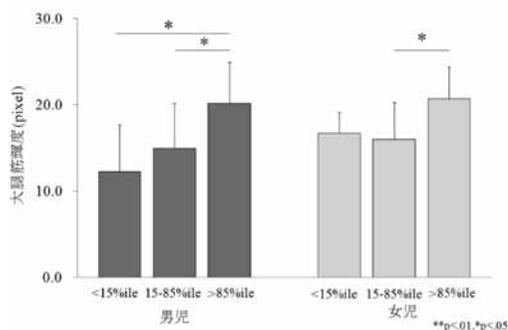


図2 男女児別BMIの<15%ile, 15-85%ile, >85%ile群における大腿筋輝度の比較

果, 上腕筋厚は, 男児では>85%ile群が15-85%ile群よりも有意に高い値を示した。上腕筋輝度は, 男児では>85%ile群が<15%ile群および15-85%ile群よりも, 女児では>85%ile群が15-85%ile群よりも有意に高い値を示した。大腿筋厚は, 男女児ともに>85%ile群が<15%ile群および15-85%ile群よりも有意に高い値を示した。大腿筋輝度は, 男児では>85%ile群が<15%ile群および15-85%ile群よりも, 女児では>85%ile群が15-85%ile群よりも有意に高い値を示した。

#### 4. 考察

本研究の目的は, 幼児期における身体組成と筋輝度の関連性をあきらかにすることを目的とした。筋厚では性差はなく, 年齢による増加がみられたことから, 発育による筋量の増加を表していることが読みとれる。一方, 筋輝度では性差はなく, 年齢推移による増減もみられなかった。また, 男女児ともに筋輝度は皮下脂肪厚との間に高い相関関係を示し, 皮下脂肪が筋輝度に大きな影響を与える要因となり, 皮下脂肪の増加と筋内脂肪の増加は関連していると考えられる。

さらに, 筋厚, 筋輝度において>85%ile群が高いことから, >85%ile群の幼児は筋量も多いが, 筋内脂肪も多いことを示した。幼児において体重の増加は発育の様相であり, 本研究の対象者は発育段階途中の4歳から6歳までの幼児である。BMIは成長期では正常値が年齢で大きく変動するため<sup>15)</sup>, BMIが高い値を示したことは発育速

度の違いであることも考えられ, >85%ile群において筋厚が高かったことは, 発育スピードの違いであると考えられる。一方, 筋輝度では年齢推移による変化が見られなかったことから, 体型による影響が大きいと考えられる。本研究は横断的なデータであるため, 今後は縦断的に追っていき, 年齢変化とともに身体組成と筋輝度の関係性を検討していく必要がある。

就学前の幼児において, BMI%ileが高い群において内臓脂肪蓄積が多いことが既に報告されており<sup>16)</sup>, 本研究の>85%ile群の幼児において筋内脂肪の蓄積が多い結果を示したことは, 過体重, 肥満の小児は内臓脂肪蓄積だけでなく, 筋内脂肪蓄積も多くなる可能性が考えられる。

小児肥満は成人肥満へと移行し<sup>17,18)</sup>, 過度な体重の増加は体脂肪, 皮下脂肪の増加量を多く示す<sup>19)</sup>。筋輝度と皮下脂肪厚との関係性が高いことから, 皮下脂肪の増加とリンクして筋内脂肪も増加していくと考えられる。小児肥満から成人肥満への移行は内臓脂肪蓄積だけでなく筋内脂肪蓄積も増加させ, 将来的に健康障害を引き起こす可能性がある。さらに, 高齢者を対象として筋内脂肪が増加すると筋機能が低下することが明らかにされていることから<sup>5)</sup>, 幼児においても同様に, 筋内脂肪の増加が筋機能の低下を引き起こす一つの要因となる可能性が考えられる。幼児と高齢者では身体の特徴が異なるため, 今後, 幼児を対象として筋力との関係性を検討していく必要がある。

#### 5. まとめ

本研究は身体組成と筋厚および筋輝度との関係性を検討し, さらにBMI%ile群別による体型比較を行った。その結果, 筋輝度は脂肪組織との相関関係を示し, 特に皮下脂肪との関係性が大きいことを示した。体型別の比較では, BMIが高い群で標準群よりも筋輝度が有意に高く, 筋内脂肪蓄積が多いことを示した。このことから, 筋輝度は皮下脂肪との関連性が高く, 幼児期においても過体重や肥満により筋内脂肪蓄積を生じさせる可能性が示唆された。

1) 中村泰三: 子どもの生活習慣病。子どもと発

- 育発達1. 94-99, 2003
- 2) 菊池信行, 志賀健太郎, 徳弘悦郎: 小児期発症NIDDMの疫学. ホルモンと臨 45: 823-827, 1997
  - 3) S Pillen, R.O.Tak, M.J.Zwarts, et al.: skeletal muscle ultrasound correlation between fibrous tissue and echo intensity. ultrasound in med. and boil. 35: 443-446, 2009
  - 4) J.Z.heckmatt, S leeman, D. Phil, et al.: Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease. Journal of pediatrics 101: 656-660, 1982
  - 5) Y Fukumoto, T Ikezoe, Y Yamada, et al.: skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. Eur J Appl Physiol 112: 1519-1525, 2012
  - 6) 福元喜啓, 池添冬芽, 山田洋介 他: 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価. 理学療法学 42: 65-71, 2015
  - 7) J.Z.Heckmatt, N.pier, V.Dubowitz: Measurement of quadriceps muscle thickness and subcutaneous tissue thickness in normal children by real-time ultrasound imaging. J Clin Ultrasound 16: 171-176, 1988
  - 8) 石田良恵, 萩裕美子, 鈴木志保子 他: 生後50ヶ月から79ヶ月の幼児の皮下脂肪厚と筋厚. 日本生理学人類学誌 12: 37-41, 2007
  - 9) 船津京太郎, 村木里志, 綱分憲明: 3-8才児における下肢筋厚の発育と性差. 体力科学 61: 479-486, 2012
  - 10) 寺本圭輔, 家崎仁成, 須田啓暉 他: 若年成人における運動習慣の有無が筋内脂肪蓄積に及ぼす影響. 愛知教育大学研究報告 65: 印刷中
  - 11) R Suzuki, S Watanabe, Y Hirai, et al.: Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. Am J Med 95: 309-314, 1993
  - 12) R.R. Scholten, S. Pillen, A. verrips, et al.: quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: normal values. Muscle Nerve 27: 693-698, 2003
  - 13) A Must, G E Dallal, W H Dietz: Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. Am J Clin Nutr 53: 839-846, 1991
  - 14) J H Himes, W H Dietz: Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. Am J Clin Nutr 59: 307-316, 1994
  - 15) 朝山光太郎, 村田光範, 大関武彦, 他: 小児肥満症の判定基準 - 小児適正体格検討委員会よりの提言. 肥満研究 8: 96-103, 2002
  - 16) 寺本圭輔, 石川恭, 山下玲香 他: 超音波法を用いた幼児の腹部体脂肪の評価. 人間と生活環境 22: 103-110, 2015
  - 17) K Kotani, M Nishida, S Yamashita, et al.: Two decades of annual medical examinations in Japanese obese children: Do obese children grow into obese adults? Int J Obes 21: 912-921, 1997
  - 18) K Togashi, H Masuda, T Rankinen, et al.: A 12-year follow-up study of treated obese children in japan. Int J Obes 26: 770-777, 2002
  - 19) 大矢知佳, 寺本圭輔, 村松絵梨奈: 小児期における体脂肪分布の縦断的变化の特徴. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要 39: 7-15, 2015

(指導教員 寺本 圭輔)