

6～8歳児における形態と下肢の筋および大腰筋の発達

佐渡山 みなみ^{1)*}, 船津 京太郎^{1), 2)}

Development of morphology and muscles of the lower limbs and psoas major in children aged 6 to 8

Minami SADOYAMA^{1)*}, Kyotaro FUNATSU^{1), 2)}

Abstract

This study aimed to elucidate the quantitative changes in morphology and muscle thickness of the lower limbs and the psoas major muscle in children aged 6 to 8 years during early childhood. The same subjects were longitudinally measured over three years for both morphology and muscle thickness. Morphological measurements included height, weight, thigh circumference, and calf circumference. Muscle thickness was measured at four sites: the anterior thigh, posterior thigh, posterior calf, and psoas major, using an ultrasonic measuring device. The results showed that:

1. The thickness of the lower limb muscles and the psoas major muscle increased annually from ages 6 to 8.
2. The muscles of the posterior thigh and calf showed a significant increase in relative values to height, suggesting that these muscles develop more than other muscles during childhood.
3. It is suggested that the daily activity level of children during childhood does not provide enough stimulation to promote muscle development that exceeds the growth of height in the anterior thigh and psoas major.
4. The rapid increase in muscle mass of the anterior thigh, posterior thigh, and psoas major at ages 6 to 7 is thought to be influenced by MGS.

KEY WORDS : muscle thickness, psoas major muscle, development

1) 九州共立大学大学院スポーツ学研究科

2) 九州共立大学スポーツ学部

* 現所属：トランスコスモス株式会社

1) Kyushu Kyoritsu University, Graduate School of
Sports Science

2) Faculty of Sports Science, Kyushu Kyoritsu University

緒言

子どもの身長、体重などの形態は1969年以降、特に男児において身長の発育が早期化している傾向にある^{1), 2), 3), 4)}。一方、体力面では平成30年度のスポーツ庁「体力・運動能力調査結果」⁵⁾によると、青少年の新体力テストの合計点では平成10年度以降上昇傾向にある。しかし、体力・運動能力の推移を長期的に見た場合、体力水準が高かった昭和60年代と比較すると依然低い水準であり、形態は早熟であるが体力は低い状態が続いている⁵⁾。子どもの体力低下の背景には外遊びのための環境不足、テレビ、ゲームなどスマートフォンの普及による屋内での遊びの増加が考えられ、いずれも子どもたちの身体活動量を減少させる原因になっていると考えられる⁶⁾。外遊びや身体活動の多い児童は、新体力テストの結果においても50m走、立ち幅跳び、握力などが高い傾向にあると報告されている⁷⁾。

疾走能力は基礎的運動能力の要素の一つである⁸⁾。走運動は幼児期に基本的形態が獲得され、児童期に入ると体格や体力の向上につれて疾走能力が著しく発達する⁹⁾。児童期に獲得される疾走能力は、その後に習得する種々のスポーツ運動の前提となる重要なものであり、競技スポーツの達成水準を決める重要な基礎的能力の一つになる¹⁰⁾。その疾走能力の発達には、下肢筋群の筋量や筋力と密接な関わりがあることが多くの研究で指摘されている。下肢筋群は大腿部および下腿部で構成され、歩行や走行などの基本的な動作時の姿勢を保持する機能を果たす部位である。金ら¹¹⁾は、大腿部の筋量の低下は歩行速度の低下に影響を与えると報告しており、日常生活の質を保つうえで、重要な役割を果たす部位であると言われている。また、これまで成人のスプリンターを対象とした研究¹²⁾では、疾走能力（スピード、ストライド、ピッチ）に対する下肢筋群の重要性が指摘されている。特に大腿後部の筋群は立脚期における前方へのドライブ動作の役割を担う筋¹³⁾であり、疾走速度との関連性が高く、スプリント走において最も重要な筋の一つである。一方、走行時においては、大腿部および下腿部といった下肢筋群のみならず、股関節屈曲に関与する大腰筋の役割も重要であることが指摘され¹⁴⁾、榎本ら¹⁵⁾は、ジュニアを含む陸上短距離選手において、大腰筋横断面積と疾走速度との間には強い相関関係があったと報告している。大腰筋は座位での姿勢保持に重要であり、また立位でも上半身と下半身を結びつける役割を果たしており、スポーツパフォーマンスにおいても重要な役割を

果たす¹⁶⁾。また、星川ら¹⁷⁾は、陸上短距離やサッカー、バスケットボールなど、全力で走る動作が競技パフォーマンスに重要である競技種目の選手において、大腰筋が発達している傾向があることを示している。

筋の量的な発育は発揮されるパワーに影響を及ぼし、疾走能力の発達に強い影響を与える。したがって、筋の量的な発育過程を捉え、疾走能力の発達と関連づけることが重要と思われる。近年では、超音波測定装置を用いて筋の量的指標である筋横断面積や筋厚を測定した例が見られる¹⁸⁾。それらの研究によると、筋横断面積や筋厚は形態の発育に伴って増大し、幼児期から思春期前にあたる3歳から8歳では、下肢筋厚は加齢と共に増大することが報告されている^{8), 9), 19)}。また、男児の筋量の発育においては17, 18歳前後まで加齢とともに増加すると報告されている²⁰⁾。一方、大腰筋は身体の深部にある為、観察が容易ではなく、機能的な役割として得られている知見は限定的である。これまでの下肢筋厚、大腰筋についての報告においては、成人スプリンター等を対象とした報告が多く、大腰筋の筋量とパフォーマンスの関係を検討したものがほとんどである。久野ら²¹⁾の研究では、大学陸上競技部に所属する短距離走選手は、運動部に所属していない学生と比べて大腰筋断面積が1.5倍程度大きいということを示している。それに対し、児童期にあたる年齢を対象として下肢筋群や大腰筋の筋量やそれらと疾走能力との関係について明らかにしたものは少ない。

体力は、運動を発現させる筋の量や機能との関連が深く、筋の量的な発育は運動時に発揮されるパワーに影響する。よって形態や筋量の発育を体力・運動能力の発達と関連づけることが重要である。特に児童期の中でも、6～8歳はプレゴールデンエイジと呼ばれ、基本的な運動能力を身につける上で重要な時期である²²⁾。よって、下肢筋群および大腰筋の発育と疾走能力の発達との関連性を明らかにすることは、児童期における運動プログラムの作成に重要な役割を果たす。そこで本研究においてはプレゴールデンエイジ期にあたる6～8歳の児童を対象とし、形態、下肢筋厚（大腿前部、大腿後部、下腿後部）、大腰筋厚の発育を縦断的に測定し、思春期前にあたる児童期の筋量の経年変化を明らかにすることを目的とした。

方法

1. 対象者

本研究の対象者は6歳から8歳の男子児童であり、

北九州市立A小学校に在籍する男子児童50名を対象者とした。入学年度（6歳）から第3学年（8歳）までの3年間継続して対象者とし、縦断的測定を行った。測定に先立って被験者の保護者に対し、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。測定は平成29年、平成30年、令和元年のいずれも10月に行った。各年齢における身体的特性の平均値と標準偏差はTable1に示した。尚、本研究は九州共立大学倫理委員会の承認を得ている。

Table 1 Longitudinal morphometric data at each age.

	6 yrs	7 yrs	8 yrs
Height (m)	1.20±0.05	1.26±0.05	1.31±0.05
Weight (kg)	22.19±2.63	24.74±3.37	28.16±4.04
Thigh Circumference (cm)	33.72±2.35	36.00±2.89	36.62±3.18
Calf Circumference (cm)	24.38±1.64	26.05±1.87	26.63±2.11

Mean±S. D.

2. 形態の計測

形態は身長、体重、大腿囲、下腿囲の4項目の測定を行った。大腿囲、下腿囲の測定点は安部、安部ら²³⁾の方法に従い、大腿部が大転子点より大腿長の近位50%、下腿部は脛骨点より下腿長の近位30%とした。

3. 筋厚の測定

筋厚の測定は超音波測定装置（LOGIQe GE Healthcare社製）を用いて大腿前部、大腿後部、下腿後部、大腰筋の筋厚の測定を行った。下肢筋群の測定は安部ら²³⁾の方法に従い測定を行った。測定点は周径囲と同様に大腿部が大転子点より大腿長の近位50%、下腿後部は脛骨点より下肢長の近位30%とした（Fig.1-1～1-3）。大腰筋の測定は、大森ら²⁴⁾の方法に従い、ヤコビー線をマーキングし、深触子の端をヤコビー線に合わせた位置から、深触子を右方向に3～4cm移動させながら大腰筋が最も太くなる位置を測定した（Fig.1-4）。測定姿勢は大腿前部は仰臥位、大腿部、下腿後部、大腰筋は伏臥位とした。得られた超音波画像の皮下脂肪と筋の境界線から、大腿は大腿骨まで、下腿では脛骨までを筋厚として測定した。

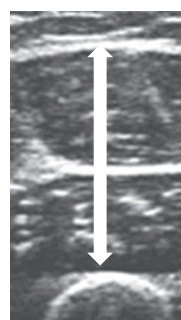


Fig. 1-1 Anterior thigh

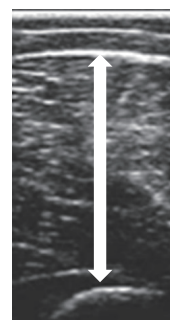


Fig. 1-2 Posterior thigh

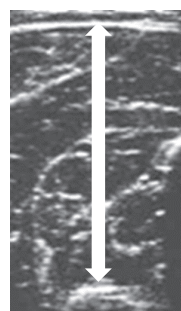


Fig. 1-3 Calf

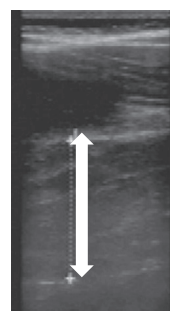


Fig. 1-4 Psoas major muscle

4. 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 Version19を用い、年齢別の形態、筋厚、疾走能力のデータに対し年齢を要因とした対応のある一元配置分散分析を行った。有意水準は5%未満とした。有意な年齢の主効果が認められた場合はScheffe testにより、各年齢間の差の検定を行った。

結果

1. 身長、体重、大腿囲、下腿囲

Fig.2-1に身長の測定値を示す。6歳群で1.20±0.05m、7歳群で1.26±0.05m、8歳群で1.31±0.05mと年齢が上がるにつれ高い値を示し、経年的に有意な増加が認められた（ $P<0.01$ ）。

Fig.2-2に体重の測定値を示す。6歳群で22.19±2.63kg、7歳群で24.74±3.37kg、8歳群で28.16±4.04kgと年齢が上がるにつれ高い値を示し、経年的に有意な増加が認められた（ $P<0.05$ ）。

Fig.2-3に大腿囲の測定値を示す。6歳群で33.72±2.35cm、7歳群で36.00±2.89cm、8歳群で36.62±3.18cmと年齢が上がるにつれ高い値を示し、経年的に有意な増加が認められた（ $P<0.01$ ）。

Fig.2-4に下腿囲の測定値を示す。6歳群で 24.38 ± 1.64 cm, 7歳群で 26.05 ± 1.87 cm, 8歳群で 26.63 ± 2.11 cmと年齢が上がるにつれ高い値を示し, 経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。

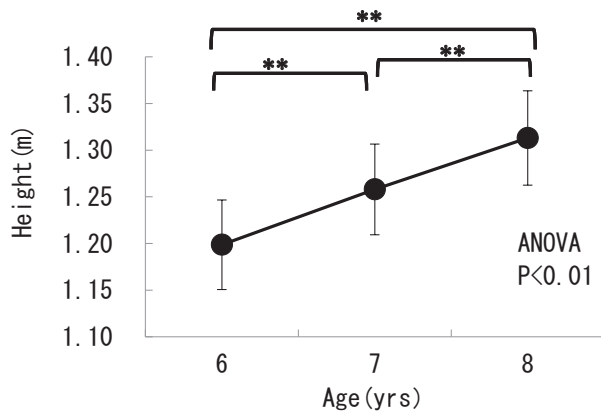


Fig.2-1 Longitudinal changes in height.
Age difference : ** $P < 0.01$

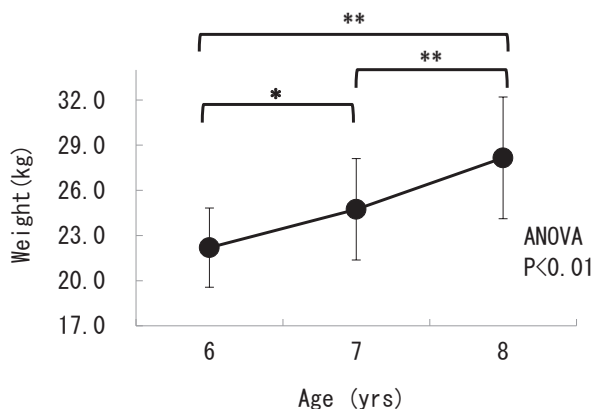


Fig.2-2 Longitudinal changes in weight.
Age differences : * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

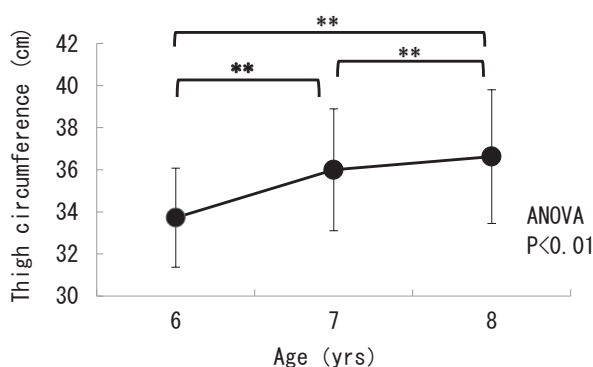


Fig.2-3 Longitudinal changes in thigh circumference.
Age differences : ** $P < 0.01$

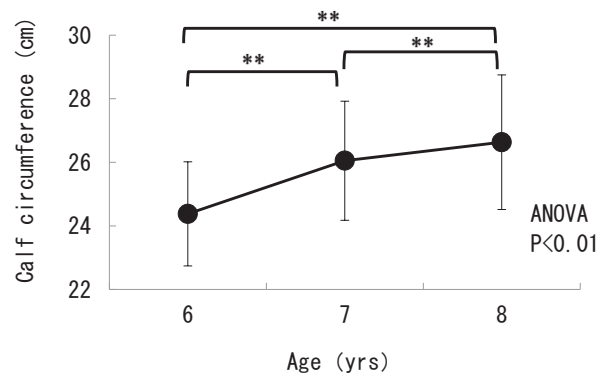


Fig.2-4 Longitudinal changes in calf circumference.
Age differences : ** $P < 0.01$

2. 下肢筋厚, 大腰筋厚

Fig.3-1に大腿前部の筋厚の測定結果を示す。6歳群で 28.9 ± 3.0 mm, 7歳群で 30.8 ± 4.1 mm, 8歳群で 31.4 ± 4.3 mmと年齢が上がるにつれ高い値を示し, 経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。

Fig.3-2に大腿後部の筋厚の測定結果を示す。6歳群で 40.0 ± 4.7 mm, 7歳群で 44.7 ± 5.2 mm, 8歳群で 45.6 ± 4.6 mmと年齢が上がるにつれ高い値を示し, 経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。

Fig.3-3に下腿後部の筋厚の測定結果を示す。6歳群で 39.9 ± 4.6 mm, 7歳群で 43.1 ± 4.5 mm, 8歳群で 45.0 ± 4.6 mmと年齢が上がるにつれ高い値を示し, 経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。

Fig.3-4に大腰筋の筋厚の測定結果を示す。6歳群で 30.0 ± 3.1 mm, 7歳群で 31.6 ± 2.7 mm, 8歳群で 32.6 ± 2.5 mmと年齢が上がるにつれ高い値を示し, 経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$)。

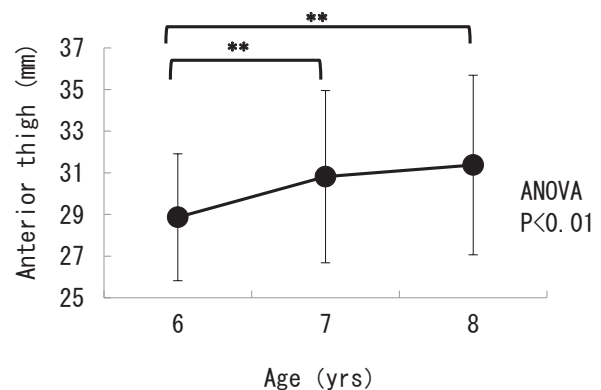


Fig.3-1 Longitudinal changes in muscle thickness of anterior thigh.
Age differences : ** $P < 0.01$

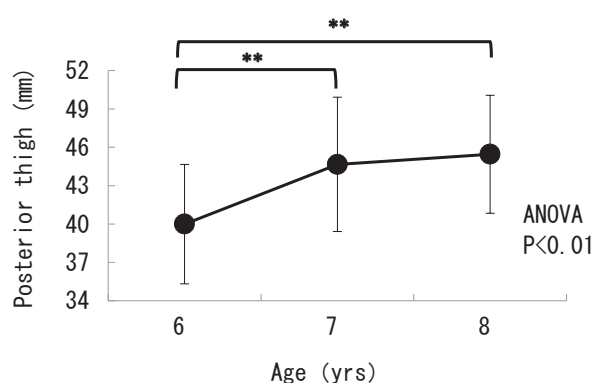


Fig.3-2 Longitudinal changes in muscle thickness of posterior thigh.

Age differences : **P<0.01

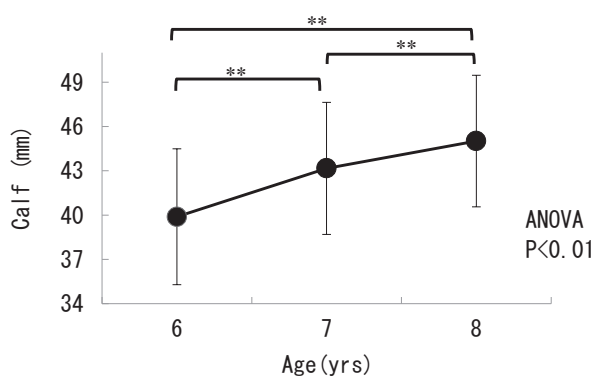


Fig.3-3 Longitudinal changes in muscle thickness of calf.

Age differences : **P<0.01

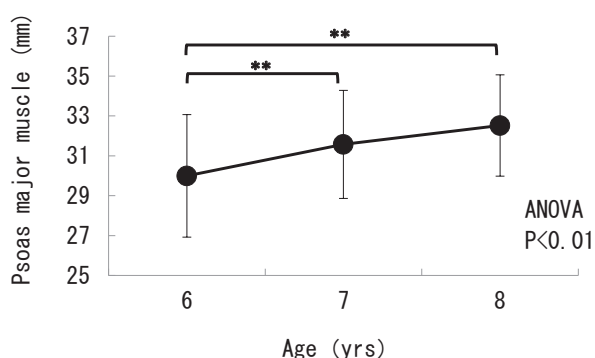


Fig.3-4 Longitudinal changes in muscle thickness of psoas major muscle.

Age differences : **P<0.01

3. 下肢筋厚, 大腰筋厚の身長に対する相対値

Fig.4-1に大腿前部筋厚の身長に対する相対値を示した。6歳群では, $24.1 \pm 2.3\text{mm/m}$, 7歳群では $25.0 \pm 3.1\text{mm/m}$, 8歳群では $23.9 \pm 3.2\text{mm/m}$ であり, 有意な変化は認められなかった。

Fig.4-2に大腿後部筋厚の身長に対する相対値を示した。6歳群では $33.4 \pm 3.6\text{mm/m}$, 7歳群では $35.5 \pm 3.9\text{mm/m}$, 8歳群では $34.6 \pm 3.2\text{mm/m}$ であり, 6歳-7歳, 6歳-8歳の間では有意な増加が認められた ($P<0.01$)。7歳-8歳の間においては, 有意な変化は認められなかった。

Fig.4-3に下腿後部筋厚の身長に対する相対値を示した。6歳群では, $33.2 \pm 3.2\text{mm/m}$, 7歳群では $34.3 \pm 3.1\text{mm/m}$, 8歳群では $34.3 \pm 3.0\text{mm/m}$ であり, 6歳-7歳, 6歳-8歳の間において有意な変化が認められた ($P<0.01$)。7歳-8歳の間では有意な変化は認められなかった。

Fig.4-4に大腰筋厚の身長に対する相対値を示した。6歳群では, $24.9 \pm 2.5\text{mm/m}$, 7歳群では $25.0 \pm 2.1\text{mm/m}$, 8歳群では $24.7 \pm 1.9\text{mm/m}$ であり, 有意な変化は認められなかった。

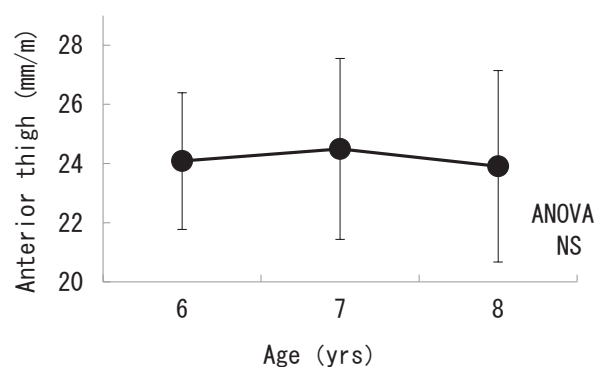


Fig.4-1 Longitudinal changes in muscle thickness of anterior thigh relative to height.

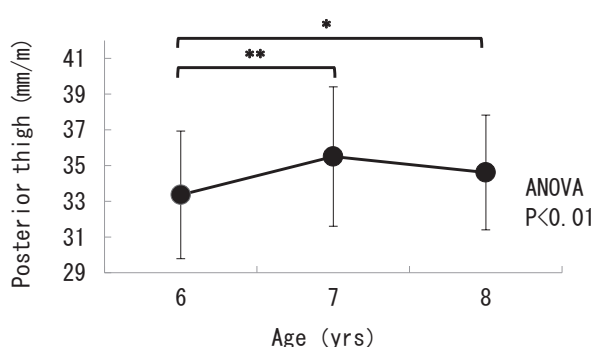


Fig.4-2 Longitudinal changes in muscle thickness of posterior thigh relative to height.

Age differences : *P<0.05, **P<0.01

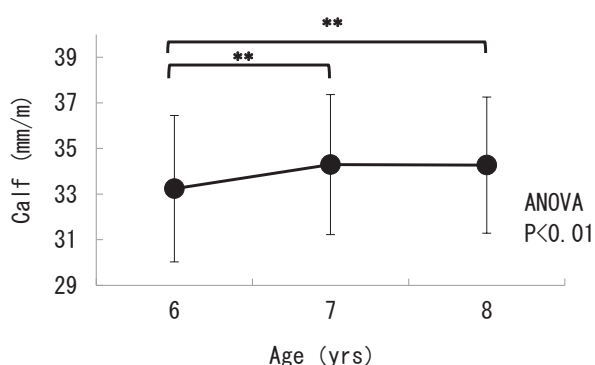


Fig.4-3 Longitudinal changes in muscle thickness of calf relative to height.

Age differences : **P<0.01

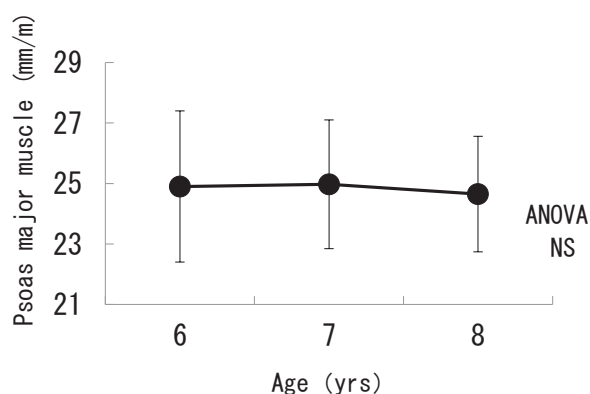


Fig.4-4 Longitudinal changes in muscle thickness of psoas major muscle.

考察

身長、体重、大腿囲、下腿囲

本研究における対象者の身長、体重の測定値は、文部科学省学校保健統計調査報告^{2), 3), 4)}と比較し、やや高い値を示した。身長、体重ともに年齢が上がるにつれ高い値を示し (Fig.2-1,2-2)、種々の先行研究と同様に隣接する年齢間においても有意差が認められた。

大腿囲、下腿囲は年齢が上がるにつれ経年的に高い値を示した (P<0.01) (Fig.2-3,2-4)。周径囲には皮下脂肪厚と筋厚が大きな影響を与える。増田と小宮²⁵⁾は、皮下脂肪量はBMIに影響を与えると指摘している。BMIは、0歳児が最も高い値を示し、幼児期への成長に伴って徐々に低下するが、その後5歳頃からリバウンドする傾向があることが示されている^{25), 26)}。このBMIのリバウンド現象は、Adiposity rebound²⁷⁾として定義されている。BMIには体脂肪量が影響を及ぼすが、船津ら²⁶⁾は、3～8歳児の横断的な研究において、

皮下脂肪厚はBMIと同様に5歳を最下点としてリバウンドし、6～8歳では年齢が上がるにつれて増加することを報告している。よって本研究において観察された周径囲の増加の原因の一つは、皮下脂肪の増加であると考えられる。

一方、安部ら²⁰⁾によると筋厚の発育は、20歳ごろまで右肩上がり増加する傾向があることが報告されている。また、石田ら²⁸⁾は本研究と同じ部位の筋厚(大腿前部、大腿後部、下腿部)の測定を行っており、4～6歳の年齢幅において筋厚と月齢の間に有意な正の相関があったと報告しており、幼児期から児童期にかけても筋厚は増加していると考えられる。よって、本研究の児童期における周径囲の増大は、皮下脂肪の増大や、筋の量的発育によるものと考えられる。

下肢筋厚、大腰筋厚

下肢筋厚について、船津ら²⁶⁾は幼児期から児童期の男女を対象に、本研究と同じ部位の筋厚を横断的に測定しており、6～8歳の年齢幅においては大腿前部、大腿後部、下腿後部の全ての部位で年齢が上がるにつれて高い値を示し、有意な年齢の主効果があったと報告している。本研究においても大腿前部、大腿後部、下腿後部、大腰筋の全ての箇所で、年齢が上がるにつれ有意に増大した (Fig.3-1～3-4)。石田ら²⁸⁾の研究において、下肢の筋厚は加齢と共に発育すると報告されている。また、船津ら²⁶⁾の横断的研究においても同様の結果が報告されている。本研究においても加齢に伴い筋厚が増加し、先行研究と同じ結果を示した。大腰筋については、6～8歳の児童期における測定の前例はないが、筋厚の絶対値においては他の下肢筋厚と同様に発育期において加齢と共に増加することが考えられる。これらの先行知見と本研究の結果から、下肢筋厚および大腰筋厚は6～8歳の年齢幅の中では経年的に増加すると考えられる。

各年齢間の差を見ると、大腿前部、大腿後部、大腰筋の6歳から7歳にかけての筋厚に有意差が認められた (Fig.3-1, Fig.3-2, Fig.3-4)。藤井ら²⁹⁾の研究によると、PHV以前にも身長や体重の僅かな発育速度の上昇が認められる時期があり、このスパート現象はmid-growth-spurt(MGS)と呼ばれている。mid growth spurt(MGS)は、発育速度の減少が続く過程での僅かなスパート事象である。Molinari et al.¹⁷⁾は、脂肪や筋組織の発育にもMGSが存在する可能性を示している。本研究の対象者においては6～7歳時において有意差が認められたが、大腿前部、大腿後部を計測した

船津ら²⁶⁾の横断的研究では、5～6歳の年齢間において有意差が認められている。これらの先行知見と、本研究の結果から、児童期前半に筋の発達速度が一時的に上昇する時期が存在し、その事がMGSに影響を与え得る可能性がある。一方、下腿後部においては7～8歳においても有意な増加が認められた。Kanehisa et al.³⁰⁾は、中学生と成人における下腿部の筋横断面積は相対的にはほぼ同程度であると報告しており、中学生期にはすでに成人の筋量に達すると考えられる。中学生期に達する前の児童期においても、他の部位に比べ一定の割合で発達することが考えられる。

下肢筋厚の身長に対する相対値においては、大腿後部、下腿後部は有意な増加が見られた一方で、大腿前部と大腰筋では有意な増加は認められなかった (Fig.4-1～4)。大腿後部において、ジュニアスプリンターを対象とした研究³¹⁾では、スプリント動作の反復によりハムストリングの筋横断面積が増大すると報告されている。下腿後部については、成人を対象とした先行研究において、スポーツ選手の下腿部の筋厚は、運動を日常的に行っていない人に比べて高い値であると報告されている^{32), 33), 34)}。笹山ら³⁵⁾は、小学校4年生において男児は女児に比べ走行の強度以上の活動が多いと報告しており、男児は日常的に全力疾走を行う機会が多いと考えられる。本研究の対象者は、笹山ら³⁵⁾の対象者より低い年齢であるが、同様に男児では全力疾走を行う機会が多いことが推察される。このことから、大腿後部と下腿後部の筋量は、日常生活の身体活動量や運動強度に影響を受ける可能性があると考えられるが、本研究では活動量の測定を行っていないため、更に検討が必要である。一方、大腿前部において船津ら²⁶⁾の3～8歳を対象とした研究では、下肢筋群の合計値から各部位の筋の割合を算出しているが、大腿前部の筋の割合は4歳群を境に低下しており、児童期前半に大腿前部の発達速度が減少し、大腿後部の発達速度が増加する可能性を示唆している。大腿前部の発達速度が低下した理由について船津らの研究では明らかにされていないが、日常の活動レベルが身長などの形態の発達を上回るような大腿前部の筋の発達を促す刺激になっていないと考えられる。

大腰筋においても、身長に対する相対値では有意な増加は認められなかった (Fig.4-4)。陸上短距離の高校生アスリート群と非アスリート群の大腰筋を比較した研究³⁶⁾では、アスリート群が非アスリート群よりも大腰筋横断面積が有意に高かったと報告されている。星川ら¹⁷⁾は、高校生の運動部活動に所属している16

～18歳において本研究と同じ大腰筋断面積の測定をしているが、陸上短距離に加え、サッカー、バスケットボールなどの競技において、大腰筋の筋量が多い傾向があると報告している。大腰筋は股関節屈曲筋群であり、スプリント動作やジャンプ動作、サッカーのキックなどにおいて重要な役割を果たし¹⁷⁾、それらの運動を含む競技選手において大腰筋横断面積が大きいと推察される。特に疾走能力と大腰筋横断面積との間には高い相関があり^{15), 37)}、大腰筋横断面積は疾走動作を含むスポーツ競技選手において大きくなる傾向があると報告されている¹⁷⁾。これらの先行研究から大腿後部や下腿後部同様、大腰筋においてもトレーニング経験や頻度によって決定されることが考えられるが、大腿前部と同様に児童期の子どもの日常の活動レベルでは身長などの形態の発達を上回るような大腰筋の筋育を促す刺激になっていないと考えられる。そのことが本研究の大腰筋の身長に対する相対値において有意な増加が認められなかった原因だと考えられる。

なお、本研究における大腰筋の測定方法は正確な測定値を導き出すにはかなりの習熟が必要と思われた。今後はこの測定方法における再現性を高めることが課題として残された。

結論

本研究では6～8歳の子どもを対象として、児童期前半の形態、下肢の筋および大腰筋の量的変化を明らかにすることを目的とした。形態と筋厚について同一の被験者を3年間縦断的に測定した。形態は身長、体重、大腿囲、下腿囲を測定し、筋厚については超音波測定装置を用いて大腿前部、大腿後部、下腿後部、大腰筋の4つの部位の測定を行った。その結果、

- 1) 6～8歳においては、下肢筋厚および大腰筋は経年的に増加する。
- 2) 大腿後部、下腿後部の筋は身長に対する相対値においても有意な増加が認められたため、児童期では他の筋に比べ発育量が多いことが考えられる。
- 3) 大腿前部、大腰筋においては、児童期の子どもの日常的な活動レベルでは身長などの形態の発達を上回るような筋の発達を促す刺激になっていないと考えられる。
- 4) 6～7歳における大腿前部、大腿後部、大腰筋の筋量の急激な増加はMGSが関与していると考えられる。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (NO.17K01745) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 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, 身体成熟から見たアプローチ体力科学, 489-502.
- 2) 文部科学省 (2018): 平成29年度学校保健統計 (学校保健統計調査報告書).
- 3) 文部科学省 (2019): 平成30年度学校保健統計 (学校保健統計調査報告書).
- 4) 文部科学省 (2020): 令和元年度学校保健統計 (学校保健統計調査報告書).
- 5) スポーツ庁 (2019): 平成30年度体力・運動能力調査報告書.
- 6) 中野 貴博, 春日 晃章, 村瀬 智彦 (2010): 生活習慣および体力との関係を考慮した幼児における適切な身体活動量の検討 発育発達研究46, 49-58.
- 7) 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 (2), 295-304.
- 8) 青柳領, 松浦義行 (1982): 幼児の運動能力構造について, 体育学研究, 26(4): 291-303.
- 9) 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, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 第2報, 128-137.
- 10) 宮丸凱史, 加藤謙一 (1995): 成長にともなう走能力の発達, J.J.Sports Sc.14: 427-434.
- 11) 金俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和実, 足立和隆, 西嶋尚彦, 石津政雄, 岡田守彦 (2000): 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響, 体力科学, 49, 589-596.
- 12) 馬場崇豪, 和田幸洋, 伊藤章 (2000): 短距離走の筋活動様式, 体育学研究45 (2), 186-200.
- 13) 吉岡利貢, 中垣浩平, 向井直樹, 鍋倉賢治 (2009): 筋の形態的特徴が長距離走パフォーマンスに及ぼす影響, 体育学研究54, 89-98.
- 14) 名倉武雄 (1997): MR画像を用いた大腰筋の体力的機能解釈, 慶応医学74, 867-876.
- 15) 榎本好孝, 久野譜也, 狩野豊, 宮下憲, 山中邦夫, 宮丸凱史, 加藤謙一, 勝田茂 (1997): スプリンターの大腰筋横断面積と疾走速度の関係, 日本体育学会大会号48 (0), 261.
- 16) 小林寛道 (2001): スポーツにおける体幹の働き, 体育の科学51 (6), 412-413.
- 17) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 内山亜希子, 中嶋由晴 (2009): 高校生スポーツ選手の競技種目別の大腰筋断面積, 体力科学55, 217-228.
- 18) 古後晴基, 村田伸, 村田潤, 久保温子, 満丸望, 田中真一 (2015): 幼児における体格と運動機能の性差および超音波画像法を用いて計測した筋厚との関連, ヘルスプロモーション理学療法研究5 (3), 107-112.
- 19) 吉田正 (1993): 超音波断層法による小学生の筋と皮下脂肪厚の変化愛知教育大学研究報告, 42, 27-33.
- 20) 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.
- 21) 久野譜也, 金 俊東, 衣笠竜太 (2001): 体幹深部筋である 大腰筋と疾走能力の関係 体育の科学51 (6), 428-432.
- 22) 海老原修 (2003): 学校運動部活動の現在と未来 -3スポーツと道徳の狭間にて- その1, トレーニングジャーナル25 (12), 64-67.
- 23) 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.
- 24) 大森一伸, 目崎登 (2015): 超音波Bモード法による大腰筋厚と股関節屈曲筋力の関係, 日本臨床スポーツ医学会誌21 (1), 149-156.
- 25) 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, 日本肥満学会誌, 9 (3), 284-289.
- 26) 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.
- 27) Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guilloyd-Bataille M, And Patois E (1984): Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity, Am J Clin Nutr 39, 129-135.
- 28) 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.
- 29) 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 (4), 347-359.
- 30) H.Kanehisa, S.Ikegawa, N.Tsunoda, T.Fukunaga (1994): Cross-Sectional Areas of Fat

and Muscle in Limbs During Growth and Middle Age, *International Journal of Sports Medicine* 15(7), 420-425.

- 31) 勝田茂, 稲木光晴, 狩野豊, 藤本浩一, 久野譜也, 高橋英幸, 宮丸凱史, 加藤謙一 (1995): トップジュニア選手における大腿部筋組成の経年変化—1992年から1993年まで—, 筑波大学体育科学研究紀要18, 141-148.
- 32) 池袋敏博, 久保啓太郎, 小室輝明, 矢田秀昭, 金久博昭, 角田直也 (2009): 膝伸筋群および足底屈筋群の協働筋における発育に伴う筋厚変化, 発育発達研究第44号, 8-15.
- 33) 佐々木竜一, 栗原俊之, 伊坂忠夫 (2012): 陸上競技短距離走選手における下腿三頭筋の筋サイズとアキレス腱断面積の関係, 体育学研究57, 631-639.
- 34) 池袋敏博, 久保啓太郎, 岡田純一, 矢田秀昭, 角田直也 (2011): 重量挙げおよび陸上短距離選手における下肢筋群の筋厚と競技成績との関係, 体力科学, 60 (4), 401 - 411.
- 35) 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.
- 36) RYOICHI EMA, MASANORI SAKAGUCHI, YASUO KAWAKAMI(2018): Thigh and Psoas Major Muscularity and Its Relation to Running Mechanics in Sprinters, *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE*, 2085-2091.
- 37) 狩野豊, 高橋英幸, 森丘保典, 秋間広, 宮下憲, 久野譜也, 勝田茂 (1997): スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力の関係, 体育学研究 41, 352-359.

Received date 2023年12月18日

Accepted date 2023年12月18日