

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：37101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01745

研究課題名(和文) 発育期における下肢および大腰筋の発育と疾走能力の発達との関係

研究課題名(英文) Relationship between the development of lower limb muscles and psoas major muscle and sprinting ability during the growth period

研究代表者

船津 京太郎 (Funatsu, Kyotaro)

九州共立大学・スポーツ学部・教授

研究者番号：10259658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、6～8歳の児童を対象とし、下肢の筋および大腰筋の筋量が疾走能力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。8歳児においては、大腰筋の厚さと疾走能力との間に有意な正の相関が認められ、この頃から大腰筋が股関節屈曲動作に貢献し始めることが示唆された。下肢の筋厚は7歳まではピッチやストライドの増大に貢献し、8歳ごろからは主にストライドに貢献することが示唆された。下肢の筋群および大腰筋の発育が疾走能力に与える影響に年齢差が認められたのは、日常生活における運動の経験や運動の頻度等の負荷量の差が影響を及ぼしている可能性があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

成人スプリンターにおいては、下肢筋群や大腰筋と疾走能力の関係について明らかにされていたが、発育期の子どもにおいてはその関係についての研究は少ない。本研究においては8歳ごろから成人と同様にそれらの筋群がスプリント能力に影響を与える可能性が示唆された。また、下肢筋群や大腰筋の厚さ(量)と疾走能力との関係において年齢差が認められたことは、発育の程度に加え日常の運動量の差が関係している可能性があることが示唆されたが、この点については今後の検討が必要である。子どもの疾走能力と関係のある筋群が明らかになる事で、運動プログラムに反映することができ、子どもの体力、特に疾走能力の向上に貢献することができる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the relationship between lower limb muscle and psoas major muscle thickness and sprinting ability in 6- to 8-year-old children. The significant positive correlation between psoas major muscle thickness and sprinting ability in 8-year-old children indicates that the psoas major muscle begins to contribute to hip flexion movement around age 8. Muscle thickness of the lower limbs increased pitch and stride up to age 7, suggesting that the muscles mainly contribute to stride from around age 8. Age differences in the effects of lower limb muscles and psoas muscle development on sprinting ability suggests that differences in the amount of load, such as experience with daily exercise and frequency of exercise, may be influencing the effects of these factors.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：下肢筋群の発育 疾走能力の発達 プレゴールデンエイジ 筋厚 超音波法

1. 研究開始当初の背景

走運動は、基本的な身体動作の一つであり、走能力は発育期の運動能力の発達過程を知る上で重要な指標となる。児童期に習得する疾走能力は、その後に習得する種々のスポーツ運動の基礎となる重要なものであり、競技スポーツの達成水準を決定する重要な基礎的能力の一つになると言われている(宮丸ら, 1991)。男児における疾走速度は、17歳頃まで年齢が上がるにつれて直線的に増加し(藤井ら, 2006; 宮丸ら, 2002)、ピッチは2歳頃にはすでに成人の値に達するとの報告(斎藤ら, 1981)もある。宮丸は、6歳以降の走動作では成人と類似した走動作形態が見られるようになり、児童期の疾走速度の増大は主にストライドの増大に起因するとしている。ストライドの増大は主に身長が増大に伴う下肢の伸びに影響される(宮丸, 2002; 斎藤, 1995)。

しかし、ストライドの増大には、筋量の増加による筋力の発達も貢献することが示唆されている。筆者ら(2013)は思春期前にあたる3~8歳を対象とした横断的研究において、子どもの大腿後部、下腿後部の筋厚の発育が、身長などの形態と同様にストライドの増大に影響を及ぼすと報告し、下肢の筋の量的発育も疾走能力の発達を促す重要な因子であること示している。加藤ら(2001)は、優れた疾走能力をもつ小学生は、形態が大きく下肢筋力が高いことを指摘している。このように疾走能力と下肢筋量ならびに筋力には密接な関りがあることが多くの研究により指摘されている。

一方、大腰筋は疾走時のスイング期において股関節屈曲角速度を向上させることで疾走スピードを高めることに貢献する(星川ら, 2009)。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(R. EMA et al, 2018)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大きいことが報告され、久野らの研究(2000)では、疾走速度と大腰筋横断面積との間に密接な関りがあると示唆している。しかし、これらは成人やアスリートを対象とした研究であり、児童期前半の発育過程における下肢筋群等の筋量と疾走能力との関係についての研究は少ない。大腰筋については、体幹の深部にあるために児童期の子どもにおいて観察が容易でなく、児童期前半の子どもの大腰筋が疾走時にどのような役割を持つかについて得られている知見は少ない。特に児童期における大腰筋と疾走能力との関係に着目した研究は見当たらず、この時期に、大腰筋が疾走能力にどのような影響を与えるかについては明らかにされていない。しかし、形態の著しい発育をとらなう児童期前半において、下肢筋群、大腰筋の筋量と疾走能力と関連付けることは、今後の運動プログラムの作成等において重要な役割を果たすと考えられる。

2. 研究の目的

そこで本研究では、プレゴールデンエイジ期にあたる6~8歳の子どもを対象として、下肢の筋、大腰筋の筋量と疾走能力との関係を検討し、それらの筋量が疾走能力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

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(表1)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。

表1 対象者の身体的特徴

	6 (歳)	7 (歳)	8 (歳)
身長(m)	1.20±0.05	1.26±0.05	1.31±0.05
体重(kg)	22.19±2.63	24.74±3.37	28.16±4.04
大腿囲(cm)	33.72±2.35	36.00±2.89	36.62±3.18
下腿囲(cm)	24.38±1.64	26.05±1.87	26.63±2.11

【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。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(図1~4)。大腰筋の測定は、大森ら(2015)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(図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。

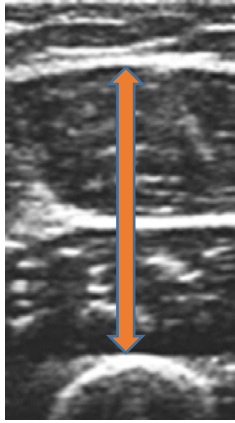


図 1 大腿前部

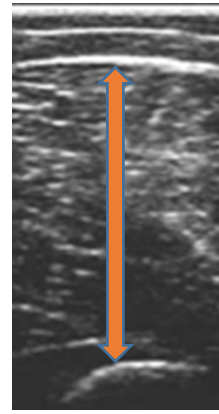


図 2 大腿後部

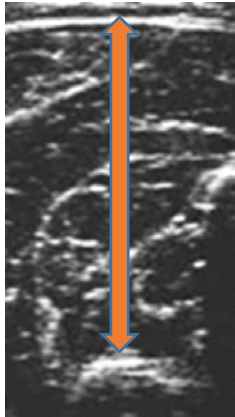


図 3 下腿後部



図 4 大腰筋

【疾走能力の測定】

50m走の測定は、北九州市立A小学校のグラウンドにて50m走の撮影を行った。対象者にはスタンディング姿勢から55m地点まで全力で走ることを指示した。撮影はハイスピードカメラ（Exilim EX-F1 CASIO）を用いて行い、40m地点の側方よりスタートからゴールまでを撮影した（図5）。撮影した画像をラップアナライザー（キッセイコムテック社製）を用いて解析を行い、平均ピッチ、平均ストライド、身長比ストライド、平均スピードを算出した。測定前に準備運動と30mの試走を行った後に測定を開始した。

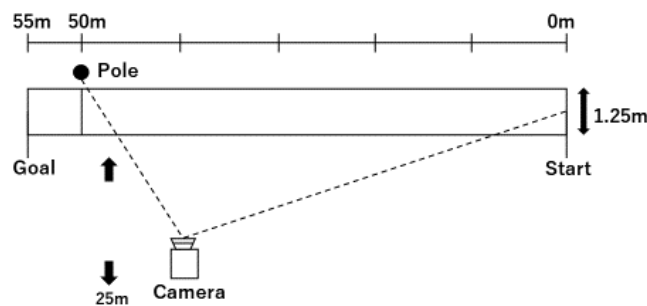


図 5 疾走能力の測定

【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。

3. 研究成果

【疾走能力】

50m走の平均ピッチは、6歳群では 4.11 ± 0.26 （歩/秒）、7歳群では 4.12 ± 0.2 （歩/秒）、8歳群では 4.08 ± 0.26 （歩/秒）であり、経年的な変化は認められなかった。

50m走の平均ストライドは、6歳群では 1.07 ± 0.15 （m）、7歳群では 1.18 ± 0.10 （m）、8歳

群では 1.24 ± 0.09 (m) であり、経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.05$).

50m走の身長比ストライドは、6歳群では 0.89 ± 0.12 m, 7歳群では 0.94 ± 0.07 m, 8歳群では 0.94 ± 0.06 m であり、経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.05$).

50m走の平均スピードは、6歳群では 4.38 ± 0.56 (m/s), 7歳群では 4.85 ± 0.39 (m/s), 8歳群では 5.05 ± 0.46 (m/s) であり、経年的に有意な増加が認められた ($P < 0.01$).

【疾走能力と下肢筋厚および大腰筋厚との関係】

疾走能力と下肢筋厚および大腰筋厚との関係をそれぞれ表2に示す.

表2 疾走能力と下肢筋厚, 大腰筋との間の単純相関係数

6歳								
	MTa (mm)	MTP (mm)	MTC (mm)	PM (mm)	Mta/Ht (mm/m)	Mtp/Ht (mm/m)	MTC/Ht (mm/m)	PM/Ht (mm/m)
FR	-0.15	-0.08	-0.15	0.06	-0.04	0.02	-0.05	0.13
ST	0.28*	0.27	0.23	-0.26	0.15	0.14	0.11	-0.41**
ST/Ht	0.18	0.16	0.05	-0.36*	0.15	0.13	0.00	-0.43**
V	0.23	0.25	0.18	-0.25	0.15	0.17	0.09	-0.39**
7歳								
FR	0.22	0.04	0.00	0.04	0.31*	0.14	0.10	0.12
ST	0.32*	0.43**	0.44**	0.14	0.20	0.30*	0.31*	-0.03
ST/Ht	0.19	0.29*	0.22	0.10	0.20	0.31*	0.25	0.00
V	0.51**	0.48**	0.45**	0.17	0.46**	0.42**	0.40**	0.06
8歳								
FR	0.00	-0.01	0.01	0.02	0.07	0.08	0.12	0.11
ST	0.26	0.48**	0.43**	0.35*	0.13	0.33*	0.27	0.12
ST/Ht	0.18	0.30*	0.21	0.20	0.19	0.35*	0.25	0.22
V	0.22	0.41**	0.37**	0.33*	0.15	0.31*	0.31*	0.18

FR:平均ピッチ; ST:平均ストライド; ST/Ht:身長比ストライド; V:平均スピード; MTa:大腿前部筋厚; MTP:大腿後部筋厚; MTC:下腿後部筋厚; PM:大腰筋筋厚; Mta/Ht:大腿前部筋厚の身長比; Mtp/Ht:大腿後部筋厚の身長比; MTC/Ht:下腿後部筋厚の身長比; PM/Ht:大腰筋筋厚の身長比

【考察】

疾走能力について筆者ら(2013)は3~8歳を対象に本研究と同様の測定を横断的に行っており、6~8歳の年齢幅においては平均ストライド、平均身長比ストライド、平均スピードの疾走能力は、年齢が上がるにつれて増加し、有意な年齢の主効果が認められたと報告している。本研究においても平均ストライド、平均身長比ストライド、平均スピードは経年的に増大した。これに対し、ピッチは有意差が認められなかった。宮丸(1991)は小学校1年生~6年生における疾走能力の発達の縦断的な研究において、ピッチに変化は見られなかったと報告している。また、2~11歳を対象者とした研究(斎藤,1981)においては、ピッチはストライドのような経年的変化はなく、成人まで一定の値を示すと報告もある。本研究においても平均ピッチで経年的な増加が認められず、ピッチについては児童期においてすでに成人のレベルと同等まで達していると考えられる。したがって、6~8歳の児童期における疾走能力の発達は、身長や下肢長の伸びによるストライドの増大が関与すると考えられる。

下肢筋厚および大腰筋厚と疾走能力との関係について年齢別に考察する。本研究における6歳次では、大腿前部筋厚と平均ストライドとの間に有意な正の相関が認められた($P < 0.05$)。筆者ら(2012)の3歳から8歳を対象とした横断的研究において、6歳群では、身長に対する大腿前部筋厚とストライドの間に有意な正の相関が認められており本研究の結果と一致する。大腿前部を構成する一つである大腿直筋は、疾走時の立脚期に膝関節の伸展を行う筋群であり、重要な役割を果たすことが報告されている(R.EMA et al, 2018)。本研究において大腿前部とストライドとの間に有意な相関が認められたのは、大腿前部の筋量が膝関節の伸展力を向上させることに関与し、ストライドの増大に貢献したと考えられる。また、大腰筋厚と身長比ストライドとの間には有意な負の相関が認められた($P < 0.05$)。身長に対する相対値においても疾走

速度と負の相関が認められ ($P < 0.01$), 平均ストライド, 身長比ストライドとの間にも有意な負の相関が認められた ($P < 0.01$). 大腰筋は, 股関節屈曲筋であり, 疾走時には股関節トルク発揮に貢献し, 遊脚の引付を素早く行う役割を果たすことで疾走速度を向上させる (H. Kanehisa et al, 1994). しかし6歳次では大腰筋とストライド, 平均スピードとの間に負の相関が認められた. 宮丸 (2001) の3歳から7歳の児童を対象とした研究では, 疾走時の股関節屈曲角度は経年的に減少し, 大腿の引き上げは経年的に増加すると報告している. また, 宮丸は児童期の疾走動作において年齢とともに大腿の前方への引き上げが高くなり疾走動作が改善されていくことを示唆している. この過程の中で6歳次では大腰筋が股関節を十分に屈曲させるまで発達しておらず, 脚全体を素早く前方に引き出す動作のみに貢献し, 遊脚期を短縮させストライドの減少に繋がっている可能性があるが, 今後更に検討が必要である.

7歳次では全ての下肢筋群と疾走速度との間に有意な相関が認められた. 主に平均ストライドとの間に有意な正の相関が認められ, 大腿後部においても身長比ストライドとの間にも有意な正の相関が認められた. 勝田ら (1995) のジュニアスプリンターを対象とした研究では, 疾走速度の増大には主にハムストリングの発達が影響を与えることを示唆している. 成人を対象とした研究 (狩野ら, 1997) でもハムストリングと疾走スピードとの間には有意な相関が認められている. また, 大腿後部の筋群は立脚期に前方へのドライブ動作の中心的役割を担う筋群であると指摘されている (吉岡ら, 2009). 本研究では大腿後部と疾走能力との間に有意な相関が認められ, 7歳頃からジュニアスプリンターや, 成人と同様に大腿後部の筋量が疾走能力に影響を及ぼすことが示唆された. 下腿後部においては疾走速度との間に有意な相関が認められ ($P < 0.01$), 平均ストライドとの間にも有意な正の相関が認められた ($P < 0.01$). 筆者ら (2012) の研究においても, 7歳群の下腿後部と疾走能力の間には有意な正の相関が認められている. 池袋 (2011) の陸上短距離選手を対象とした先行研究によると, 短距離選手群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. また, 吉本ら (2012) は, 小学生の走速度の向上の要因の一つとして, 足関節底屈トルクを挙げ, 下腿後部の筋は, 足関節底屈トルクの向上に貢献すると報告している. 足関節底屈トルクが向上することによってキック力が向上し, 地面反力が大きくなることが推測できる. これらの先行知見と本研究の結果から大腿後部と同様に, 下腿後部の筋量がストライドに影響を与えると考えられる. 大腿前部の身長に対する相対値では, 疾走速度との間に有意な正の相関が認められ, 平均ピッチとの間にも有意な正の相関が認められている. 6歳次においては大腿前部の筋量の増加が膝関節の伸展力に貢献し, ストライドが増大することが示唆されたが, 7歳次においてはピッチとの間に有意な正の相関が認められた. 大腿前部を構成する一つの大腿直筋は股関節と膝関節を跨ぐ二関節筋であるため, 疾走時に股関節の屈曲や膝関節の伸展に作用する筋である. 大腿前部と平均ピッチとの間に有意な正の相関が認められたのは, 大腿前部の筋はドライブ動作後に股関節を素早く屈曲させ, 遊脚を引き付ける動作に貢献し, ピッチが増大することによるものではないかと考えられる.

8歳次において疾走能力との間に有意な相関が認められたのは大腿後部と下腿後部, 大腰筋であった. 大腿後部の筋厚は疾走速度, 平均ストライド, 身長比ストライドとの間に有意な正の相関が認められ, 下腿後部の筋厚は疾走速度, 平均ストライドとの間に有意な正の相関が認められた. 筆者ら (2012) の3~8歳を対象とした横断的研究においては, 男児8歳群では筋厚と疾走能力との間に有意な相関は認められなかったと報告しており, 対象者を縦断的に検討した本研究とは異なるものであった. しかし斎藤ら (1995) の2歳児から一流の短距離選手を対象とした研究では, 6歳以降は下肢長の増加など形態的な発達に加え, 脚筋力や脚筋パワーなどの向上も疾走能力に影響を与えると報告している. このことから8歳次においても筋量と疾走能力との間には密接な関りがあると考えられる. それらの先行知見や本研究の結果から, 8歳次においては大腿後部と下腿後部の筋量はストライドに影響を及ぼしていると考えられる.

また8歳次においては大腰筋と平均スピード, 平均ストライドとの間に有意な正の相関が認められた ($P < 0.05$). 久野ら (2001) は, 大腰筋横断面積と疾走速度との間には密接な関りがあると報告しており, 大学生あるいは日本を代表する短距離走選手においては大腰筋が著しく発達していると報告している. また, 星川ら (2009) の高校生を対象にした研究では, シニアの短距離走選手のみならず, 成長過程にある高校生の短距離走選手においても, すでに他の競技種目よりも著しく大腰筋が発達していると報告している.

これまで児童期における大腰筋の発育を縦断的に測定した研究は見られないが, これらの先行研究と本研究の8歳次における結果から, 8歳次ごろから大腰筋が疾走時のストライドに影響を及ぼし始める可能性があると考えられる.

本研究の問題点として, 大腰筋厚の測定における再現性に課題が残された. 深部にある筋であると同時にその計測にはかなりの熟練が必要である. 今後, 測定の定数を増やし, 検討を重ねる必要がある.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大下 和茂 (Oshita kazushige) (10615826)	岡山県立大学・情報工学部・准教授 (25301)	
研究分担者	村木 里志 (Muraki Satoshi) (70300473)	九州大学・芸術工学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	長谷川 伸 (Hasegawa Shin) (70350444)	九州共立大学・スポーツ学部・教授 (37101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関