

スピードスケート短距離・長距離選手における大腿部筋厚の発達

The development of thigh muscle thickness in short and long-distance speed skaters

熊川 大介*, 角田 直也**

Daisuke KUMAGAWA* and Naoya TSUNODA**

プロジェクト研究課題：

ジュニアスポーツ選手の体力的特性

プロジェクト研究の概要：

本プロジェクトでは、発育期スポーツ選手における競技能力と体力的特性との関わりについて、1) ジュニアスポーツ選手の競技能力に関わる筋形態及び機能的要因、2) ジュニアスポーツ選手における競技能力と骨格筋の形態及び機能の発達、3) 競技能力と骨格筋の形態及び機能における性差、から検討する。本年度は、前報に引き続き2)の研究課題についての測定を実施し、スピードスケート選手における体力特性の発育・発達傾向を専門種目別に比較検討した。本報では、その成果について報告する。

I. 緒 言

スピードスケート選手は大腿部の筋群が著しく発達している(金久ら1986, 角田ら1986)。これはスピードスケート滑走が下肢の伸展屈曲動作の反復を主体としており、前方への推進力は下肢を屈曲させた状態から伸展する際に発揮されるパワーに依存するからである。成人選手を対象として

大腿筋群の横断面積を他の競技種目選手と比較した角田ら(1986)によれば、スピードスケート選手は大腿四頭筋の一つである外側広筋の発達が著しいことが明らかにされている。このことは、氷上滑走中あるいは陸上でのトレーニングにおいて大腿四頭筋に対する負荷が他の筋に比べて大きいことを意味している。また、発育・発達の観点からスピードスケート選手における大腿筋群の量的変化について検討した先行研究(熊川と角田2008)によれば、男子選手の大腿部前面と後面の筋厚は18歳付近でピークに達している。したがって、スピードスケート選手における大腿部の筋量発育は、ジュニア期にほぼ完成するのではないかと考えられる。しかしながら、これらの先行研究においてはスピードスケートの専門種目特性が考慮されておらず、同一グループの中に短距離選手や長距離選手が混在する可能性がある。スピードスケート競技は500mから男子では10000mまでの種目が存在する。それゆえ、体力的要素の向上を目的としたトレーニングは、種目別にプログラムされているケースが多い(根本ら1995)。これらのことから、スピードスケート選手における筋形態は種目特有の発達傾向を示すことが十分に考えられ、これらを明らかにすることは専門種目

* 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate school of Sport System, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

によって強化すべき筋群の示唆も可能になることが予想できる。

そこで本研究では、中学生と高校生のジュニアスピードスケート選手を対象として、大腿部の筋厚に及ぼす競技種目トレーニングの影響について発育・発達との関連から検討することを目的とした。

II. 方 法

1) 被検者

被検者は、中学生及び高校生の男子スピードスケート選手121名（短距離選手58名、長距離選手63名）を対象とした。全被検者は、年間を通じてスピードスケート競技の種目別トレーニングを行っており、測定前のシーズンにおいて公式記録

会に参加していた。本研究では、先行研究（熊川と角田 2006, 2009）の方法に従って被検者を短距離選手と長距離選手に分類した。即ち、各被検者が得意としている専門種目を調査し、宮下（1993）の示す運動時間とエネルギー供給機構の貢献度を参考にして、500mを専門種目とする選手は短距離選手、3000m以上の種目を専門とする選手を長距離選手と定義した。また、本研究では、12歳から17歳までの選手を1歳ごとの年齢群として分類した。各群における被検者数及び身体的特性は平均値と標準偏差値でTable 1に示した。なお、本研究の測定は8月に行った。全ての被検者及びその保護者には、研究の目的及び内容等について十分説明し、本研究への任意による参加の同意を得た。

Table 1. Number of subjects and physical characteristics in groups.

SHORT-DISTANCE SKATERS				
Age (yrs)	n	Body height (cm)	Body weight (kg)	Fat (%)
12	5	153.3±10.3	44.5±9.6	13.1±1.4
13	8	159.5±5.3	49.1±8.4	13.1±3.2
14	13	163.0±7.3	52.8±9.5	16.0±4.3
15	10	168.7±3.4	58.0±5.7	15.7±2.1
16	9	169.1±5.3	64.5±3.8	19.2±5.4
17	13	171.8±5.2	65.8±3.8	20.0±3.5

Values are expressed as mean ± SD.

LONG-DISTANCE SKATERS				
Age (yrs)	n	Body height (cm)	Body weight (kg)	Fat (%)
12	8	155.2±11.8	43.2±9.2	14.0±3.9
13	13	154.5±10.1	43.8±8.6	13.9±2.6
14	10	163.3±9.0	48.9±8.0	15.0±1.9
15	11	166.0±8.3	55.0±9.9	17.9±4.0
16	10	168.0±7.0	54.2±6.2	16.9±2.8
17	11	169.8±4.6	61.0±6.8	17.4±3.1

Values are expressed as mean ± SD.

2) 除脂肪量の測定

本研究における全身の筋量の指標は除脂肪量 (Fat free mass : FFM) によって評価した。FFM の測定は、体内脂肪計 (BODY FAT ANALIZER, TBF-110, TANITA 社製) を用いて行った。測定姿勢は立位で行い、測定中は身体に動きが生じないように配慮した。測定に用いられる周波数は 50kHz、電流は $500\mu A$ であり、両足間から 4 電極のインピーダンス法により推定された値を採用した。また、この際に被検者の体重及び体脂肪率 (% Fat) も記録した。

3) 筋厚の測定

大腿部における筋厚は、超音波測定装置 (Echo Camera SSD-900CL, ALOKA 社製) を用いて、超音波周波数 7.5MHz で測定した。測定に先立ち、被検者の大転子から膝関節面までの距離を大腿長としてスチール製の巻き尺を用いて計測した。測定部位は、大腿長の 50% 部位における右側の大腿部前面 (MTA) 及び後面 (MTP) をそれぞれ計測した。なお、測定姿勢は立位で行い、測定中は大腿部の筋収縮を行わないように指示した。本

研究における筋厚値は、石田ら (1992) の方法に従い、皮下脂肪組織と筋組織の境界を示す反射波から大腿骨までの距離をそれぞれ筋厚とした。本研究では、被検者の発育を考慮し、筋厚値を FFM の $1/3$ 乗で除した値を個人値とした。

4) 統計処理

本研究における全ての測定値を平均値 \pm 標準偏差 (SD) によって示した。また、各測定値に対する専門種目及び年齢の影響については二元配置分散分析によって調べ、各年齢群における専門種目間の有意差検定は、多重比較検定により行った。統計処理の有意性は危険率 5% 未満で判定した。

Ⅲ. 結果と論議

Fig.1 は、各年齢における $FFM^{1/3}$ あたりの MTA の値を、短距離選手及び長距離選手で示したものである。 $MTA/FFM^{1/3}$ は、14 歳から増加する傾向がみられるが、その増加量は両群間で異なる結果となった。即ち、12 歳から 14 歳までの年齢では両群ともにほぼ同程度の値を示すが、16

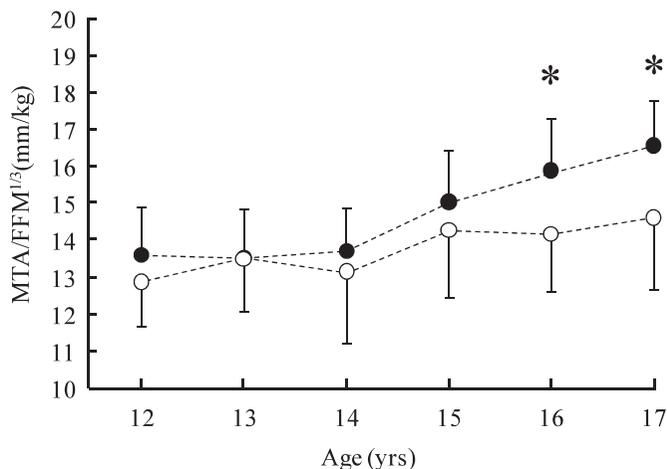


Fig.1. Age-related changes in related MTA to $FFM^{1/3}$ in male junior speed skaters. --●--: Short-distance skaters. --○--: Long-distance skaters. Values are expressed as $mase \pm SD$. * indicates significant difference between Short-distance and Long-distance skaters.

歳及び17歳において短距離選手が長距離選手よりも有意に高い値を示した。一方、各年齢における $FFM^{1/3}$ あたりの MTP 値を Fig.2 に示した。MTP/ $FFM^{1/3}$ は MTA/ $FFM^{1/3}$ の場合とは異なり、全ての年齢において両群間に有意な差は認められなかった。即ち、ジュニアスピードスケート選手の場合、ハムストリングスを含む大腿部後面の筋厚は全ての年齢において短距離選手と長距離選手間に差異は存在しないが、大腿四頭筋の一部である大腿部前面の筋厚は短距離選手の発達が著しいといえる。また、このような大腿部前面の筋厚における種目差は、特に高校生期から表れることが明らかになった。これらの要因としては、まず両滑走種目選手におけるトレーニング内容の相違が考えられる。高校生期におけるスピードスケート選手の種目別トレーニングを示した先行研究(熊川と角田 2006)によれば、非氷上期における陸上トレーニングは、走トレーニングや自転車ペダリングトレーニング等が主として行われており、短距離選手は短時間に高強度のトレーニングを、長距離選手では長時間に比較的低強度のトレーニングが行われる傾向にある。また、氷上での

種目別トレーニングを目的別に示した根本ら(1995)の報告によれば、短距離選手はトップスピードとその持続能力を獲得することが目的とされており、それを可能にする生理的能力として無酸素性能力の改善が主眼とされているのに対し、長距離選手の場合では持久性能力の改善とペース配分の習得が主な目的として挙げられている。つまり、下肢筋群をベースに考えれば、短距離選手のほうがより高強度のトレーニングを行っていることが容易に想像できる。さらに、実際のスケート動作におけるプッシュオフ局面においては、パワー発揮が大腿四頭筋や大臀筋に依存すること (de Boer et al. 1987) を考慮すると、短距離選手の場合では、日常のトレーニングにおいて大腿四頭筋に対するストレスが大きいのではないかと考えられる。一方、スピードスケートの各滑走距離における平均的スケートティングポジションについて検討した van Ingen Schenau and Bakker (1980) によると、滑走中の膝関節及び股関節角度は、滑走距離が長くなるに従って大きくなるという結果が得られている。即ち、本研究の被検者においても、氷上滑走あるいは夏季に行

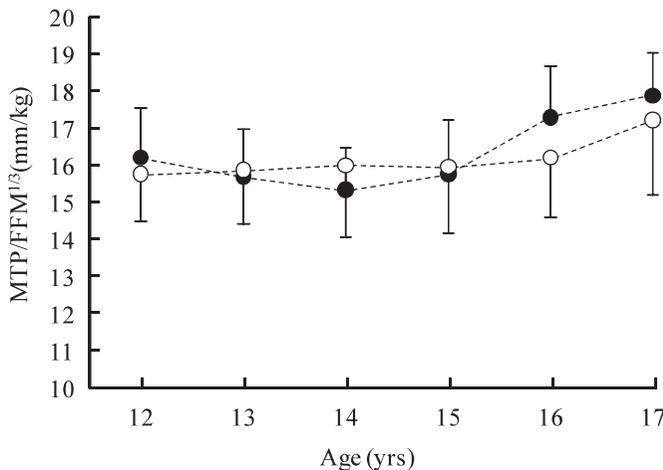


Fig.2. Age-related changes in related MTP to $FFM^{1/3}$ in male junior speed skaters. -●-: Short-distance skaters. -○-: Long-distance skaters. Values are expressed as $mase \pm SD$.

われるローラースケートトレーニングにおいて、短距離選手のほうが長距離選手よりも低い滑走姿勢で行われている可能性が十分に予想できる。この滑走姿勢の相違について根本ら（1983）は、膝関節角度の小さい、いわゆる低いスケートティングポジションを維持することによって大腿部への血流が抑制され、大腿四頭筋に対する負荷が大きくなることを指摘している。これらのことを考慮すると、本研究の短距離選手はスピードスケートトレーニングの過程において長距離選手よりも大腿四頭筋に対する負荷が強いことが推察でき、スケートティングポジションの相違が筋形態の種目差の一要因となり得るのではないかと考えられる。

さらに本研究では、大腿部前面の筋厚に対する後面の筋厚の比を算出し、専門種目別及び各年齢別に比較した (Fig.3)。その結果、全ての年齢において長距離選手が短距離選手よりも低い値を示し、特に17歳では両群間に有意な差異が認められた。このことは、年齢が進むにつれて短距離選手はMTPよりもMTAの割合が大きくなるが、長距離選手では短距離選手に比べてMTPの割合が大きいことを示している。言い換えれば、長距

離選手は大腿四頭筋よりハムストリングスの量が比較的大きく、短距離選手では大腿四頭筋が大きくなることが考えられる。これらの結果は、ジュニア選手における大腿筋形態の特徴の一つとして考えられ、両専門種目選手において強化すべき部位を示す指標となり、さらに中学生、高校生段階において専門種目を決定する際の一資料となり得ることが考えられる。

IV. ま と め

本研究では、ジュニアスピードスケート選手における大腿部の筋厚の発育・発達様相を短距離選手と長距離選手間で比較検討した。

その結果は以下のとおりであった。

1) 全身の筋量に対する大腿部前面の筋厚は、12歳から14歳までの年齢では両群ともにほぼ同程度の値を示すが、16歳及び17歳において短距離選手が長距離選手よりも著しく高い値を示した。即ち、ジュニアスピードスケート選手の場合、大腿四頭筋の一部である大腿部前面の筋厚は短距離選手のほうが顕著に発達することが考えられ、

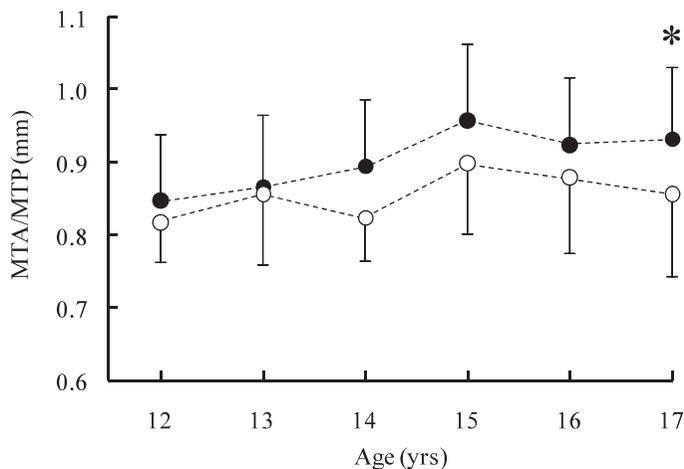


Fig.3. Age-related changes in related MTA to MTP in male junior speed skaters. ●-●-: Short-distance skaters. -○-○-: Long-distance skaters. Values are expressed as $\text{mean} \pm \text{SD}$. * indicates significant difference between Short-distance and Long-distance skaters.

専門種目間における差は高校生期から認められることが明らかになった。

2) 全身の筋量に対する大腿部後面の筋厚は、中学生から高校生の全ての年齢において両群間に有意な差異は認められなかった。従って、短距離・長距離選手における大腿部後面の筋厚はいずれの年齢においてもほぼ同程度であることが考えられた。

3) 大腿部前面の筋厚に対する後面の筋厚の比は、全ての年齢において長距離選手が短距離選手よりも低い値を示した。この結果から、長距離選手は大腿四頭筋よりハムストリングスの量が比較的大きく、短距離選手では大腿四頭筋が大きくなることが考えられた。

本研究の一部は、国士舘大学体育学部付属体育学研究所の2009年度研究助成によって実施した。

引用・参考文献

- 1) de Boer R W, Cabri J, Vaes W, Clarijs J P, Hollander A P, de Groot G, van Ingen Schenau G J, (1987), Moments of force, Power, and muscle coordination in speed-skating. *Int J Sports Med*, 8 (6), 371-378.
- 2) 石田良恵, 金久博昭, 福永哲夫, 中村栄太郎, (1992), 日本人一流競技選手の皮下脂肪厚と筋厚. *Jpn J Sports Sci*, 11, 587-596.
- 3) 金久博昭, 福永哲夫, 池川繁樹, 石田良恵, (1986), 陸上競技(短・中・長距離)、バレーボールおよびスピード・スケート選手の筋断面積における性差. *Jpn J Sports Sci*, 5, 662-668.
- 4) 熊川大介, 角田直也, (2006), 男女スピードスケート選手における下肢筋群の形態及びパワー発揮能力に及ぼす競技種目の影響. *トレーニング科学*, 18 (3), 241-249.
- 5) 熊川大介, 角田直也, (2008), 相対発育からみたスピードスケート選手の滑走能力と大腿部の筋厚及び無酸素性パワーの発達. *体力科学*, 57 (1), 119-129.
- 6) 熊川大介, 角田直也, (2009), 競技種目の相違からみたスピードスケート選手における筋形態及び無酸素性パワー発揮能力の発達. *国士舘大学体育研究所報*, 27, 63-68.
- 7) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川繁樹, (1986), 大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特性. *体力科学*, 35, 192-199.
- 8) 根本 勇, 黒田善雄, 柳沢香絵, 土谷一晃, 熊川輝男, 入沢孝一, (1995), スピードスケート競技力向上のトレーニング. *Jpn J Sports Sci*, 14 (3), 291-308.
- 9) 宮下充正, (1993), トレーニングの科学的基礎. *ブックハウスHD*, 40-42.
- 10) van Ingen Schenau G J and Bakker K, (1980), A Biomechanical model of speed skating. *J Hum Mov Stud*, 6, 1-18.