

# パワー系スポーツ選手における 下肢筋腱形状の特徴に関する研究

プロジェクトメンバー：黒川貞生\*、亀ヶ谷純一、杉崎範英（\*：代表者）

## プロジェクトの目的

筋形状や腱形状には可塑性があることが知られており、長期的なトレーニングによって、そのトレーニング内容に応じた変化が起こる（e.g. Sugisaki & Kurokawa 2014）。そのため、スポーツ選手の筋腱形状を調べることは、当該競技を継続的に行うことによる筋腱形状やそれに伴う機能的特性の変化、あるいは当該競技において必要となる筋機能の解明において有用な情報を提供することとなる。本研究では、パワー系スポーツ選手を対象として下肢の筋腱形状の特徴を明らかにすることを目的とした。

## 方法

男子大学野球選手15名および男子大学バレーボール選手7名の測定を行った（今後、期末までに男子大学アメリカンフットボール選手および一般男子学生の測定・分析も行う予定）。また、一部の選手については、2月もしくは3月に再度測定を行い、スポーツ活動継続に伴う縦断的な変化も検討する。現在までに得られているデータについてその方法と結果を以下に示す。

超音波診断装置（SSD-2200およびSSD6500、日立アロカ社）を用いて、大腿部および下腿部の断面像をBモード撮像し、画像分析ソフト（ImageJ, NIH）を用いて以下の下肢筋腱形状の測定を行った（図1）。

- ▶ 大腿長50%位置における大腿前面の筋厚および大腿直筋の筋厚
- ▶ 下腿長近位30%位置における下腿後面（腓腹筋外側頭位置）の筋厚
- ▶ 外側広筋および腓腹筋内側頭の筋厚、筋束長、および羽状角
- ▶ アキレス腱および膝蓋腱の腱長

また、このほかに、布製メジャーを用いて、大腿長、大腿長50%位置の大腿周径、下腿長、下腿長近位30%位置の下腿周径の測定を行った。以上の測定データのうち、羽状角を除く測定項目については、体格の影響を排除するために身長に対する比を求めた。

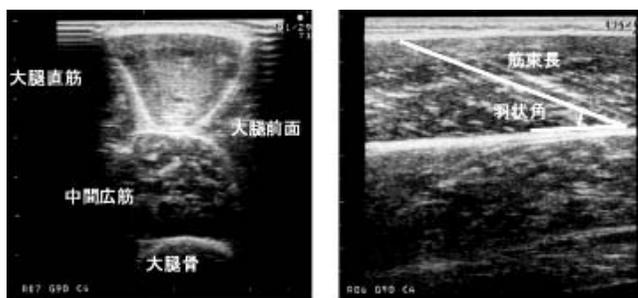


図1 Bモード超音波法による筋形状の測定  
左：筋厚測定の場合（大腿前部および大腿直筋）  
右：筋束長および羽状角測定の場合（腓腹筋内側頭）

すべての測定項目について平均値、標準偏差、および変動係数を求めた。また、対応のない検定を用いて種目間差の検討を行った。また、筋厚に及ぼす筋束長および羽状角の影響を検討するために、ステップワイズ法を用いて、筋厚を従属変数、筋束長および羽状角を独立変数とする重回帰分析を行った。いずれの統計検定においても危険率5%未満を有意とした。

## 結果

測定結果は、表に示すとおりである。測定項目のうち、外側広筋の筋厚、外側広筋の筋束長、および膝蓋腱長において、野球選手がバレーボール選手よりも統計的に大きな値であった ( $p < 0.05$ )。全被験者を対象とした重回帰分析の結果、外側広筋、腓腹筋内側頭ともに、筋束長 (外側広筋  $\beta = 0.984$ ,  $r < 0.001$ ; 腓腹筋内側頭  $\beta = 1.621$ ,  $r < 0.001$ ) および羽状角 (外側広筋  $\beta = 1.059$ ,  $r < 0.001$ ; 腓腹筋内側頭  $\beta = 1.291$ ,  $r < 0.001$ ) を説明変数とする有意な筋厚の推定式が得られた (外側広筋  $R^2 = 0.959$ ,  $p < 0.001$ ; 腓腹筋内側頭  $R^2 = 0.922$ ,  $p < 0.001$ )。また、いずれの群においても、筋腱形状のほとんどの項目において、変動係数10%を超える大きなばらつき (個人差) が認められた。

## 考察および結論

本研究の結果から、パワー系スポーツに分類される種目においても筋腱形状に種目間差が存在する可能性が示唆された。本研究では、対象としたいずれの筋においても、筋厚が筋束長および羽

表 形態および筋腱形状測定結果

		野球			バレーボール			全体		
		Mean	SD	CV(%)	Mean	SD	CV(%)	Mean	SD	CV(%)
体肢長	大腿長	0.24	0.01	3.3	0.23	0.01	3.5	0.24	0.01	3.4
	下腿長	0.23	0.01	2.7	0.23	0.01	2.4	0.23	0.01	2.8
周径	大腿長50%位置	0.32	0.02	6.7	0.30	0.02	6.4	0.31	0.02	7.5
	下腿近位30%位置	0.22	0.01	4.0	0.21	0.01	6.2	0.22	0.01	5.1
筋厚	大腿前面	0.034	0.004	11.5	0.030	0.003	9.3	0.033	0.004	11.9
	大腿直筋	0.017	0.002	13.6	0.016	0.002	13.8	0.017	0.002	13.5
	外側広筋	0.017	0.001	7.6	0.014*	0.004	26.2	0.016	0.003	16.6
	下腿後面	0.041	0.002	5.9	0.040	0.003	7.0	0.041	0.003	6.2
筋束長	腓腹筋内側頭	0.013	0.001	10.2	0.012	0.001	12.0	0.013	0.001	10.9
	外側広筋	0.054	0.008	15.7	0.045*	0.007	15.8	0.051	0.009	17.7
	腓腹筋内側頭	0.036	0.007	19.8	0.035	0.005	14.1	0.036	0.006	17.8
羽状角	外側広筋 (*)	19.3	3.0	15.3	19.0	4.9	25.8	19.2	3.6	18.5
	内側広筋 (*)	21.8	3.8	17.4	20.2	3.0	14.8	21.3	3.6	16.8
腱長	膝蓋腱	0.045	0.007	16.5	0.036*	0.005	14.8	0.042	0.008	18.7
	アキレス腱	0.12	0.01	7.1	0.11	0.01	9.8	0.11	0.01	8.0

羽状角以外の項目はすべて身長で除した値を示した。\*は野球とバレーボールとの間の統計的有意差を示します ( $p < 0.05$ )。

状角の両者の影響を受けることが示された。しかしながら、筋厚の値が大きかった野球選手においてバレーボール選手よりも大きな値を示したのは筋束長であり、羽状角には種目間差は認められなかった。このことから、両種目における筋厚の差は筋束長の差によるものである可能性が高いと考えられる。このようにバレーボール選手と比べて野球選手において筋束長が長かった原因は不明であるが、近年の研究の中には短距離走選手において100m走のパフォーマンスに優れる選手ほど筋束長が長いとする報告 (Abe et al. 2000) や、スプリントランニングを含むトレーニングによって外側広筋の筋束長が増加するという報告 (Blazevich et al. 2003) がある。このことから、野球選手において外側広筋の筋束長が長かったという本研究の結果は、野球選手がベースランニング等のスプリントランニングをトレーニングの一環として取り入れていることが影響している可能性が考えられる。一方で、本研究で認められた筋束長やそれに伴う筋厚の差が、両スポーツ選手群における筋力トレーニングレベルの差に起因する可能性も考えられる。しかし、下腿の筋の形状においては両種目に差が認められなかったことから、本研究の結果を単純にトレーニングレベルの差と結論づけることはできず、各種目の特性と考えるのが妥当といえる。しかしながら、この点についてはさらなる検討が必要である。

また、本研究の結果、膝蓋腱長にも種目間差が認められた。これまでのところ、膝蓋腱長の種目差やトレーニングによる変化については明らかにされていない。本研究の(現時点の)内容からは、観察された種目間差が長期的なトレーニングやスポーツ活動によって生じたものであるのか、あるいは各種目の選手が先天的に有している特徴であるのかを明らかにすることはできない。この点について結論を得るには、一般男性との比較や介入研究を行う必要がある。また、膝蓋腱はアキレス腱などに比べ非常に短い腱であることから、分析精度も影響している可能性も含め検討をする必要がある。

## 参考文献

- Abe T, Kumagai K and Brechue WF. 2000. Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1125-1129.
- Blazevich AJ, Gill ND, Bronks R and Newton RU. 2003. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 35: 2013-2022.
- Sugisaki N, Kurokawa S. 2014. Effect of lower-body plyometric training on athletic performance and muscle-tendon properties. *J Phys Fitness Sports Med* 3(2): 205-209.