

松 山 大 学 論 集
第 20 卷 第 2 号 抜 刷
2 0 0 8 年 6 月 発 行

大学柔道選手における競技力と
筋厚分布および身体組成について

樗 木 武 治
久 保 潤 二 郎
田 崎 元 久

大学柔道選手における競技力と 筋厚分布および身体組成について

樽 木 武 治¹
久 保 潤 二 郎²
田 崎 元 久³

Abstract

The purpose of this study was to investigate differences in body composition and thicknesses of various muscles among collegiate judo athletes of different performance levels. The subjects were 56 collegiate judo athletes, who were divided into two groups based on their performance level (higher ability : HA ; lower ability : LA). The muscle and fat thicknesses were measured by B-mode ultrasound at 9 sites. The fat percentage was calculated from the fat thicknesses using a previously-reported equation. The fat free mass was calculated from the fat percentage and body weight. There was no significant difference in fat free mass between HA and LA. The muscle thickness of right lateral forearm was significantly thicker in HA than in LA ($P < 0.05$). The results of this study showed that the degree of development of the right lateral forearm muscles differed according to collegiate judo performance level.

1 松山大学

2 平成国際大学

3 道都大学

緒 論

1882年、嘉納治五郎によって創設された「日本傳講道館柔道」は、現在180以上の国が国際柔道連盟に加盟する国際的スポーツとして発展してきた。1964年の東京大会以降オリンピックの正式種目となり、世界選手権や多くの国際大会が開催されている。柔道は外国勢により、世界各国の格闘技の要素が取り入れられ、文字通り「JUDO」となり、競技スタイルも変化してきた。

柔道は柔道衣を着た2人の競技者が、8m×8mの畳の上で審判の合図とともに柔道衣を掴み合い、投げるおよび抑えるといったことで勝敗を競う競技である。すなわち、柔道はスポーツの中でも格闘技、コンタクトスポーツに分類され、筋力は勝敗を左右する重要な要素の1つである。また、階級制競技であるため、制限された体重の範囲内において体脂肪率を低く抑え、除脂肪体重を増やすことが重要である。その過程において、余分な体重増加を防ぐために柔道の競技力に有効に作用する部分を優先的に鍛えることは重要と考えられる。従って全身の筋厚を測定し、競技力による違いを検討することは、競技力向上を目的とした体力トレーニングの計画を立てる上で重要なことと考えられる。

競技スポーツ選手の筋厚および身体組成についてはこれまでもいくつかの報告がある。石田ら²⁰⁾は柔道を含む21種目のアジア大会およびオリンピック日本代表男子選手186名を対象に測定を行い、競技間の筋厚分布の類似性などを報告している。船渡ら⁷⁾は、筋厚とスポーツパフォーマンスの関連性について検討し、ウエイトリフティングのパフォーマンスと全身の筋厚の総和に有意な相関関係のあることを報告している。Kuboら²³⁾は、柔道選手を対象に、日本代表クラスをエリートとし、その他のレベルの異なる選手を対象に、競技力の違いによる筋厚分布について報告している。柔道選手の筋厚と競技力の関係についての報告は、これまでのところこの報告のみであり、特に大学柔道選手のみを対象として競技力との関係を報告したものはない。大学柔道における競技力向上のための効果的な指導を考えた場合、大学生の中での筋厚分布と競技力

の関係を調査することは、非常に重要なことと考えられる。

そこで本研究では、大学柔道選手に対象を絞り、柔道の競技力と筋厚分布及び身体組成の関係を調査することを目的とした。

方 法

被検者

本研究に参加した被検者は、大学柔道部の男子選手 56 名であった。本研究で対象とした大学柔道部は、全日本学生柔道優勝大会、全日本学生柔道体重別団体優勝大会にて上位入賞の戦歴を有する部であり、全国の大学柔道部の中でも常にトップランクの成績を有する部であった。全ての被検者に本実験の主旨、内容及び危険性について十分に説明した後、参加の同意を得た後に測定を行った。

競技力レベルの振り分け

被検者のうち東京学生柔道体重別選手権大会および全日本学生柔道体重別団体優勝大会の出場選手を上位群 (21 名)、それ以外の出場していない選手を下位群 (35 名) とした。上位群の平均身長と標準偏差は $174.7 \pm 6.2\text{cm}$ であり、下位群の平均身長と標準偏差は $172.2 \pm 6.4\text{cm}$ であった (表 1)。上位群の平均体重と標準偏差は $85.3 \pm 18.9\text{kg}$ 、であり、下位群の平均体重と標準偏差は $84.1 \pm 18.7\text{kg}$ であった (表 1)。身長、体重ともに両群間に有意差は認められなかった (表 1)。

表 1 被検者身体特性 平均値 (標準偏差)

競技力	n	年齢：歳	身長：cm	体重：kg
上位群	21	20.2 (0.9)	174.7 (6.2)	85.3 (18.9)
下位群	35	19.4 (0.7)	172.2 (6.4)	84.1 (18.7)

超音波法による筋厚・皮下脂肪厚の計測及び身体組成算出

超音波画像診断装置（SSD-1000, ALOKA(株)）により筋厚および皮下脂肪厚を測定した（測定風景および測定画像）。測定は、Abeら¹⁾にならい以下の9部位について実施した。代表的な画像を測定画像に示した。超音波画像診断装置に内蔵されたトラックボールファンクションの距離計測を用い、筋厚は、筋膜から筋膜までの直線距離を計測し、皮下脂肪厚は、表皮から筋膜までの直線距離を測定した。

前腕

尺骨の茎状突起から上腕骨と橈骨の境界までの長さを前腕長とし、前腕長の近位側30%のところで測定した。手の掌側屈曲（掌屈）動作、ものを握る動作に貢献する浅指屈筋、深指屈筋を主として対象とした。

上腕前・後面

肩峰から前腕長の測定でマークした上腕骨と橈骨の境界までの長さを上腕長とし、上腕長の遠位60%の前面（上腕二頭筋上）および後面（上腕三頭筋上）のところで測定した。肘関節屈曲動作の主働筋となる上腕二頭筋と肘関節伸展動作の主働筋となる上腕三頭筋を主に対象とした。

大腿前・後面

大転子から膝を曲げた時に外側にできる表皮上のしわまでの長さを大腿長とし、大腿長の遠位50%の前面（大腿直筋上）および後面（大腿二頭筋上）のところで測定した。膝関節伸展動作の主働筋となる大腿四頭筋及び膝関節屈曲動作の主働筋となる大腿二頭筋を対象とした。

下腿前・後面

大腿長の測定でマークした膝関節外側のしわから踝骨外顆までの長さを下腿

長とし、脛骨長の遠位 30%の前面（前脛骨筋上）および後面を測定した。足関節背屈動作の主働筋となる前脛骨筋及び足関節底屈動作の主働筋となる下腿三頭を対象とした。

腹部

へその右脇，腹直筋の上から 3 番目の筋腹で最も筋厚が厚いところを測定した。この部位は，大きく呼吸をすると結果へ影響するため，通常の呼吸をする中で，測定中呼吸を止めて実施した。

肩甲骨下

右側肩甲骨下部のところで測定した。主に広背筋を対象とした。この部位も上記同様に大きく呼吸をすると結果へ影響するため，通常の呼吸をする中で，



測定風景



測定画像

測定中呼吸を止めて実施した。

計測された数値から Abe らの式¹⁾を用いて身体密度を推定し、さらに Brozek の式⁶⁾を用いて体脂肪率を算出した。体脂肪率から除脂肪量 (FFM) を推定した。

$$\begin{aligned} \text{身体密度} = & 1.091 - 0.00065(\text{腹部皮脂厚}) - 0.029(\text{下腿前皮脂厚}) \\ & - 0.0010(\text{肩甲骨下部皮脂厚}) \quad (\text{Abe et al 1994}) \end{aligned}$$

$$\text{体脂肪率} = (4.570 / \text{身体密度} - 4.142) \times 100 \quad (\text{Brozek et al 1963})$$

統計

結果は全て平均±標準偏差で示した。競技力上位群と競技力下位群の平均値の差については対応のない t-test により検定し、危険率 5% 未満 ($P < 0.05$) をもって有意とした。

結 果

1) 除脂肪量 (FFM, fat-free mass) および体脂肪率

表2は上位群と下位群の除脂肪量, 身体密度, 体脂肪率, 脂肪量を比較したものである。除脂肪量においては上位群の平均値と標準偏差は69.9 (8.6) kg, 下位群の平均値と標準偏差は65.7 (7.4) kg と上位群の方が大きな値を示す傾向にあったが, 有意差は認められなかった (図1)。

体脂肪率においては上位群の平均値と標準偏差16.6 (7.4) %, 下位群の平均値と標準偏差19.9 (9.6) %と下位群の方が大きな値を示す傾向にあったが有意差は認められなかった (図2)。その他の項目においても両群間に有意差は認められなかった。

表2 除脂肪量, 身体密度, 体脂肪率, 脂肪量の比較

	除脂肪量 (kg)	身体密度	体脂肪率 (%)	脂肪量 (kg)
上位群	69.9 (8.6)	1.1 (0.02)	16.6 (7.4)	15.5 (11.3)
下位群	65.7 (7.4)	1.1 (0.02)	19.9 (9.6)	18.3 (13.7)

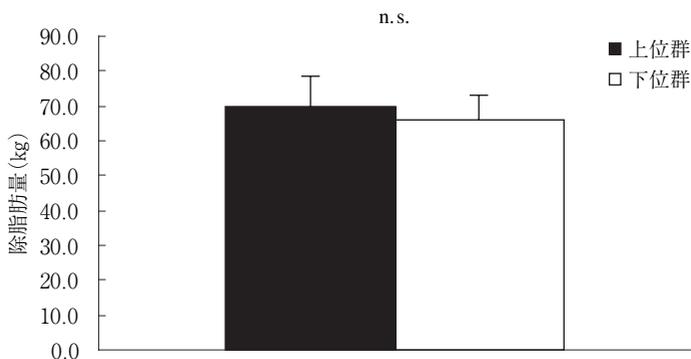


図1 除脂肪量 (FFM) における両群の比較

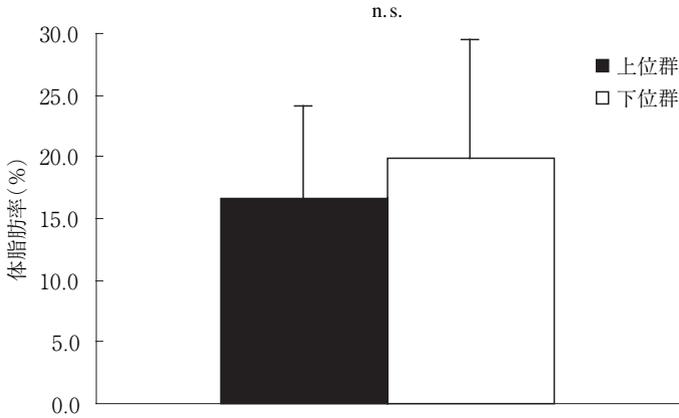


図2 体脂肪率における両群の比較

2) 筋厚および皮下脂肪厚分布

上位群、下位群の全身9ヶ所の筋厚、皮下脂肪厚の平均値および標準偏差を表3-1、3-2に示した。前腕部筋厚については上位群 $28.7 \pm 3.0\text{mm}$ 、下位群 $26.8 \pm 3.3\text{mm}$ と上位群の方が下位群に比べ有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。上腕後は上位群 $46.3 \pm 6.0\text{mm}$ 、下位群 $42.6 \pm 6.9\text{mm}$ と上位群の方が大きな値を示す傾向にあったが、有意差は認められなかった。肩甲骨下部も上位群 $30.9 \pm 6.0\text{mm}$ 、下位群 $28.9 \pm 5.2\text{mm}$ と上位群の方が大きな値を示す傾向にあったが、同じく有意差は認められなかった。それ以外の部位においても両群間に有意な差はみられなかった。

皮下脂肪厚において、上腕後部は上位群 $5.1 \pm 2.5\text{mm}$ 、下位群 $6.1 \pm 3.2\text{mm}$ 、腹部は上位群 $15.0 \pm 12.8\text{mm}$ 、下位群 $21.3 \pm 16.5\text{mm}$ 、大腿前部は上位群 $5.2 \pm 2.6\text{mm}$ 、下位群 $6.4 \pm 4.9\text{mm}$ と下位群のほうが大きな値を示す傾向にあったが、有意差は認められなかった。その他の部位においても有意差は認められなかった。

表3-3は全身9ヶ所の筋厚を体肢長で除した値を示したものである。前腕

表 3-1 筋厚における両群の比較 平均値 (標準偏差) (mm)

競技力	前腕	上腕前	上腕後	腹部	肩甲骨下部	下腿前部	下腿後部	大腿前	大腿後
上位群	28.7 (3.0)*	34.4 (4.8)	46.3 (6.0)	18.6 (2.7)	30.9 (6.0)	31.4 (2.6)	72.6 (5.7)	59.9 (5.5)	62.1 (7.8)
下位群	26.8 (3.3)	34.3 (5.2)	42.6 (6.9)	18.4 (2.8)	28.9 (5.2)	31.3 (3.4)	73.5 (8.2)	60.3 (9.3)	62.7 (8.9)

*: P>0.05

表 3-2 皮下脂肪厚における両群の比較 平均値 (標準偏差) (mm)

	前腕	上腕前	上腕後	腹部	肩甲骨下部	下腿前	下腿後	大腿前	大腿後
上位群	2.8 (0.9)	2.5 (1.5)	5.1 (2.5)	15.0 (12.8)	10.9 (0.67)	3.2 (1.3)	4.6 (1.2)	5.2 (2.6)	9.5 (4.7)
下位群	2.8 (1.3)	3.1 (2.1)	6.1 (3.2)	21.3 (16.5)	12.9 (9.2)	3.7 (1.5)	4.8 (1.9)	6.4 (4.9)	9.5 (6.0)

表 3-3 筋厚/体肢長における両群の比較 平均値 (標準偏差)

	前腕	上腕前	上腕後	腹部	肩甲骨下部	下腿前	下腿後	大腿前	大腿後
上位群	0.11 (0.01)	0.11 (0.01)	0.15 (0.02)	0.02 (0.003)	0.03 (0.01)	0.08 (0.01)	0.18 (0.01)	0.14 (0.01)	0.15 (0.02)
下位群	0.11 (0.01)	0.11 (0.01)	0.14 (0.02)	0.02 (0.003)	0.03 (0.01)	0.08 (0.01)	0.19 (0.02)	0.15 (0.02)	0.15 (0.02)

部は上位群 0.11 ± 0.01 , 下位群 0.11 ± 0.01 と絶対値では有意差が認められたが, 体肢長で除した相対値では有意差は認められなかった。上腕後部は上位群 0.15 ± 0.02 , 下位群 0.14 ± 0.02 と上位群が大きな値を示す傾向にあったが, 有意差は認められなかった。その他の部位においても有意差は認められなかった。

考 察

本研究の被検者は、全日本学生柔道優勝大会、全日本学生柔道体重別団体優勝大会上位入賞の戦歴を有する大学の柔道部員であった。そのため日々の練習も大学柔道選手としては、全国的にトップレベルの活動をしている被検者達であり、大学の男子柔道競技として必要な体力要素を探るのに適した被検者であったと考えられる。

除脂肪体重については、競技力上位群と競技力下位群の間に有意差は認められなかった。Kuboら²³⁾の研究では、日本代表クラスの選手は大学の非レギュラー選手に比べ、有意に高い値を示している。しかし大学柔道選手のレギュラー選手、非レギュラー選手の間には有意差はなかったと報告している。これは筋厚同様の結果であった。制限された体重（柔道には軽い方から、60kg級、66kg級、73kg級、81kg級、90kg級、100kg級、100kg超級と7つの階級がある）の中でより多くの除脂肪量を持つことが、競技に有利に作用することは明白である。Kuboら²³⁾の研究においても日本代表クラスの除脂肪量は大学選手よりも有意に大きな値を示したと報告している。しかし、今回は同じ大学に所属する柔道選手であったため、競技レベルが日本代表と大学柔道選手ほど差がなかったため、明確な差として表れなかったと考えられる。

他種目の除脂肪体重についての研究ではどうであろうか。齊藤ら²⁵⁾は学生相撲大会上位入賞の戦歴を有する大学の相撲部員26名を対象に除脂肪量を測定した。その結果、競技力上位群は、競技力下位群に比べて有意に高い値を示した。この結果から相撲において、除脂肪量は相撲の競技力と密接に関わると報告している。柔道と比べて相撲は体重無差別の競技であり、体重が重く、除脂肪量が多いほど有利な競技であるため、同じ大学相撲選手でも明確な差として表れたのではないだろうか。

本研究での分析は、全階級の選手をまとめて比較した。しかし、グループごとの各階級の選手の数、同様であり、分析の仕方としては、妥当なもので

あったと考えられる。しかしながら、階級により除脂肪体重と競技力の関係は、異なることが考えられる。そのため、今後は重量級と軽量級などにわけて、分析をするとさらに詳細な結果が明らかとなるであろう。

柔道をはじめ多くの競技スポーツにおいて、筋力はパフォーマンスを左右する重要な要素である。実際多くの指導現場において筋力向上を目的としたトレーニングが取り入れられている。柔道競技において競技力に有効に作用する筋力はどこのであろうか。柔道の競技力に、より影響を及ぼす部位がわかれば、効果的なトレーニング方法の立案が出来る。

今回測定した筋厚については、絶対値で比較した前腕部筋厚にのみ競技レベルによる差が見られた ($P < 0.05$)。先行研究では、筋厚をその体肢長で除して相対値として表記することがあるが、前腕部筋厚の相対値では差は見られなかった。分析手法により、これらの結果に違いが表れた原因は明らかではないが、少なくとも、前腕部筋厚の絶対値に差が見られたことは、柔道の競技力において柔道衣を掴む力（握力）は重要な体力要素であることを示したものと考えられる。柔道は相手の柔道衣を掴むところから始まるため、優れた技術を持つ選手であっても柔道衣を掴むことが出来なければ相手を投げることは出来ない。また、投げるだけでなく、相手の技を受ける際や寝技の技術においても柔道衣を強く掴む力は、非常に重要と考えられる。Kuboら²³⁾の報告では、柔道の競技レベルと上腕部の筋厚に差が表れた。本研究の大学生を対象とした結果とは異なるが、上肢の筋という点では一致している。階級性競技である柔道では、限られた体重の範囲内で、余分な筋の発達を避け、柔道により有効に作用する部位が発達することが望まれる。上肢の筋群は、下肢や体幹の大きな筋に比べ、比較的小さな筋である。従って、これらの部位をトレーニングによって、大きくすることは、大幅な体重増加にも繋がらず、柔道の競技力向上に有効なものであると考えられる。

他の種目においてはどうかであろうか。近藤²¹⁾は学生相撲において上位にランクされる2大学の相撲部員26名を対象に四肢の筋厚を測定し、競技力上位

群は競技力下位群に比べ前腕部，上腕部前面，下腿部後面において有意に高い値を示し，相撲において相手のまわしを掴む力（握力），廻しを持って引き付ける力，両足で踏ん張り押していく基本的な機能の発揮能力が重要であると報告している。相撲の競技形体は廻しを掴むという点においては，柔道と非常に類似しており，回しを掴む力（握力）が重要であるという近藤²¹⁾らの報告は興味深い。

超音波 B モード法の測定精度について，福永ら⁸⁾は，屍体を用いて実測した部位と同じ部位を超音波で測定したときの誤差は 1 mm 以下であったと報告している。Kawakami ら²²⁾の報告でも実測値と超音波を用いた測定値の差は 1 mm 以下であったと報告している。今回の測定において有意差が認められた前腕部筋厚では，1.9mm の差があり，福永ら¹⁷⁾の研究結果と照らし合わせても，両群間の差は競技力による違いを十分に表していると考えられる。

柔道選手にとって必要な体力要素を知ることは効果的なトレーニング計画を立てる上で重要なことである。柔道は階級制の競技であるため，様々な体格の選手が存在する。そのため柔道スタイルは階級によって異なり，必要な筋力や体力要素も異なる可能性が高い。今後はもう少し調査する競技レベルの幅を広げ，階級による検討も必要である。

要 約

本研究では全日本学生柔道優勝大会，全日本学生柔道体重別団体優勝大会上位入賞の戦歴を有する大学の男子柔道部員 56 名を対象に，競技力の高いレギュラークラスを上位群（21 名），準レギュラークラスを下位群（35 名）として，全身 9ヶ所の筋厚および皮下脂肪厚の測定を行った。測定された数値から Abe らの式¹⁾を用いて身体密度を推定し，さらに Brozek の式⁶⁾を用いて体脂肪率を算出した。体脂肪率から除脂肪量（FFM）を推定した。

本研究の結果は，前腕部筋厚絶対値において上位群が下位群に比べ有意に高い値を示した。前腕部以外の筋厚に関しては上位群と下位群の間に有意差は認

められなかった。除脂肪量においても上位群と下位群の間に有意差は認められなかった。これらの結果から柔道においては、相手の柔道衣を掴む力が重要であると考えられる。

注

執筆分担は樗木が代表執筆，久保が筋厚および皮下脂肪厚測定の際の被検者へのマーキングおよびデータ処理，田崎が56名の被検者のスケジュール調整および測定を担当した。

参 考 文 献

- 1) 安部孝，他：日本人の体脂肪と筋肉分布．杏林書院，1995
- 2) 樗木武治，他：大学柔道選手の競技力と体幹捻転筋力の関係．松山大学論集，18，233-240，2006
- 3) 樗木武治，他：大学柔道選手における競技力と等速性膝関節屈曲・伸展筋力との関係．松山大学論集，19，201-211，2007
- 4) 有賀誠司，他：一流男子柔道選手の脚筋力の発揮特性 日本武道学会第27回大会研究発表予稿集．1994
- 5) Asmussen, E. and E. H. Christensen : Astand, P. O. and K. Rodahl ; Textbook of work physiology. 2nd ed. McGraw-Hill, New York, 1977, pp. 369-388
- 6) Brozek, J. et al : Densitometric analysis of body composition : Revision of some quantitative assumptions. Ann. N. Y. Acad. Sci. 110 : 113-140, 1963
- 7) 船渡和男，他：一線級重量挙げ選手の形態的特徴と競技力．体力科学，41，870，1992
- 8) 福永哲夫：身体の形と力への興味．福永哲夫教授退官記念誌編集委員会．2002
- 9) 福永哲夫，他：超音波 B モード法による皮下脂肪および筋厚の測定方法の検討．超音波医学，16，170-177，1989
- 10) 福永哲夫，他：日本人の体肢組成．朝倉書店．1990
- 11) H. Kanehisa : Body composition and isokinetic strength of professional Sumo wrestlers, Eur J Appl Physiol 77, 352-359, 1998
- 12) H. Kanehisa : Characteristics of Body Composition and Muscle Strength in College Sumo Wrestlers, Int. J. Sports Med 18, 1997
- 13) 服部正明，他：一流女子柔道選手の体幹背部筋群の形態的特徴．体力科学，42，485-494，1993
- 14) 今泉哲雄，他：等速性筋力，有酸素作業能力からみた一流および大学柔道選手の体力特性．武道学研究，21，45，1988
- 15) 今泉哲雄，他：一流女子柔道選手における腹筋の特性．日本体育学会第43回大会号，

1992

- 16) 今泉哲雄, 他: MRI および TEF 装置による一流女子柔道選手の背筋群の特性. 体力科学, 41, 729, 1992
- 17) 今泉哲雄, 他: 女子柔道選手の側腹筋群が競技力へ及ぼす影響. 体力科学, 42, 594, 1993
- 18) 今泉哲雄, 他: 女子柔道選手の脚伸筋群および脚屈筋群が競技力へ及ぼす影響. 日本体育学会第44回大会号, 1993
- 19) 今泉哲雄, 他: 女子柔道選手の側腹筋厚からみた体幹捻転力の測定. 体力科学, 43, 509, 1994
- 20) 石田良恵, 他: 日本人一流競技選手の皮下脂肪厚と筋厚. J. J. Sports. Sci, 11: 587-596, 1992
- 21) 金久博昭, 他: 体重制競技選手の体肢組成. Jpn. J. Sci, 4: 699-704, 1984
- 22) 近藤正勝: 相撲のアマチュア選手における競技力と身体組成. 日本大学経済学部紀要, 26, 17-26, 1998
- 23) Kawakami Y, : Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. J. Appl. Physiol, 74: 2740-2744, 1993
- 24) Kubo J, : Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. J Strength Cond Res. 2006 Aug ; 20(3) : 654-657
- 25) 奥山秀雄, 他: バスケットボール競技のトレーニングが体肢組成および筋力に及ぼす影響, トレーニング科学2, 48-53, 1990
- 26) 斉藤一雄, 他: 学生相撲選手における競技力と身体組成, 体肢組成, および四肢筋力との関係, 武道学研究 35(1) : 25-33, 2002
- 27) 田中正一: 体幹の筋力と評価. 総合リハ, 22, 211-216, 1994
- 28) 上野裕一, 他: ラグビーフットボール選手の身体的特徴と脚の等速性伸展・屈曲力, トレーニング科学2, 37-41, 1990