

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

樽 木 武 治
久 保 潤 二 郎
田 崎 元 久

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationship between performance level and muscle strength of knee flexion and extension in collegiate judo athletes. The subjects were 49 collegiate judo athletes, who were divided into two groups based on their performance level (higher ability : AG ; lower ability : BG).

We measured the peak torque of the Knee flexion and extension by using an isokinetic dynamometer (Biodex, system 3, Biodex, USA). The subjects performed 3 times at angular velocities of 180, 60 deg/sec. The following results were obtained.

There was no significant difference in muscle strength of Knee flexion and extension between the AG and the BG.

緒 言

柔道競技において高い競技成績を得るためには、筋力は欠かすことの出来ない重要な体力要素の一つである。柔道は柔道衣を通して直接相手と組み合う対人競技であり、立ち技と寝技から成り立っている。立ち技においては、主に相

手を投げることで勝敗を決する競技である。その投げ技を効果的に施すためには、相手を担ぐ、刈る、跳ねるための強靱な下半身の筋力・パワーが必要と考えられる。従って下肢筋力を測定し、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基礎体力のトレーニング計画を立てる上で重要なことと考えられる。

一般的にスポーツ選手の筋力を測定する場合、測定方法をその動作および筋収縮様式に出来るだけ近づけることが望ましい。筋の収縮様式は、筋の長さを変化しながら力を発揮する動的収縮 (Dynamic Contraction) と筋の長さが変化しない状態で力を発揮する静的収縮 (Static Contraction) に大別される¹⁵⁾。柔道競技に当てはめてみると、立ち技において相手を投げる、自分の体を捌く動作等は前者であり、相手の柔道衣を掴む、寝技において相手を抑え込む動作などは前者と後者が混在した形である。実際の競技場面では動きを伴わない収縮はほとんどなく、動的収縮によって力が発揮されている。そのため各種スポーツ選手の筋力を評価する場合には静的筋力よりも動きを伴う動的筋力によって評価することが望ましい。しかし関節角速度を規定することの困難さ等から動的筋力の評価は困難であり、静的筋力についての研究が多くなされてきた⁹⁾。その後、等速性筋力測定装置の開発により、運動速度を規定することが可能となり、スポーツ選手の等速性筋力に関する研究^{2,4,6,7)} が多く行われてきた。

柔道選手を対象とした等速性膝関節屈曲・伸展筋力についてはこれまでもいくつかの報告がある。今泉ら¹²⁾ は、一流女子柔道選手、一般女子柔道選手、一般成人女性の3群について等速性膝関節屈曲・伸展筋力を測定し、一流女子柔道選手、一般女子柔道選手は一般成人女性よりも等速性膝屈曲・伸展筋力が高水準であったが、一流女子柔道選手と一般女子柔道選手の間に有意差はなく、女子柔道選手の等速性膝屈曲・伸展筋力は競技力を決定するような体力要素ではないと報告している。一方、有賀ら¹⁾ は一流男子柔道選手の膝関節等速性筋出力について調査し、一流男子柔道選手の膝関節屈曲・伸展筋力の発揮特性は階級によって異なることなどを報告している。しかし、これまで柔道選手

の筋力に関する研究の中で、男子柔道選手の競技力と膝関節筋力を比較した研究は少なく、競技力との関係となると不明な点が多い。

そこで本研究は、大学男子柔道選手を対象に柔道の競技力と膝関節屈曲・伸展筋力と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、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大学柔道選手49名であった。被検者の身体特性を表1に示した。上位群の平均身長と標準偏差は $174.1 \pm 6.0\text{cm}$ であり、下位群の平均身長と標準偏差は $172.6 \pm 6.9\text{cm}$ であった。上位群の平均体重と標準偏差は $88.7 \pm 21.9\text{kg}$ であり、下位群の平均体重と標準偏差は $84.9 \pm 17.6\text{kg}$ であった。身長、体重ともに両群間に有意差は認められなかった。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出場選手を上位群(14名)、それ以外の選手を下位群(35名)とした。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。

表1 被検者身体特性 (平均±標準偏差)

競技力	n	年齢：歳	身長：cm	体重：kg
上位群	14	20.7 ± 0.6	174.1 ± 6.0	88.7 ± 21.9
下位群	35	20.1 ± 0.8	172.6 ± 6.9	84.9 ± 17.6

膝関節伸展・屈曲トルクの測定

多用途筋機能評価運動装置 (BIODEX, system3, Biodex, USA) を用いて、膝関節伸展・屈曲の等速性筋力を測定した。被検者は座位姿勢で大腿部、腰部および体幹部を固定した状態で測定を行った。解剖学的な膝関節完全伸展位を 0° とし、膝関節の動作範囲は完全伸展位から 110° の屈曲位までとした。角速度 $60, 180\text{deg/sec}$ で、最大努力で膝関節の伸展および屈曲動作を行わせた(測定風景1～2)。 $60, 180\text{deg/sec}$ の角速度で一連の伸展・屈曲動作を3回行い、それぞれの角速度で2回の試技を行った。各試技間には2分の休息をはさんだ。伸展・屈曲ともにピークトルクを計測し、2回の試技のうち、最も値の大きなトルクを代表値として用いた。

なお測定されたトルクはサンプリング周波数 20Hz で A-D 変換機 (Power Lab, AD Instruments, Australia) を介して PC (Power Macintosh G3, Apple computer, USA) に取り込んだ。

統計

トルク値は全て平均±標準偏差で表した。上位群と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。



測定風景1：伸展



測定風景2：屈曲

結 果

図1は上位群と下位群における等速性膝関節屈曲トルクの平均値と標準偏差をグラフで表したものである。180deg/secにおける平均値と標準偏差は上位群 118.4 ± 23.6 Nm, 下位群 110.5 ± 22.6 Nmであった。60deg/secにおける平均値と標準偏差は, 上位群 152.2 ± 24.2 Nm, 下位群 143.4 ± 26.4 Nmであった。

今回は幅広い階級の被検者を対象としたため, 体重あたりの筋力を評価することとした。図2は上位群と下位群における等速性膝関節屈曲トルクを体重で除した相対値の平均値と標準偏差をグラフで表したものである。180deg/secにおける膝屈曲トルクを体重で除した相対値と標準偏差は上位群 1.36 ± 0.17 , 下位群 1.31 ± 0.18 であった。60deg/secにおける膝屈曲トルクを体重で除した相対値と標準偏差は, 上位群 1.75 ± 0.21 , 下位群 1.72 ± 0.28 であった。等速性膝関節屈曲筋力は, 絶対値, 絶対値を体重で除した相対値ともに両群間に有意差は見られなかった。

図3は上位群と下位群における等速性膝関節伸展トルクの平均値と標準偏差をグラフで表したものである。180deg/secにおける平均値と標準偏差は, 上位群 164.5 ± 41.0 Nm, 下位群 166.8 ± 32.2 Nmであった。60deg/secにおける平均値と標準偏差は, 上位群 262.3 ± 54.7 Nm, 下位群 262.0 ± 51.8 Nm, であった。

図4は上位群と下位群における等速性膝関節伸展トルクを体重で除した相対値の平均値と標準偏差をグラフで表したものである。180deg/secにおける膝伸展トルクを体重で除した相対値と標準偏差は上位群 1.90 ± 0.42 , 下位群 1.98 ± 0.20 であった。60deg/secにおける膝伸展トルクを体重で除した相対値と標準偏差は, 上位群 3.03 ± 0.55 , 下位群 3.12 ± 0.46 であった。等速性膝関節伸展筋力も, 絶対値, 絶対値を体重で除した相対値ともに両群間に有意差は見られなかった。

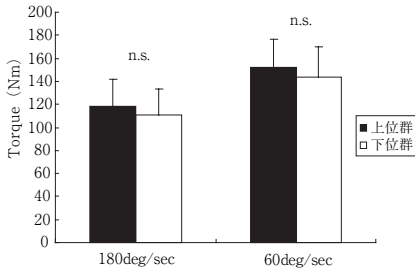


図1 膝屈曲トルク (Nm)

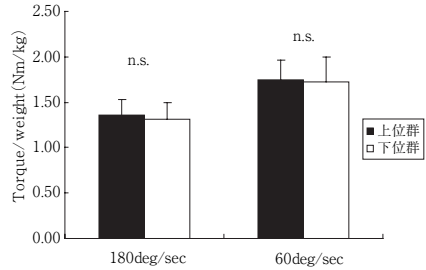


図2 膝屈曲トルク/体重 (Nm/kg)

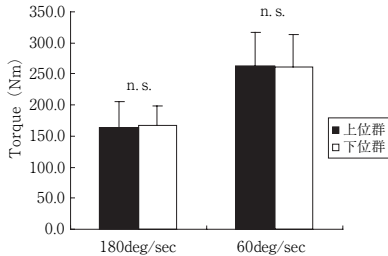


図3 膝伸展トルク (Nm)

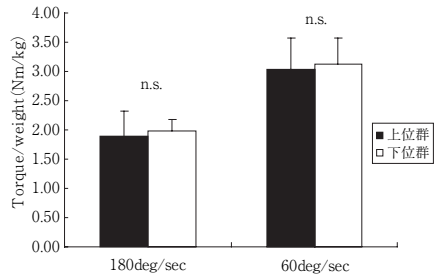


図4 膝伸展トルク/体重 (Nm/kg)

考 察

多くの競技スポーツにおいて下肢における筋力およびパワーの重要性は認識されており、スポーツ指導の現場では下半身強化の重要性を説く指導者は多い。一対一で組み合い相手を投げ、抑えることによって勝敗を決する対人競技である柔道において、下肢筋力の向上が競技パフォーマンス向上に有効であるのだろうか。我々は、柔道における投げ技の形体から、高い競技成績を収めるには強靱な下半身が必要であるという仮説を立て、競技力上位群と競技力下位群の等速性膝関節屈曲・伸展トルクを測定し、両群間の違いを調査した。

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。

本研究の結果は、等速性膝関節屈曲・伸展筋力において競技力上位群と競技力下位群の間に有意差は認められず、女子柔道選手を対象に調査した今泉らの報告¹²⁾ とほぼ同様の結果であった。女子柔道と同様に男子柔道においても等速性膝関節筋力は、ある一定の競技力を有する選手にとっては、競技力を決定するような体力要素ではないと考えられた。Kuboら¹⁹⁾ は、男子柔道選手69名（A群：オリンピック、アジア大会に出場経験を持つ日本代表選手、B群：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レギュラー選手、C群：同大学の非レギュラー選手）を対象に全身9ヶ所（前腕前部、上腕前部、上腕後部、肩甲骨下部、腹部、大腿前部、大腿後部、下腿前部、下腿後部）の筋の厚さを測定し、競技力による違いを調査した。その結果はどのレベルの選手も膝関節筋力に主に関わる大腿前後の筋厚に差がなかったことを報告している。筋力は、筋の大きさと密接な関係にあることは周知の事実である³⁾。そのため、本研究は、Kuboらの研究から推測出来る結果を実際に確かめたものと考えられる。

他の競技種目ではどうであろうか。体重無差別での試合が主流である相撲において、齊藤ら²²⁾ 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名を対象に等速性膝関節屈曲・伸展筋力を測定した。その結果、等速性膝関節屈曲・伸展筋力の絶対値は全ての角速度（60deg/sec, 180deg/sec, 300deg/sec）において競技力上位群のほうが、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は膝関節屈曲・伸展筋力、特に中・高速度の膝関節屈曲筋力は相撲の競技力と密接に関わると報告している。また体重制限のない、ラグビーのフォワード選手について上野ら²⁴⁾ はニュージーランドと日本の両国大学選手13名を対象に等速性膝関節伸展・屈曲力を測定した。13名

のうち6名がニュージーランドを代表する大学選手、7名が全日本大学選手権準優勝の戦歴を有するフォワード(FW)選手であった。その結果、ニュージーランドの大学選手は60deg/sec, 180deg/sec 両方の角速度において伸展・屈曲どちらも日本の大学選手より優位に高い値を示した。このことから等速性膝関節伸展・屈曲力は、日本のラグビーフットボールの競技力向上のための重要な要素であると報告している。この2つの競技における研究では、等速性膝関節屈曲・伸展トルクと競技力は関係することが明らかにされている。

柔道競技にとって、膝関節筋力は競技パフォーマンスを左右する重要な体力要素ではないのであろうか。柔道は相手を投げるとき、担ぐ、跳ねる、刈るといった下半身が重要な役割を果たす競技である。その競技形体を考えた場合、競技力と等速性膝関節屈曲・伸展筋力は競技成績を左右する重要な体力要素ではないと解釈することは難しく感じられる。しかし、相撲²²⁾、ラグビー²⁴⁾の研究と比較して、本研究結果が導かれた理由の一つとしては、柔道が階級制競技であることが考えられる。より高いレベルの柔道選手にとって、筋の発達による体重増加は出場する階級(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)の範囲内ではなければならない。そのため、大腿部のような大きな筋の場合、大きな筋力発揮のために必要な筋の発達は、体重増加を招きかねない。相撲やラグビーのフォワード選手のように体重無差別であり、除脂肪体重が競技力に密接に関係する^{22,24)}競技とはこの点において大きく異なる。本研究では60kg級の選手から100kg超級の選手まで様々な階級の被検者をまとめて分析した。階級による差を考慮して、絶対値を体重で除した相対値の分析も行った。その結果は体重で除した相対値についても60deg/sec, 180deg/sec 両方の角速度において膝関節屈曲・伸展筋力における競技レベルによる差がなかった。従って、柔道が階級制競技であることと、本研究結果を合わせて考えれば、階級制競技である大学トップレベルの男子柔道選手にとって膝関節筋力は、競技パフォーマンスを左右するような体力要素でないということは明らかなのであろう。

柔道に必要な体力要素は、階級によっても異なる可能性が考えられ、今後、日本代表選手や高校柔道選手などさらに幅の広い競技レベルを対象とし、階級ごとの調査を加えていけば、さらに柔道競技にとって重要な体力要素が明らかとなるであろう。

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 49 名を対象に、競技力の高いレギュラークラスを上位群（14 名）、準レギュラークラスを下位群（35 名）として、等速性膝関節屈曲・伸展筋力の測定を行った。角速度 60, 180deg/sec で、最大努力で膝関節の伸展および屈曲動作を行わせ、伸展・屈曲筋力ともにピークトルクを計測した。その結果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。絶対値を体重で除した相対値の比較においても有意差は認められなかった。これらの結果から膝関節屈曲・伸展筋力は、ある一定の競技力を有する大学男子柔道選手にとっては、競技力を決定するような体力要素ではないと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 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
- 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) Edgerton VR: Specific tension of human elbow flexor muscles. *Acta Physiol Hung*, **75**: 205-216, 1990
- 4) E. Paul Roetert, et al.: Relationship between isokinetic and functional trunk strength in elite junior tennis players, *Isokinetic and Exercise Science*, **6**, 15-20, 1996
- 5) 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
- 6) H. Kanehisa, et al.: Body composition and isokinetic strength of professional Sumo wrestlers, *Eur J Appl Physiol*, **77**, 352-359, 1998
- 7) H. Kanehisa, et al.: Characteristics of Body Composition and Muscle Strength in College

- Sumo Wrestlers, *Int. J. Sports Med*, 18, 1997
- 8) 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
 - 9) Theodor Hettinger (猪飼道夫・松井秀治共訳): *アイソメトリックトレーニング*. 大修館書店, 1970
 - 10) 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
 - 11) 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
 - 12) 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
 - 13) 井上哲朗, 他: 剣道競技者の上肢, 下肢, 体幹の等速性筋力; 競技力および左右差との関連から. *武道学研究*, **27**, 27-34, 1994
 - 14) 春日井淳夫, 他: 柔道選手の筋パワー養成のためのトレーニング処方確立に関する基礎研究. *明治大学教養論集*, **293**, 23-35, 1997
 - 15) 勝田茂, 他: *運動生理学 20 講*. 朝倉書店, 1993
 - 16) 川島敏生, 他: クローズドキネティックチェーンとの関連からみた等速性筋力評価における測定速度の検討. *理学療法学*, **20**, 27-34, 1994
 - 17) 木村昌彦: 等速性筋出力からみた一流および中学校柔道選手の体力特性. *武道学研究*, **24**, 165-166, 1989
 - 18) 木村昌彦, 他: 等速性筋出力から中学校柔道選手の体力特性. *武道学研究*, **22**, 61-62, 1989
 - 19) Kubo J., et al.: 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): 654-7
 - 20) 尾縣貢, 他: 下肢関節の等速性筋力と Wingate test により測定された無酸素性パワーとの関係. *体力科学*, **49**, 523-526, 2000
 - 21) 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
 - 22) 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**, 25-33, 2002
 - 23) 田川武弘, 他: 陸上競技選手の下肢等速性筋力とその評価基準. *トレーニング科学*, **6**, 1994
 - 24) 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
 - 25) 矢部京之助, 他: スポーツ選手におけるダイナミックな筋力発揮の評価指数の開発. *スポーツ医・科学*, **5**, 1991
 - 26) 山根真紀, 他: 一流アルペンスキー選手の等速性下肢筋力. *スポーツ医・科学*, **10**, 1997

- 27) 関子浩二, 他: 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する研究.
体育学研究, **38**, 265-278, 1993