

4. 大学男子柔道競技者の競技レベル差からみた静的体幹捻転力の特徴

鹿屋体育大学 中村 勇 筑波大学 高松 薫
 筑波大学 柘植 俊一 筑波大学 太田 道男
 筑波大学 竹内 善徳 筑波大学 中村 良三

4. Characteristics of isometric trunk rotary torque in relation to competitive level of male university judo competitors.

Isamu Nakamura (National Institute of Fitness and Sports in Kanoya)

Kaoru Takamatsu (University of Tsukuba)

Shun-ichi Tsuge (Tsukuba Advanced Research Alliance)

Michio Ohta (University of Tsukuba)

Yoshinori Takeuchi (University of Tsukuba)

Ryozo Nakamura (University of Tsukuba)

Abstract

This study was designed to analyze the characteristics of trunk rotary torque of male university judo competitors. The subjects were 13 male University judo competitors and 7 non-judo males. They were instructed to exert bilateral isometric trunk rotary torques for 3 seconds. The torques were measured at different rotary positions (0, 20, 40, 60, 80 degrees of each side). Maximum torque, mean torque, torque at different position, maximum rotary angle were used for analysis.

The major findings were as follows: 1) maximum and mean torque of judo competitors were significantly greater than non-judo students while maximum angles showed no difference between the groups, 2) varsity team members tended to exert greater torque in "twisted" position than "straight forward" position, 3) although no strong connection between the torque and judo level, other factors such as types of grip or favorite techniques may be responsible for asymmetrical characteristics of rotary torque among judo competitors.

The further studies with different subjects and protocols are necessary for clarifying the char-

acteristics of trunk rotary torque.

I 緒言

1. 柔道競技者の体力

柔道に必要な体力要因とは何かについて松本¹⁾は、まだ日本がメダル数において世界をリードしていた昭和46年に著している。彼はその著書のなかで、ミュンヘンオリンピックの反省として、全面的な体力トレーニングが必要なこと、それらは筋力、持久力、敏捷性、瞬発力、調整力、平衡性、柔軟性を向上させることであるとし、外国人選手に対して日本人選手が持つ体格面でのマイナスを補うための要因の一つに機能面の増強を掲げた。また、積極的な試合戦法や決勝まで勝ちあがることのできるスタミナ、持久力の重要性も説いているが、試合では主に腕、膝、腰などの筋力、パワー、巧緻性が関係し、そのうちでも筋力の占める割合が高いと分析している。大滝²⁾は筋力については絶対量と爆発的に最大の出力を出す能力、また長時間の攻防に耐える持続性が必要であり、トレーニングにおいて自分の弱点や欠点を補強する運動を中心に行うことや、また運動は柔道の練習に関連させながら実行することなどを基本的練習態度としてあげている。

近年は、国際強化選手には個人の専門コーチをはじめ、トレーニング面、心理面や栄養面、またトレーニングに関する専門なアドバイザーをつけるなど、科学的サポート環境も充実してきている。しかし、その万全の態勢と思われて望んだアトランタオリンピック後の強化委員会での反省として、男女のコーチ陣から体力面の不足について指摘があり³⁾、日本の柔道競技者の体力面強化について未だに課題が残っているといえよう。

日本の柔道強化の現場では、乱取などの専門技術の練習が主体となっており、諸外国と比較して道場外でのトレーニングに費やす時間が少ない傾向にあることはよくいわれる。これは日本の伝統的な思想に基づくものであり技術力の高い柔道スタイルを築き上げている基であり、おそらく近い将来に変わることはないであろう。したがって、体力の強化に重点を置く場合でも、道場での技術練習時間になるべく影響がないような、効率のよいトレーニングを工夫することが必要になる。効率のよいトレーニングとは、競技力向上に有用な身体部位に対して、要求される効果がすばやく得られるようにすることである。したがってこういったトレーニングの開発のためには、様々な角度から柔道競技者を研究して情報を収集しておかなければならない。そのための一つの手段として、強化委員会で作成した「柔道適性体力標準テスト」があるのだが、この工夫されたテストでも、現段階では競技レベル向上への指標にはなり得ていない³⁾。このテストに含まれていない項目の一例として、体幹の捻転力があげられるが、柔道に関わる者は、捻転力が柔道の様々な動きに関わってくることは予想できる。しかし過去には捻転の柔軟度については測定した記録がある⁴⁾が、捻転力をみた測定はこれまでほとんど行われていない。

2. 柔道競技者の体幹捻転力

柔道の動きと体幹部の捻転運動との関係について、筋電図や動作解析などからとらえようとした研究が報告されている。

菅波ら⁵⁾は、ビデオによる動作解析から背負投や払い腰などの投げ技においては頭部、肩、腰部の回転位相に順序とずれがみられ、それらが技の効果に大きな影響を及ぼすのではないかと提言している。これとは別に吉鷹ら⁶⁾は、背負投において足を鋭く振って得られた回転力が腰の回転力、すなわち捻転力を生み、最後に腕（引き手）に伝達されると報告した。

島ら⁷⁾は、背負投施技時の動員筋群について筋電図と連続写真から分析調査し、その結果を報告している。彼らは外腹斜筋や大胸筋など、左右17筋群の活動を動作の各局面ごとに分析した結果、外腹斜筋を中心とした体幹捻転運動は投げ動作の全局面にわたってみられることを報告している。また、解剖学的に柔道の投げ技、特に内股の施技動作について分析した研究が発表されている⁸⁾。ここでは、内股の施技中は捻転運動が発生し、大胸筋、腹直筋、外腹斜筋などの体幹筋群が大きな役割を果たしていると報告している。

このように、柔道競技における体幹捻転力の重要性は、様々な視点から指摘されてきた。しかし現在まで一般的に行われてきた柔道競技者の体力テストや研究などで筋力測定を行ったものは、その大部分が握力、腕力、脚力などの四肢の筋力に着目したもので、体幹部筋群についての測定項目はわずかに背筋力、腹筋力のみである。また体幹の捻転運動に関する測定が行われたのは、昭和40年代の柔道選手の標準体力テストにみられる体幹捻転の柔軟性に関する測定項目⁹⁾くらいであり、体幹捻転力に関する研究は非常に少ない^{10)、11)、12)}。このため柔道競技者の体幹捻転力については未だに不明な点が多い。

3. 本研究の目的

本研究は、前項までに述べたことを踏まえて、柔道競技者の体幹の静的捻転力からみた特性を、非柔道競技者との比較、柔道競技者の競技レベルの違いによる比較などを通して明らかにすることを目的とした。

II 先行研究

1. 体幹捻転運動の基礎理論

(1) 定義

解剖学的には、脊柱の回転は頸椎の動きを含む場合がある¹⁴⁾が、本研究では柔道競技者が体幹を回転することによって発揮する力を検討することを主眼におくため、胸椎と腰椎を中心とした回旋運動に限定する。また、過去の捻転実験では胸部や肩部を固定し、主に腹部まわりの筋群により発揮する力という定義づけがなされているようである^{15)、16)}が、本研究では、スポーツ、特に柔道の力に最も近いと思われる、体幹部（四肢、頭部以外の部分）が総合的に生み出し、上肢へ有効に伝達される一連の力を体幹捻転力として定義した。体幹捻転力を発揮させるような動作には、腰部、脚部を固定して上体を回転させる場合と、これとは逆に上体を固定し腰部以下を回転させる場合が考えられる¹⁷⁾。どちらも解剖学上は同じ働きであるが、ここでは特に断らない限り前者の運動を体幹捻転運動とする。

(2) 解剖学的知見

体幹部には骨格や筋群をはじめとするさまざまな器官が内包されており、解剖学上複雑な構造になっている。脊柱は体幹部の中心部をおよそ鉛直方向に走っており、人間が直立状態を保つための柱となっているが、7個の頸椎、12個の胸椎、5個の腰椎が主な構成要素である。長軸まわりの回転の自由度は頸椎が最も高く、次に胸椎、そして腰椎の順となっている。体幹の捻転はこの脊柱を中心軸とした回転運動であると考えられるが、直立姿勢での捻転では胸椎が主に回転し、背屈姿勢では回転の中心が腰椎に、逆に前屈姿勢では胸椎上部に回転の中心が移行するといわれている¹⁷⁾。

腰椎を中心とした捻転運動時に主働筋となる筋群は、回転方向と反対側の外腹斜筋（external

oblique)、同じ側の内腹斜筋 (internal oblique)、左脊柱起立筋 (elector spinae) の内胸腸肋筋 (iliocostalis thoracis) と腰腸肋筋 (iliocostalis lumborum)、胸半棘筋 (semispinalis thoracis)、多裂筋 (multifidus) などである。胸郭と接続する胸椎では捻転運動はほとんど行われぬ。

(3) 体力学的知見

体幹捻転運動の主働筋は、外腹斜筋と内腹斜筋であるが¹⁶⁾、体幹を捻転させた状態ではこれらの筋の長さが増える。例えば右に捻転した姿勢では左の内腹斜筋、右の外腹斜筋が伸長するが、捻転の角度が大きくなればなるほど両筋群はより引き伸ばされた状態になる。摘出筋における伸長曲線から筋が最大の張力を発揮するのは生体長のときであり、その前後では張力は低下することが知られている^{18)、19)}。つまり、理論上は体幹が捻転していない状態でもっとも大きな静的な力が発揮され、角度が大きくなると減少することが考えられる¹⁵⁾。柔道を含むスポーツの動きの中には、すでに捻転した状態から捻転を解く方向、あるいはその逆方向へ力を発揮することが多いが、このような力発揮様式も柔道で踏ん張る相手を投げるようなときの静的捻転力や野球などの投動作に必要な角速度²⁰⁾、また力とスピードを得るために重要な能力であるといえる。したがって、様々な捻転姿勢で発揮される静的捻転力、異なる角速度での等速性最大捻転力、捻転の最大角速度、パワーなどに加えて、捻転の柔軟性である最大捻転角度などの測定が必要であると思われる。

2. 体幹捻転力に関する研究

体幹の捻転に関する研究は数少ないが、その一つに、金子ら^{12)、15)、21)} が日本体育協会の医・科学研究プロジェクトの一環として行った静的捻転力と捻転パワーの研究がある。彼らは、国内一流槍投げ選手を含む男女の投てき選手、柔道選手、野球選手を被検者に選び、競技種目間、男女間、競技レベル間の比較検討を行っている。使用した測定装置は特別製のものであり、立位姿勢における被検者の肩部から発揮する静的捻転力、スピードおよび捻転のパワーを測定した結果、槍投げの一流選手は非一流選手に比べて、すべての項目で上回ることや、捻転トルクとパワーは柔道が、スピードでは槍投げが優れていることなどを報告している。また彼らは、右投げの一流槍投げ選手は捻転スピードは左捻転方向、つまり槍を投げる方向が反対方向に比べて速いが、捻転パワーでみた場合は逆の右捻転方向が強いという結果を得た。

また、梅垣¹⁶⁾ は、サイバックスを改造した捻転装置を用いて、大学硬式野球選手の体幹捻転力を測定した。被検者には、座位で腰部から下を固定された状態で、胸郭部に密着された固定板を体幹の長軸まわりに回転するように力を発揮させた。この条件下での静的筋力は、正面を向く方向に発揮する力の方が、後方を向く方向より、大きなトルクが発揮できると報告している。

体幹筋群、特に腹部、腰部まわりの研究はいくつか報告されている。Hughesら²²⁾ は、被検者が立位姿勢を維持しているときに、体幹に右旋回方向および伸展方向のトルクがいくつかの強度で同時に加わった際の腹直筋、外腹斜筋、脊柱起立筋、広背筋の筋放電データを分析した。力は伸展方向の15、30Nmと捻転方向の0、15、30Nmの組み合わせで加えられたが、捻転方向の力に反応した筋群は右外腹斜筋、左右脊柱起立筋、左右広背筋をあげている。ただし、外腹斜筋以外の筋群は全体的に放電量が小さかったことを特記している。

Cresswellら²³⁾ は、体幹を左右にひねる動作中の筋電図(腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋)と腹圧の測定を行った結果、左捻転時には左内腹斜筋、右外腹斜筋、左腹横筋の活動がみられ、また腹圧の上昇は左右腹横筋活動に同期する形で起きたことを報告している。

先行研究で使用されている体幹捻転力測定用の装置の大部分は独自に考案・工夫されたもので

あり、現時点では簡潔に捻転力を測定できる装置は開発されていないと考えられる。したがって、体幹捻転力の測定を行う際には全く新規に測定装置を製作するか、現在ある装置を流用・改造しなければならないだろう。

全日本柔道連盟は、医・科学委員会のプロジェクト研究の一つとして、独自に体幹捻転力トレーニング装置を開発してきた。これは柔道競技に重要と考えられる体幹捻転力と捻転の柔軟性（捻転角度）を同時に向上させることを主眼とした試作品であるが、柿原ら¹¹⁾はそのプロトタイプを利用して、さまざまな柔道競技者の捻転力と捻転角度の測定を行った。座位の被検者を鉄パイプのバーを肘に挟む形で抱きかかえさせるようにして固定し、静的な捻転力を測定した。測定は、まず、ある程度捻転した姿勢から捻転を解く方向に力を発揮させ、その後、さらにひねった姿勢へ移行し、また力を発揮させる方法で、捻転の限界角にいたるまで継続して行われた。その結果、左右約50度に捻転した姿勢が最も力を発揮しやすいこと、得意組み手の方向の捻転力、柔軟性が優れていること、競技力と捻転力、柔軟性との間に有意な相関関係があること、外国人選手は柔軟性に富むことなどを明らかにしている。しかし同時に、実験手順、測定機器の強度、固定法などに問題があったことも指摘している。

また岡田ら¹³⁾は、上述の研究結果を踏まえて製作された「体幹捻転マシン」を利用して、柔道競技者を対象としたトレーニング実験を行っている。週6日の捻転トレーニングを4週間にわたって行い、最大捻転角度は約40%向上し、最大捻転力については、右捻転力が77.5%向上したと報告している。この体幹捻転マシンは、当初、選手が自分自身で、簡単に捻転力と捻転の柔軟性の両方を養成することを目的にして開発されたが、補助が必要なこと、装置自体の回転の限界角が被検者の捻転の柔軟性を下回り、測定に限界があることなど、解決すべき問題も多かった。

Ⅲ 方法

1. 被検者

被検者には、T大学現役男子柔道部員13名と、一般学生7名をそれぞれ柔道競技者群、一般健常者群として用いた。両群ともに、腰痛をはじめ、胸部、肩部などに障害がないことを条件とした。なお柔道競技者群については、二つの異なった観点からさらに2群に分類した。一つは大学の代表選手として全国レベルの大会（全日本選手権、全日本学生選手権、全日本学生団体優勝

表1 被検者の特製
Table 1 Characteristics of the subjects

		Judo			Control
		All	Level Group		
			Varsity	Non-varsity	
Number	No	13	6	7	7
Age	Yr	20.31* (2.46)	21.67 (2.66)	19.14 (1.68)	24.14 (1.35)
Years in judo	Yr	9.92 (4.13)	12.00 (4.29)	8.14 (3.29)	-
Height	Cm	173.46 (6.06)	176.00 (5.10)	171.29 (6.32)	171.90 (2.80)
Weight	Kg	83.45* (16.30)	91.70* (15.89)	76.37 (13.95)	65.41 (3.63)

1. Values show mean (SD).

2. * p<0.05: compared to control group

大会、講道館杯柔道体重別選手権など)の出場経験をもつ選手群 (Varsity) とそれ以外を非選手群 (Non-varsity) に分けて競技レベル別の比較検討を行った。

一般健常者群には、身体が健常であり、専門的柔道歴や、陸上競技の投てき、野球など体幹捻転を伴うようなスポーツ歴のない学生を用いた。表 1 に被検者の特性を示した。

2. 体幹捻転力の測定

(1) 体幹捻転力の測定装置 (体幹捻転マシン)

本実験で用いた体幹捻転力の測定装置は、体幹捻転トレーニングマシンとして開発されてきたものである (図 1)。この装置は市販のトレーニング機器の軸に椅子をとりつけ、その椅子の上半身固定部分がモーターにより決められた角度まで、自由に回転するように作成されたものである。

装置の土台には、上半身固定部分を回転させる体幹捻転筋力トレーニング装置 (パラマウント社製ロータリートルソ PL-3000) が設置され、これにモーター (オリエンタルモーター社製 5TK20CG) を取り付け、ギヤを介して上半身固定部分が電動で回転できるようにした。モーター

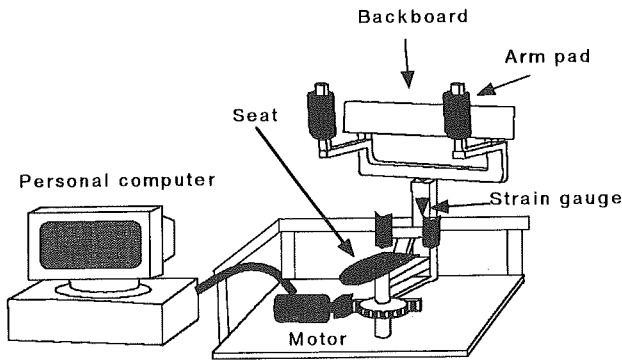


図 1 体幹捻転マシン

Fig. 1 Trunk rotary machine

のスイッチは上半身固定部分の左右の取っ手にとりつけられている。角度の検出には回転軸にとりつけたロータリーポテンシオメーター (Volgen社製) を用いた。また、トルク測定には、上半身固定部分の軸に貼付したストレインゲージ (共和電業社製) を用いた。モーターの駆動を除いた装置の制御および計測データの取り込みはコンピューター (NEC社製 PC-9801BA) 内に組み込まれたプログラムによって行われた。

なお、本研究を行うに際して、計測装置としての信頼性をより高める目的で、新たにフレームの強化、ストレインゲージ付着部まわりの設計の見直し、被検者の固定方法の工夫などを行った。さらに、装置の制御とデータ処理用のプログラムに関しても新規に作成した。

(2) 被検者の姿勢および固定

図 2 に、被検者の姿勢および固定箇所を示した。まず捻転に対する下肢の影響を最少にする目的で、両足を閉じたままためのベルトで巻き、さらに大腿上部と下部をそれぞれベルトで椅子に固定した。腰部は飛行機のシートベルトの要領で椅子

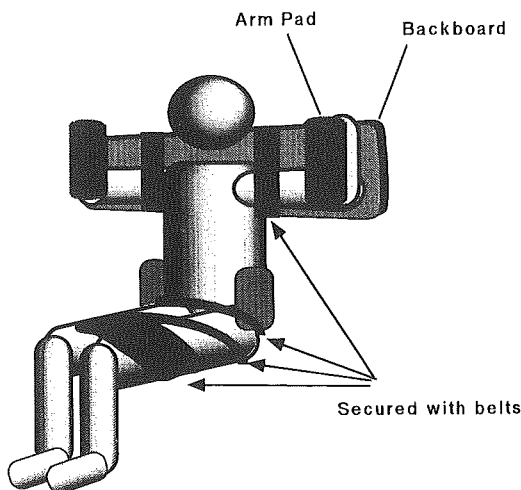


図 2 被検者の固定方法

Fig. 2 Posture and Fixation of a subject

背部に密着するように固定した。

ついで、上半身を固定するために、肩まわりをベルトで背板に密着固定した。また、両腕を真横に水平に伸ばした姿勢で肘関節を上方に直角に曲げさせ、その状態で前腕の前方および肘下部にゴム製および発泡スチロール製のパッドを当て、ベルトで固定した。このパッドのサイズはあらかじめ各種用意しておき、被検者を正しい姿勢で確実に固定できるように細心の注意を払った。

(3) 体幹捻転力の測定方法

被検者には、最初に測定手順の確認、体幹捻転マシンでの力の発揮のしかたおよびウォームアップを目的として、左右捻転姿勢 0° 、 30° 、 60° で軽く捻転力 (Torque) を発揮させた。その後、直ちに最大捻転角度 (Max Angle) を測定した。この測定では、検者が装置を電動モーターでゆっくりと回転させながら、被検者の上体を受動的に限界まで捻転させるようにして行った。

体幹捻転力の測定では、正面を向いた姿勢 (LR0) から捻転の限界 (最大捻転角度) にいたるまで、左右交互に 20° ごとに (R20、L20、……) 姿勢 (Angle) を固定し、最大努力で 3 秒間の力を発揮させた (図 3)。捻転力の測定の順序は、LR0 のときのみは左捻転力を最初に行い、その後は常に正面を向く方向を先に、すなわち R20 のときは左捻転力を、L20 の時には右捻転力を先に行った。測定はそれぞれの姿勢で 1 回ずつ左右方向に行ったものを 1 セットとし、これを十分な休息をとって、合計 2 セット行った。代表値には、同一姿勢、同一方向で 2 回の測定値のうち、大きい値を採用した。これを各試技条件での捻転力 (Torque) とし、さらにこれをもとにして、体重当たりの捻転力 (Torque/wt)、LR0 での捻転力に対する割合 (%Torque/wt) を求めた。なお、左右それぞれの捻転姿勢で発揮された力の最大値を最大捻転力 (Max torque) とし、平均値を平均捻転力 (Mean torque) とした。

4. 統計処理

形態項目、最大捻転角度、最大捻転力および、平均捻転力は、すべて平均値 \pm 標準偏差で表し、これらの被検者群間における平均値の差の検定には対応のない t 検定を用いた。また、捻転姿勢の変化に伴う差の検定には反復測定一分散分析 (Repeated measure ANOVA) を用いた。その結果、有意な F 値が得られた場合は post hoc の多重比較による検定を行った。形態項目と最大捻転角度、最大捻転力、および平均捻転力などの相関関係の検定にはピアソンの相関係数を用いた。

なお、すべての検定における有意水準の判定は、危険率 5% 水準で行った。

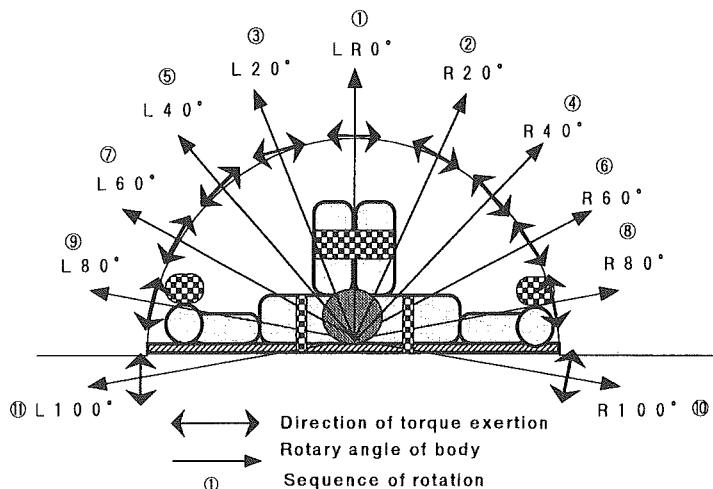


図3 体幹捻転力の測定順序

Fig. 3 Outline of testing

表2 柔道競技者と一般健常者間の最大捻転力、平均捻転力、最大捻転角度の比較
 Table 2 Comparison of max torque, mean torque, and max angle between judo and control groups

	Direction	Unit	Judo		Control	
Max torque	Torque	Right	Nm	234.79 (93.91) #	113.07 (39.34)	
		Left	Nm	278.39 (103.22) #	123.66 (29.22)	
	Torque/wt	Right	Nm/kg	2.78 (0.81) #	1.76 (0.50)	
		Left	Nm/kg	3.32 (1.27) #	1.91 (0.50)	
Mean torque	Torque	Right	Nm	167.35 (65.93) #	78.03 (26.33)	
		Left	Nm	203.72 (78.08) #	90.53 (21.48)	
	Torque/wt	Right	Nm/kg	1.90 (0.53) #	1.21 (0.47)	
		Left	Nm/kg	2.34 (0.72) #	1.39 (0.33)	
Max angle	Right	Deg	88.85 (9.89)	87.86 (8.78)		
	Left	Deg	94.54 (11.30)	93.71 (9.55)		

1. Values show mean (SD)

2, # $p < 0.05$ between groups

IV 結果

各角度における捻転力については、L100とR100の測定値数が少なかったため、これらを除外したL80からR80までの測定値を分析に用いた。

1. 柔道競技者と一般健常者の体幹捻転力および体幹捻転角度の比較

表2に、柔道競技者群と一般健常者群の最大捻転力、平均捻転力および最大捻転角度を示した。

最大捻転力と平均捻転力の実測値と体重当たりの相対値は、左右ともに、柔道競技者群が一般健常者群に比べて有意に高い値を示した。しかし、最大捻転角度には両群間に有意差は認められなかった。

2. 柔道競技者における体幹捻転力のタイプによる特性

(1) 競技レベルの相違による特性

1) 最大捻転力と平均捻転力、および最大捻転角度

表3に、選手群と非選手群の最大捻転力と平均捻転力、および最大捻転角度を示した。

最大捻転力と平均捻転力の実測値および体重当たりの相対値、および最大捻転角度には、いずれも選手群と非選手群との間に有意差はみられなかった。

2) 各捻転姿勢での捻転力の比較

a) 実測値と体重当たりの相対値でみた場合

図4に、選手群と非選手群の各捻転姿勢での左右方向捻転力の実測値とその体重当たりの測定値を示した。なお、これらに一般健常者群の成績も参考までに示した。

捻転姿勢の変化にともなう捻転力の変化のしかたには、選手群、非選手群ともに、左右いずれの方向においても顕著な傾向は認められなかった。しかし、最大捻転力の出現する捻転姿勢は両群間でかなり異なっていた。選手群では、左方向の捻転力はL40で、右方向の捻転力はL60で出

表 3 競技レベルの違いによる最大捻転力、平均捻転力最大捻転角度の比較
 Table 3 Comparison of max torque, mean torque, and max angle between judo levels

	Direction	Unit	Level	
			Varsity	Non-varsity
Max Torque Torque	Right	Nm	237.33 (108.73)	232.62 (88.18)
	Left	Nm	268.80 (103.11)	286.61 (110.81)
Torque/wt	Right	Nm/kg	2.53 (0.88)	2.99 (0.92)
	Left	Nm/kg	2.88 (1.00)	3.69 (1.17)
Mean torque Torque	Right	Nm	171.53 (82.70)	163.76 (54.43)
	Left	Nm	203.80 (84.02)	203.66 (79.43)
Torque/wt	Right	Nm/kg	1.60 (0.56)	2.11 (0.43)
	Left	Nm/kg	1.97 (0.69)	2.60 (0.67)
Max angle	Right	Deg	83.33 (9.05)	93.57 (8.90)
	Left	Deg	89.83 (12.24)	98.57 (10.00)

1. Values show mean (SD)

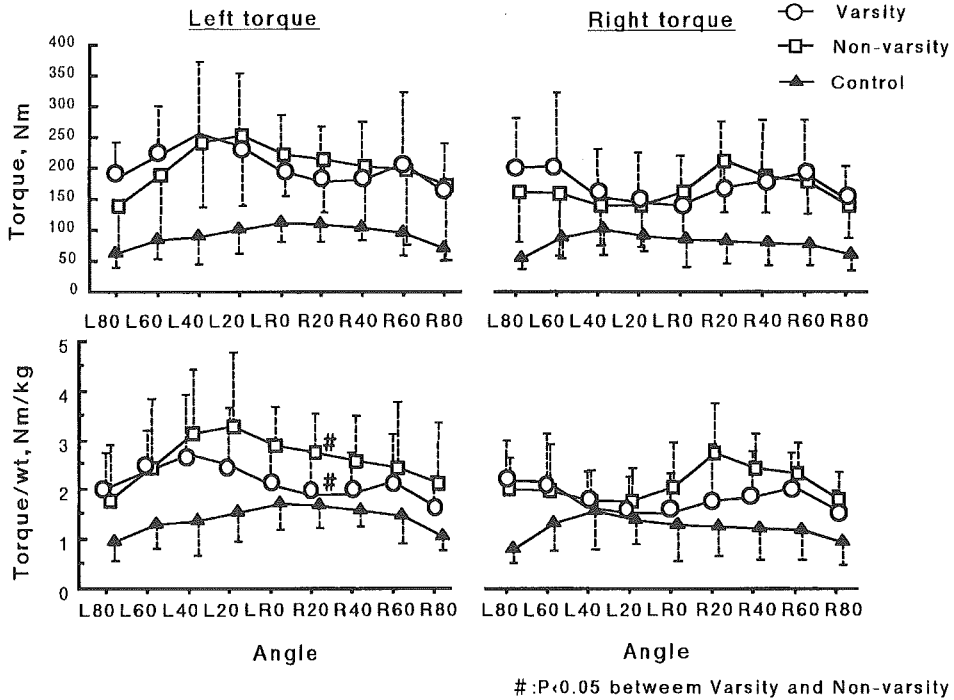


図 4 捻転姿勢一捻転力の関係
 Fig. 4 Comparison of angle and torque relationships

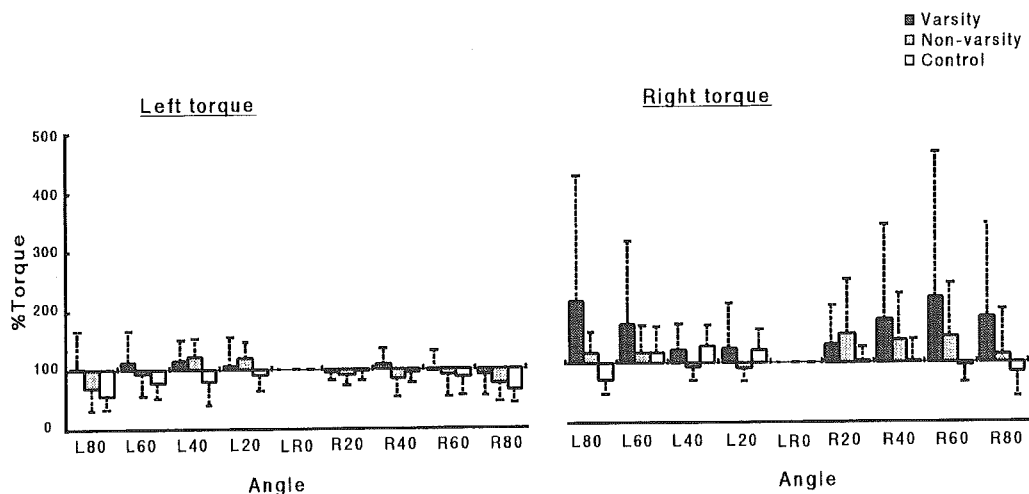


図5 LR0での力を100としたときの相対値による比較
Fig. 5 Comparison of the torques in relation to that of LR0

現し、また非選手群では左方向の捻転力はL20で、右方向の捻転力はR20で出現した。一方、各捻転姿勢での体幹捻転力の実測値には、左右両方向ともに、選手群と非選手群との間に有意差は認められなかった。しかし、体重当たりの相対値は、多くの角度において非選手群が選手群に比べて優れる傾向にあった。なお、一般健常者群は左右方向の捻転力ともに、いずれの捻転姿勢においても選手群と非選手群に比べて低い値を示した。

b) LR0に対する相対値でみた場合

図5に、選手群と非選手群の各捻転姿勢での体重当たりの捻転力を、LR0での体重当たりの捻転力に対する相対値で示した。なお、この図にも一般健常者の成績を参考までに示した。

左右方向の捻転力ともに、選手群はほとんどの捻転姿勢（左方向捻転力のR20、R80以外）において、LR0よりも強い力を発揮する傾向があった。特に、これは右方向の捻転力で顕著であった。これに対して、非選手群は右方向の捻転姿勢での右捻転力以外は比較的小さい増加あるいは減少傾向を示した。なお、一般健常者群は、左捻転姿勢での右方向の捻転力以外はすべて減少した。

(3) 国際強化選手の特徴

柔道競技者群のうちの1名(NU)は、左組みからの左背負投を得意技に持つ全日本柔道連盟の65Kg級の国際強化選手であった。この選手は、国内では全日本選抜体重別選手権優勝の経験があるが、フランス国際柔道大会優勝、嘉納治五郎杯国際柔道選手権大会2位など、国際大会での実績が豊富で、特に外国人選手に対して強いという評価を受けている。

図6は、被検者NUの左右方向の最大捻転力と平均捻転力、および最大捻転角度を、選手群、非選手群、一般健常者群と比較して示したものである。

被検者NUの左右方向の最大捻転力と平均捻転力は、選手群および非選手群に比べて著しく劣っており、一般健常者群と同じかあるいはそれ以下であった。しかし、左方向の最大捻転角度については他の3群よりも著しく優れていた。

また図7は、被検者NUの各捻転姿勢での捻転力を、実測値、体重当たりの相対値で示したものである。この図では、選手群と一般健常者群の成績を比較のために示した。

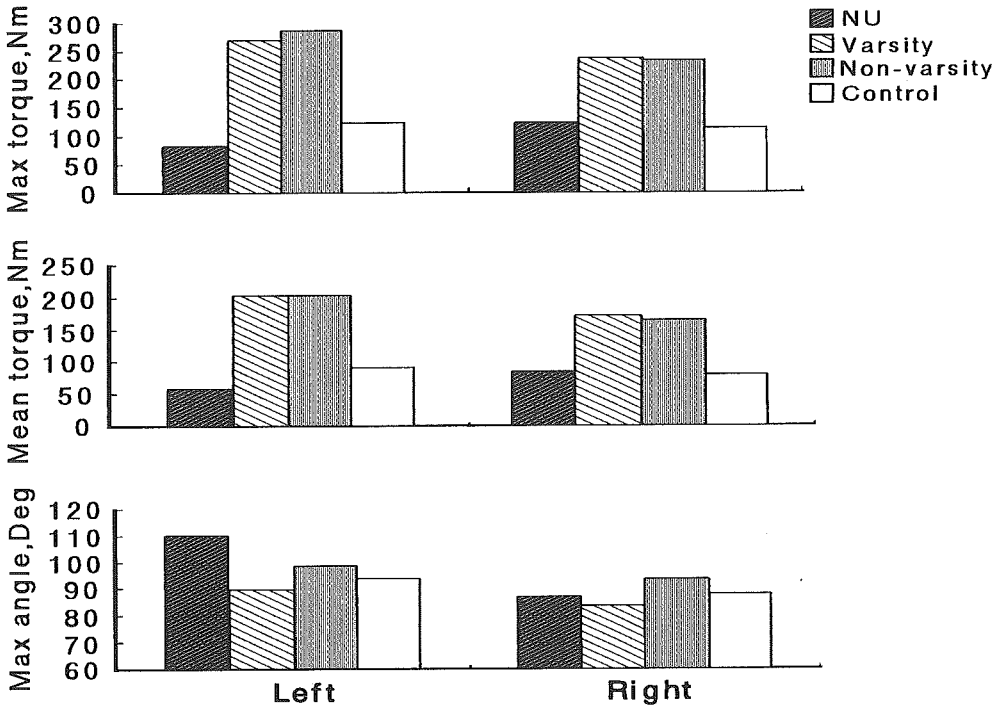


図 6 NU、選手群、一般健常者群間の最大捻転力、平均捻転力および最大捻転角の比較
 Fig. 6 Comparison of max torque, mean torque, and max angle among NU, judo competitors and control

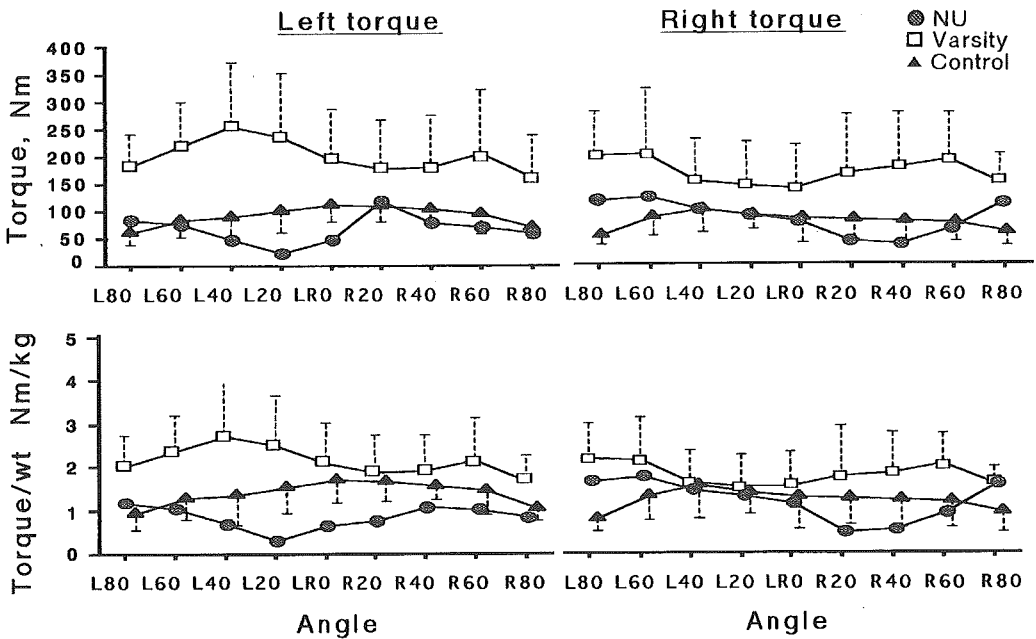


図 7 NUと選手群、一般健常者群における各角度での捻転力の比較
 Fig. 7 Comparison of angle and torque relationships among NU, judo elites, and control

体重当たりの相対値でみた場合には、左方向の捻転力はほとんどの捻転姿勢において選手群および一般健常者群に比べて劣っていたが、右方向の捻転力はLR0-L40の角度において他の2群との差は小さかった。

V 考察

柿原ら¹¹⁾は、柔道の競技レベルが上位の者ほど捻転力は強く、また最大捻転角度も大きいと報告している。しかし、本研究においては最大捻転力や最大捻転角度には競技レベルによる有意差は得られなかった。この違いの原因として、柿原らの実験では、①固定位置の違いにより捻転運動の様式が異なっていること、②捻転姿勢に関しては最大捻転角度を測定していないこと、③全日本強化選手レベルと大学柔道部員との間の比較のため、競技レベル差が大きいこと、④固定がうまくいかなかったこと、などの原因が考えられる。また、Imaizumiら¹⁰⁾は、女子柔道選手の腹斜筋群断面積と等速性体幹捻転力は競技レベルと高い相関関係がみられたことを報告している。

一方、柔道の競技レベルと捻転力以外の筋力や柔軟性との関係を調べた研究の一つとして、12年間にわたる全日本強化選手約220名の体力測定データを分析した結果が、全日本柔道連盟²⁴⁾によって報告されている。それによると、柔軟性(上体そらし、立位体前屈)には競技レベルによる差はみられなかったが、筋力(握力、背筋力および腕力)には差がみられている。また、西林ら²⁵⁾も、同じような研究から、競技成績の向上には筋力が必要であると結論づけている。さらに、武内ら²⁶⁾も、大学柔道部員の競技レベルと体格および静的筋力(背筋力、握力)との間に関連性があったとしている。

上述のように、競技レベルと筋力や柔軟性との間には高い相関関係があるという報告が多いが、本実験においては最大捻転力に競技レベルによる差は認められなかった。この原因の一つには、各群内でのばらつきが大きいこと、本実験において最大値に競技レベル間に差が認められなかった原因としては、一つには各群内でのばらつきが大きいこと、静的捻転力が柔道の競技力とあまり関係がない可能性があること、選手群と非選手群とのレベル差が小さいこと、などが考えられる。

しかし、各捻転姿勢ごとの体幹捻転力をみると、実測値や体重当たりの相対値には競技レベルによる差はみられなかったが、LR0での捻転力に対する相対値で比較すると、いくらか捻転した姿勢において、選手群の方が優れている傾向が現れた。柔道では通常組み合っている状況では左右いずれかに体を開いた姿勢で、捻転運動を行っている場合が多いと考えられる。

ウエイトトレーニングや道場内での補強運動では、一般的には左右の捻転姿勢で均等に筋力向上が得られることを考えると、この実験で得られた捻転力の左右差は、例えば上述のような柔道の専門的動作の影響を受けていることが推測される。今回は組み手や得意技の違いによる検討は行わなかったが、今後追求すべき課題であろう。

(2) 国際強化選手の体幹捻転力の特性

65kg級の国際強化選手である被検者NUの実績は、選手群のなかで特出している。彼の柔道の特徴として、コーチやチームメートは、外国人選手に対して強いことを第一にあげる。また、得意技の背負投は「肩の柔軟性を利用した技」とであり、いわゆる力技でもないというのが一般的な評価である。あまり各種体力トレーニングを得意としておらず、筋力的には平凡レベルであることは、彼自身認識している。今回彼のデータを抽出したのは、もしかしたら体幹の捻転力だけは強いのではないかという仮説に基づいたものであった。

背負投を行うときに捻転力が利用されることは、経験的によく言われており、先行研究でもこ

れに関する報告がある。吉鷹ら⁶⁾は、背負投の動作には、投げの後半局面で下肢の回転が一気に腰の回転を生み、それが引き手に作用することを、加速度センサーを用いた実験で確認した。また、島ら⁷⁾は、背負投においては運動開始直後から外腹斜筋が活動し始めて、投げ動作終了まで活発に活動することを筋電図を用いて確認し、また同時に撮影した高速写真からも捻転運動を確認している。

今回の被検者NUの捻転力の特徴としては、最大捻転力と平均捻転力は一般健常者なみであり、ほとんどすべての捻転姿勢で発揮される力は選手群の平均よりも劣っていることがあげられる。しかし、一方で彼は、左捻転姿勢で発揮される右方向捻転力が比較的強く、特にその体重当たりの相対値は選手群との差があまりみられなかった。この左捻転姿勢での右方向捻転力とは、左背負投動作時にみられる捻転力^{6),7)}である。当初予想したような捻転力の強さと技の強さはここでは認められなかったが、背負投を掛ける際に必要と思われる捻転力に関しては、少なくとも他の選手群並みにはあるといえそうだ。一方、左方向の最大捻転角度が優れているという結果がえられたことは、彼の背負投に対する一般的評価である「肩の柔らかさで掛ける背負投」を裏付けするものである。以上のことから、被検者NUの体幹捻転力は総合的にみた場合、他の選手より劣っているが、彼が得意とする左背負投に要求される限定的な意味での体幹捻転力は十分に備えていると考えられる。しかし、得意技から捻転力を正確に説明することは、現段階では困難である。

今回の体幹捻転力の研究では、柔道競技者は一般健常者と比較した場合には、最大値や平均値において優れていたが、柔道競技者のタイプ別による比較ではあまり特徴的な傾向はみられなかった。本研究では特に競技レベルをもとにして群分けを試みたが、いずれの場合も各群内でのばらつきが大きかった。したがって、今後、被検者数を増やしてさらに検討することが必要であると考えられる。また、組み手や得意技の違い、トレーニング方法の違いなど柔道競技者の群分け方法を変えたり、メディスンボールを用いたパワーの測定やMRIでの体幹部筋断面積の調査を含めて、総合的に検討することも必要であると考えられる。柔道競技者の分類の方法を変えて、比較を行うことが重要である一方で、上記のような個人の柔道競技の特性のようなものを参照しながら、体幹捻転力を研究していくことも選手強化の目的として重要であろう。

VI 要約

柔道の競技力と体力との関係については、これまでも様々な視点から研究が行われてきた。しかし、体幹の捻転力について直接測定した研究は極めて少ない。本研究では、柔道競技者における体幹の静的捻転力を、一般健常者との比較、競技レベルの違いによる比較などを行い、柔道競技者における体幹捻転力の特徴を明らかにすることを目的とした。

被検者として、T大学男子柔道部員13名と一般健常者7名を選出し、最大体幹捻転角度と静的体幹捻転力の測定などを行った。測定には全日本柔道連盟で試作したトレーニング用の体幹捻転マシンを、一部改良して用いた。被検者を体幹捻転マシンの椅子に座らせ、上肢と下肢を固定した状態で測定を行った。力の測定では、正面を向いた姿勢(LR0)から捻転の限界(最大捻転角度)にいたるまで、左右交互に20度ごとに(R20、L20、……)固定し、その位置で左右方向にそれぞれ最大努力で3秒間の力を発揮させた。測定はそれぞれの角度で1回づつ左右方向に行ったものを1セットとし、それを十分な休息をとって2セット行った。代表値には、同一角度、同一方向の2つの測定値のうち大きい値を採用した。ここでは、左右の最大捻転力と平均捻転力、およびそれぞれの捻転姿勢における捻転力を、いずれも実測値(トルク)、体重当たりの相対値、LR0での捻転力に対する相対値などで比較した。

本研究では、柔道競技者の体幹捻転力からみた特性として、①柔道競技者は一般健常者に比較して体幹捻転力は大きいこと、②選手群は非選手群と比較して、捻転力の実測値、体重当たりの相対値ともに優れてはいないが、大きな捻転姿勢における捻転力に相対的に優れていること、③柔道競技者の体幹捻転力の特性に、組み手や得意技などの他の要素関係する可能性があること、などが認められた。

本研究では、柔道競技者の体幹捻転力の特性を十分に把握することはできなかった。したがって、今後、様々なレベル、組み方、タイプの柔道競技者および他の種目のスポーツ競技者を対象にするなど、被検者数を増やすことによって、本研究の課題をさらに検討することが必要であると考えられる。また、その際にはMRIなどによる上半身の筋断面積の測定なども加えて検討することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 松本芳三：柔道のコーチング，大修館書店，東京，pp.368-399，1975.
- 2) 大滝忠夫：柔道論考，三信，横浜，pp.109-119，1972.
- 3) 全日本柔道連盟選手強化委員会科学研究部議事録，1996年11月23日（内部資料）より抜粋
- 4) 佐々龍雄，猪飼道夫，浅見高明，金子公宥，松本芳三：柔道投技の筋電図学的研究，講道館柔道科学研究会紀要 第二輯，81-89，1963.
- 5) 菅波盛雄，井浦吉彦，川村禎三，浅見高明，石島 繁：柔道投技の運動力学的分析——施技時の頭，肩，腰部の角度変化について——，武道学研究，15:21-31，1982.
- 6) 吉鷹幸春，竹内善徳，柘植俊一，中村良三，小俣幸嗣，佐藤伸一郎，射手矢呷，黒田圭一，渡辺直勇，小沢雄二：背負投における下肢動作が崩し・作りに及ぼす影響，講道館柔道科学研究会紀要 第七輯，65-72，1994.
- 7) 島 義孝，徳山 広，金芳保之：背負投の筋電図学的研究，柔道，51:58-64，1980.
- 8) Jarmoluk, P. : Functional and anatomical analysis of a chosen techniques in judo.(Ed.) Mickiewicz, G. (In) International congress on judo, European Judo Federation, Vienna, pp.109-112, 1989.
- 9) 浅見高明，芳賀脩光：スポーツトレーニングコース 柔道のトレーニング，大修館，東京，pp.8-19，1974.
- 10) Imaizumi, T., Nose, S., Aruga, S. and Asami, T. : Study of isokinetic strength of the trunk rotator muscles in elite female judoists. The 2nd international judo symposium [Medical and scientific aspects] (abstracts). Kodokan judo institute, Tokyo: 24, 1996.
- 11) 柿原章男，肘岡博史：柔道選手における体幹の捻転力と柔軟性に関する研究，筑波大学体育専門学群卒業論文，1993.
- 12) 金子公宥，淵本隆文，栗山佳也，田中健司：体幹捻転パワーテスト法の開発とその応用（第3報）一流槍投げ選手と大学運動部員の測定から，日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.VII，スポーツタレントの発掘方法に関する研究——第三報——，pp.47-54，1991.
- 13) 岡田弘隆，竹内善徳，中村良三，太田道男，小俣幸嗣，中村 勇：体幹捻転装置を用いたトレーニングによる柔道選手の体幹捻転能力への効果，筑波大学運動学研究，12:13-20，1996.
- 14) Schenkman, M., Shipp, K. M., Chandler, J., Studenski, S. A., and Kuchibhatla : Relationships between mobility of axial structures and physical performance. Physical therapy 75:276-285,

1996.

- 15) 金子公宥, 淵本隆文, 劉 天庚, 末井健作: 体捻転パワーテスト法の開発とその応用 (第1報) 装置の作成と体捻転トルクについて, 日本体育協会 スポーツ医・科学研究報告, No.V, スポー
ツタレントの発掘方法に関する研究——第一報——, 41-48, 1989.
- 16) 梅垣浩二: 体幹筋の捻転力に関する研究, 平成元年度筑波大学体育研究科研究論文集, 第12巻,
101-104, 1990.
- 17) Luttgens, K., Deutsch, H. and Hamilton, N.: *Kinesiology scientific basis of human motion.*
Brown and Benchmark: Madison, pp.108-386, 1992.
- 18) 永田 晟: 筋と筋力の科学——筋収縮のスペクトル解析——, 不昧堂, 東京, pp.26-28, 1984.
- 19) Harman, E.: *The Biomechanics of resistance exercise.* (Ed.) Baechle, T. R. (In) *Essentials of
strength training and conditioning.* Human Kinetics: Illinois, pp.31-34, 1994.
- 20) 宮西智久, 藤井範久, 阿江通良, 功力靖雄, 岡田守彦: 野球の投球動作におけるボール速度に対
する体幹および投球腕の貢献度に関する3次元的研究, 体育学研究, 41:23-37, 1996.
- 21) 金子公宥, 淵本隆文, 劉 天庚, 末井健作: 体捻転パワーテスト法の開発とその応用 (第2報)
陸上・投てき選手の体捻転パワーの測定, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.VI, ス
ポーツタレントの発掘方法に関する研究——第二報——, pp.47-52, 1990.
- 22) Huges, R. E. and Chaffin, D. B.: *The effect of strict muscle stress limits on abdominal muscle
force predictions for combined torsion and extension loadings.* J. Biomechanics 28:527-533,
1995.
- 23) Cresswell, A. G., Grundstrom, H. and Thorstensson, A.: *Observations on intra-abdominal pres-
sure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man.* Acta physiol. scand. 144:409-418,
1992.
- 24) 全日本柔道連盟強化委員会科学研究部: 柔道強化選手の形態及び基礎体力について, 柔道の競技
力向上に関する研究, 全日本柔道連盟強化委員会科学研究部, pp.1-27, 1988.
- 25) 西林賢武, 佐藤行那, 中村良三, 高橋邦郎, 竹内善徳, 手塚政孝: 全日本国際柔道強化選手の体
力に関する研究, 武道学研究, 17:21-29, 1985.
- 26) 武内政幸, 飯田穎男, 松浦義行, 西嶋尚彦: 大学生柔道選手の基礎体力と競技成績の関連につい
て, 武道学研究, 20:13-20, 1988.