

<研究論文>

九州選抜中学生柔道選手におけるスクワットパワー測定器を用いた 脚パワーおよび挙上スピードの測定

藤田英二¹⁾，濱田初幸²⁾，中村勇³⁾，小山田和行²⁾，野口博之⁴⁾，松崎守利⁵⁾，安河内春彦⁶⁾

¹⁾鹿屋体育大学 スポーツ生命科学系

²⁾鹿屋体育大学 スポーツ・武道実践科学系

³⁾鹿屋体育大学スポーツ人文応用社会学系

⁴⁾福岡県柔道協会

⁵⁾九州女子短期大学 子ども健康学科

⁶⁾九州産業大学 健康・スポーツ科学センター

I. はじめに

ほとんどの競技では力の発揮，つまり筋力よりもパワー発揮の方が重要である¹⁾。柔道の投げ技においても，強くかつ速く相手を投げることが重要であり，筋力とスピードの積であるパワーが柔道の競技力向上に重要であると指摘されて久しい²⁾。特に背負い投げなどの低い姿勢からの投げ技においては，下肢の脚パワー発揮の優劣が有利に働くのは明らかである。全日本柔道連盟ではこのような下肢運動能力の評価として，強化選手を対象にスクワットの最大挙上重量（1Repetition Maximum; 1RM）を測定し，女子では体重の1.5～1.8倍の目標値を定めている³⁾。スクワット動作は下肢の多関節運動で行われる最も基本的な動作であり，多くのスポーツにおける基本動作にも共通することか，スクワット動作で下肢の筋力やパワーを測定することは妥当であると思われる。しかし，この1RM測定による評価では，筋力の評価としては妥当であるといえるが，挙上するスピードの要素が入っていないため，発揮パワーの優劣を正確に評価することはできない。

いままでの柔道における脚パワーの評価としては，CybexやBiodexに代表される「等速性筋力測定器」によるものや^{2,4,5)}，座位での脚伸展動作で測定する「脚伸展パワー測定装置」を用いるのが一般的であった^{6,7)}。しかし，等速性筋力測定器による測定では，多くは単関節の運動であり，設定できる関

節運動の角速度にも限界があるため，競技中の動作で発揮される多関節運動での最高速度を知るのは不可能であった。一方，脚伸展パワー測定装置を用いる手法は，等価慣性重量ではあるものの，垂直跳び等の動作で身体に一定にかかる負荷を多関節で再現できる手法である⁷⁾。しかしながら，本手法は座位での測定であることに加え，等速性筋力測定器と同様に機器の持ち運びがほぼ不可能であり，柔道の実践現場などで手軽に測定できるとは言い難い。

そこで，我々は持ち運びが可能で負荷を任意に設定でき，挙上スピードと併せてスクワット動作時のパワーを測定できる装置（以下：スクワットパワー測定器）を開発した。そして，九州柔道協会との協力の下，九州各県代表選手の中学生柔道選手50名を対象に，スクワット動作時のパワーならびに挙上スピードの測定を実施した。本研究は九州各県を代表する中学生柔道選手を対象に，スクワット動作パワーおよび挙上スピードを測定し，得られた結果から中学生柔道選手における目標値について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象は，第15回九州選抜中学生柔道体重別団体優勝大会に出場した九州各県代表の中学生柔道選手50名とした。そのうち，男子は29名（年齢：14.6±

0.3歳, 身長: 167.6 ± 6.9 cm, 体重: 71.2 ± 15.4 kg) で, 女子は21名 (14.5 ± 0.3 歳, 身長: 157.5 ± 5.6 cm, 体重: 61.3 ± 19.4 kg) であった。

本研究は, 鹿屋体育大学倫理審査委員会の承認を得た上で, 規定に基づき事前に十分な説明を対象者に対して行い, 書面にて参加の同意を得て実施した。

2. スクワット動作パワーの測定

スクワット動作時のパワーは, 新たに開発したスクワットパワー測定器 (アプライドオフィス社製) を用いて測定した。この装置は, 本体とロープで接続されたバーをスクワット動作で担ぎ上げる際の発揮パワーおよび挙上速度を求めるものである。本体からバーに接続されたロープを引き出す距離と運動に要した時間から速度を求め, 負荷として10kgから最大130kgまで0.1kg単位で任意の設定をすることができる。設定負荷は, ロープの引き出しに対しての抵抗としてかけられるため, スクワット動作を途中で中止した場合はバーの重さ (2kg) のみの負荷となり, 安全に負荷をかけての測定が可能である。測定動作は, バーを担いだ状態で大腿が床と平

行の高さになる, すなわちパラレルスクワットのボトム姿勢で座位姿勢をとらせた後, バーの重さと併せて体重の100%となる負荷をかけ, 最大スピードでの立ち上がり動作を行わせた (図1 a, b)。本装置からの信号は, 16bitのA/D変換器 (Powerlab/16s, Ad Instruments社製) を介してサンプリング周波数1 KHzでパーソナルコンピュータに取り込んだ。測定に先立ち, 測定動作に慣れさせるため体重の30~50%の負荷にて十分な練習を行わせた。測定は疲労の影響を避けるため, 練習を含めたそれぞれの試行間に3分以上の休息を設けて2回実施した。得られた試行のなかで一試行の最大スピードおよび最大パワーの値を算出し (図1 c), 発揮パワーの高い試行を採用した。パワーの値は体重で除した値 (W/kg) で表した。

III. 結果と議論

得られた値は, 男女別に平均値と標準偏差で表した。また, 顕著な成績を残した個人値として, 第47回全国中学校柔道大会にて優勝した者の値を併記した (表1)。本測定実施者のうち, 同大会への出場

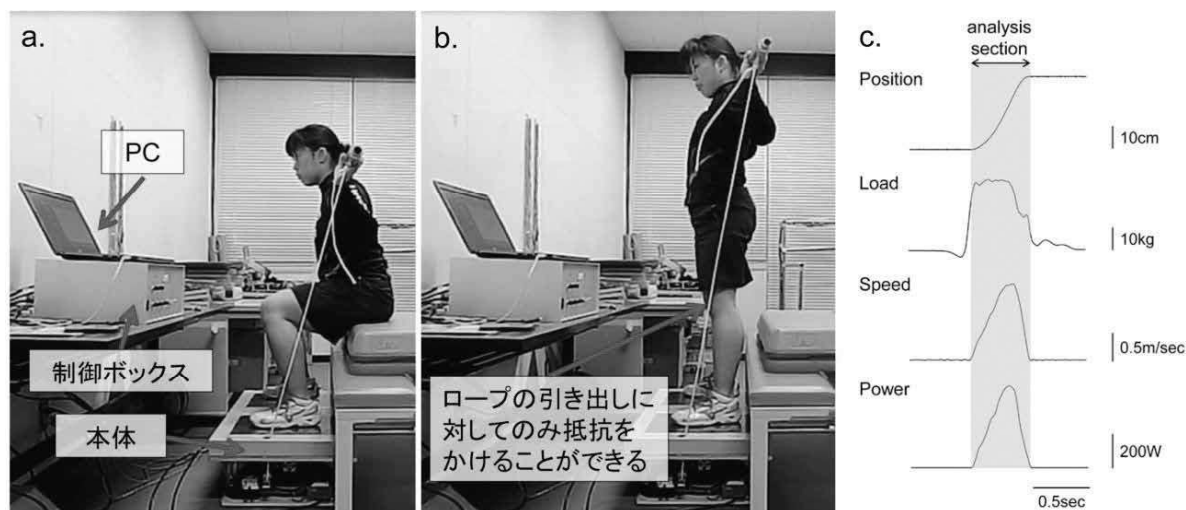


図1. スクワットパワー測定器によるスクワット動作時のパワー測定

- a.) 装置の全景と開始姿勢
- b.) バーに接続したロープの引き出しに対してのみ負荷がかかる
- c.) パワー測定時の波形の一例

Position: ロープを引き出した距離

Load: ロープの引き出しにかかる抵抗 (負荷)

Speed: ロープを引き出す速度

Power: ロープの引き出し負荷と速度の積

表 1. スクワットパワーの測定結果

	男子		女子	
	発揮パワー(W/kg)	挙上スピード(m/sec)	発揮パワー(W/kg)	挙上スピード(m/sec)
平均値	13.44 ± 4.27	1.29 ± 0.35	9.24 ± 4.16	1.08 ± 0.28
代表値	14.56	1.19	9.59	0.91
	13.77	1.28	8.62	1.23

者は男子9名、女子が12名であり、個人戦での優勝者は男子が2名、女子が2名であった。

パワーは「力（筋力または負荷）×速度」で表され、このパワーが競技力に多大な影響を与える。Hillが示した「力-速度関係」では、短縮性収縮の速度増加に伴い、発揮できる筋力は減少していく⁸⁾。この関係から、力と速度を掛け合わせるにより「力-パワー関係」の凸型の曲線を示すことができる⁹⁾。この「力-パワー関係」から、最大パワーの発揮は、負荷が最大値の30～40%の条件において極大値を示すとされている。本研究では、個々の最大筋力の測定はしていない。したがって、スクワットパワー測定器で測定したパワーは個人の最大パワーではないのかも知れない。しかし、柔道は体重階級制の競技であるため、少なくとも自体重と同じ程度の負荷がかかった条件で大きなパワーを発揮することが求められることから、本研究でのパワー測定は、実際の柔道の競技場面に即しているといえよう。

本装置の最大の利点は、スクワット動作における最大努力による挙上スピードが測定できるところにある。柔道における投げ技では、技を施す際に脚伸展動作が認められ¹⁰⁾、女子柔道では一本背負投に入ってから脚を伸展させて相手を持ち上げるまでにかかる時間は0.28秒、さらにそこから投げきるまで0.44秒であったと報告されている¹¹⁾。佐藤らは、柔道選手の脚伸展パワーは筋量（筋量はその筋が発揮する張力と比例する¹²⁾）の差よりも、筋の収縮速度、すなわちスピードの違いが大きく影響しているであろうと報告している⁷⁾。これらのことから、スピーディーな脚伸展による高いパワーの発揮は柔道の競技力向上には重要であり、挙上スピードを測定し、かつ発揮パワーを評価できる本装置の意義は大きい。しかしながら、加齢やトレーニングに

よる挙上スピードの発達について、明らかでない点が多い。Closeはラットの筋収縮速度を生誕時から追跡調査し、速筋線維の占める割合が高い長指伸筋では、生誕後35日目において収縮速度が生誕時の約2.5倍になると報告し¹³⁾、加齢や発育に伴う発達が筋の収縮速度にも認められることを示した。今回測定された中学生柔道選手の挙上スピードは、今後のトレーナビリティがあるのか、スピードは個人の特性であるのかについて、今後明らかにしていかななくてはならないであろう。

本研究は、挙上スピードと併せてスクワット動作時の発揮パワーを測定できるスクワットパワー測定器を用いて、九州各県代表の中学生柔道選手を対象に、体重あたりの発揮パワーならびに挙上スピードを測定した。それらの平均値ならびに顕著な成績を残した個人値を示すことにより、中学生柔道選手に求められるスピード及びパワーの目標値を示すことができたと思われる。

V. まとめ

本研究では新たに開発したスクワットパワー測定器を用い、九州選抜中学生柔道体重別団体優勝大会に出場した九州各県代表の中学生選手50名を対象に、体重の100%の負荷をかけてスクワット動作時のパワーおよび挙上スピードの測定を行った。本装置は体重階級制の競技である柔道競技で求められる自体重と同じ程度の負荷がかかった条件での、発揮パワーや挙上スピードの測定がすることができ、柔道選手の体力測定項目として有効であった。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、多大なるご協力をいただきました九州柔道協会、福岡県柔道協会、ならびに九州電力柔道部の皆様にご心からお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Horii N, Newton RU, Nosaka K, Stone MH. Weightlifting Exercise enhance athletic performance that require high-load speed strength. *Strength & Conditioning Journal*, 27(4), 50-55, 2005.
- 2) 春日井淳夫. 柔道選手の体幹筋パワーに関する基礎研究. 明治大学人文科学研究紀要, 第50冊, 65-82, 2002.
- 3) 射手矢岬, 春日井淳夫, 木村昌彦, 日陰暢年, 林弘典, 出口達也, 田辺勝. 女子柔道選手の体力研究を振り返る. 柔道科学研究, 11, 42-46, 2006.
- 4) 有賀誠司, 金山浩康, 斎藤仁, 松井薫, 山下泰裕, 村松成司, 木村昌彦. 全日本男子柔道選手の脚筋力の発揮特性. 柔道科学研究, 2, 15-20, 1994.
- 5) 春日井淳夫. 柔道選手の筋パワー養成に関する基礎研究. 明治大学人文科学研究紀要, 第46冊, 119-143, 2000.
- 6) 佐藤武尊, 秋本啓之, 金丸雄介, 鈴木桂治, 小野卓志, 増地克之, 岡田弘隆, 射手矢岬. 一流重量級柔道選手における脚伸展パワー. 柔道科学研究, 18, 26-29, 2013.
- 7) 佐藤武尊, 秋本啓之, 竹澤稔裕, 横山喬之, 三宅恵介, 増地克之, 春日井淳夫. アネロプレス3500を用いた柔道選手の脚伸展パワー評価ー一流柔道選手と学生柔道選手の比較からの検討ー. 講道館柔道科学研究会紀要. 第十四輯, 81-87, 2013.
- 8) Hill AV. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc Roy Soc*, B126, 136-195, 1938.
- 9) 金子公宥. 人体筋のダイナミクス, 杏林書院, 82-85, 初版第3刷, 1999.
- 10) 石井孝法, 金丸雄介, 阿江通良, 岡田弘隆, 小俣幸嗣. 背負投の体裁きと姿勢, 講道館柔道科学研究紀要, 13, 87-96, 2011.
- 11) 倉賀野哲造, 田辺陽子. 女子柔道における技とスピード. 明星大学研究紀要 (情報学部), 22, 61-66, 2014.
- 12) Ikai M, Fukunaga T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int Z Angew Physiol*, 26, 26-32, 1968.
- 13) Close R. Dynamic properties of fast and slow skeletal muscle of the rat during development. *J Physiol*, 74, 247-257, 1964.