

9. アネロプレス3500を用いた柔道選手の脚伸展パワー評価 —一流柔道選手と学生柔道選手の比較からの検討—

皇學館大学	佐藤	武尊
了徳寺学園	秋本	啓之
関東学園大学	竹澤	稔裕
摂南大学	横山	喬之
中京大学	三宅	恵介
筑波大学	増地	克之
明治大学	春日井	淳夫

キーワード：一流柔道選手，脚伸展パワー，アネロプレス3500

9. Evaluating Judoka leg extension power: Comparing leading and student Judoka using the Aneropress 3500

Takeru Sato	(Kogakkan University)
Hiroyuki Akimoto	(Ryotokuji Gakuen)
Hirotooshi Takezawa	(Kanto Gakuen University)
Takayuki Yokoyama	(Setsunan University)
Keisuke Miyake	(Chukyo University)
Katsuyuki Masuchi	(University of Tsukuba)
Atsuo Kasugai	(Meiji University)

Abstract

This study evaluated the leg extension power of Judoka to provide data that can be used to teach Judo. The leg extension power of 20 All-Japan Judo Federation certified lightweight male Judoka and 18 lightweight male student Judoka was measured. The Aneropress 3500 was used in this study because it measures leg extension power through movements similar to the knee extension movements in judo throwing techniques. In addition, it allows measurement to be easily gathered while teaching.

The average leg extension power values were 2036 ± 63.08 W and 1768 ± 72.98 W for the leading Judoka and student Judoka, respectively, with the average value of the leading Judoka being significantly higher ($p < 0.01$).

These results suggest that lightweight Judoka should increase their leg extension power to enhance their competitiveness.

Keywords: leading Judoka, leg extension power, Aneropress 3500

I. 緒言

体力は、スポーツにおける競技力に影響を及ぼす因子の1つと考えられている。柔道競技においても例外ではなく、体力は競技力に影響を及ぼし、中でも筋力をはじめとする機能的要素を増大させることが競技力の向上に必要であるといわれている⁷⁾。近年では、脚パワーがあらゆる競技において重要視されている^{1, 2, 5, 8, 19)}。

柔道の試合において、投技でより高いポイントを得るためには、強くかつ速く相手を投げることが必要とされている。このことから、柔道においては、投技に入った後、脚を力強くかつ素早く伸展するパワー（力×速度）の発揮能力が高いことが有利に働くものと考えられる。また、柔道における投技では、技を施す際に脚伸展動作が認められるという報告³⁾があり、脚伸展パワーの強さが技の成否を左右する可能性が十分あると考えられる。例えば、背負投で技に入り相手を担ぎ上げ投げるとき、スピーディな脚伸展筋力発揮動作、すなわち脚伸展パワーが重要な役割を果たすのではないかと著者らは考えている。さらに、柔道では、相手の技に対して素速く反応し、姿勢を維持して投げられないようにすることも必要となる¹⁴⁾ため、相手の攻撃に対し自らの姿勢やバランスを保つため、脚筋力はもとより脚伸展パワーの強さが重要な要素の1つであるとも考えている。これらは、当然のことながら一流競技者になるほど高いレベルが要求されるものと思われる。

柔道選手におけるパワーに関する研究には、竹内¹⁶⁾、柳沢ら²⁰⁾、有賀ら¹⁾の研究などがある。柔道選手の脚伸展パワーを直接的に測定した竹内の研究は、油圧式脚パワー測定装置を用いて学生柔道選手の両脚伸展パワーを測定し、体重階級間で比較したものである。しかし、この研究においては、柔道における脚伸展パワーの重要性、あるいは脚伸展パワーと競技力との関係に関しては検討されていない。また、柳沢らや有賀らの研究は、柔道における実際の動き、すなわち膝を屈曲した状態から伸展する動作とは異なる形でパワーを測定・評価したものである。

一方、柔道における実際の脚伸展動作と類似した形で脚伸展パワーを簡便に測定・評価する方法として、Sargent, D.Aが考案した垂直跳テスト⁶⁾がある。この垂直跳は、脚伸展パワーを間接的に示すことが知られており¹¹⁾、柔道選手を対象に垂直跳を測定した研究は多く見られる。例えば、西林ら¹³⁾や全日本柔道連盟強化委員会科学研究部²¹⁾による報告を挙げることができるが、いずれの研究も跳躍高を評価しており、跳躍時に発揮されたパワーの値そのものについては検討していない。垂直跳では、体重が負荷となるため、跳躍高が必ずしも脚伸展パワーを反映しないこともある¹²⁾。このことから、田辺ら¹⁷⁾は、垂直跳テストを行う場合、跳躍高ではなく跳躍時に発揮されたパワーそのものを評価する必要があると述べ、垂直跳時の平均パワーを近似的に算出できる「渋川の式」¹⁵⁾を用いて、中学生柔道選手の競技力と脚伸展パワーとの関係を報告している。

ところで、スポーツ科学の研究成果を指導現場で活用していくためには、現場への還元を十分に意識した研究を行う必要がある、と筆者らは考えている。スポーツ科学の研究で得られた知見は、当然、競技力向上を目的とする指導現場で活かされるものとなるはずであるが、従来から行われているスポーツ科学研究が必ずしも現場への還元を意識したものばかりではないため、十分機能していないと思われる。また、指導現場では、スポーツ科学研究によって得られた知見が重要であっても、測定や評価が煩雑である場合、積極的に活用しにくいことも十分考えられる。つまり、指導現場においてスポーツ科学の研究成果を有効に活用していくためには、少なくとも簡便に測定・評価できることも重要なポイントになるのではないかと考えられる。

跳躍時の運動特性に近い負荷様式で発揮される脚伸展パワーの測定器⁴⁾として開発されたアネロプレス3500は、操作が容易で、簡便に脚伸展パワーが測定でき、また1人あたりの測定にかかる時間が5分程度と、実際の指導現場において測定・評価する際に実用性の高いものとして注目されている。また、このアネロプレス3500は、座位での測定ではあるが、跳躍時の運動特性に近い負荷様式であるため、柔道の投技で見られる脚伸展動作時のパワーを直接測定できるものである。

そこで本研究では、アネロプレス3500を用いて、柔道選手における脚伸展パワーの測定・評価を試み、指導現場へ還元できるデータの提供を目的とした。

II. 方法

1. 被検者

被検者は、全日本柔道連盟から選抜された男子軽量級強化選手20名（60kg級7名、66kg級8名、73kg級5名；以下一流柔道選手群）、および男子学生軽量級柔道選手18名（60kg級4名、66kg級8名、73kg級6名；以下学生柔道選手群）とした。

被検者には、本研究の趣旨を説明し、賛同・承諾を得るとともに、脚部の自覚痛がなく、脚伸展パワー測定に支障なく参加できることを確認した。被検者の年齢、経験年数および身体特性をTable1に示した。

Table1 被検者の身体特性等プロフィール

	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	L B M (kg)	年齢 (歳)	競技年数 (年)
一流柔道選手 (n = 20)	165.6 ± 0.70	69.6 ± 0.97	15.0 ± 0.61	59.1 ± 0.91	21.4 ± 0.47	15.4 ± 0.69
学生柔道選手 (n = 18)	169.1 ± 1.19	70.0 ± 0.90	12.7 ± 0.44	61.1 ± 0.84	19.8 ± 0.26	12.7 ± 0.56

(平均値 ± 標準偏差)

2. 脚伸展パワー測定

脚伸展パワーの測定機器は、コンビ社製アネロプレス3500を用いた。測定は、以下の手順で行った。まず、はじめに被検者をアネロプレスの椅子に膝関節角度を約90度に屈曲させた姿勢で座らせ、腰部をベルトで固定した。次いで、両足を脚伸展パワー測定のためのプレート上に置か

せて、両足とプレートをベルトで固定した。体重と同値の負荷(kg)を設定し、合図と共に脚屈曲姿勢から最大努力でプレートを蹴り出す脚伸展運動を5回試行させ、最も高い値を最大脚伸展パワーとした。各試行間のインターバルは15秒間とし、脚パワーの測定に局所的な筋疲労が影響しないように配慮した。また、測定時には、全ての被検者が十分な筋力発揮ができていることを確認した。

Table2 各群における脚伸展パワー

	脚伸展パワー (W)	
	平均値	標準偏差
一流柔道選手群 (n = 20)	2036	63.08
学生柔道選手群 (n = 18)	1768	72.98

3. 統計処理

各群の値は、平均値±標準偏差で示した。統計処理には、対応のないt検定を用いた。有意水準は、危険率5%未満 ($P < 0.05$) とした。

Ⅲ. 結果

各群における、脚伸展パワーの平均値を算出し、Table2に示した。一流柔道選手群の平均値は 2036 ± 63.08 W、学生柔道選手群の平均値は 1768 ± 72.98 Wであり、一流柔道選手群が有意 ($P < 0.01$) な高値を示した (Fig.1)。

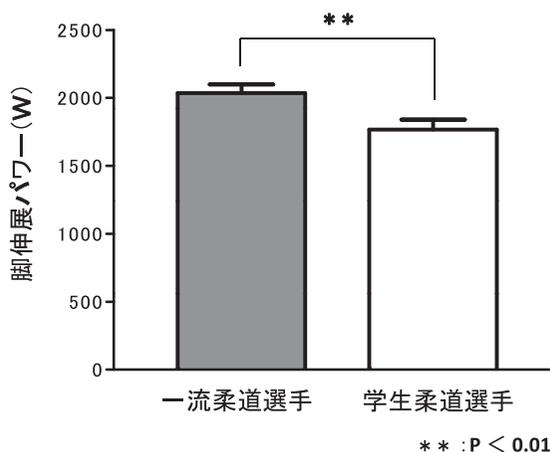


Fig.1 一流柔道選手と学生柔道選手における脚伸展パワーの比較

Ⅳ. 考察

1. アネロプレス3500によって得られた脚伸展パワーについて

柔道においては、相手を投げるために、投技の一連の動作である「崩し、作り、掛け」を統合させることが必要である¹⁰⁾。また、「掛け」の局面では脚部を素速く伸展する動作がみられる³⁾ことから、柔道における投技の成否には、脚筋力はもとより、脚伸展パワーが重要であると考えられる。さらに、相手の技に対して素速く反応し自分の姿勢を維持するためにも、スピーディで力強い脚伸展動作、すなわち脚伸展パワーが必要であると考えられる。

このような競技力向上に関わる情報は、選手強化のためのトレーニング方法の工夫に役立つばかりでなく、選手の意識付けや意欲喚起に繋がるものであり、指導現場において有用であると考えられる。例えば、脚伸展パワーが指導現場で容易に測定・評価することができれば、普段の練習やトレーニングの成果を選手に対して即時フィードバックすることが可能であり、選手のモチベーションを高めることにも貢献しやすいと考えられるため、まさにスポーツ科学研究理論の実践が柔道の競技力向上に役立つことが期待できる。

本研究は、現場への還元を強く意識し、また柔道の投技に入った後、脚を力強くかつ素速く伸展するパワー発揮能力が高いことが有利に働くという立場から、柔道の投技で見られる脚伸展動作時のパワーを直接測定できないかと考えた。その結果、指導現場において簡便に脚伸展パワーの測定ができるアネロプレス3500を本研究の測定機器として用いることとした。アネロプレス3500は、跳躍時の運動特性に近い負荷様式で発揮された脚パワーを測定できる機器⁴⁾であるため、柔道の投技で見られる脚伸展動作に極力近い形で脚伸展パワーが測定でき、実際の指導現場において実用性の高いものであると考えたからである。

アネロプレス3500を用いて、一流柔道選手と学生柔道選手の脚伸展パワーの比較を行ったところ、一流柔道選手群が学生柔道選手群に比べ有意に大きな値を示した (Fig.1)。このことから、脚伸展パワーは競技力に影響を及ぼしていることが考えられる。脚伸展パワーが脚部の筋量と密接に関連していることは容易に推測できるため、一流柔道選手が学生柔道選手に比し筋量が多いため結果として脚伸展パワーに差が現れた可能性が考えられるが、対象とした選手はいずれも体重が60~73kg級の軽量級選手で体重差が少ないため、筋量の差のよりも筋の収縮速度の違いが大きく影響しているものと考えられる。増地ら⁹⁾は、一流柔道選手の体幹伸展筋力は運動角速度が速い場面でも低下しにくいと報告している。このことは、一流柔道選手は運動速度が速い場面でも体幹伸展筋において高いパワーが発揮できること、すなわち筋収縮速度が落ちないことを間接的に示唆している。本研究の結果は、測定している部位は違うものの、脚筋においても一流選手は筋収縮速度が高いレベルで発揮できている可能性を示していると考えられる。

以上の結果から、軽量級の学生柔道選手が競技力向上を目指す場合、特にスピードを高めることを意識したトレーニングを行って脚伸展パワーを高めることが重要である可能性が示唆された。

2. 柔道選手のパワーに関する先行研究と現場への還元を意識した研究の今後の課題

柔道選手のパワーに関する研究は、これまでもいくつか行われている。竹内の研究¹⁶⁾は、油圧式脚パワー測定装置を用いて学生柔道選手の脚伸展パワーを直接的に測定し、体重階級間で比較したものである。しかし、この研究では、柔道における脚伸展パワーの重要性、あるいは脚伸展パワーと競技力との関係に関しては検討されていないため、現場への還元性という点では十分とはいえないと考えられる。有賀ら¹⁾の研究は、等速性筋力測定装置のメラックを用いて一流柔道選手の脚パワーを測定し、階級毎のデータを示したものである。この研究は、本研究と同様、一流柔道選手の脚パワーを測定しているが、測定時の姿勢が柔道の動きとはかなり異なること、また測定機器が高価であるため汎用性という点で十分とはいえないと思われる。柳沢ら²⁰⁾は、自転車エルゴメータを用いて一流女子柔道選手における最大無酸素パワーを測定し、競技成績を高めるにはパワーが重要であるということを示唆したものである。この結果は、被検者の性別、測定機器の違いはあるものの、本研究で得られた結果と一致している。しかし、柳沢らの研究は、自転車エルゴメータを用いた最大無酸素パワーを検討したものであり、脚伸展パワーを直接測定しているわけではないため、指導現場への還元性という点からは十分ではないことが考えられる。

つまり、今まで行われてきた柔道選手のパワーに関する研究は、スポーツ科学研究という立場では重要な知見を示したといえるが、得られた結果を現場で実践するための還元性や汎用性に十分な点があるのではないかと考えられる。

柔道における実際の脚伸展動作と類似した形で脚伸展パワーを簡便に測定・評価する方法として、Sargent, D.A.が考案した垂直跳テスト⁶⁾がある。McCloy¹¹⁾は、垂直跳テストは脚伸展パワー測定のための妥当性の高い方法であると述べている。一般に、垂直跳テストは跳躍高を評価し、跳躍時に発揮されたパワーの値そのものについては検討されないことが多い。柔道選手を対象に垂直跳テストを実施した従来の研究^{13, 21)}においても跳躍高が評価されているが、垂直跳では体重が負荷となるため、跳躍高が必ずしも脚伸展パワーを反映しないこともある¹²⁾とされ、跳躍高が柔道競技で重要と考えられる脚伸展パワーを反映するかどうかは疑わしいところがある。田辺¹⁷⁾は、垂直跳テストを行う場合、跳躍高ではなく跳躍時に発揮されたパワーそのものを評価する必要があると述べ、垂直跳時の平均パワーを近似的に算出できる「渋川の式」¹⁵⁾を用いて、中学生柔道選手の競技力と脚伸展パワーとの関係を報告している。「渋川の式」は、跳躍高、身長、体重、重力加速度から垂直跳時の平均パワーを近似的に算出できるものであるが、計算が煩雑という欠点がある。このように、垂直跳テストは、脚伸展パワー測定のための妥当性の高い方法であり、測定が簡便で現場への還元性や汎用性は高いと考えられるが、脚伸展パワーが直接測定できるわけではない。今後、多くの柔道選手を対象としてより高い精度の脚伸展パワー測定を実施するためには、垂直跳パワーを直接的かつ簡便に測定することができる新たな装置の開発が望まれる。

参考文献

- 1) 有賀誠司・今泉哲雄・中村一成・堀安高綾・手塚政孝・村松成司：一流男子柔道選手の脚筋力の発揮特性，武道学研究，27（別）：73，1994.
- 2) 船渡和男・橋村勝・古屋かおる・宮下充正：年齢およびトレーニング水準のちがいからみた脚伸展パワー，日本体育学会大会号，36，376，1985.
- 3) 石井孝法・金丸雄介・阿江通良・岡田弘隆・小俣幸嗣：背負投の体さばきと姿勢，講道館柔道科学研究会紀要，13，87-96，2011.
- 4) 伊藤正男・依田裕子：日常経験する負荷様式に近い脚伸展パワー測定器の開発，J. J. Sports Sci.，11，742-746，1992.
- 5) 金子敬二・黒田善雄・塚越克己・雨宮輝也・伊藤静夫・松井美智子：脚の伸展パワーに関する研究，日本体育学会大会号，31，415，1980.
- 6) 金子公有：瞬発的パワーからみた人体筋のダイナミクス，杏林書院，初版，pp.24-27，1974.
- 7) 春日井淳夫：柔道選手体力論，竹内善徳編著，柔道の視点，道和書院，初版，pp.204-220，2000.
- 8) 桑森真介・川村禎三・浅見高明：相撲競技者の競技力と形態および筋機能，武道学研究，13(3)：35-44，1981.
- 9) 増地克之・竹澤稔裕・金野潤・佐藤伸一郎・鈴木なつ未・衛藤友親・春日井淳夫・桑森真介：男子柔道選手の等速性体幹筋力：角速度変化に伴う発揮筋力の変化について，武道学研究，43(1)：19-26，2010.

- 10) 松本芳三：柔道のコーチング，大修館書，初版，pp.211-239, pp.379-399, 1975.
- 11) McCloy: Test and measurements in health and physical education, pp.66-74, 1954.
- 12) 中西光雄・桑森真介・岩崎義正・北一郎：学生相撲選手の体格・体力に関する研究，東京都立大学体育学研究，13：1-20, 1988.
- 13) 西林賢武・中村良三・竹内善徳・佐藤行那・高橋邦郎・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(2)：21-29, 1985.
- 14) 佐藤武尊・増地克之・金野潤・佐藤伸一郎・衛藤友親・春日井淳夫：柔道重量級選手における等速性体幹筋力と競技力の関係について，武道学研究，44(2)：93-99, 2011.
- 15) 渋川侃二：運動力学，大修館書店，初版，pp.252-258, 1969.
- 16) 竹内外夫：本学柔道専攻学生の基礎体力について，中京大学体育学論叢，37(1)：69-74, 1995.
- 17) 田辺陽子・桑森真介・春日井淳夫・射手矢岬・渡辺涼子：中学生柔道選手の競技力と筋パワー、筋力、および形態との関係－筋パワーを中心に－，柔道，16(7)：83-90, 2004.
- 18) 渡邊祐司・広橋義敬・金原勇・田島行夫：跳躍力と等速性脚伸展力の関係について，日本体育学会大会号，42B, 729, 1991.
- 19) 山本利春・山本正嘉・金久博昭・植田恭史・笠井淳・松田克彦・小林敬和・繁田進：陸上競技選手における競技成績と下肢筋出力との関係，日本体育学会大会号，40A, 293, 1989.
- 20) 柳沢久・野瀬清喜・大沢慶己・森脇保彦・村松成司：柔道選手のパワー研究（1）－女子柔道選手の無酸素脚パワーについて－，武道学研究，20(2)：113-114, 1987.
- 21) 全日本柔道連盟科学研究部：柔道の競技力向上に関する研究，1-27, 1988.