

柔道競技者の把握筋持久力評価のための基礎的研究

石井 孝法^{1, 2)}, 平岡 拓晃³⁾, 佐藤 愛子⁴⁾, 越田 専太郎⁵⁾, 岡田 隆^{2, 5)}, 小菅 亨^{2, 5)}, 増田 敦子⁶⁾

了徳寺大学・教養部¹⁾

了徳寺大学・ウェルネストレーニングセンター²⁾

了徳寺学園医療専門学校³⁾

了徳寺大学⁴⁾

了徳寺大学・健康科学部整復医療・トレーナー学科⁵⁾

了徳寺大学・医学教育センター⁶⁾

要旨

本研究では、反復ハンドグリップ運動における運動量・時間、運動後の休息時間と握力発揮値の関係を明らかにし、柔道競技者の把握筋持久力の評価法を構築するための基礎データを得ることを目的とした。被験者は、体育系男子15名（年齢 22.0 ± 2.0 歳，身長 177.4 ± 7.0 cm，体重 77.9 ± 9.7 kg）であった。被験者に反復ハンドグリップ運動（60回／分，運動1分とインターバル30秒を1セット，5セット）を実施させて、握力発揮値を計測した。得られたデータは、運動量・時間と運動後の休息時間のそれぞれを因子とした分散分析（1因子ANOVA）を行い、有意な差がみられた場合は多重比較検定（Tukey-Kramer法）を行った。その結果、握力の発揮値は、運動量・時間の影響を受けて低下していた。2セット目の握力は、それ以降の握力と有意な差がみられなかった。また、運動後の握力の発揮値は、休息時間の影響を受けて上昇していた。運動後5分の握力発揮値は、それ以降の発揮値と有意な差がみられなかった。2セットの運動時と運動後5分の発揮値で、筋力発揮の顕著な変化が捉えられることが示唆された。

キーワード：柔道，ハンドグリップ，筋持久力

Handgrip Strength Endurance Evaluation for Judo Athletes: A Fundamental Study

Takanori Ishii^{1, 2)}, Hiroaki Hiraoka³⁾, Aiko Sato⁴⁾, Sentaro Koshida⁵⁾, Takashi Okada^{2, 5)},

Toru Kosuge^{2, 5)}, Atsuko Masuda⁶⁾

Center for Liberal Arts Education, Ryotokuji University¹⁾

Wellness Training Center, Ryotokuji University²⁾

Ryotokuji Medical College³⁾

Ryotokuji University⁴⁾

Department of Judothrapy and Sports Medicine, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University⁵⁾

Center for Medical Education, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University⁶⁾

Abstract

The objective of the present study was to investigate the effect of exercise in repetitive handgrip tasks and recovery time on peak hand grip strength. The result of the study will help us to establish better

evaluation of Judo athletes' handgrip endurance ability. Fifteen collegiate athletes (age 22.0 ± 2.0 years, standing height 177.4 ± 7.0 cm, mass 77.9 ± 9.7 kg) volunteered to attend the study. First, the participants were instructed to perform 5 sets of repetitive handgrip motion for every second for 60 seconds [i.e. 60 times in each set] with 30 seconds' rest between each set in the exercise period. They were then asked to take 15-min recovery period after the final set was completed. Peak hand grip strength was measured with at rest as the base line, after each set of the handgrip task during the exercise period, and every 5 min during the recovery period. One-Way analysis of variance (One-way ANOVA) followed by Tukey-Kramer test was used for comparison of the peak strength among each the period ($P < 0.05$). The current study demonstrated that the peak handgrip strength was significantly and progressively decreased until the end of second sets of the exercise period; however, there were no significant change in the peak strength in the rest of the exercise period. In addition, the peak handgrip strength was significantly increased after 5 min recovery; however, no significant increase was found in the rest of the recovery period. The results suggest that we may be able to utilize the peak handgrip value after the second set in the exercise period and at 5 min in the recovery period in the repetitive hand grip task to evaluate the handgrip endurance ability for judo athletes.

Keywords : judo, handgrip, muscle endurance

I. はじめに

柔道には、投技、固技、当身技の技法があるが、競技スポーツとしての国際試合（国際柔道連盟試合審判規定）では当身技を除いた投技（66本）と固技（29本）が用いられる。柔道競技における技の評価には、「一本」、「技あり」、「有効」があり、施された技に対して効果があったと主審が判断した時にいずれかが宣告される。試合は「一本」をとると終了し、「技あり」、「有効」では得点となり続行する。投技で「一本」をとるためには、相手を制しつつ、①相手の背中が大きく畳につく、②相当な強さで投げる、③相当な速さで投げるという三要素を満たさなければならない。また、固技では、抑込技で20秒間抑え込んだ場合、絞技、関節技で相手が「参った」を伝えた場合か能力を喪失した場合に「一本」になる。

かかり練習、約束練習といった稽古では、互いに組み合って（柔道衣を握り合い）、攻撃防御を行うが、実際の試合では激しい組み手争い（相手より有利な位置を握ろうとすること、また握らせないようにしたり切ったりすること）がみられる。これは柔道衣を握る位置が技の成否に大きく影響するためである。激しい組み手争いの中で、相手より有利な位置を握ったら切られないように握り続ける力（以下、把握筋持久力）が柔道競技者には求められ、有利な位置を握っている時間が増えるほど投技や固技を成功させる可能性が高まる。そのため、柔道競技者にとって把握筋持久力はパフォーマンスに影響を与える体力要素といえ、適切に評価していくことが必要である。しかしながら、これまでの柔道競技者の握力の評価は、最大筋力の評価のみになっている¹⁾。

柔道における握る力や握り方はこれまでも重要視されており、柔道競技者の握力の特性について検討が行われている。柔道競技者の握力の特性として、他種目競技者（野球、テニス、陸上など）と比べて受動握力が大きく、その力発揮は小指側三指の依存性が高いことが示唆されている²⁾。また、柔道競技者の受動握力は、釣り手と引き手に差がみられないが³⁾、その維持率は、釣り手よりも引き手側が高いことが示唆されている⁴⁾。能動握力に関しては一般的な握力測定機器が用いられているが、筋持久力に関連する維持

率の評価に関しては様々な方法で実施されており、統一されていない³⁻⁵⁾。

筋持久力の評価に関する研究をみると、その多くは被験者の最大筋力から負荷を設定し、持続的な筋力発揮における筋力の低下曲線から筋持久力の評価が試みられている⁶⁻¹⁶⁾。しかしながら、筋持久力を評価する変数は、測定時間、測定動作、負荷値などが異なっており、変数それぞれの特性を比較検討することは困難である。そのため、柔道競技に適した方法の選択も難しく、それぞれの研究で用いられている測定機器も実験室に備えられたものであり、コーチング現場に普及させることは難しい。柔道のコーチング現場に把握筋持久力の評価方法を導入するには、厳密ではなくともある程度の再現性と正確性を確保した上で、競技特性と導入のしやすさを考慮したものでなければならないだろう。

そこで、本研究では、市販されているハンドグリップを用いた反復ハンドグリップ運動における運動量・時間、運動後の休息時間と握力発揮値の関係を明らかにし、柔道競技者の把握筋持久力を評価する方法を構築するための基礎データを得ることを目的とする。

Ⅱ. 方法

被験者は、週2回以上の運動（部活動を含む）をしている男子15名（年齢 22.0 ± 2.0 歳，身長 177.4 ± 7.0 cm，体重 77.9 ± 9.7 kg）であった。本研究では、市販されているハンドグリップ（ジョイナス社製La・VIEおよびアイアンマインド社製Captains of Crush Grippers）を用いて、被験者に反復ハンドグリップ運動を実施させ、運動中、運動後の握力発揮値を計測した。運動負荷は、運動実施の1時間以上前に安静時の握力測定（竹井機器工業株式会社製グリップD・デジタル握力計）を行い、その発揮値から設定した（表1）。反復ハンドグリップ運動は、メトロノームに合わせて60回／分のテンポで実施させて、1分の運動後に30秒のインターバルをとった。反復ハンドグリップ運動1分とインターバル30秒を1セットとし、5セット実施させた。握力測定は、各セットのインターバルと運動終了後5分、10分、15分に3回ずつ実施し、平均値を算出した（図1）。

表1 安静時発揮値から設定したセットごとの負荷

安静時発揮値	セットごとの負荷（ディセンディングセット法）（kg）				
	1 セット	2 セット	3 セット	4 セット	5 セット
40kg以下	20	15	15	10	10
40－50kg	27	20	20	15	15
50－60kg	36	27	27	20	20
60kg以上	45	36	36	20	20

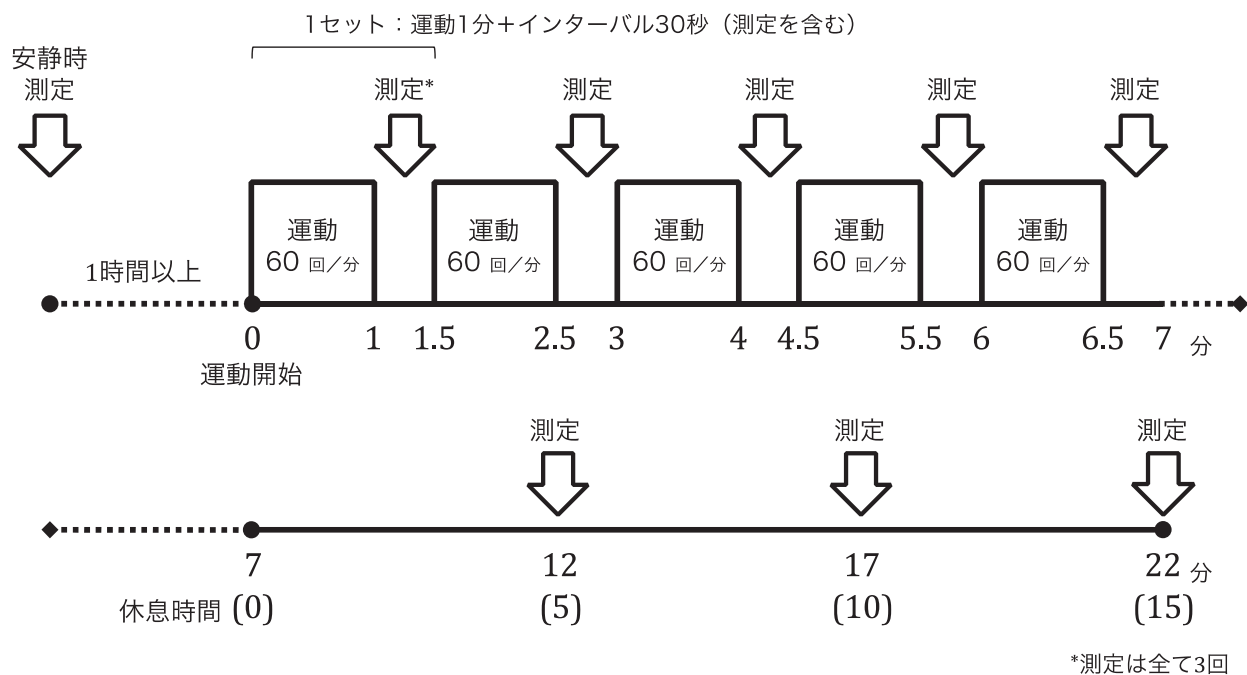


図1 反復ハンドグリップ運動および測定の実施方法

測定して得られたデータは、セット数と休息時間ごとに群分けをした。筋持久力（リカバリーを含む）の評価について検討するため、セット数（運動時間・量）と運動後の休息時間のそれぞれを因子とした分散分析（1因子ANOVA）を行い、有意な差がみられた場合は多重比較検定（Tukey-Kramer法）を行った。

Ⅲ. 結果

図2は、安静時と反復ハンドグリップ運動の各セットの握力（箱ひげ図）を示している。反復ハンドグリップ運動（ディセンディングセット法）によって握力は、3セットまで減少がみられ（平均35 %減）、それ以降は大きな変化がみられなかった。本研究では、反復ハンドグリップ運動の運動時間・量がどのように握力に影響を与えるかを検討するため、分散分析を行った。その結果、運動時間の効果は有意であった（ $F=22.16$, $P<0.001$ ）。図3は、安静時および反復ハンドグリップ運動各セットの握力の多重比較検定の結果を示している。安静時の握力は、1セットから5セットまでのすべての項目と有意な差がみられた。1セットは、3セットから5セットまでの項目と有意な差がみられ、2セットは、安静時のみ有意な差がみられた。

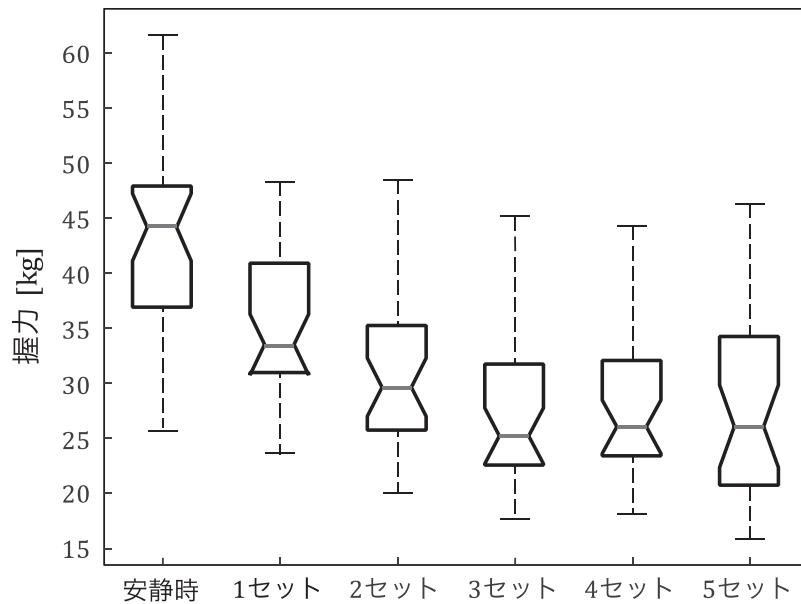


図2 安静時と反復ハンドグリップ運動の各セットの握力（箱ひげ図）

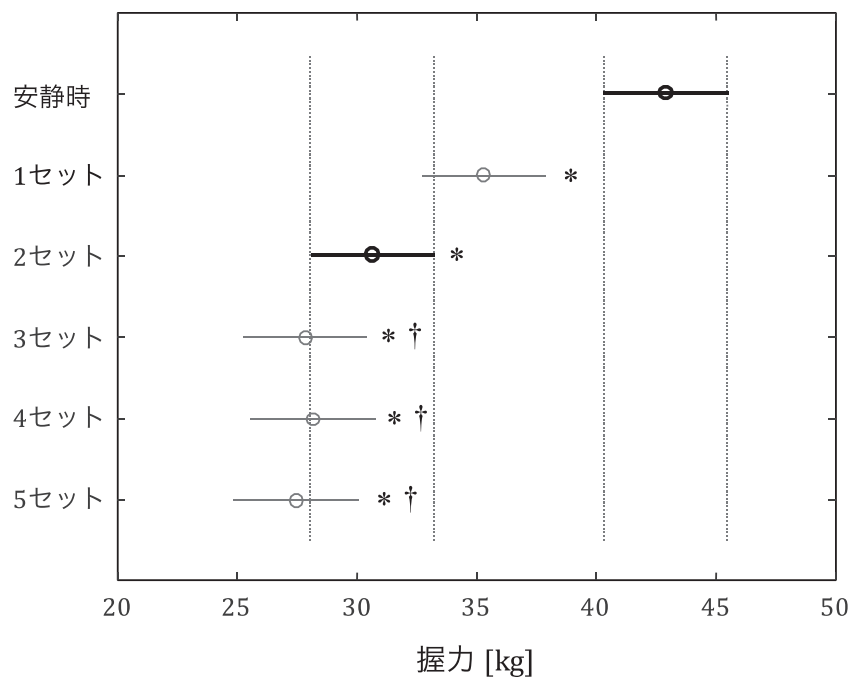


図3 安静時および反復ハンドグリップ運動各セットの握力の比較

○：平均値，線の範囲：95%信頼区間，*： $p < 0.05$ vs. 安静時，†： $p < 0.05$ vs. 1セット

図4は、ハンドグリップ運動終了時および休息时间ごとの握力（箱ひげ図）を示している。運動終了時（5セット）の握力の平均値は、運動後5分に安静時握力の80%まで回復しており、それ以降は微増していた。反復ハンドグリップ運動後の休息時間がどのように握力に影響を与えるかを分析するため、分散分析を行った結果、休息時間の効果は有意であった（ $F=11.47$, $P<0.001$ ）。図5は、反復ハンドグリップ運動終了時および休息时间ごとの握力の多重比較検定の結果を示している。運動終了時（5セット）の握力は、運動

後5分、10分、15分のすべての項目と有意な差がみられた。運動後5分の握力は、運動後10分、15分の項目と有意な差がみられなかった。

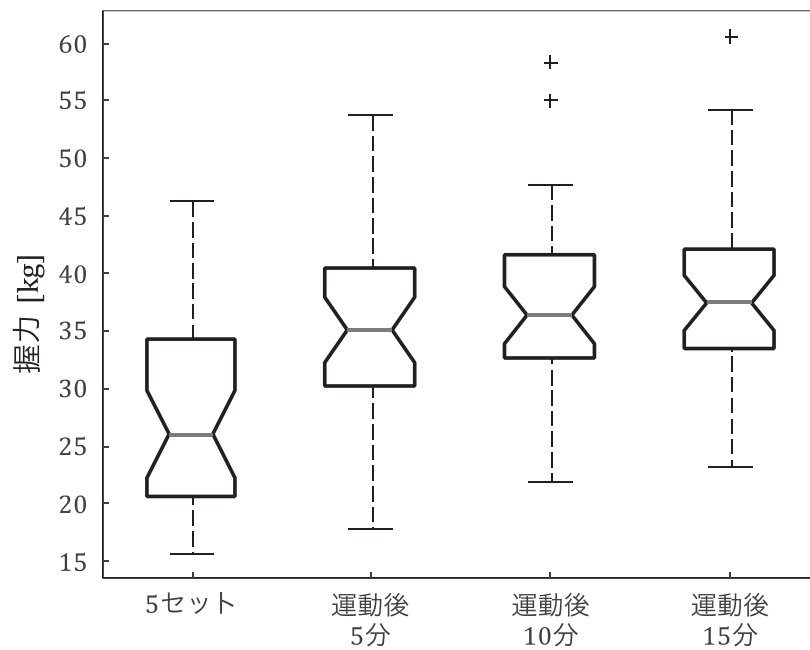


図4 反復ハンドグリップ運動終了時および休息时间ごとの握力（箱ひげ図）

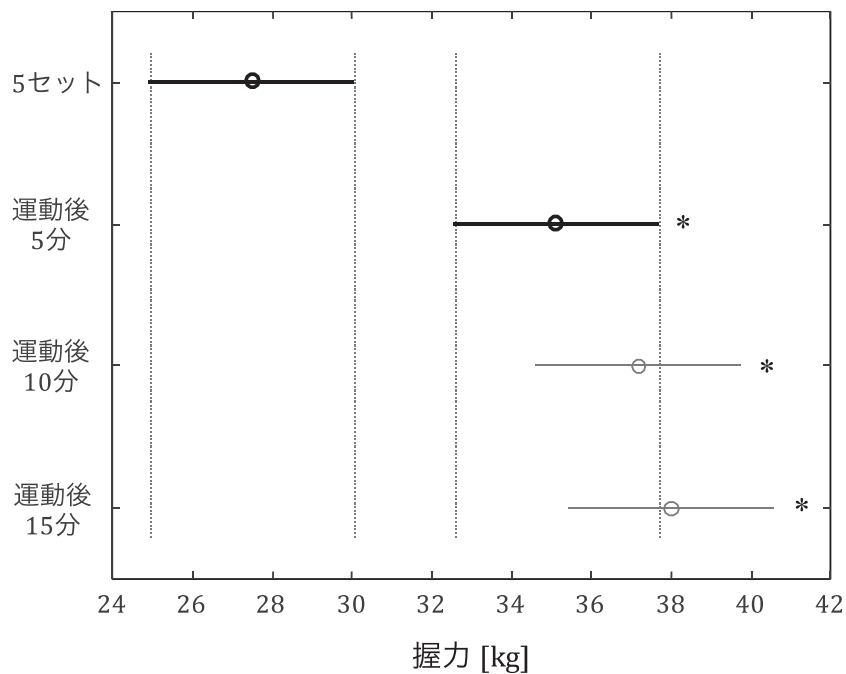


図5 反復ハンドグリップ運動終了時および休息时间ごとの握力の比較

○：平均値，線の範囲：95%信頼区間，*： $p < 0.05$ vs. 5セット

IV. 考察

本研究では、安静時握力の発揮値から負荷を設定し、市販されているハンドグリップを用いた反復ハンドグリップ運動（60回／分、1セット：運動1分とインターバル30秒、5セット、ディセンディングセット法）を実施させ、各セットと運動後の握力の変化を観察した。反復ハンドグリップ運動における握力は、運動量・時間（セット数）が増えるごとに減少し続けると考えられたが、運動開始前半の低下が著しく、後半は低下がほとんどみられなかった。時間経過に伴う筋力低下のパターンは、筋力低下度が一定であるものと運動開始初期にきわめて大きな低下が起こりやがて穏やかになるものの2種に大別されるが¹⁷⁻¹⁹⁾、本研究の方法では後者のパターンであった。また、反復ハンドグリップ運動による筋力低下が緩やかになる3セットの発揮値は、足底屈運動の低下速度の変わる時点の発揮値（割合）と類似しており¹⁰⁾、筋力ピーク値の60%強であった。このような筋力低下のパターンに違いを生じさせる要因には筋線維組成や活動筋への血液供給の有無があると報告されている¹⁷⁻²¹⁾。最大努力による筋力を反復して発揮した時の筋力の低下速度は筋線維タイプと関係があり、速筋線維（fast-twitch fiber：FT線維）の割合が高いほど筋力低下は大きく、初期に急激な筋力低下を示すとされていることから^{17, 18, 21)}、把握に関連する筋群がFT線維優位であることが示唆される。局所的な持久力トレーニングは、筋への血液の受け入れや酸素の利用能のような末梢性の改善を促すことが確かめられているため^{22, 23)}、適切な評価が現場で実施できれば、適切なトレーニングプログラムをデザインすることが可能になると考えられる。安静時握力の発揮値の50%強を初期負荷とした本研究の結果では、2セットの発揮値がそれ以降の発揮値と差がみられなかったことから、2セットまでの運動で顕著に変化する局面を評価できる可能性がある。また、国際柔道連盟試合審判規定では、選手が試合間の休息を10分間とることができるため、10分間でどこまで局所的な疲労が回復できるのかもパフォーマンスに関連する要因になるだろう。本研究では、運動後5分の発揮値がそれ以降と変化があまりみられなかったことから、休息時間5分で発揮値が顕著に変化する局面を評価できる可能性はあるが、トレーニングによって休息時間5分までの回復が改善されるのか、それ以降の変化がみられなかった部分が改善されるのかはさらに検討が必要である。

柔道競技は、全身的運動と局所的作業の両方が複雑に関連しているため、局所的な筋持久力トレーニングのみで実際の試合におけるパフォーマンスが向上するののかという課題がある。2010年に開催された世界柔道選手権大会（東京）の90kg級の決勝戦を振り返った選手のコメントで「まだスタミナはあったが、もう握ることができなかった」という部分を参考にとすると、中枢性の機能はまだ限界に達していないが、末梢性の機能に限界がきたことを示している。日本においては、全身持久力の向上が重要視され、主として全身持久力トレーニングが実施されているが、全身持久力と筋持久力の両方を戦略的に向上させるようなトレーニングプログラムを実施しているところは非常に少ない。把握筋持久力といった柔道特異的な体力要素を適切に評価し、パフォーマンスとの関連をみていくことが上記した課題の解決につながると考えられる。さらに、本研究の反復的な筋力発揮は、最大筋力や筋パワーの評価に比べて測定時間が長く、被験者に苦痛を与え、発揮値に測定誤差が含まれやすくなるため²⁴⁾、評価の再現性について今後も検討していく必要がある。

V. 結論

本研究では、市販されているハンドグリップを用いた反復ハンドグリップ運動における運動量・時間、運動後の休息時間と握力発揮値の関係を明らかにし、柔道競技者の把握筋持久力を評価する方法を構築す

るための基礎データを得ることを目的とした。その結果、握力の発揮値は、反復ハンドグリップ運動の運動量・時間の影響を受けて低下していた。その変化は、前半の低下が著しく、それ以降の有意な低下はみられなかった。2セット目の握力発揮値は、それ以降の発揮値と有意な差がみられなかった。また、反復ハンドグリップ運動後の握力の発揮値は、休息時間の影響を受けて上昇していた。その変化は、運動後5分で安静時握力の80%程度まで回復し、それ以降は有意な上昇はみられなかった。

把握に関する筋力低下に及ぼす生理学的要因は、筋力発揮開始直後と運動の後半部分では異なる可能性があるが、今回の負荷設定においては2セットの運動時と運動後5分の発揮値で、筋力発揮の顕著な変化が捉えられることが示唆された。

文献

- 1) 村山晴夫, 射手矢岬, 小山勝弘ほか (2010) 全国中学校柔道大会出場選手の体力について (2) - 2000年~2009年における体力の現状及び階級別比較 -, 柔道科学研究, 15, 1-8.
- 2) 若林眞, 貝瀬輝夫, 森藤才ほか (1989) 柔道選手の握力に関する研究 - 多種目選手との比較から -, 武道学研究, 22(2), 177-178.
- 3) 佐藤宣践, 白瀬英春 (1977) 柔道選手の握りに関する研究 - 能動的握力と受動的握力について -, 日本武道学会, 10(2), 49-50.
- 4) 若林眞, 貝瀬輝夫, 森藤才ほか (1990) 柔道選手の握力に関する研究 - 反復受動握力からの検討 -, 日本武道学会, 23(2), 101-102.
- 5) 小野三嗣, 宮崎義憲, 渡辺雅之ほか (1981) 握力の反復連続測定 of 運動生理学的研究, 体力科学, 30, 114-121.
- 6) Caldwell, L.S. (1963) Relative muscle loading and endurance. J. Eng. Psychol., 2, 155-161.
- 7) 名取礼二, 五十島長太郎, 坪田修三ほか (1970) 等尺性強縮時の張力時間関係からみた筋力指標について. 体力科学, 19, 75-85.
- 8) Heyward, V. & McCreary, L. (1977) Analysis of the static strength and relative endurance of women athletes. Research quarterly, 48(4), 703-710.
- 9) Milner-Brown, H. S., Mellenthin, M. & Miller, R.G. (1986) Quantifying human muscle strength, endurance and fatigue. Arch. Phys. Med. Rehabil., 67(8), 530-535.
- 10) 加賀谷淳子, 岩村英吉 (1989) 筋力低下曲線と1/3MVC負荷による最大作業回数からみた筋持久力の比較. 体育科学, 17, 1-7.
- 11) Huczel H.A., Clarke, D.H. (1992) A comparison of strength and muscle endurance in strength-trained and untrained women. Eur. J. Appl. Physiol., 64 (5), 467-470.
- 12) Walamies, M. & Turjanmaa, V. (1993) Assessment of the reproducibility of strength and endurance handgrip parameters using a digital analyser. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol., 67 (1), 83-86.
- 13) 加賀谷淳子 (1994) 筋持久力 - 体力を捉える -. Jap. J. Sports Sci., 13, 233-240.
- 14) Bembien, M. G., Massey, B.H., Bembien, D. A. et al. (1996) Isometric intermittent endurance of four muscle groups in men aged 20-74 yr. Med. Sci. Sports Exerc., 28 (1), 145-154.
- 15) 長澤吉則, 出村慎一, 山次俊介ほか (1996) 持続性最大随意収縮による静的筋持久力の評価. 日本体育学会測定評価専門分科会機関誌, 57, 115-122.

- 16) 木村直人, 勝村俊仁, 浜岡隆文ほか (1998) 様々な強度での等尺性運動時における持続時間と疲労因子との関連について. 体力科学, 47, 549-560.
- 17) Thorstensson, A., Karlsson, J. (1976) Fatiguability and fibre composition of human skeletal muscle. Acta. Physiol. Scand., 98 (3), 318-322.
- 18) Tesch, P., Sjodin, B., Thorstensson, A. & Karlsson, J. (1978) Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. Acta. Physiol. Scand., 103 (4), 413-420.
- 19) 琉子友男 (1980) 等尺性最大筋力発揮の際の疲労曲線に関する一考察. 東京大学教養学部体育学紀要, 14, 55-60.
- 20) Royce, J. (1958) Isometric fatigue curves in human muscle with normal and occluded circulation. Research Quarterly, 29 (2), 204-212.
- 21) 板井美浩, 堀居昭, 広田公一 (1988) 筋出力パワーの連続発揮によるForce-Velocity特性と筋組成の関係. Ann. Physiol. Anthropol., 7, 47-53.
- 22) Corcondilas, A., Koroxenidis, G.T. & Shepherd, J.T. (1964) Effect Of A Brief Contraction Of Forearm Muscles On Forearm Blood Flow. J. Appl. Physiol., 19, 142- 146.
- 23) 田口貞善 (1969) 筋酸素摂取量からみた筋持久力トレーニング効果の研究. 体育学研究, 14, 19-26.
- 24) Nagasawa, Y., Demura, S., Yamaji, S. et al. (2000) Ability to coordinate exertion of force by the dominant hand: comparisons among university students and 65- to 78-year-old men and women. Percept. Mot. Skills., 90, 995-1007.

(平成27年11月30日稿)

査読終了日 平成27年12月15日