

背負投の打ち込み動作が大腿四頭筋に与える負荷強度

森 絵美¹⁾, 濱田初幸²⁾, 小山田和行²⁾, 藤田 英二³⁾

¹⁾鹿屋体育大学体育学部

²⁾鹿屋体育大学伝統武道・スポーツ文化系

³⁾鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

【要 旨】

近年、小学生柔道選手の体格は大型化する傾向にある。特に重量級の選手達は体格の大型化に伴う肥満傾向から、体格に見合った下肢筋力を有していない。この対策として、筋力強化の必要性が高まっているが、多くの少年柔道の指導現場では従来の稽古にプラスして新たな筋力トレーニングを導入する時間的な余裕はなく、筋力トレーニング実施そのものに対しても否定的な意見も少なくはない。

そこで、本研究では筋電図法を利用して、柔道の稽古動作としてよく用いられている背負投の打ち込み動作が大腿四頭筋に与える負荷強度を調査し、大腿四頭筋の筋力トレーニングとして利用可能かどうかを検証することとした。

対象は、本学に所属する男子柔道部員8名（年齢：20.1±1.1歳、身長：169.1±5.6cm、体重：78±8.7kg）とした。測定課題とした動作は、一般的な大腿四頭筋のトレーニング種目であるパラレルスクワットと背負投の打ち込み動作とした。膝伸展動作における最大等尺性筋収縮時（maximal voluntary contraction：MVC）の大腿四頭筋（Rectus Femoris and Vastus Lateralis）の表面筋電図（electromyogram：EMG）を取得し、最大筋電図振幅値（EMGmax）を算出した。次に各課題動作における筋電図振幅値からEMGmaxに対する相対値を算出し、大腿四頭筋の筋活動水準を推定した（QF% EMGmax）。

結果、それぞれの動作時のQF% EMGmaxは、パラレルスクワットが27.9±9.0%、背負投げが42.5±22.2%であった。背負投げは、パラレルスクワットに対して大腿四頭筋に与える負荷強度が有意に高く（ $P < 0.05$ ）、小学生柔道選手に対する大腿四頭筋の筋力トレーニングとしても有効であることが明らかとなった。

I. 緒 言

柔道競技では、攻防において自己あるいは相手の体重を支える強い下肢筋力が必要とされる。特に大腿四頭筋は身体活動における下肢の基本的動作の主働筋であり、体重支持などに重要な役割を果たしている³⁻⁵⁾ことから、柔道選手においても高いレベルでの大腿四頭筋の筋力が求められている。

近年、小学生柔道選手の体格は大型化する傾向にあり、ランニングやダッシュなどの走動作が苦手であると訴える選手も多い。こういった選手の多くは体格に見合った下肢筋力を有していない傾向が伺え、このような小学生柔道選手に肥満者が多いことは明らかとなっている^{1,2)}。対策として、体格に見

合った下肢筋力獲得を目的とした筋力トレーニングを導入することが望ましい。しかし、少年柔道の多くの指導現場では稽古時間も限られており、従来の稽古にプラスして新たな筋力トレーニングを導入する時間的な余裕はない。また、筋力トレーニングの実施そのものに対して、否定的な意見を持つ指導者も少なくない。

打ち込み稽古は、その場もしくは移動しながら相手を投げるまでの課程の動作を繰り返す技の稽古法であり、柔道の指導現場では必ず実施される稽古法である。特に相手より低い姿勢で技を繰り出必要のある背負投の打ち込み稽古にはしゃがみ込み動作が必ず含まれる。我々は、このしゃがみ込み動作に着

目し, 背負投の打ち込み稽古が大腿四頭筋に対してスクワットと同等, もしくはそれ以上の筋力トレーニングとしての効果を有しているようであれば, 大腿四頭筋に対する筋力トレーニング種目として普段の稽古にも取り入れやすいのではないかと考えた。

本研究の目的は, 筋電図法を利用して背負投の打ち込み動作が大腿四頭筋に与える負荷強度を調査し, 大腿四頭筋トレーニングとして応用可能かどうかを検討することである。

II. 研究方法

A. 被験者

被験者は本学柔道部に所属する男子部員8名(年齢: 20.1 ± 1.1 歳, 身長: 169.1 ± 5.6 cm, 体重: 78.0 ± 8.7 kg)を対象とした。

B. 測定方法

表面筋電図(electromyogram: EMG)は右下肢の大腿直筋(Rectus Femoris: RF)および外側広筋(Vastus Lateralis: VL)を対象筋とした。RFは大腿長の中央部, VLは大腿長の遠位1/3にて, それぞれの筋腹を確認して電極を貼付した。電極貼付に際して, 貼付部位は除毛後サンドペーパーで擦り, アルコール綿で洗浄を実施した。EMGの測定には, 帯域幅5~500Hzのプリアンプ電極(DL-141, S&ME社製)を用い, 電極間距離は20mmとした。得られた信号は, アナログ出力箱(DL-720, S&ME社製)を経て16bitのA/D変換器(power-Lab/16S, AD Instruments社製)を介し, サンプル周波数1 KHzにてパーソナルコンピュータに取り込んだ。得られたEMGデータは分析ソフト(Chart 5.11, AD Instruments社製)を用いて全て全波整流し, 各試行の平均筋電位を算出した。

膝関節伸展における等尺性最大随意性収縮(maximal voluntary contraction: MVC)時の最大筋電図振幅値(EMGmax)の測定は, 膝関節伸展筋力測定台(D-08011, 竹井機器社製)に引張圧縮両用小型ロードセル(LUR-A-1KNSA1, 共和電業社製)を接続して行った。股関節及び膝関節90°屈曲位の座位姿勢にてMVC発揮中の姿勢変化を防ぐ

ため, ストラップを用いて腰部と大腿部を固定した。測定前にウォームアップを実施し, 測定動作に慣れるため全力以下での力発揮を行わせた。力発揮はランブ状に行い, 5秒間で全力発揮するように指示をした。膝関節伸展MVC時のEMGmaxの測定は3回ずつ行い, 疲労の影響をなくするためにMVC試行間には3分以上の休息を設けた。ロードセルから得られた信号は, 増幅器(DPM-715A, 共和電業社製)を介して増幅し, 16bitのA/D変換器(power-Lab/16S, AD Instruments社製)を介してサンプル周波数1 KHzにてパーソナルコンピュータに取り込んだ。ロードセルの張力データから, 極大値を膝関節伸展MVCトルクとして求め, 3回施行したうちの最大値を示した試行をMVC試行として採用した。そして, MVC試行時におけるEMGmaxは, ロードセルより得られた張力が最大となる時点から前後0.5秒間(計1秒間)の平均筋電位を算出して求めた(図1)。

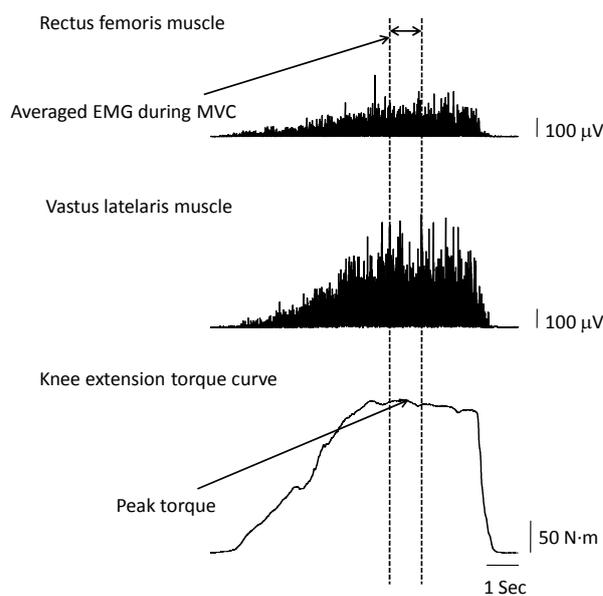


図1) MVC試行時のEMG

次に課題動作としてパラレルスクワットおよび背負投の打ち込み動作を各5回ずつ行わせた。パラレルスクワットは大腿が床と平行になるまでしゃがませて行った。スクワット動作中における膝関節屈曲角度のコントロールは, 電子角度計(SG150, Biometrics社製)を用いて行った。左膝関節に電子角度計を角度フィードバック装置(PH-521, DKH

社製)に接続して装着し、大腿が床と平行になる膝屈曲角度に達すればブザーが鳴るようにした。パラレルスクワットおよび背負投打ち込み動作時のEMG測定は、疲労に注意しながら十分な練習を行った後に5回の各動作を行わせた。解析対象として、最初と最後の動作を除く中3回の各動作の平均筋電位を算出した。(図2, 3)

パラレルスクワットおよび背負投の打ち込み動

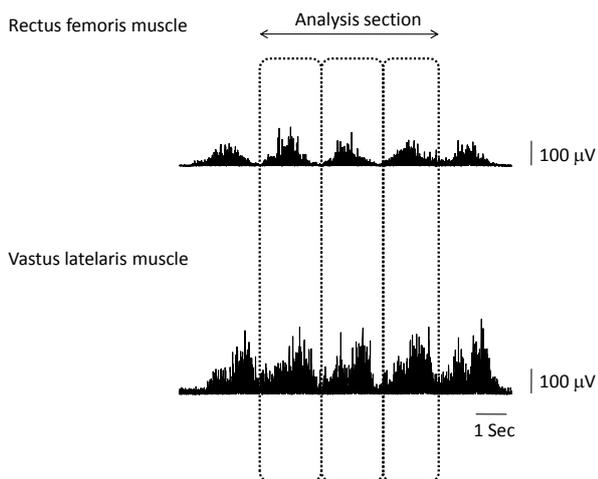


図2) パラレルスクワット時のEMG

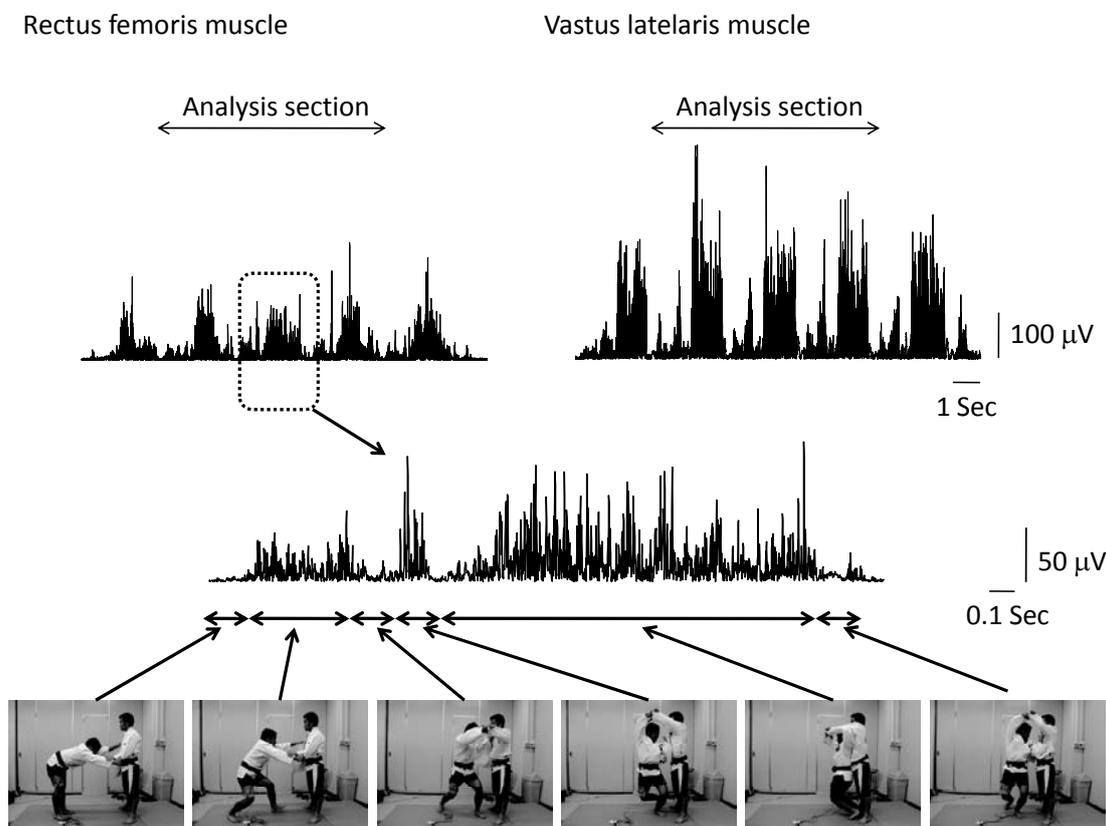


図3) 背負投の打ち込み時のEMG

作時における筋電図振幅値からEMGmaxにおける相対値を算出し、筋活動水準(% EMGmax)を推定した。RFとVLそれぞれの% EMGmaxを算出後、2筋の平均値を大腿四頭筋の筋活動水準(QF% EMGmax)とした。

C. 統計処理

測定した値は、平均値±標準偏差で示した。パラレルスクワットおよび背負投の打ち込み動作時におけるQF% EMGmaxの比較には対応のないT検定を用いた。統計処理は統計解析ソフトウェア(SPSS ver.15.0 for Windows)を用い、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

パラレルスクワットと背負投打ち込み動作時のQF% EMGmaxは、パラレルスクワットは $27.9 \pm 9.0\%$ 、背負投は $42.5 \pm 22.2\%$ であった(図4)。背負投打ち込み動作の方が、パラレルスクワットよりも大腿四頭筋に与える負荷強度は有意に高い値を示した($P < 0.05$)。

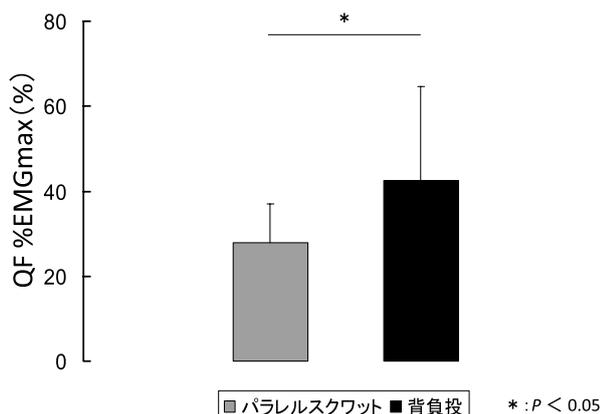


図4) パラレルスクワット時と背負投動作時のQF % EMGmaxの比較

IV. 考 察

本研究では、背負投の打ち込み動作が大腿四頭筋に与える負荷強度を調査してパラレルスクワット動作と比較し、大腿四頭筋トレーニングとして応用可能かどうか検討することを目的とした。それぞれの動作時のQF % EMGmaxは、パラレルスクワットが $27.9 \pm 9.0\%$ 、背負投打ち込み動作が $42.5 \pm 22.2\%$ であった。背負投の打ち込み動作は、パラレルスクワットよりも大腿四頭筋に対して与える負荷強度が高く、大腿四頭筋の筋力トレーニングとして利用可能である事が明らかになった。

これまでにも柔道の打ち込み稽古が体力トレーニングとして有効かどうかは検討がなされてきた。杉山は投げ技打ち込み時の酸素摂取量や心拍数、エネルギー代謝率を調査し、手技（特に背負投）は運動強度が高く生体に与える負担度が極めて高いと報告している^{7,8)}。また、増地も打ち込み稽古が持久力向上のトレーニングとして有用であるという知見を示している⁶⁾。しかし、これらの先行研究では、呼吸循環器系応答を中心としたトレーニングとしての打ち込み稽古を評価した報告はされていないもの、筋力トレーニングとしての打ち込み稽古の検討はなされていない。経験的に背負投の打ち込み動作は大腿四頭筋の疲労を惹起するため、大腿四頭筋の筋力トレーニングとして有効である事は予想されてはきたが、その負荷強度が代表的な下肢筋力トレーニング種目であるスクワット動作と比較して高いか

どうかについては明らかにされていなかった。

体格に見合った下肢筋力を有しない小学生柔道選手に対し、筋力トレーニングの導入は必要であると思われるが、実際の少年柔道の指導現場では限られた稽古時間などの理由から、新たに筋力トレーニング種目を導入する事に積極的ではない。しかし、打ち込み稽古は普段の稽古の中でも必ず実施されており、各指導現場での筋力トレーニングとして背負投の打ち込みを追加することは容易であると考えられる。さらに、打ち込み稽古は技の技術練習としても効果が高い稽古法である。諸外国の選手に比べて体格に劣る日本人選手が国際大会で活躍するためには、しゃがみ込んだ低い姿勢から相手を担ぎ上げるような技を体得することが必要であり、特に背負投の技術は少年期から身につけておくことが望ましい。

本研究は小学生柔道選手への大腿四頭筋の筋力トレーニングを導入する事を目的として、背負投打ち込み稽古とパラレルスクワット動作が大腿四頭筋に与える負荷強度を調査した。しかし、今回の調査では対象を大学生柔道選手として測定を実施した。我々が今回の対象を大学生柔道選手にした理由は、正確な負荷強度の測定を行うため、5回の打ち込み動作の試行を同一動作で行えることを最優先した事にある。小学生柔道選手では、技術的に未熟な点が多く、同一動作を正確に繰り返すことが困難であると判断した。その為、パラレルスクワット動作および打ち込み動作時におけるQF % EMGmaxの値は大学生柔道選手における値となっている。高井らは、自体重を負荷としたトレーニング動作では、その負荷強度は自体重に対しての下肢筋力水準に依存すると報告している⁹⁾。今回の調査でも大学生柔道選手では自体重に対する大腿四頭筋の筋力が高いため、各動作が大腿四頭筋に与える負荷強度も小学生柔道選手に比べて低いことが予想される。したがって、小学生柔道選手が同一動作を行った際には、大腿四頭筋に加わる負荷強度は、今回示された値よりも高くなると思われ、効果的なトレーニング強度を満たすには問題ないと判断している。

背負投については、本研究でその打ち込み動作がパラレルスクワットと比較して、膝関節伸展筋群に

有意に高い負荷を与えるという結果が認められた。この結果より、背負投の打ち込み動作は自重によるスクワットトレーニングよりも膝関節伸展筋群に負荷強度が高く、小学生柔道選手に対する下肢筋力トレーニングとしても応用可能だと推察される。加えて、打ち込み稽古はスクワットと比較すると、技術練習としての効果も高く、柔道の動作に必要とされる筋肉を総合的に動員することが可能である。そのため、実際の指導現場において、単純な筋力トレーニングであるスクワットよりも背負投の打ち込み稽古は、指導者にとっても筋力トレーニングとして導入しやすいと考えられる。

V. まとめ

本研究により、背負投の打ち込み稽古がパラレルスクワットと比較して、大腿四頭筋に与える負荷強度が有意に高いという結果が認められた。この結果より、背負投の打ち込み稽古は自体重によるスクワットトレーニングと同等以上のトレーニング効果を有し、小学生柔道選手に対する大腿四頭筋トレーニングとしての利用可能であることが明らかとなった。加えて、打ち込み稽古は単なる筋力トレーニング種目としてのスクワット運動と比較すると技術練習としても効果が高く、実際の指導現場において導入しやすいと考えられる。

VIII. 参考文献

- 1) 藤田英二, 中村勇, 濱田初幸: 小学生柔道選手における形態および体力測定と超音波を用いた骨年齢測定結果の検討. 武道学研究42 (2), 11-17, 2009.
- 2) 加藤義弘, 松岡敏男, 渡辺郁雄: 小学生柔道選手におけるメタボリックシンドローム. 日本臨床スポーツ医学会誌, 15 (4), 139, 2007.
- 3) 黄川昭雄, 山本利春: 体重支持力と下肢のスポーツ障害. Jpn. J Sports Sci, 5-12, 837-841, 1986.
- 4) 黄川昭雄, 山本利春, 小山由喜, 景山滋久, 有馬和明: スポーツ障害予防のための下肢筋力評価. 整形外科スポーツ医学会誌, 6, 141-145, 1987.
- 5) 黄川昭雄, 山本利春, 坂本静男, 小山由喜: アスレチック・リハビリテーションにおける下肢の機能および筋力評価. 臨床スポーツ医学, 5, 213-215, 1988.
- 6) 増地克之, 町田正直, 松井崇: 柔道における持久力および筋力トレーニングとしての打ち込みの効果-運動生理・生化学的観点からの検討-. 武道学研究, 42 (2), 1-9, 2009.
- 7) 杉山允宏: 柔道の運動強度に関する研究 (4) - 講道館「5教の技」にある技の配列と運動強度の関連 -. 日本体育学会大会号, 40A, 347, 1989.
- 8) 杉山允宏: 柔道の運動強度に関する研究 (1) 投げ技における打ち込みについて. 愛媛大学教育学部紀要 第1部 教育科学, 27, 143-151, 1981.
- 9) Takai Y, Sawai S, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T: Age and sex differences in the levels of muscular activities during daily physical actions. IJSHS, 6, 169-81, 2008.