

6. 大学男子柔道選手を対象とした血流制限下における両足前後ジャンプトレーニング効果の検討

東海大学 大川 康隆
熊本大学 小澤 雄二
熊本学園大学 石橋 剛士

6. The effects of back and forth jump training with vascular occlusion in college male judo players

Yasutaka OHKAWA (Tokai University)
Yuji OZAWA (Kumamoto University)
Goushi ISHIBASHI (Kumamoto Gakuen University)

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the effects of back and forth jump training with vascular occlusion. Body composition, such as weight, skeletal muscle mass and muscle mass of arms and legs is measured and the number of repetitions of the jump is counted before and after the jump training sessions in order to evaluate the effects of them.

The results were as follows:

(1) There is not significant difference between body composition before and after the training in both an experimental group and control group. (2) Between two groups, there is significant difference between the number of back and forth jumps. (3) There is not significant correlation between the number of back and forth jumps and weight, skeletal muscle mass and muscle mass of arms and legs.

I 緒言

スポーツにおいて、今やフィジカル面のトレーニングは必須となっていると言えるだろう。競技力向上や傷害予防を目的として、競技そのもののトレーニングに加えて、レジスタンストレーニングを行うことが一般的になっている。

柔道における近年の研究として、増地ら⁷⁾では、経験的に知られている体力トレーニングとしての打ち込みの効果を運動生化学・運動生理学の視点から検討している。藤田ら^{4) 5)}では、背負い投げの打ち込み動作は大腿四頭筋の最大筋力だけではなく、筋量の増加の可能性を示唆してい

る。大川ら^{8) 9) 10)}では、血流制限下における打ち込みの効果を内分泌系の応答から検討している。いずれの研究においても、一定の負荷をかけた打ち込みには、血中の乳酸値、成長ホルモン値、副腎皮質刺激ホルモン値から、筋肥大効果があることが示唆されている。それらの研究の中でも、大川ら^{8) 9) 10)}では、血流制限下での打ち込みは、血流制限なしの場合と比較して、トレーニング効果がより高い可能性が示唆されている。打ち込みのトレーニング効果は、筋肥大や持久力養成の視点からの研究がなされている。また、有賀ら^{2) 3)}では、柔道競技において、片脚でバランスを取りながら体重を指示する局面が多くみられることから、実験として片足4方向ジャンプを実施しており、反復横跳びの測定値との間には、有意な正の相関があることを報告している。

このような研究動向の中で、横山ら¹³⁾によると、特に技術を必要としない、1本のラインを両足でジャンプし、素早く連続で跨ぐという動作をトレーニングとして一定期間行わせた結果、バレーボール選手を被験者（3名）とした場合、血流制限なしの場合と比較して、血流制限下で行ったグループの方が回数に向上がより多く見られることを報告している。つまり、これまでは筋肥大に着目を置いた研究が多かったが、血流制限下においてある種の動作を行うことで、敏捷性の向上にも影響を与える可能性が示唆されている。しかしながら、被験者は3名と少なく、類似した敏捷性に影響を与える研究も見受けられない。

本研究では、四肢の血流を制限してトレーニングを行う加圧トレーニングの手法を取り入れている。加圧トレーニングとは、専用のベルトを使用し、四肢の基部に圧力を加え適度に圧迫した状態かつ低負荷（20%1RM～40%1RM）でトレーニングを行うものである。その結果、静脈の血流が適度に制限され、筋肉内の酸素濃度が低下し、筋活動の結果生じる代謝物質や成長因子等が蓄積する。それにより、筋肥大などに大きく関与することが知られている成長ホルモンなどが低負荷にもかかわらず分泌される。加圧トレーニングの詳細については、佐藤ら¹¹⁾を参照されたい。

II 目的

そこで、本研究では、柔道選手を対象とし、血流制限下における前後ジャンプトレーニングの効果をジャンプの回数と体組成の変化から検討することを目的とする。俊敏性に影響を与えるトレーニングを、血流制限下で実施した場合の影響を明らかにする。

III 方法

1. 被験者

実験参加候補者は、健康状態に異常の認められない男子大学生24名を対象とした。実験の参加にあたっては、口頭・文書によって十分に説明を行い、研究目的・実験の内容、研究参加に伴うリスク、個人情報の保護、研究への自由参加について承諾を得られた者を被験者とした。表1は被験者の身体特性である。

なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認（承認番号：16059）を得た後に実施されている。

表1 被験者の身体特性 (加圧群)
Table 1 Physical characteristics of the subjects

	平均±標準偏差	
	加圧群 (加圧有り)	比較群 (加圧なし)
年齢 (才)	19.8±1.0	20.2±0.7
身長 (cm)	170.8±5.6	168.9±6.4
体重 (kg)	83.3±14.7	82.6±16.7
骨格筋量 (kg)	37.7±4.0	37.1±4.7
右脚筋量 (kg)	9.91±1.3	9.74±1.2
左脚筋量 (kg)	9.88±1.3	9.65±1.3

2. 実験内容

図1は、本研究で実施した実験図である。1本のラインを両足で素早くジャンプしながら前後に跨ぐ動作を行う。実験前後のジャンプ回数の測定では、10秒間で何回跳ぶことができるのか測定を行う。この場合は、加圧群もベルトの装着は行わない。最初の回数測定後は、1セット10秒の前後ジャンプを15秒のインターバルを挟みながら5セット繰り返すことをトレーニングとし、2週間継続して実施する。このトレーニングの際には、加圧群は加圧ベルトを大腿部に装着しトレーニングを実施する。

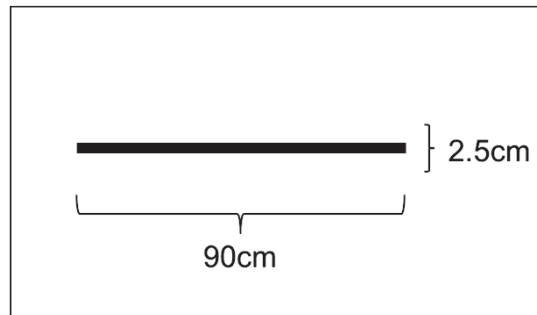


図1 前後ジャンプ床面図
Fig. 1 Marking for back and forth jump

体組成の測定に当たっては、実験の前後にInBody720 (InBody Japan) を用いて、体重、骨格筋量、部位別筋量の測定を行った。

3. 統計分析

基本統計量の表示にあたっては、平均値±標準偏差で記述をしている。同群内での実験前後の比較には対応のあるt検定を用いている。また、群間での実験前後の比較には対応のないt検定を用いている。測定値間の相互関係については、ピアソンの相関係数を用いている。統計処理の有意水準は5%未満とした。これらの分析に際しては、R3.1.1を使用した。

IV 結果

表2は加圧群の結果である。実験後は、体重 83.2 ± 15.0 、骨格筋量 38.3 ± 4.4 、右脚筋量 9.97 ± 1.2 、左脚筋量 9.95 ± 1.2 であり、実験前後で有意な差は見られなかった。

表2 実験前後の変化 (加圧群)
Table 2 Changes of physical characteristics of the subjects before and after the training (experimental)

	平均±標準偏差	
	実験前	実験後
年齢 (才)	19.8±1.0	19.8±1.0
身長 (cm)	170.8±5.6	170.8±5.6
体重 (kg)	83.3±14.7	83.2±15.0
骨格筋量 (kg)	37.7±4.0	38.3±4.4
右脚筋量 (kg)	9.91±1.3	9.97±1.2
左脚筋量 (kg)	9.88±1.3	9.95±1.2

表3は比較群の結果である。実験後は、体重82.0±16.8、骨格筋量37.4±4.8、右脚筋量9.75±1.2、左脚筋量9.67±1.2であり、実験前後で有意な差は見られなかった。

表3 実験前後の変化 (比較群)
Table 3 Changes of physical characteristics of the subjects before and after the training (control)

	平均±標準偏差	
	実験前	実験後
年齢 (才)	20.2±0.7	20.2±0.7
身長 (cm)	168.9±6.4	168.9±6.4
体重 (kg)	82.6±16.7	82.0±16.8
骨格筋量 (kg)	37.1±4.7	37.4±4.8
右脚筋量 (kg)	9.74±1.2	9.75±1.2
左脚筋量 (kg)	9.65±1.3	9.67±1.2

表4は加圧群、比較群の実験前後における前後ジャンプの回数である。実験前は、加圧群39.3±2.7と比較群39.4±2.9の回数には有意差は認められなかった。実験後においては、加圧群49.0±1.9と比較群46.2±2.8の回数には有意差が認められた (p<0.05)。増加回数においては、加圧群9.8±2.9と比較群6.6±3.3の回数には有意差が認められた (p<0.05)。

表4 前後ジャンプの回数
Table 4 The number of jumps

	平均±標準偏差	
	加圧群 (加圧有り)	比較群 (加圧なし)
実験前	39.3±2.7	39.4±2.9
実験後	49.0±1.9*	46.2±2.8
増加回数	9.8±2.9*	6.6±3.3

表5は加圧群、比較群における実験前後の前後ジャンプの回数と各データの相関係数を求めたものである。加圧群においては、実験後の前後ジャンプの回数と体重の間の相関係数は-0.32であるが、有意な相関は認められなかった。比較群においては、実験前の前後ジャンプの回数と骨

骨筋量の相関係数は-0.31、左脚筋量との相関係数は-0.37であるが、いずれも有意な相関は認められなかった。これらと同様に、他の相関係数においても有意な相関は認められなかった。

表5 前後ジャンプ回数との相関係数
Table 5 Relationship between the number of jumps and body composition

	加圧群		比較群	
	実験前	実験後	実験前	実験後
体重	0.27	-0.32	-0.27	-0.05
骨格筋量	0.27	-0.06	-0.31	-0.01
右脚筋量	0.26	0.03	-0.37	-0.07
左脚筋量	0.22	-0.04	-0.27	-0.05

V 考察

1. 骨格筋への影響

石井⁶⁾によると、血流制限下におけるトレーニングでは、1RMの20%~40%の負荷でも筋肥大が起こるといわれている。しかしながら、本研究では実験前後での骨格筋量、部位別骨格筋量には有意な差が見られなかった。これは、一本の線を前後にジャンプし跨ぐという、本実験で設定した実験方法がそれ程の負荷とはならず、筋肥大が起こらなかったと推測される。また、1セットあたりの時間を10秒と設定したことから、継続時間が短く十分な刺激を与える前にインターバルを迎えてしまったために筋肥大が起こらなかったとも推察される。あるいは、ジャンプの負荷、継続時間は十分であったが、2週間という実験期間が筋肥大を起こすには短かったことも考えられる。しかしながら、Abe et al.¹⁾によれば、血流制限下におけるトレーニングでは、2週間という短期間でも筋肥大が起こることが報告されていることから、この可能性は低いことが予想される。

2. ジャンプ回数

加圧群（加圧有り）、比較群（加圧無し）の両群ともに、骨格筋量の増加は起こっていない。一方で、実験前後のジャンプの回数を比較すると、両群ともに有意に回数が増加している。この点から、ジャンプの回数が増加することには骨格筋量の増加は影響していないと言える。しかし、実験前後でのジャンプ回数の増加量を加圧群と比較群で比較した結果、加圧群の方が有意に増加した回数が多いことが分かった。このことから、血流制限下におけるトレーニングには、本実験では発現しなかったが、一般的に明らかになっている筋肥大効果に加えて、敏捷性にも影響を与える可能性が示唆された。

3. 今後の展開

血流制限下のトレーニングについては、一般的に筋肥大効果に注目が集まっており、本研究が示唆しているような敏捷性への影響を検討したものはほぼ見当たらない。柔道への応用については、大川ら^{8) 9) 10)}では、血流制限下で行われるスピード打ち込みには、血流制限なしの場合と比較して、筋肥大効果がより高いことが示唆されている。しかし、敏捷性が向上し、打ち込み回数が増加したというような報告は行われていない。今後の血流制限下におけるトレーニ

ングの柔道への応用にあたって、敏捷性の向上の可能性も視野に入れたプログラムの作成、その実証のための研究が必要である。例えば、有賀ら^{2) 3)}で実施されている4方向ジャンプ、新体力測定で実施され敏捷性を測定する項目である反復横跳び、同様のEdgren Side-Step Testなどの血流制限下におけるトレーニング効果を検討することで、柔道のみならず各種スポーツでも取り入れることのできる新たな敏捷性向上のプログラム作成につながる可能性がある。

VI まとめ

本研究では、柔道選手の血流制限下における前後ジャンプの効果を、ジャンプの回数と体組成の変化から検討することを目的とした。実験前後には、体組成を測定しその変化を記録するとともに、1本の線を前後にジャンプし飛び越えることを反復する、前後ジャンプの測定を行い、以下のような知見を得た。

1. 加圧群、比較群ともに、実験前後の体組成の変化は見られなかった。
2. 加圧群、比較群ともに、実験前後における前後ジャンプの回数については、有意な増加が認められた。
3. 加圧群、比較群の実験前後における前後ジャンプの回数の増加量を比較すると、加圧群の方に有意な回数の増加が認められた。
4. 前後ジャンプの回数と体重、骨格筋量、右脚筋量、左脚筋量には有意な相関が認められなかった。
5. 全身の骨格筋量、下肢の骨格筋量等、体組成に有意な変化がないにもかかわらず、前後ジャンプの回数に有意な差が認められることから、血流制限下における前後ジャンプには敏捷性にも影響を与える可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns CF, Inoue K, Koizumi K. and Ishii N.: Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training, *Int J KAATSU Training Res*, 1(1), 6-12, 2005.
- 2) 有賀誠司・中西英敏・山下泰裕・恩田哲也・生方謙：柔道選手の下肢運動能力改善のためのトレーニングに関する研究～片脚4方向ジャンプについて～, *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 17, 7-15, 2005.
- 3) 有賀誠司・白瀬英春・山田佳奈・生方謙：女子柔道選手における片脚4方向ジャンプについて, *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 19, 7-15, 2007.
- 4) 藤田英二・濱田初幸・小山田和行・野口博之・松崎守利・安河内春彦：背負投の打ち込み動作が大腿四頭筋にもたらす筋活動水準, *武道学研究*, 44(2), 83-91, 2011.
- 5) 藤田英二・濱田初幸・内村純博・中村勇・小山田和行・野口博之・松崎守利・安河内春彦：小学生柔道選手における背負投の打ち込み動作によるトレーニングが大腿四頭筋の最大筋力および筋厚に及ぼす効果, *武道学研究*, 45(2), 79-86, 2012.
- 6) 石井直方：骨格筋に対する効果とそのメカニズム, 33-47, 佐藤義昭・石井直方・中島敏明・安倍孝(編)：加圧トレーニングの理論と実践, 講談社, 第1版, 2007.
- 7) 増地克之・町田正直・松井崇・薬師寺巨久・金野潤・小山勝弘・岡田弘隆・金丸雄介・小俣幸嗣・武政徹：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.
- 8) 大川康隆・小澤雄二・石橋剛士・北井和利: 血流制限下における技術トレーニング効果の検討, 日本武道学会第47回大会研究発表抄録, 47別冊, 51, 2014.
- 9) 大川康隆・石橋剛士・小澤雄二: 血流制限下における技術トレーニング効果の検討 - 内分泌系に与える影響 -, 日本武道学会第48回大会研究発表抄録, 48別冊, 95, 2015.
- 10) 大川康隆・石橋剛士・小澤雄二: 血流制限下における技術トレーニング効果の検討 - 理論と実際の効果から -, 日本武道学会第49回大会研究発表抄録, 49別冊, 63, 2016.
- 11) 佐藤義昭・石井直方・中島敏明・安倍孝 (編): 加圧トレーニングの理論と実践, 講談社, 第1版, 2007.
- 12) Takarada Y., Sato Y. and Ishii N.: Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes, *Eur J Appl Physiol*, 86, 308-314, 2002.
- 13) 横山格郎・井口哲也・栗田興司: スポーツパフォーマンスに対する効果, 60-78, 佐藤義昭・石井直方・中島敏明・安倍孝 (編): 加圧トレーニングの理論と実践, 講談社, 第1版, 2007.