

下肢血流制限バンド装着によるレジスタンストレーニングがアルペンスキー選手の大腿部筋横断面積と脚筋力およびパフォーマンスにおよぼす効果について

松尾 晋典*・工藤 聡**

Effect of resistance training with vaslucar occlusion on muscular strength and cross-sectional area, and function of skeletal muscles, and performance in alpine ski players.

Shinsuke MATSUO* and Satoshi KUDO**

The purpose of this research was clarify the influences on muscular power of and cross-sectional area (CSA) thigh and ski performance of alpine ski players by for 8 weeks band training. Each subject performed resistance training (full squat · half squat · leg curl) of lower limb twice a week for 8 weeks. The Isokinetic knee extension / flexion power was determined at an angular velocity of 60.120.180deg/sec using isokinetic dynamometer. Magnetic resonance imaging was used for analyzed the CSA of middle and upper-thigh muscles. To examine the effect of vascular occlusion training on the ski performance, 6 angle jump were determined for each subject. These all measurements were acquired before and after resistance training.

The results were summarized as follow:

1. There were no significant relative charges of isotonic knee extension power by training between BT and C group but for the relative rates of isokinetic knee flexion power, group BT group showed the higher value on three angular velocity and both left and right legs than C group. ($p < 0.05 \sim 0.01$)
2. The BT group showed the higher value of relative charges of knee extensors muscle of mid-thigh in left thigh C group ($p < 0.05$). The relative charges of other part of body didn't show the significant difference between group BT and C group.
3. The BT group showed the significant increasing of measuring value by 60 second 6 angle jump after training ($p = 0.05$) The relative charges of both 6 angle jump did not have significant differences between group BT and C group.

From the results of above, it indicated the Band training has good influence on alpine ski players not only hypertrophy of the thigh muscle and increase in muscular power but also there is good possibility of improving the ski performance.

Key Words (キーワード)

physical motivations (体力・運動能力), vaslucar occlusion (血流制限), resistance training (レジスタンストレーニング), Fitness conditioning (運動処方), alpine ski (アルペンスキー)

I. 緒言

日本におけるアルペンスキー選手のトレーニン

グは、欧米諸国と比較して、年間を通して雪上で実施することが困難な現状である。したがって、日本のアルペンスキー選手の競技力は、陸上での

* 広島文化学園大学 (Faculty of Social information Science, Hiroshima Bunka Gakuen University)

** 北照高等学校 (Hokusyuu Highschool)

トレーニングの成果に左右されることが予想される。スキー滑走時には、重力、遠心力、あるいは速度などの外力に耐える大腿部の筋力が重要であることが報告されている^{2-7,16-20,22-26}。したがって、アルペンスキー選手が高いパフォーマンスを発揮するためには、少なくとも大腿部の筋力を強化する必要がある。

近年、下肢の血流を制限させて筋力トレーニングを実施する方法論の検討が多くなされている⁸⁻¹⁴。これは、220mm/hg程度の空気圧を利用し、目的とする筋を圧迫してトレーニングするものである。この加圧トレーニングの特徴の一つは、一般にトレーナビリティーの低いとされる競技選手の筋肥大や筋力増加を引き起こすことである。しかしながら、これらの方法は、圧迫装置の脱着毎に空気を注入・抽出するという手間がかかり、現場で簡単に利用できないという問題点がある。一方、堀居たちは、簡易な収縮性バンドを用いることで、下肢の血流を制限させて行うトレーニング（以下、バンドトレーニングとする）の有用性を報告している^{21,29}。この収縮性バンドは筋力トレーニングのみならず、普段のスキルトレーニングにおいても、動作をあまり阻害することなく血流を制限しながらトレーニングができる利点がある。そのため、他の競技選手と比較して大腿部の筋力が高いアルペンスキー選手^{19,20}に対しても、バンドトレーニングは大腿部の強化、すなわち筋肥大や筋力増加をもたらす有効なトレーニング方法であると考えられるが、これまでアルペンスキー選手の大腿部の筋横断面積や筋力に対するバンドトレーニングの効果は実証されていない。

そこで本研究は、アルペンスキー選手に対する8週間のバンドトレーニングが、大腿部の筋力と筋横断面積およびスキーパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1) 対象

各グループの身体特性および年齢を表1に示し

た。被検者は、アルペン競技を専門とする男子学生スキー選手16名であった。被検者に血流制限バンドを装着させて筋力トレーニングを行う10名（以下、BT群とする）と、レジスタンス・トレーニングを行う6名（以下、C群とする）とに分けた。

本実験の被検者の身体的特徴は、BT群が年齢 21.0 ± 1.3 歳、身長 170.8 ± 4.1 cm、体重 64.0 ± 4.8 kg、競技歴 14.9 ± 1.3 年とC群が年齢 20.3 ± 1.6 歳、身長 $177.0 \text{cm} \pm 4.2$ cm、体重 77.5 ± 3.5 kg、競技歴 14.3 ± 1.6 年であり、C群がBT群に比べて身長・体重ともに大きい値であった。BT群の身長と体重は21歳の日本人の体力標準値第四版の身長 171.1 ± 5.4 cm、体重 63.6 ± 7.6 kgの1標準偏差の範囲であり¹⁵、日本人の標準的な身体組成の集団であった。C群の身長は20歳の日本人の体力標準値第四版である身長 171.0 ± 5.4 cmの1標準偏差の範囲であったが、体重は 63.1 ± 7.5 kgの1標準偏差の範囲には当てはまらず¹⁵、C群は体重が大きな値を示した集団であった。実験を行うにあたり、被検者には実験の目的、趣旨、内容および危険性について説明し、参加の同意を得た。

表1 被検者の身体特性および年齢

被検者	身長 (cm)	体重(kg)
BT群 (n=10)	170.8 ± 4.1 cm	64.0 ± 4.8 kg
C群 (n=6)	177.0 ± 4.2 cm	77.5 ± 3.5 kg

2) 下肢血流制限バンド

図1に大腿部の血流制限の様子を示した。下肢の血流制限には日本体育大学運動処方研究室堀居昭教授考案による特性の伸縮性バンド（下肢血流制限バンド、D&M社製、Japan）を用いた。下肢血流制限バンドは動脈を圧迫可能な殿溝直下を目安に装着した。バンドは左右対称であり、巻き方を統一するために外側から内側に向かってバンドを巻くように指導した。



図1. 大腿部の血流制限の様子

3) 血流量の測定

表2にBT群における安静時とバンド装着時の血流量を示した。バンドの装着強度は、超音波双方向血流計 (DVM-4200P, 林電気社製, Japan) を用いて、安静時における内果拍動脈の血流量をおよそ70%まで低下させた状態 (通常の状態を100%に基準化した場合) とした。

表2 BT群における安静時とバンド装着時の血流量

被験者 (n=10)	安静時 (mL/min)	バンド装着時 (mL/min)	血液制限率 (%)
N・S	75.6	54.5	27.9
W・T	89.3	46.5	32.9
Y・T	74.6	50.1	32.8
A・H	64.6	47.3	26.7
S・Y	91.7	64.2	30.0
Y・T	46.7	31.4	32.8
Y・Y	89.9	44.3	36.6
S・I	72.0	53.2	26.1
M・M	45.7	32.9	28.0
T・W	59.6	39.8	33.2
Ave.	67.0	46.4	30.7
S.D.	13.8	10.0	3.46

4) トレーニングプロトコル

筋力トレーニングの内容は、フルスクワット、ハーフスクワット、レッグカールであった。BT群は血流制限下におけるハーフスクワットの1RM (最大筋力) を測定した。1セットの運動強

度は、その1RMを基準として10RMの負荷になるように設定した。

表3にはBT群における血流制限ありと血流制限なしでの1RMおよび10RMの比較を示した。BT群の血流制限下での1RMは110kg~115kg, BT群の血流制限下でない1RMは120~130kgであった。C群は血流制限を行わずに、最大筋力(1RM)を測定し、BT群と同様に10RMになるように強度設定した。C群の1RMは平均で135kgであった。なお、セット間休息は180秒とした。トレーニング期間は8週間とし、週に3回の頻度でトレーニングを実施した。トレーニングの前後に下記の測定項目の測定を行った。

表3 BT群における血流制限ありと血流制限なしでの1RMおよび10RMの比較

	血流制限での 1RM (Kg)	血流制限でない 1RM (Kg)	血流制限での 10RM (Kg)	10RM (制限あり) 1RM (制限なし) (%)
N・S	115.0	130.0	80.0	61.5
T・W	120.0	140.0	85.0	60.7
A・H	115.0	145.0	80.0	55.2
Y・H	115.0	140.0	80.0	57.1
S・Y	100.0	110.0	70.0	63.6
Y・T	115.0	125.0	80.0	64.0
Y・Y	130.0	135.0	90.0	66.7
S・I	120.0	140.0	85.0	60.7
M・N	100.0	120.0	80.0	60.7
T・W	120.0	130.0	85.0	65.4
平均	115.0	131.5	81.5	61.6
標準偏差	9.13	10.81	5.30	3.56

5) 等速性膝伸展・屈曲力

等速性膝伸展・屈曲力の測定には、等速性筋力測定器 (Biodex-system3, Biodex medical systems社製, USA) を用いた。測定は左右脚行い、用いた角速度は60, 120および180deg/secであった。被検者は、測定器の椅子に座り、測定時に動かないよう肩、大腿部および腹部を専用ベルトにて固定した。ダイナモメータの回転軸は、膝関節の運動軸と合うように調節し、アーム長は足関節用のパッドが足関節の前上部に当たるよう合わせた。測定の前には、疲労しない程度に5-10回の膝伸展・屈曲運動を実施した。測定は各角速度3回の等速性膝伸展・屈曲動作を最大努力で行い、各角速度のピークトルクを算出した。

6) 大腿部横断面積

筋横断面積の測定には、永久磁石型のMR装置（AIRIS, 日立メディコ社製, Japan）を用いた。撮影部位は、あらかじめ計測した大腿長（腓骨骨頭から大転子）を100%としたときの遠位から近位方向へ50%と70%の位置とした。被検者は、MR室のベッドに仰臥位となり、膝関節をMR室内のベッドと水平になるよう完全に伸展させた状態とした。MRIの撮影は、左右脚ともに行った。得られた横断像は、フィルムに現像し、それぞれの画像の筋横断面積の分析を行った。

7) スキーパフォーマンステスト

図2に六角跳びの測定を示した。スキーパフォーマンステストは、堀居らにより考案されたテストの中から、六角跳びを実施した¹⁷⁾。六角跳びの測定には、特製のプラスチック製のポールを用い、被検者は高さの異なるプラスチック製の六角形のポールを30・60秒間に何回飛べるかの測定を行った。



図2. 六角跳びの測定

8) 統計処理

トレーニング前後におけるBT群とC群間の比較には、対応のあるサンプルのt検定を用い、トレーニング前におけるBT群とC群の比較には、独立2群間のt検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

III. 結果

1. 等速性膝伸展・屈曲ピークトルク

図3にBT群におけるトレーニング前後の等速性膝屈曲ピークトルクの比較を示した。両脚ともにすべての各速度において増加の傾向を示したが、有意な差までは至らなかった。

図4にトレーニング前を0%と基準化した場合のトレーニングにともなう両群の等速性膝屈曲ピークトルクの変化率を示した。BT群における右脚の等速性膝屈曲力の変化率は、C群のものと比較して、角速度60deg/secで $44.9 \pm 43.6\%$ ($p < 0.05$), 120deg/secで $30.0 \pm 47.9\%$ ($p < 0.01$), 180deg/secで $25.4 \pm 29.2\%$ ($p < 0.01$)の有意な増加を示した。また左脚の等速性膝屈曲力の変化率は、C群のものと比較して、角速度60deg/secで 36.1 ± 22.9 ($p < 0.05$), 120deg/secで $25.1 \pm 19.3\%$ ($p < 0.01$), 180deg/secで $19.3 \pm 14.8\%$ ($p < 0.01$)の有意な増加を示した。

等速性膝伸展力の変化率は、左右ともにBT群とC群の間に有意な差を認めなかった。

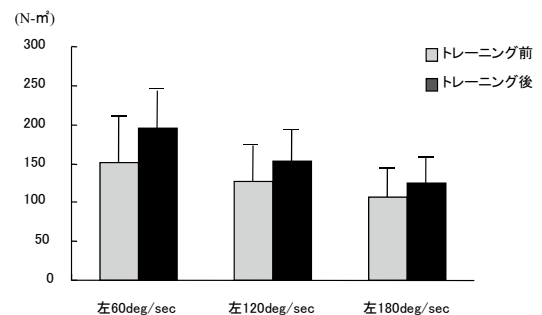
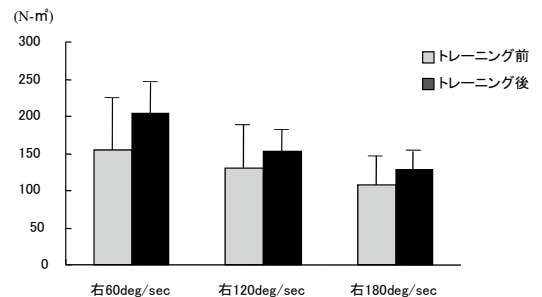


図3. BT群におけるトレーニング前後の等速性膝屈曲ピークトルクの比較

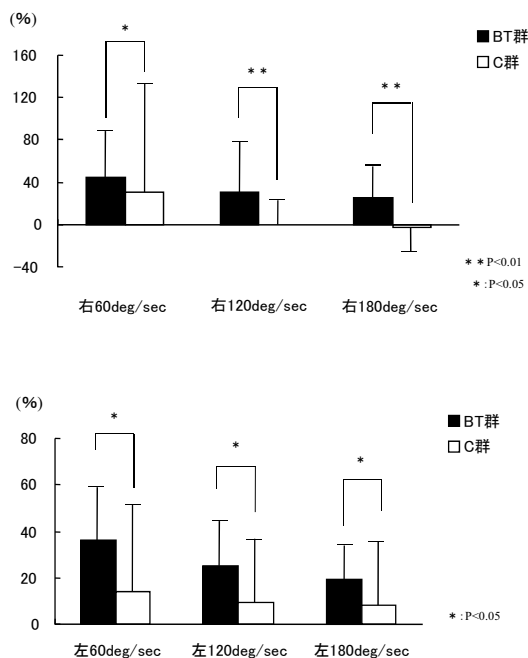


図4. 両群のトレーニングにともなう等速性膝屈曲ピークトルクの変化

2. 大腿四頭筋横断面積

図5にトレーニング前後における各膝筋群の筋断面積の比較を示した。BT群における右大腿50%部位の膝伸筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($79.0 \pm 9.5\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($106.8 \pm 14.6\text{cm}^2$) に有意な増加を示した ($p < 0.01$)。一方、左大腿50%部位の膝伸筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($78.1 \pm 10.4\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($106.8 \pm 15.9\text{cm}^2$) に有意な増加を認めた ($p < 0.01$)。BT群における右大腿70%部位の膝伸筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($83.7 \pm 8.7\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($130.0 \pm 13.1\text{cm}^2$) に有意な増加を示した ($p < 0.01$)。一方、左大腿70%部位の膝伸筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($92.6 \pm 8.7\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($130.1 \pm 13.2\text{cm}^2$) に有意な増加を示した ($p < 0.01$)。

図6に両群のトレーニング前後における膝屈筋群筋断面積の比較を示した。BT群における右大腿50%部位の膝屈筋群の筋断面積については、

トレーニング前 ($79.3 \pm 7.1\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($99.5 \pm 8.3\text{cm}^2$) に有意な増加を示した ($p < 0.01$)。一方、左大腿50%部位の膝屈筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($77.6 \pm 7.8\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($102.8 \pm 11.2\text{cm}^2$) に有意な増加を認めた ($p < 0.01$)。BT群における右大腿70%部位の膝屈筋群の筋断面積については、トレーニング前 ($94.0 \pm 9.5\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($130.0 \pm 13.1\text{cm}^2$) に有意な増加を示した ($p < 0.01$)。一方、左大腿70%部位の膝屈筋群の筋断面積は、トレーニング前 ($92.6 \pm 8.7\text{cm}^2$) と比較して、トレーニング後 ($130.1 \pm 13.2\text{cm}^2$) に有意な増加を認めた ($p < 0.01$)。一方、C群の大腿部の膝伸筋群・屈筋群は、いずれの部位においてもトレーニングによる変化を示さなかった。

図7に両群のトレーニングにともなう膝伸筋群の筋断面積の変化を示した。BT群の左大腿50%部位における膝伸筋群の変化率は $37.0 \pm 11.5\%$ であり、C群のもの ($20.5 \pm 11.2\%$) よりも有意な高値を示した ($p < 0.05$)。他の測定部位の変化率には、BT群とC群との間に有意差を認めなかった。

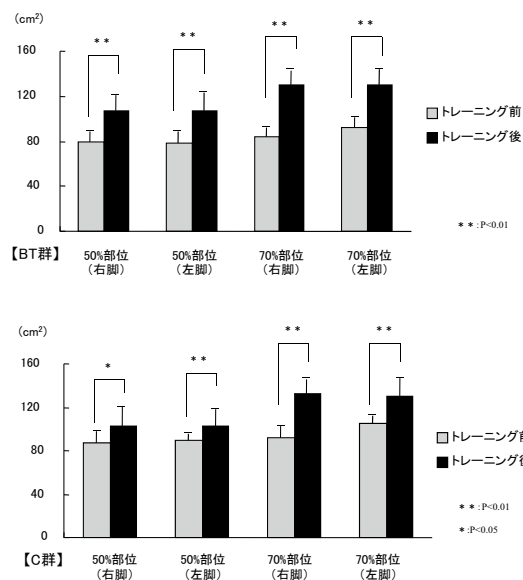


図5. トレーニング前後における各膝筋群の筋断面積の比較

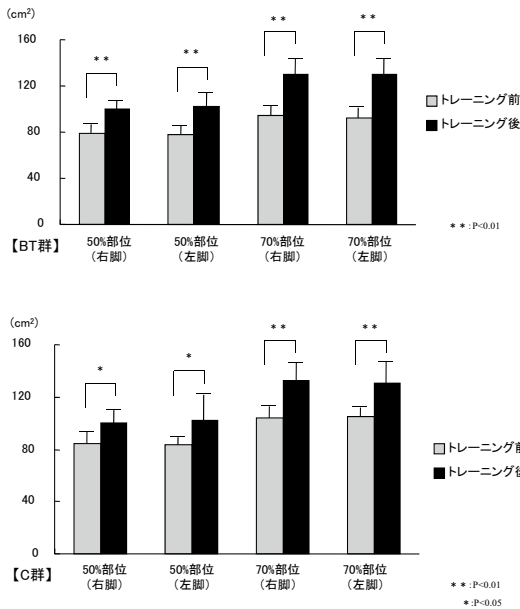


図6. 両群のトレーニング前後における膝屈筋群筋断面積の比較

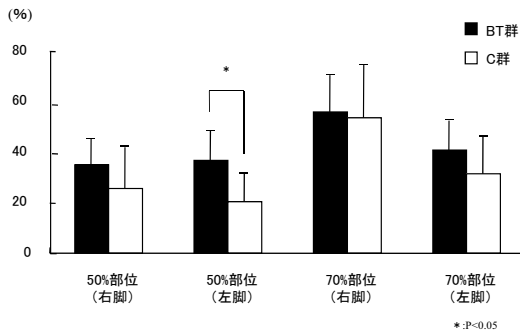


図7. 両群のトレーニングにともなう膝伸筋群の筋断面積の変化

3. スキーパフォーマンステスト

BT 群は 60 秒間の六角跳びにおいて、バンドトレーニング後に増加の傾向を示した ($p = 0.05$).

IV. 考 察

1. 血流制限下での負荷強度と血流制限のない負荷強度の比較

血流制限のない通常時の 1 RM の方が、血流制限下での 1 RM よりも拳上回数が高かった。そこで本研究では、血流制限下でのトレーニング負荷

を設定するために、血流制限下での 1 RM を基準として、10RM (通常時の最大筋力の $61.6 \pm 3.56\%$) の運動を実施させた。BT 群の選手は C 群の選手よりも、トレーニング期間中に、疲労感が残る・疲れやすいといった自覚症状が多く見られた。血流制限を行えば、血流供給量の減少からの低酸素化を招くことが報告されている²⁸⁾。本研究でも血流制限を行ったため血流量が減少し、筋組織内の低酸素化により選手の疲労感が促進されたことが考えられた。

本研究で採用した、血流制限下における 10RM は、アルペンスキー選手の膝の負担を軽減させ、脚筋力を向上させる運動負荷であることが推察され、先行研究²⁹⁾を支持するものであった。

2. 等速性膝屈曲ピークトルクの変化について

先行研究によると血流制限下でのハーフスクワット (10RM) を週 3 回 8 週間の短期間でのトレーニングを実施したところ等速性膝伸展力が有意に増加したことが報告されている²⁹⁾。また、トレーニング能力の高いラグビーの一流競技者に血流制限を行い、週 2 回・8 週間のトレーニングを行わせた結果、膝伸展ピークトルクはすべての各速度で増加を示した¹⁾。本研究の結果、3つの各速度における等速性膝屈曲ピークトルクが有意に増加した。膝屈曲力は先行研究を支持する結果であったが、膝伸筋群に筋肥大が確認されたにも関わらず、等速性膝伸展力に増加の傾向がみられなかったことに対する考察および検討が今後の課題である。

3. 大腿四頭筋横断面積の比較について

局所的な低酸素状態で持久的運動を行うとタイプ II 線維の優先的あるいは追加的な動因によって、運動中の筋の活動レベルが増大することがわかっている²⁷⁾。これは、たとえ筋肥大を引き起こすことが期待できない低強度なレジスタンス・トレーニングにおいても、局所的に血流を制限した条件下でそれを行うことによって、筋肥大を誘発させる可能性を示唆する¹⁾。また高齢女性を対象

として、血流制限下での低強度（30～50% 1RM）のトレーニングが上腕部の筋横断面積や筋力に及ぼす影響を検討した結果、血流制限をとまなうトレーニングは、高強度のトレーニングで得られるものと同程度の筋肥大や筋力増加を引き起こすことを報告している^{8), 13)}。本研究の結果でも、BT群の膝伸筋および屈筋群はすべての部位で有意に増加した。これらの結果は、先行研究を支持するものである。

4. スキーパフォーマンステストの変化について

本研究の結果、スキーパフォーマンステストの六角跳びは増加の傾向を示した（ $p=0.05$ ）。宝田らは、低い負荷強度での8週間の加圧トレーニングにとまなう筋持久力の変化を検討したところ、トレーニング後には筋持久力が増加することを報告している⁸⁾。また60秒間の六角跳びテストは、下半身の動的な筋持久力を評価している¹⁷⁾ことから、本研究で採用した中等度¹⁹⁾のトレーニング強度は、大腿部筋横断面積や脚筋力だけでなく、筋持久力に対しても有効的に貢献する可能性が考えられた。

さらに堀居たちは、六角跳びなどのスキーパフォーマンステストは、実際のスキー選手の競技力を反映していることを報告している¹⁷⁾。本研究の結果は先行研究を支持するものであったことから、バンドトレーニングがアルペンスキー選手のパフォーマンスを向上させる可能性があることを示唆するものである。

V. 総括

これまで堀居たちは、陸上長距離選手や投擲選手に対するバンドトレーニングの有用性を報告している²¹⁾。しかしながら、アルペンスキー選手の大腿部の筋横断面積や筋力に対するバンドトレーニングの効果はこれまで実証されていない。そこで本研究は、アルペンスキー選手に対する8週間のバンドトレーニングが、大腿部の筋力と筋横断面積およびスキーパフォーマンスに及ぼす影響を

明らかにすることを目的とした。結果の概要は、以下の通りである。

1. トレーニングにとまなう等速性膝伸展力の変化率は、左右ともにBT群とC群の間に有意な差を認めなかったものの、BT群の等速性膝屈曲力の変化率は、左右ともに3つの角速度においてC群のものよりも有意な高値を示した（ $p < 0.05 \sim 0.01$ ）。
2. トレーニングにとまなうBT群の左大腿50%部位における膝伸筋群の変化率は、C群のものよりも有意な高値を示した（ $p < 0.05$ ）。他の測定部位の変化率には、BT群とC群との間に有意差を認めなかった。
3. BT群における60秒間の六角跳びの実測値は、バンドトレーニング後に増加の傾向を示した（ $p = 0.05$ ）。

以上の結果から、アルペンスキー選手に対するバンドトレーニングは、大腿部の筋肥大や筋力増加のみならず、スキーパフォーマンスの向上をもたらす可能性のあることが示唆された。

VI. 参考文献

- 1) 宝田雄大：加圧式筋力トレーニングのメカニズム。体育の科学，52（8），626-634。2002。
- 2) 猪飼道夫：札幌オリンピックスポーツ科学研究報告。p.p157-p.p180，1972
- 3) 石毛勇介，吉久武志，小林規，山根真紀，政二慶，福永哲夫：長野オリンピック・パラリンピックにおけるバイオメカニクス研究。アルペンスキー（回転競技の場合），JJBSEバイオメカニクス研究：p.p274-279，1988
- 4) 北川薫，加藤好信：足圧からみたアルペン選手の滑りの相違。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，競技種目別競技力向上に関する研究スキー研究ファイル，1：p.p150-156，1979。
- 5) 栗山節郎，山田保：血中乳酸値からみたアルペン・スキーの運動強度。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告。競技種目別競技力向上に関する研究，スキー研究ファイルⅡ：p.p279-

- 282, 1986.
- 6) 小林規, 深代千之, 柳 等, 若山彰信, 山田保, 石毛勇介: 岡部哲也選手の体力特性. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル, No25: III p.p340-342, 1989.
 - 7) 小林規, 石毛勇介: スポーツバイオメカニクス. 朝倉書店: p.p54-58, 2000.
 - 8) 宝田雄大, 石井直方: 血流制限下でのレジスタンス・トレーニング~新しいトレーニングの方法~. 体育の科学, Vol.48, 1月号: 1998.
 - 9) Takarada Y, et al: Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*, 88: p.p2097-2106, 2000 a.
 - 10) Takarada Y, et al: Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol*, 88: p.p 61-65, 2000 b.
 - 11) Takarada Y, et al: Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc*, 32: p.p 2035-2039, 2000 c.
 - 12) Takarada Y, et al: Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 86: p.p 308-314, 2002.
 - 13) Takarada Y, et al: Muscular hypertrophy induced by extremely low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*, inpress.
 - 14) 宝田雄大: 薬いらずの肉体改造法. 株式会社ベースボールマガジン社: p.p18, p.p58, p.p75, 2001.
 - 15) 東京都立大学体育学研究室: 日本人の体力標準値 第四版: p.p21-22, p.p55-56, 1989.
 - 16) 堀居昭, 山田保: レーク・プラシッドオリンピック候補選手体力プロフィール (アルペン) 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告. 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No2. p.p157-162, 1979.
 - 17) 堀居昭: オーストリア方式体力テストからみた日本アルペンスキー選手の体力. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No19, No2. p.p318-324, 1980.
 - 18) 堀居昭: パーフェクトマニュアル スポーツ障害の克服. ベースボールマガジン社: p.p28-p.p30, p.p46-p.p48, 1997.
 - 19) 堀居昭, 山田保: 改訂運動処方入門. 共栄出版: p.p130-p.p134, 2000.
 - 20) 水野忠和, 堀居昭: アルペンスキーの体力要因に関する研究. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究 スキー研究ファイル第1報: p.p123-140, 1977.
 - 21) 森田修一: 下肢血流阻止バンド装着による全身持久性のトレーニングが運動生理学的機能とパフォーマンスに及ぼす影響について. 日本体育大学スポーツトレーニングセンター: p.p61-71, 2002.3.
 - 22) 山田保: オーストリア方式による体力テストの検討. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル2: p.p147-150, 1981.
 - 23) 山田保, 安部孝: アルペン・スキー選手の脚の筋出力パワー. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No.22 (III): p.p356-360, 1983.
 - 24) 山田保, 安部孝: アルペンスキー選手の年間トレーニング計画と体力目標値. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No.18 (II) p.p284-289, 1985.
 - 25) 山田保, 安部孝: アルペン・スキーにおけるスキル・テストによる選手発掘の試み. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No.12, (III): p.p275-228, 1986.
 - 26) 山田保, 齊藤俊浩: エリエール CES マシンによるアルペン・スキー選手の筋出力特性.

- 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, スキー研究ファイル No11, (IV) p.194-196, 1988.
- 27) Moritani, T., et al. : Oxygen availability and motor unit activity in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64,552-556,1992.
- 28) 岡本孝信, 増原光彦: 間欠的掌握運動における適度な血流制限が活動肢の酸素動態及び末梢血管に及ぼす影響. *スポーツ整復療法学研究*, 5 (1), 13-17, 2003.
- 29) 松尾晋典, 工藤聡, 衣笠竜太, 山田保, 清水義明, 堀居昭: 下肢血流制限バンドによるトレーニングが長身バスケットボール選手の大腿部筋横断面積と脚伸展力に及ぼす影響について. *日本体育大学紀要*, Vol.34, No.1, 75-82, 2004.