

スキー実習中の身体活動が脈波伝搬速度に及ぼす影響

中村真理子, 田中 繁宏, 四元 美帆, 日連 淳司, 野老 稔
(武庫川女子大学文学部健康・スポーツ科学科)

The effects of ski training on pulse wave velocity

Mariko Nakamura, Shigehiro Tanaka, Miho Yotsumoto,
Junji Meren, Minoru Tokoro

*School of Letter Department of Health and Sports sciences,
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

The purpose of this study was to clarify the change in baPWV (brachial-ankle pulse wave velocity) before to after the ski training. Ski instructor of nine men and five women participated in this study (age:45.0±9.7years, range:29~60, mesan±SD). The resting heart rate, blood pressure and baPWV was measured before to after ski training. The resting heart rate, blood pressure and baPWV have not changed before to after the ski training. As for baPWV, Neither right baPWV nor left baPWV changed before to after ski training. (Right p=0.450, left p=0.242). These results suggest that the five days of ski training does not influence on baPWV.

緒言

大動脈などの弾性動脈では、加齢とともに動脈壁の硬化が進みコンプライアンスが低下する。特に老年期になると収縮期血圧の上昇が多くなり、拡張期血圧はむしろ低下し、脈圧が増大するという特徴的な血圧パターンを示す。この脈圧は大動脈などのコンプライアンス低下によって増大し、さらに脈圧が増大すると末梢動脈を障害し、さらなる動脈硬化を進行させ脳卒中や心血管事故につながる。

近年、この血管弾性の低下に着目した検査法である四肢同時血圧測定による脈波伝播速度(PWV: pulse wave velocity)検査が注目されており、PWVより測定された動脈壁硬化度が生命予後の予測因子になることが報告されている^{1),2)}。また、PWVは動脈のステイフネスを反映していることから心臓血管疾患のスクリーニングや、虚血性心疾患、高血圧疾患、糖尿病などの生活習慣病評価に有用と考えられている。

習慣的な身体活動は、加齢に伴う循環器疾患の予防や治療の重要な一要素とされており³⁾、PWVと

運動の関連について検討した報告もいくつかある。松田ら⁴⁾は、活動群が非活動群に比べ脈波速度が有意に低値を示したことから、継続的運動が大動脈の柔軟性を増大ないし保持する効果を持つことを示唆している。また、習慣的な有酸素運動が動脈ステイフネスの増加を抑制する⁵⁾、あるいは、一過性の低強度の運動(20Wで5分間の仰臥位自転車運動)により運動中の動脈コンプライアンスが増加する⁶⁾など、有酸素運動が動脈ステイフネスに好影響を与えるという報告がある。一方で、4ヶ月のレジスタンストレーニングが動脈ステイフネスを増加させると示唆した報告⁷⁾もあり、運動の様式により動脈ステイフネスに及ぼす影響が異なることが考えられる。しかし、数ヶ月以上継続した運動や一過性の運動といった運動期間とPWVの関係について検討した報告はあるが、数日間のように短期間の身体活動とPWVについて検討した報告はない。

そこで本研究では、5日間のスキー実習という短期間の身体活動に着目し、実習中の身体活動がPWVにどのような影響を及ぼすか検討することを目的とした。

研究方法

対象

対象は、志賀高原スキー場で実施された健康・スポーツ科学科のスキー実習(4泊5日)の指導者、男性9名、女性5名の計14名とした(年齢:45.0±9.7, range:29~60, mean±SD). 対象者のうち喫煙者1名, BMI 25以上の肥満者3名, そのうち高血圧者内服治療中1名であり, 非高血圧者は13名であった.

全ての対象者に実験内容や手順を説明し, 途中で辞退できることを理解させた上で実験参加の同意を得た.

実験手順

5日間のスキー実習前後における身体組成, 安静時心拍数(HR), 血圧(BP), ならびにPWVを測定した.

また, 実習期間中のおおよその運動強度を知るため, 対象者14名のうち8名を抽出し, ハートレートモニタ(S610, POLAR社)を用いて運動時心拍数を測定した.

身体組成

実習前後の身体組成については, 高精度体成分アナライザー Inbody3.0(Biospace社)を用いて, 体重, 体脂肪率, 筋肉量, 除脂肪量を測定した.

脈波伝搬速度の測定

PWVの測定には, 脈波伝搬速度測定器 form PWV/ABI(コーリンメディカルテクノロジー)を用いた.

両上肢, 両下肢の足関節部にカフを巻き, 両手首に電極を付着, 第4肋間胸骨左縁に心音プローブを当てた状態で5分間の安静の後, 左右の上腕-足首脈波速度(baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity)を測定した.

運動中の心拍数測定

講習開始から終了までPOLAR社製のトランスミッターを胸部に, リストレシーバーを手首に装着して, 午前午後の実習時それぞれ3時間, 計6時間/1日の心拍数を記録した. なお, 心拍数の記録間隔は60秒に設定し記録した.

さらに, 実習中の運動強度を知るため, 220-年齢より個人の最大心拍数(HRmax)を求め, 実習中の心拍数が最大心拍数の何%に相当するか算出した.

統計処理

各データは, 平均値±標準偏差(mean±SD)で表

した. 実習前後の体組成の比較HR, BP, ならびにbaPWVの比較にはpaired t-testを行った. いずれも統計学的有意水準は5%未満とした.

結果

対象者の身体組成をTable 1.に示す. 実習前後において, 体重, BMIならびに脂肪率, 筋肉量には有意な差は認められなかった.

男性指導者1名のスキー実習中のある1日の心拍数の変動をfig. 1.に, 8名の実習中の平均心拍数をTable 2.に示す.

Table 1. Characteristic of the subjects(n=14).

	pre	post
Age(years)	45.00± 9.77	
Height(cm)	168.43± 7.26	
Weight(kg)	67.96±12.12	67.89±12.15
BMI(kg/m ²)	23.74± 2.71	23.75± 2.68
%fat(%)	20.30± 3.99	21.16± 3.79
Muscle(kg)	51.34±10.03	50.65± 9.46

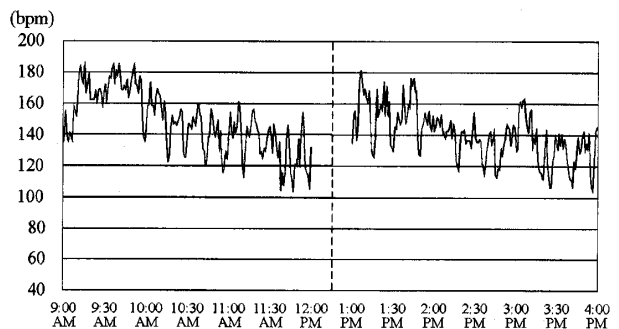


Fig. 1. The example of changes in the heart rate during skiing training on the one day(40yrs man).

Table 2. Mean Heart rate (bpm) during ski training.

1day	108.57±22.82	am	109.66±23.96
		pm	103.99±21.25
2day	97.57±14.98	am	97.20±15.09
		pm	98.98±15.91
3day	98.72±15.73	am	100.12±14.68
		pm	96.22±18.56
4day	95.65±13.28	am	98.47±15.98
		pm	92.83±10.84
5day	95.24±13.21	am	93.62±13.15
		pm	96.86±13.90

Values are mean±SD.

5日間のスキー実習中の運動強度を示す1日あたりの平均%HRmaxは、1日目71.85±2.71%HRmax、2日目67.40±3.41%HRmax、3日目65.32±0.69%HRmax、4日目62.47±2.43%

HRmax、5日目64.44±2.87%HRmaxであった(Table 3.)

5日間のスキー実習前後における収縮期血圧と拡張期血圧(Fig. 2.)、および安静時心拍数(Fig. 3.)については、有意な変化は認められなかった。

また、左右のbaPWVについても、実習前後における有意な変化は認められなかった(Fig. 4., Right:p=0.450, Left:p=0.242).

Table 3. Mean %HRmax(%) during Ski training.

Day	Mean %HRmax (SD)	Time	Mean %HRmax (SD)
1day	71.85 ± 2.71	am	64.30 ± 12.06
		pm	61.78 ± 10.85
2day	67.40 ± 3.41	am	56.47 ± 7.13
		pm	57.14 ± 7.83
3day	65.32 ± 0.69	am	57.79 ± 6.60
		pm	55.84 ± 8.35
4day	62.47 ± 2.43	am	56.56 ± 6.70
		pm	53.38 ± 4.50
5day	64.44 ± 2.87	am	54.02 ± 6.82
		pm	55.83 ± 6.58

Values are mean±SD.

考 察

スキー実習という短期間の身体活動がPWVにどのような影響を及ぼすのかを検討する目的で、健康な男女14名を対象に、5日間のスキー実習前後の身体組成、安静時心拍数、BPならびにbaPWV値の変化を比較検討した。

その結果、体重や体脂肪率、筋肉量などの身体組

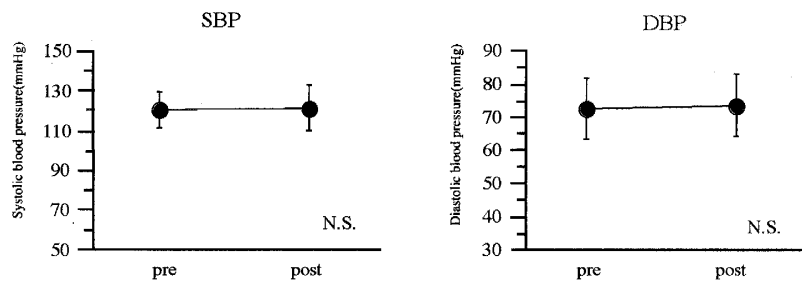


Fig. 2. Effects of Ski training for 5 days on blood pressure.

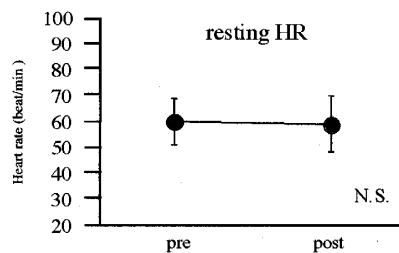


Fig. 3. Effects of Ski training for 5 days on resting heart rate.

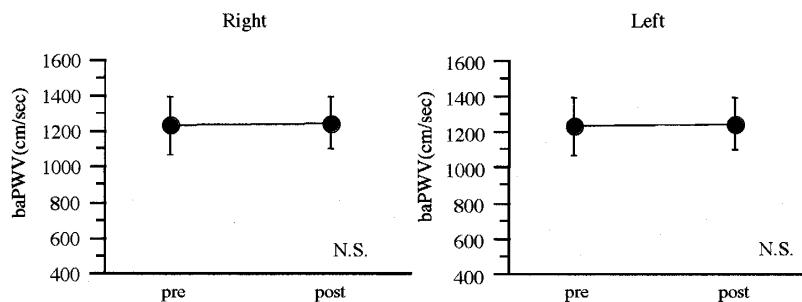


Fig. 4. Effects of Ski training for 5 days on baPWV.

成ならびに、HR, BP, 左右の baPWV 全ての項目において実習前後における有意な変化は認められなかった。

ゲレンデスキーはアルペンスキーよりも運動強度は低く、ほぼ中程度の運動強度を選択することができることから、レクリエーションや運動不足の解消に適度な運動としている⁸⁾。しかし、スキー実習中における指導者の活動は、長時間にわたる滑走や登行といった運動と、リフトなどを使用した休息との繰り返し運動いわゆる間欠的な運動であり、全体の活動の中では、滑走運動よりもそれ以外の行動に費やされる時間の方が多く、一般的なゲレンデスキーとは多少運動形態が異なる。

スキー実習における生体負担度を知る手がかりとして心拍数を測定する方法が用いられており^{9), 10)}、本研究においても実習中の運動強度を知るために心拍数を連続測定した。アメリカスポーツ医学会 (ACSM) の提唱する METs の基準でいうと、一般的なスキー (skiing general) は 7.0 METs の運動強度に値する¹¹⁾。本研究におけるスキー実習では、5 日間、うち一日あたり午前中 3 時間、午後 3 時間の合計 6 時間の実技指導を行っており、Fig. 1. にも示すように、実習中の活動は途中斜面での実技指導、登行、リフト利用などを繰り返すことから心拍数の変動が激しい。Table 2. のように、午前、午後の実習時間や 1 日あたりの実習時間で平均すると、スキー実技指導中のコース滑走や途中斜面での実技指導時、リフト利用時の心拍数を全て平均するため一日の運動時平均心拍数は 95~110bpm と低くなる。しかし、実際には指導者の中に 10 分間の平均心拍数が 170~180bpm を示す者もいた。このように心拍数を平均しただけでは各個人の運動強度を的確に評価できないため、本研究では対象者の年齢も考慮するため各個人の最高心拍数を算出し、実習中の心拍数から %HRmax を算出した。その結果、Table 3. に示すように本研究対象者は 60~70%HRmax 強度の運動を長時間継続していた。すなわち、本研究におけるスキー実習中の運動強度は中程度の運動であったと考えられる。加藤ら¹²⁾は、スキー実習中の血清クレアチンフォースキナーゼ (CPK) などを測定し、実習中の運動強度が軽・中程度の運動であり、生体への負担度が実習の経過とともに漸増していくことを報告しており、本研究においても 60~70%HRmax 強度の運動を 5 日間継続して行ったことから、指導者の生体への負担度や疲労度も実習の

経過とともに漸増していったと推察される。

これまでに大動脈の伸展性は加齢に伴い減少し、PWV も加齢に伴い増大することが報告されている。しかし、身体活動を活発に行っている女性では、通常みられる加齢に伴う動脈ステイフネスの上昇がみられないという報告¹³⁾や、一過性の低強度の運動前後において baPWV が低下するとの報告^{6), 14), 15)}があるなど身体活動が動脈ステイフネスに好影響を及ぼす事が知られている。また一方で、レジスタンス運動が動脈ステイフネスを増加させるとの報告があるが⁷⁾、レジスタンス運動と有酸素運動を組み合わせたクロストレーニングでは動脈ステイフネスが変化しないとの報告もあり¹⁶⁾、運動の様式によって動脈のステイフネスに及ぼす影響は異なることが明らかになっている。本研究のようなスキー実習における指導者の活動は、長時間にわたる滑走や登行といった運動と、リフトなどを使用した休息との繰り返し運動いわゆる間欠的な運動であり、運動強度は 60~70%HRmax に相当した。Kingwell ら¹⁷⁾は自転車エルゴメータによる中程度の運動 (最大酸素摂取量の 65% 強度) 実施後 PWV が 10% 低下することを報告している。このように中程度の運動刺激によっても PWV が低下するとの報告があるが、我々の今回の運動条件は 60~70%HRmax 強度の運動ではあったもののスキー実習という特別な活動であったため、すべての対象者に同一条件の一定負荷を負荷した前後の比較を行ったものではない。また、1 回の講習における身体活動直後の急性効果をみたものでもないことから、実習前後において baPWV に有意な変化はみとめられなかったと考えられる。

スキー実習のような特別な活動中においては、受講者の技術レベルなどに応じて指導者の活動条件なども異なっている事が考えられるため、今後より詳細な検討を加えていく必要があると考えられるが、今回の報告は実習運営における指導者を対象とする安全管理上の面を考慮した基礎資料になると考えられる。

まとめ

本研究においてスキー実習中の身体活動は、およそ 60~70%HRmax の運動強度に相当した。また、60~70%HRmax の運動強度で 5 日間継続したスキー実習前後では baPWV に有意な変化は認められ

ず、5日間の短期スキー実習は動脈のステイフネスには影響を及ぼさないことが示された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご多忙中にもかかわらず、快く測定にご協力いただきました本学科の先生方に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Blacher J., Asmer R., Djane D., London G.M., Safar M.E., *Hypertention.*, **33**, 1111-1117(1999)
- 2) Blacher, J., Guerin, AP., Pannier, B., Marchais, SJ., Safar, ME., London, GM., *Circulation*, **99**, 2432-2439(1999)
- 3) Pate, RR., Pratt, M., Blair, S.N., Haskell, W.L., Macera, C.A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., *Journal of American medicine association*, **273**, 402-407 (1995)
- 4) 松田光生, 柿山哲治, 小関 迪, 臨床スポーツ医学, **11**, 336-341(1994)
- 5) Kakiyama, T., Matsuda, M., Kousei, S., *Angiology*, **49**, 749-757(1998)
- 6) 菅原 順, 大槻 毅, 田辺 匠, 前田清司, 鯨坂隆一, 松田光生, *Arteral Stiffness—動脈壁の効果と老化—*, PP40, メディカルビュー社, 東京(2001)
- 7) Miyachi, M., Danato, AJ., Yamamoto, K., Takahashi, K., Gates, PE., Moreau, KL., Tanaka, H., *Hypertension.*, **41**, 130-135 (2003)
- 8) 山地啓司, 心拍数の科学, 大修館書店, 東京, 104-105(1981)
- 9) 岡本 進, 滋賀県立大学国際教育センター研究紀要, 169-175(2000)
- 10) 長井健二, 浅井慶一, 大神訓章, 小川 宏., 山形大学紀要, **11**, 287-293(1995)
- 11) Ainsworth, BE., Haskell, WL., Whitt, MC., et al, *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, S498-S515(2000)
- 12) 加藤 弘, 松岡勇二, 中 俊博, 原 通範, 矢野 勝, 田中秀一, 日本スキー学会誌, **3**, 67-75(1993)
- 13) Tanaka, H., DeSouza, CA., Seals, DR., *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **18**, 127-132(1998)
- 14) Sugawara, J., Otsuki, T., Tanabe, T., Maeda, S., Kuno, S., Ajisaka, R., Matsuda, M., *Japanese Journal of Physiology*, **53**, 239-241 (2003)
- 15) 加藤順一, 前田慶明, 高橋健太郎, 山本千恵子, 細川晃代, 永田安雄, 村上雅仁, 臨床スポーツ医学, **21**, 1281-1283(2004)
- 16) 宮地元彦, 第20回健康医科学研究助成論文集, 131-143(2005)
- 17) Kingwell, BA., Berry, KL., Cameron, JD, Jennings, GL, Dart, AM., *American journal of physiology*, **273**, H2186-2191(1997)