

心拍数変動からみたスキー初心者の運動強度

Leistungsintensität der Anfänger im Schillauf auf der Herzfrequenz

加 藤 満 畠 山 孝 子
Mitsuru KATOH Takako HATAKEYAMA

Zusammenfassung

Die diesmalige Untersuchung wurde in vier Sportstudentinnen der Leistungsintensität auf Herzfrequenz betrachtet.

1. Während der Schikurses verbreitete die Herzfrequenz den Bereich von 60 bis 150 Schläge/min.
2. Beim Anmarsch zum Lift und beim Aufsteigen in der Böschung wies der maximale Herzfrequenz auf.
3. Der Leistungsintensität zeigte dem Bereich zwischen 10 und 30% $\dot{V}O_2\max$ auf.
4. Der Energieverbrauch wies den Bereich zwischen 2.21 und 3.78Kcal/min auf, und der Durchschnitt war 3.22Kcal/min.

I 目 的

北海道の冬は気象条件から日常生活における身体活動の機会が少ないといわれている。この季節ではできるだけ戸外に出て運動量の不足を補い、身体の恒常性維持が生理的立場から望まれている。このことから学校体育における冬季の体育学習は重要な位置を占めると考えられる。北海道の大学の正課体育では冬学期の体育実技授業においてアルペンスキー（以下、スキーと称す）が多く取り上げられている。また、スキーは最近冬季のレジャースポーツのなかで主要なスポーツ種目となり、スキー人口も著しい増加傾向がみられてきた。しかし、スキー学習では戸外で長時間にわたって身体活動が要求され、その結果学習者の生体負担の程度がスキー基本技術の習得に関係してくるのではないと思われる。したがって、スキー経験の少ない、技術的未熟な初心者にとっては適切な生体への負担レベルを把握することが重要である。

猪飼¹⁾ら、石河²⁾は身体活動の生体負担度および運動強度を知るうえでの有用な指標として運動時の心拍数の連続測定を重要視している。また、福永³⁾は各種スポーツ活動における心拍数から身体の活動状態を報告している。しかし、スキー学習中心拍数を指標とした生体負担度に関しては中井⁴⁾ら、伊藤⁵⁾らの研究がおこなわれ、また初心者を対象にした報告は水田⁶⁾らにみられるだけで比較的少ない。

そこで本研究は、スキー初心者を対象にスキー学習中連続記録した心拍数を手がかりに、実

験室では自転車運動による酸素摂取量の測定をおこない、心拍数と酸素摂取量とのあいだに直線関係が成立することからスキー学習中の酸素摂取量を推定し、 $\% \dot{V}O_2 \max$ と消費エネルギーを求め、そしてこれらの成績からスキーにおける初心者の生体負担度を検討した。

II 方 法

被検者は本学体育専攻学生女子4名で、スキー技術レベルはスキー経験の少ない初心者であった。心拍数の測定は1986年3月大和ルスツスキー場において学習期間中2日目の午後を選んで実施した。尚、被検者4名の身体的特性は表1に示した。学習中の心拍数の測定は竹井機器社製心拍メモリー装置を用いて、胸部双極誘導にて60秒間の心拍数を計数して記憶し、そして竹井機器社製ハートレート・アナライザーを介してエプソン社製グラフィック・プリンターによって得た。実験室では、各被検者の $HR - \dot{V}O_2$ の関係を求めるため、自転車エルゴメーターによって測定した。運動負荷は3種の強度で、それぞれ3分間ずつ斬増法で連続して課し、各負荷での定常状態が成立したと思われる3~4分、7~8分、11~12分に心拍数と酸素摂取量を測定し、それから $HR - \dot{V}O_2$ 関係式を求めた。このように得られた測定値からは $HR - \dot{V}O_2$ 関係式をもとにスキー学習中の酸素摂取量を推定した。12分後 exhaustion に至るまで0.5kgずつ斬増負荷した。換気量は呼気ガスをダグラスバックに採集し、品川制作所製湿式ガスメーターで計量した。呼気ガスの O_2 と CO_2 濃度の分析は日本光電社製 RAS 31 および RAS 32 を用いた。

Tabelle 1: Körperliche und physiologische Merkmale bei vier Versuchspersonen

Versuchs- person	Alter (Jahre)	Körper- länge (cm)	Körper- gewicht (kg)	$\dot{V}O_2 \max$ (l/min)	$\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg·min)	Herz- frequenz
M. M.	19	161.2	59.0	2.15	36.36	183
S. A.	19	155.0	50.5	2.09	41.43	186
K. A.	19	166.5	65.0	1.93	29.70	193
M. K.	19	162.0	61.0	1.90	31.11	178

III 結 果 と 考 察

図1-1~1-4はスキー学習第2日目における被検者4名の心拍数変化を示したものである。被検者らの技術レベルはスキー経験の少ない初心者である。学習中被検者らは同じ練習課題のもとで行動し、その内容はスキー滑降をはじめとして滑歩、登行、リフトやゴンドラ乗車、さらに指導説明の際の立位姿勢による動作などが含まれている。尚、学習中被検者らは心拍メモリー装置携帯での行動に支障がなかったことを報告している。

スキー学習中の心拍数変化は、M.M. でみると図1-1のようになる。M.M. の最も高かつ

た心拍数は155拍/分を示し、それは学習開始直後にみられた。行動の内容は1回目のリフトへ向かうおよそ5分間で、滑歩や登行の動作によるものであった。リフトを降りてから練習場所への移動中にも心拍数はわずかな時間であるが140拍/分をこえていた。それ以後の心拍数は80～130拍/分の範囲に変動した。学習中の大部分は心拍数が90～110拍/分に分布した。

図1-2の被検者 S.A. の最高心拍数については1回目のリフトを降りてから移動する際の動作で、154拍/分を示した。また、リフトへ向かう行動においても最高値に近い値がみられた。学習中は70～120拍/分の範囲に分布し、平均した心拍数はわずかに100拍/分をこえた値であった。

図1-3の被検者 K.A. は心拍数が80～150拍/分を示し、大部分は100～120拍/分の狭い範囲に終始した。学習中最も高い値がみられたのは後半で、148拍/分に達した。最初のリフトへ向かうときや降りてから練習場所へ移動する行動では130～140拍/分であった。K.A. の

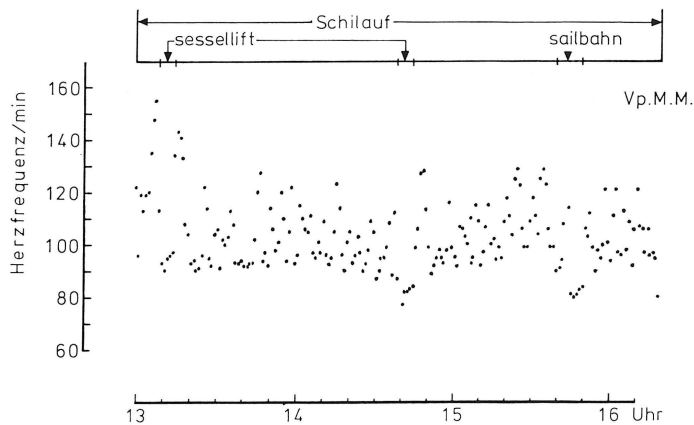


Abbildung 1-1: Die Veränderung der Herzfrequenz während einer 190 minütigen Bewegung auf dem Schilauflauf

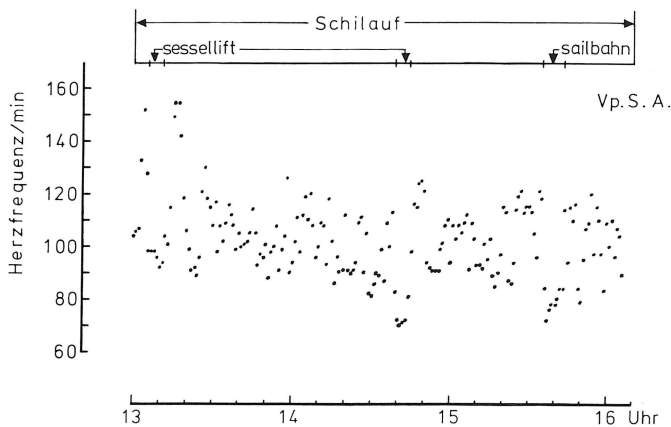


Abbildung 1-2: Die Veränderung der Herzfrequenz während einer 190 minütigen Bewegung auf dem Schilauflauf

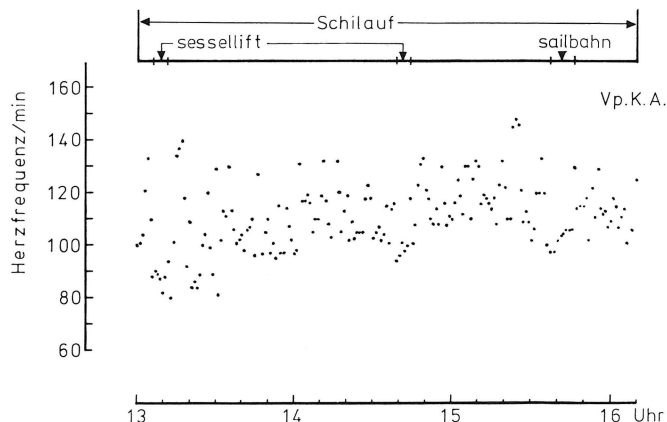


Abbildung 1-3: Die Veränderung der Herzfrequenz während einer 190-minütigen Bewegung auf dem Schilauf

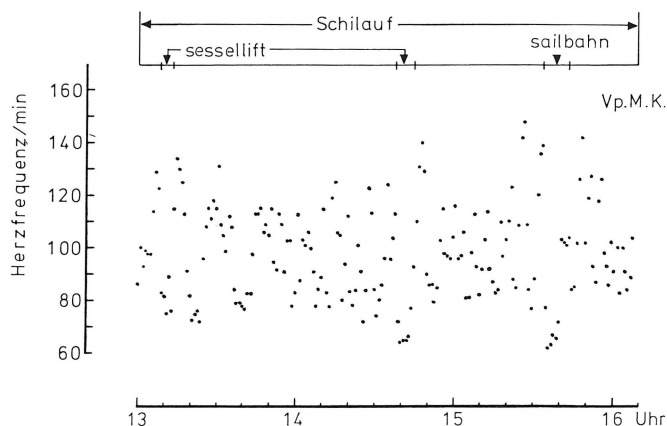


Abbildung 1-4: Die Veränderung der Herzfrequenz während einer 190-minütigen Bewegung auf dem Schilauf

120拍/分の値は他の被検者とくらべて最も多い場面にみられた。

図1～4の被検者 M.K. について、午後のスキー学習開始からおよそ3時間の心拍数変化は60～150拍/分の広い範囲に分布していた。学習中大部分は120拍/分以下に終始し、他の被検者にみられたリフトまでの移動中の心拍反応では、120～140拍/分程度であった。最高値は148拍/分を示し、それは1回で、斜面の登りの動作にみられたただけであった。M.K.の行動中の心拍数は他の被検者とくらべて平均的な値が100拍/分以下と低く、生体への負担度が最も少ない様子であった。水田⁶⁾の報告しているスキー初心者の心拍数は126拍/分程度で、中等度ないしそれ以上の生体負担度であった。今回の測定結果はその値とくらべて低いレベルを示した。このことは今回3時間にわたる午後のスキー学習において基本技術の指導に重点がおかれ、そのため指導説明や休憩の時間が比較的長かったのではないかと考えられる。また、特

にスキー経験の少ない被検者ではスキーを装着しての行動が普段の動作と異なり、やや積極さに欠ける行動が見受けられた。一方、中井ら⁴⁾が紹介している中級者の心拍数変化はスキーの行動では動作が短時間でこま切れで、一定の動作を持続する行動がみられず、変動幅の大きいことを報告している。本研究の結果においてもその幅は70~150拍/分と広い様相を示した。そのなかで、滑歩や斜面での登行の動作を含んだ特定の行動では短時間であるが、学習中最も高い値で150拍/分前後の心拍数がみられた。

本研究では生体に対する刺激の強度をあらわす指標として酸素摂取量水準 ($\% \dot{V}O_2\max$) を用いた。実験室においてあらかじめ自転車エルゴメーターによって得られた $HR - \dot{V}O_2\max$ の関係図をもとに、著者らはスキー学習中の各被検者の身体活動時における心拍数から $\% \dot{V}O_2\max$ を推定した。

図2-1から図2-4は各被検者の心拍数を平均し、その値から $HR - \dot{V}O_2\max$ の式より求めた $\% \dot{V}O_2\max$ を示している。スキー学習中の強度については、図2-1のM.M.をみると $\% \dot{V}O_2\max$ の最高値が60% $\dot{V}O_2\max$ で、ほとんどの時間は30~40% $\dot{V}O_2\max$ の範囲において持続的な行動をとっていた。また、5分ごとの平均した心拍数では100~110拍/分前後に分布した。

図2-2のS.A.は最高の強度が60% $\dot{V}O_2\max$ 以上の値もみられたが、大部分は10~40% $\dot{V}O_2\max$ の広い範囲による行動であった。S.A.は5分間の平均した心拍数では80~120拍/分の範囲に分布がみられた。図2-3のK.A.と図2-4のM.K.の生体に対する刺激の強度をみると、この2名の被検者は全時間40% $\dot{V}O_2\max$ 以下の低い値で終始した。K.A.の最高値はほぼ40% $\dot{V}O_2\max$ に近い値がみられたものの、学習の後半には20~30% $\dot{V}O_2\max$ の範囲で変動した。M.K.についての強度は5~40% $\dot{V}O_2\max$ の範囲で、極端な幅がみられた。M.K.の行動は学習中全体的に消極的な行動が見受けられた。

以上の結果から、本研究の被検者らはスキー経験の少ない4名の被検者のなかで2名が60%

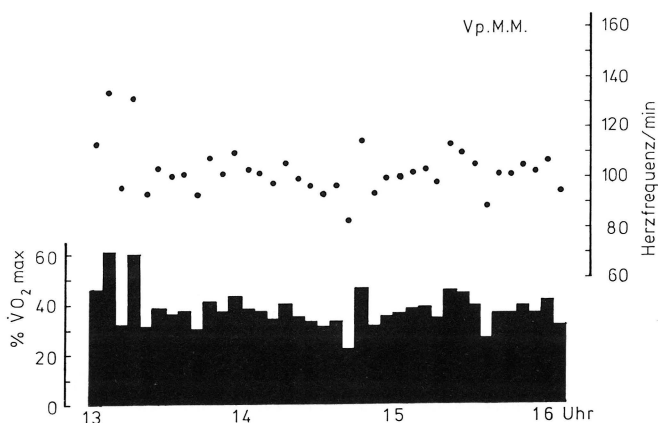


Abbildung 2-1:
Herzfrequenz (der Durchschnitt je 5 Minuten) und
 $\% \dot{V}O_2\max$

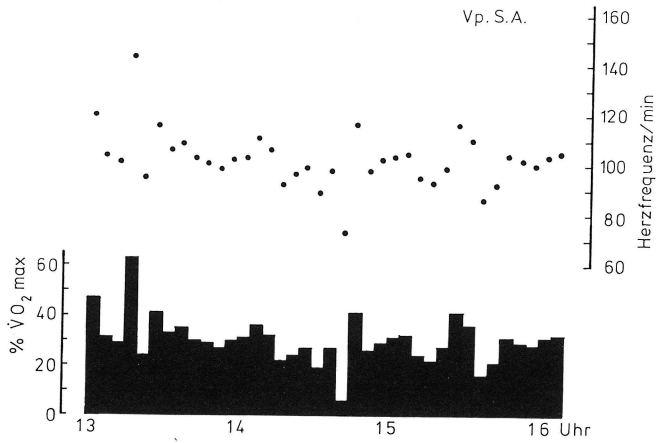


Abbildung 2-2:
Herzfrequenz (der Durchschnitt je 5 Minuten) und
% $\dot{V}O_2$ max

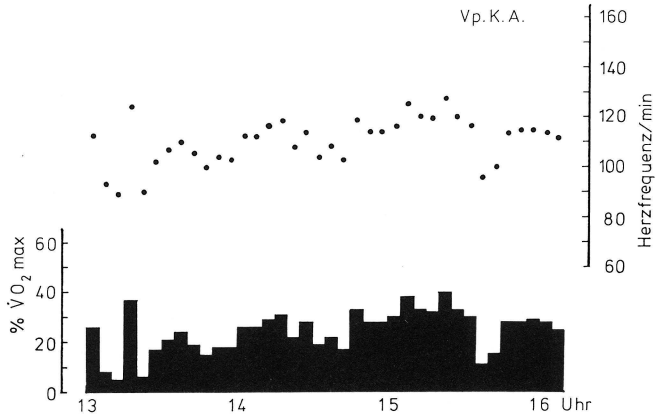


Abbildung 2-3:
Herzfrequenz (der Durchschnitt je 5 Minuten) und
% $\dot{V}O_2$ max

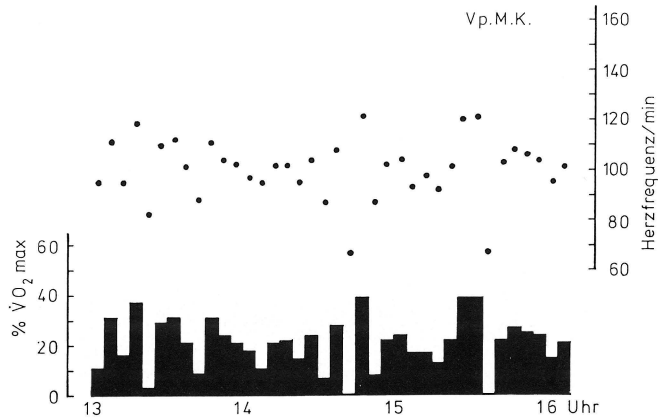


Abbildung 2-4:
Herzfrequenz (der Durchschnitt je 5 Minuten) und
% $\dot{V}O_2$ max

$\dot{V}O_2\max$ の値を短時間であるがこえた。しかし、スキー学習の全時間は40% $\dot{V}O_2\max$ 以下の強度で終始した。有酸素的作業能力の向上を促す強度は50% $\dot{V}O_2\max$ レベル以上が最適といわれているが、本研究の結果については、ほとんどの時間に40% $\dot{V}O_2\max$ 以下の強度であり、その値から呼吸循環機能を高める刺激が得ることは難しい。スキー学習では基本的な技術の習得、あるいはそれを高めることが最初の段階である。そのため、学習中の初心者の生体に対する負担度が大きいければ大きいほど筋・神経機能の疲労度が高まり、このことが学習能力の発達に関係してくるのではないかと考えられる。

Tabelle 2: Kalorieverbrauch bei Schilaulauf

Versuchs- person	Zeitraum (min)	Kalorie- verbrauch (Kal/min)	Gesamtkalorie- verbrauch (Kal)
M.M.	190	3.75	712.5
S.A.	190	3.78	718.2
K.A.	190	2.21	419.9
M.K.	190	3.15	598.5

表2は、心拍数に対応する酸素摂取量および呼吸商から算出したスキー学習中の各被検者の消費カロリーを示している。3時間にわたる学習では被検者4名の消費エネルギーの平均は3.22 Kcal /分を示し、2.21~3.78 Kcal /分の幅がみられた。全時間では419.7から718.7 Kcal の範囲でエネルギーを消費した。

IV ま と め

本研究は、スキー学習において体育専攻の女子学生4名の行動を心拍数の連続測定から生体負担度を明らかにした。

1. スキー学習中の心拍数は60~150拍/分の変動範囲に分布した。
2. 滑歩や斜面の登りの動作を含んだ行動では最も高い心拍数がみられた。
3. 最大酸素摂取量に対する比率で見ると、運動強度は10~30% $\dot{V}O_2\max$ の範囲であった。
4. 消費エネルギー量は2.21~3.78/分の幅で、平均は3.22 Kcal /分を示した。

稿を終わるにあたり、本研究にご指導、ご協力いただきました北海道大学助教授須田力氏、札幌医科大学講師岡野五郎氏、北星女子短期大学助教授佐々木敏氏、さらに本学のスキー学習を担当された先生方に厚く感謝いたします。

引用・参考文献

- 1) 猪飼道夫・山地啓司：心拍数からみた運動強度，*体育の科学*，第21巻，第9号，p. 589～593，1971
- 2) 石河利寛：心拍数を考える，*体育の科学*，第27巻，第4号，p. 220～221，1977
- 3) 福永哲夫：いろいろなスポーツ活動の心拍数，*体育の科学*，第27巻，第4号，p. 234～238，1977
- 4) 中井誠一・樫村修生・高橋英一・花輪啓一・伊藤孝：心拍数からみたスキーの運動強度，*日本体育大学紀要*，第10号，p. 39～45，1981
- 5) 伊藤孝・阿部茂明・中井誠一：スキー実習，Ⅳスキーレッスン中の心拍数，*日本体育大学研究所報*，第2号，p. 93～95，1974
- 6) 水田拓道・大鋸順・植屋清見：初心者スキーの心拍数について，第28回日本体育学会大会号，1977，p. 305
- 7) Åstrand, P. O. and Rodahl, K.: *Textbook of Work Physiology*, New York, 1970, p. 166～167, p. 343～369
- 8) 進藤宗洋・田中宏暁・小原繁：自転車による50% $\dot{V}O_2\max$ ，60分間トレーニングが成人女子におよぼす影響，*体育科学*，p. 58～67，1975
- 9) Nöcker, J.: *Physiologie der Leibesübungen*, Stuttgart, 1970, p. 329～336
- 10) Kemmler, J.: *Perfektes Skiing im Schnee + Zuhause*, München, 1970, p. 12～15
- 11) Fox, E.: *Sports Physiology*, Philadelphia, 1979, p. 160～185

(1986・9・10)