

調査研究事業報告

平成元年3月に実施した調査研究事業を報告します。

1. スキー技術の研究について

平成元年3月に富山大学教育学部、教養部の保健体育科と共同でスキーにおける登行と滑走中の心拍数に関する研究を行った。その調査結果を報告します。

本年度も上記調査研究を行うにあたって、直接ご指導、ご協力をいただいた富山大学北村潔和先生、堀田朋基先生をはじめ、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

スキーにおける登行と滑走中の心拍数

北村潔和^{*}、堀田朋基^{***}、柳澤昭夫^{****}、谷澤祐一^{****}、藤田茂幸^{****}

富山大学教養部^{*}、富山大学教育学部^{**}、文部省登山研修所^{****}

I 目的

スキーゲレンデの開発、スキーリフトの普及、交通機関の発達などにより、スキーは性、年齢、地域などに関係なく楽しめるスポーツの1つとなってきた。スキーの楽しみかたは、人様々であるが、健康や体力の維持増進を目的にしてスキーを楽しみたいと考えている人にとっては、各種のスキー技術での滑走や登行が身体にどの程度の負担となっているかを知っておくことは大切であろう。

本実験は、2種類の登行技術と4種類の滑走技術で登行または滑走させた際の心拍数を測定し、それらの運動強度を明らかにしようと企画したものである。

II 実験方法

被検者は、男子3名と女子1名(C)の合計4名である。男子被検者のAは、大学の体育教官であり、全日本スキー連盟の準指導員の資格を持っている。他の3名は、体育専攻の学生であり、中級程度の技術を習得している。被検者の年齢、身長、体重、最高心拍数(推定)は表1に示した。

表1. 年齢、身体的特徴および推定最高心拍数

被検者	年齢 (歳)	身長 (m)	体重 (kg)	推定最高心拍数 (拍/分)
A	32	164.0	58.0	188.0
B	22	173.0	64.0	198.0
C	21	163.0	55.0	199.0
D	22	164.0	58.0	198.0

実験は、平均斜度17度、全長約80mの斜面を用いて、3月下旬に実施した。天候は、曇りのちみぞれであり、外気温は0℃であった。したがって、雪質は湿雪であり、滑走に際して抵抗感があった。また、実験当日、斜面を滑走している人はほとんどなく、実験スタッフが、実験斜面を滑走して登ってきた以外、実験斜面の雪は踏み固められていなかった。

被検者は、このような雪の状態の80mの斜面を階段登行、開脚登行、プルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターン、ウェーデルンの順に登行または滑走したことになる。

階段登行と開脚登行は、全員が横1列になり、同じテンポ（約1ステップ1秒）で登行した。プルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターン、ウェーデルンについては、被検者Aが滑走した後、それとできるかぎり同じ要領（コースとターンの数）で滑走するように被検者に指示した。滑走の順序は、被検者A、B、C、Dの順に行わせた。階段登行と開脚登行については、それぞれについて1回ずつ、滑走については、それぞれ3回ずつ行わせた。

登行および滑走中の心拍数は、心拍メモリー（竹井機器工業株式会社）を用いて、10秒間隔で連続的に記録した。記録された心拍数は、ハートレートアナライザー（竹井機器工業株式会社）を用いて数値化した。また、得られた10秒間の心拍数は、6倍することによって1分間あたりの心拍数に換算した。各種スキー技術の心拍数は、登行中および滑走中に得られた平均心拍数として検討した。さらに、登行や滑走に用いた時間、ターンの数を記録した。

Ⅲ 結果と考察

表2は、階段登行、開脚登行、プルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターン、ウェーデルンの心拍数を被検者別に平均値で示したものであり、図1はそれらを図に示したものである。表3は、約80mの斜面を階段登行と開脚登行で登った際の所用時間、4つの滑走技術で滑走した際の所用時間およびターンの数を示したものである。

表2. スキーで登行および滑走中の心拍数

項目	心拍数 (拍/分)					
	階段登行	開脚登行	プルークボーゲン	シュテムターン	パラレルターン	ウェーデルン
A	121.8±4.8	143.3±12.6	116.0±5.4	116.0±3.1	115.0±4.5	127.0±5.9
B	132.3±7.5	150.6±16.8	120.0±4.9	119.1±5.4	118.0±4.9	126.0±8.5
C	146.3±9.2	160.0±19.2	125.0±6.2	122.3±7.8	128.0±4.9	139.0±7.0
D	123.8±6.2	152.8±16.6	114.5±5.0	107.3±9.7	110.6±4.7	126.0

平均±標準偏差

表3. スキーで登行した際の所用時間および滑走した際の所用時間とターンの数

項目 被検者	階段登行 時間(分)	開脚登行 時間(分)	プルークボーゲン		シュテムターン		パラレルターン		ウェーデルン	
			時間(秒)	ターン数(回)	時間(秒)	ターン数(回)	時間(秒)	ターン数(回)	時間(秒)	ターン数(回)
A	7.34	3.58	36-43	8-9	25-27	6	15-20	3-6	15-16	21
B	7.38	3.58	31-36	8-9	22-27	5-6	17-21	3-5	16-17	14-17
C	7.38	4.30	38-41	9	27-28	6-7	18-24	4-7	19-21	16-20
D	7.38	3.55	34-47	8-9	26-31	5-6	11-23	3-7	15-16	15-19

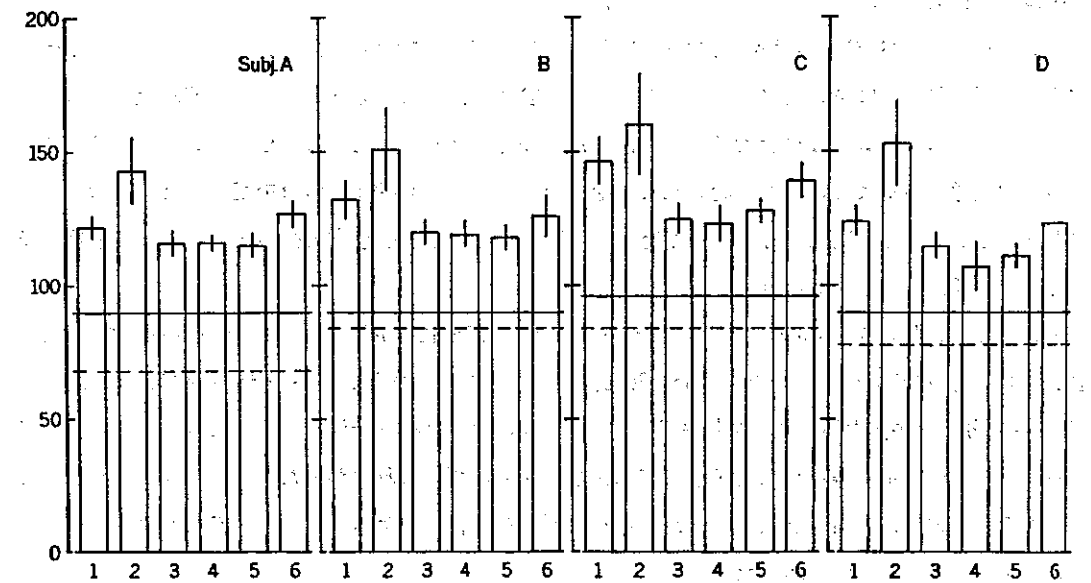


図1. 登行および滑走中の心拍数、図中の実線はリフトに乗っているときの心拍数、破線は安静時の心拍数を示す。
1:階段登行, 2:開脚登行, 3:プルークボーゲン, 4:シュテムターン, 5:パラレルターン, 6:ウェーデルンを示す。

階段登行の心拍数は、低い被検者で121.8拍/分、高い被検者で146.3拍/分を示し、その差は24.5拍/分であった。開脚登行の心拍数は、低い被検者で143.3拍/分、高い被検者で160.0拍/分を示し、その差は16.7拍/分であった。また、4人の被検者ともに階段登行よりも開脚登行に14~20拍/分程度高い心拍数が認められた。

階段登行と開脚登行とともに同じテンポで登り始めたが、表3でも明らかのように開脚登行では、階段登行に比べて約半分の時間で斜面を登り終えている。階段登行の要領は、スキーを斜面に対して真横にし、階段を横に向いて登る要領で右脚を踏み出し、その脚に左脚を引きつけて立ち、次に右脚を踏み出し、左脚を引き付けて登るものである。これに対し、開脚登行の要領は、スキーの先端を開

き、ストックの助けを借りて交互にスキーを踏み出して登るものである。すなわち、開脚登行では、1つのステップで高度が稼げるのに対し、階段登行では、左右のステップを1度づつ行うことによって1ステップの高度が稼げる。この運動様式の違いが、階段登行に比べて開脚登行の登行スピードを高め、その結果、高い心拍数が現れたものと考えられる。

また、開脚登行と階段登行ともに、被検者の中で最も高い心拍数を示したのは女子(C)であったことや、被検者Aの心拍数が、他の3名の被検者に比べて低い値を示したことは、当然のことながら、同じテンポで登行すると、体力の低い者ほど身体への負担度が高くなることや、技術水準によって身体への負担度が変化することを示している。

“220-年齢”で被検者の最高心拍数を推定し、登行中の心拍数が、その何%に相当するかを検討すると、階段登行では高い被検者で73.5%、低い被検者で62.5%であった。一方、開脚登行では、高い被検者で80.4%、低い被検者で76.1%であった。登行スピード、雪の質(湿っているか、乾いているか)や状態(踏まれているか、踏まれていないか)によっても身体への負担度は変わるものとして考えられるが、なんの制約もなく“少し努力して”といった主観的感覚で登行すると、この程度の負担となると考えてよいであろう。

ところで、滑走中の心拍数は、ブルークボーゲンで114.5~125.0拍/分、シュテムターンで107.3~122.5拍/分、パラレルターンで110.6~128.0拍/分を示した。また、ウェーデルンでは、126.0~139.0拍/分の心拍数を示した。被検者個々についてみるとブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンで滑走中に得られた心拍数の間に大きい違いは認められなかった。また、ウェーデルンで滑走中の心拍数は、4名の被検者ともにブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンに比べて約10拍/分程度高い値を示した。

ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンの中で滑走スピードが最も遅かったのはブルークボーゲンであり、ついでシュテムターン、パラレルターンの順であった。ターンの数は、ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンの順に、滑走スピードが高い順に少なくなった。ウェーデルンの滑走時間はパラレルターンとほぼ同じであったが、ターンの数は約7倍であった(表3)。斜度や雪質が同じであったことから、このような滑走スピードやターンの数の相違が、心拍数に影響をおよぼしていたものと考えられる。

さらに、ウェーデルンが、他の滑走技術に比べて高い心拍数を示したのは、北村ら、福田らが報告している筋電図からも推測できるように、運動様式が他の滑走技術と違うことも考えられる。すなわち、ウェーデルンは、振幅の大きい筋放電がリズムカルに現れるのに対し、ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンは、ウェーデルンに比べて回転弧が大きいために、振幅の小さい持続的な放電が現れる。

それぞれの滑走技術の心拍数を被検者間(最も低い心拍数を示した者と最も高い心拍数を示した

者)で比べてみると、ブルークボーゲンでは10.5拍/分、シュテムターンでは15.0拍/分、パラレルターンでは18.0拍/分、ウェーデルンでは13.0拍/分の違いが認められた。本実験の被検者の技術水準からみれば、ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンは、余裕をもって行うことのできる技術である。これは、表3でも明らかのように、ターンの数や滑走時間が、被検者Aとほぼ同じであることから裏付けられる。それにもかかわらず、心拍数に10.5~18.0拍/分の違いが認められたことは、体力的要素が心拍数に影響していたものと考えられる。これに対して、ウェーデルンのターン数は、被検者によりまちまちであり、また、被検者Aよりも少ない。このことは、被検者個々が、技量に合わせてウェーデルンを行っていることを推測させる。したがって、技量に合った滑走技術での滑走では、心拍数に影響をおよぼす因子は体力であり、技量を越える滑走技術での滑走では、体力とそれ以外の要素(たとえば恐怖心などの心理的要因)が、心拍数に影響をおよぼすものと考えられる。

実際上記の3つの技術(ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターン)で滑走してみると、ブルークボーゲンでの滑走が、他の2つの滑走よりも身体への負担度が高いと感じられる。しかし、本実験でも明らかのように心拍数には大きい違いは認められなかった。これは、心臓に対する負担度と脚の筋に感じる負担度の間に一致がみられないことを示している。筋で感じられる負担度から心臓への負担度を推測する場合には、なんらかの配慮が必要であろう。

いずれにしても、ブルークボーゲン、シュテムターン、パラレルターンの心拍数は、最高心拍数の54.2~64.3%程度であった。最も高い心拍数が認められたウェーデルンにおいても、最高心拍数の63.6~69.8%程度であり、1回の滑走時間や距離が本実験程度であると、スキーの運動強度は、全身的な持久力を高めるための十分な負荷とならないといえよう。

滑走距離やスピードが変われば、それぞれの技術の間に認められた心拍数に相違がでることも予測できるが、一般の人々がスキーを楽しんでいるところを観察すると、1回に滑る距離や時間は、本実験を越えることはない。運動強度を高める方法としては、滑走スピードを高めることや滑走距離を長くすることが考えられる。滑走スピードを高めることは、安全面からも好ましくない。健康や体力の維持増進の目的でスキーを楽しみたいと考えている人は、自分がコントロールできるスピードで長い距離を滑走することを心がけるとよいであろう。

IV ま と め

スキー技術の中で高い心拍数が認められるのは、登行であり、それも開脚登行である。滑走時間が長くて40秒、短いと10秒程度の滑走を繰り返して行うスキーでは、心臓を鍛え全身的な持久力を高めるまでの運動強度や時間を獲得することは難しい。しかし、ブルークボーゲンやウェーデルンで感じられるように、筋への負担は高いものであり、筋の持久力やパワーを高めるには有効であろう。全身的な持久力を高めたい人は、自分でコントロールできるスピードで長い距離を休まずに滑ることを心

掛けるとよいであろう。

引用文献

- 1) 福田明夫, 北村潔和, 堀田朋基, 西川友之 (1986) 筋電図と足圧からみたスキーターンの研究
— ウェーデルナー. 富山大学教養部紀要. 19:27-23.
- 2) 北村潔和, 福田明夫, 有沢一男 (1985) 各種スキーターンの筋電図学的研究.
北陸体育学会紀要. 22:64U~70.

編集後記

高所登山における事故率, 死亡率の増加がみられる今日, こうした事故の絶滅を願い登山研修VOL.5は「高所登山」を特集しました。

内容的に, 医学, 随筆, 技術, その他, 課題研究等に分類し, 編集いたしました。

このたびも皆様方の登山研修に対する真摯な情熱が心に迫り, 熱い感動を覚えることを禁じ得ません。今後とも格段のお力添えをお願いします。

編集担当者

登山研修所専門職員 柳 澤 昭 夫
谷 澤 祐 一