

大学正課体育歩くスキー講習中の心拍数変動

外川重信, 本間 崇, 佐藤雄二
麻場一徳, 宮田浩文*

Changes in Heart Rate of University Students during Cross-Country Skiing in General Physical Education Class

Shigenobu SOTOKAWA, takashi HONMA, Yuji SATO, Kazunori ASABA
and Hirohumi MIYATA

Abstract

The purpose of this study was to examine the changes in heart rate of university students during cross-country skiing in general physical education class.

Subjects were 13 male students aged 21-26 years, who were beginners in cross-country skiing. These subjects were divided into three groups by Alpine skiing skill (Group I: N=5, Group II: N=3, Group III: N=5).

In this study, the heart rate was measured by portable heart rate memory system. Percent of maximum heart rate, which was used evaluate exercise intensity, was calculated based upon resting heart rate and predicted maximum heart rate.

The results were as follows;

- 1) In class for Group I (2.8 days in alpine skiing career), mean heart rate in whole class (154 minutes) was 126.1 ± 10.9 beats/min, which was corresponding to $50.3 \pm 9.5\%$ HRmax.
- 2) In class for Group II (8.7 days in alpine skiing career) mean heart rate in whole class (122 minutes) was 137.0 ± 7.3 beats/min, which was corresponding to $58.7 \pm 4.3\%$ HRmax.
- 3) In class for Group III (64.6 days in alpine skiing career), mean heart rate in whole class (122 minutes) was 147.0 ± 9.6 beats/min, which was corresponding to $66.4 \pm 8.0\%$ HRmax.
- 4) Mean heart rate in total exercise periods were 131.9 ± 11.3 beats/min for Group I, 147.8 ± 7.6 beats/min for Group II and 151.6 ± 9.5 beats/min for Group III, respectively.
- 5) Highest values of heart rate were obtained during exercise on the uphill slope, commonly in three groups.

* 山口大学教養部

These results suggest that exercise intensity in cross-country skiing class may be adequate to university general physical education class.

Key words: Heart rate · Exercise intensity · Cross-country skiing · %HRmax

I. 緒言

歩くスキーとは、クロスカンリースキー (Cross-country ski), あるいはラングラウフスキー (Langlauf ski) と呼ばれ、一般に競技的性格の少ないレクリエーション的なスキーとも言える。

筑波大学体育センターでは、正課体育のなかにスキーの集中授業を実施しており、この中で必ず歩くスキーが経験できるように日程が組まれている。筆者らは¹⁾²⁾、アルペンスキーの初心者指導という観点からこの歩くスキーを経験することに意義に注目し、すでに一部研究報告を行ってきた。それによると、歩くスキーはスキー操作が容易であることから、アルペンスキーよりも滑走距離は約2倍以上に到達されたこと、アルペンスキーの技能の向上に一部有効であることなどがわかった。

ところで、この歩くスキーの運動強度は正課体育の立場から求められているが、その報告はまだ見当たらない。従来、運動強度の推定方法としては、心拍数 (HR), RPE (Rating of perceived exertion) および%VO₂maxなどの測定が用いられているが、測定のし易さ、実際の講習場面への即応性を考えた場合、心拍数の測定が最も有効であると思われる。心拍数は、年齢、性別によって異なり、また精神的興奮などの心理的要因、疲労やトレーニング効果などの身体的要因、気温などの環境的要因によっても変動することが指摘されている³⁾⁴⁾が、これらを十分に考慮した場合、運動強度をある程度まで客観的に把握できるとされている⁵⁾⁶⁾。

本研究では、大学正課体育のスキー集中授

業における歩くスキーのHR変動を測定することにより、その運動強度の推定及び今後の効果的な指導法確立のための基礎資料を得ることにねらいがある。

II. 研究方法

1. 被験者：昭和61年3月7日～11日の4泊5日程で、新潟県湯沢町岩原スキー場で行なわれた筑波大学正課体育スキー集中授業に参加した学生のうち、歩くスキーの全くの未経験者男子13名を被験者とした。平均年齢は22.5才 (SD1.5) であった。これらを1日目午後実施したアルペンスキー技能の班分けテストに基づき、I群5名、II群3名、III群5名に分けてHRの測定を行なった。各群のアルペンスキーの平均滑走日数は、それぞれ2.8日 (SD2.2), 8.7日 (SD2.3), 64.6日 (SD3.9) であった。

2. スキー講習会の概要：歩くスキーの講習は、I群においては3日目 (3月9日) 午前、II群は4日目 (3月10日) 午前、III群は2日目 (3月8日) 午後実施した。講習内容は、平地においては歩行 (Walking) や交互滑走 (Diagonal stride) など、また斜面では直登行 (Stright climbing) や開脚登行 (Herringbone) などの登行 (Climbing), プルークボーゲン (Snow plow turn) やシュテムターン (Stem turn) やテレマークターン (Telemark turn) などの滑降 (Sliding) であり、これらを本大学体育教官及び補助員が指導にあたった。

歩くスキーの用具においては、スキー板はKAZAMA社・HAGA社製の長さ170cm, 180cm, 190cmのノーワックスタイプ・ツ

アー用を使用し、ストックに関してはアルペンスキー用のものを使用した。

3. 測定の手順：HRの測定は、携帯用HR記録装置（Vine社製）を用いて講習中連続して記録し、同時にその間の行動を記録した。HRは30秒ごとの記録から1分間値に換算した。なお、安静時HR（HRrest）の測定は、被験者自身の触診法によって当日、起床後直ちに臥位にて行ない、1回20秒間を4回繰り返し1分間値に換算した。また最高HR（HRmax）は、山地⁷⁾が示した回帰式 $Y = 0.70X + 205$ から求め、相対的運動強度（%

HRmax）は以下の式より求めた。

$$\%HRmax = (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \times 100$$

得られたデータは、平均値（Mean）と標準偏差（SD）で示した。

Ⅲ. 結果

表1は、各群の身体的特性、アルペンスキーの滑走日数、HRrest および HRmax を示したものである。

表2は、I群5名の歩くスキー講習時のHRを講習内容ごとに各個人およびその平均

Table 1 Physical Characteristics, Alpine-skiing Career. Resting Heart Rate(HRrest) and Estimated Maximal Heart Rate(HRmax) of Subjects in Each group.

Group	Variables	Subjects					Mean ± SD
		I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	
Group I (n=5)	Age (years)	22.1	21.5	23.9	21.9	23.0	22.5 ± 1.0
	Height (cm)	170	160	170	166	175	168.2 ± 5.6
	Weight (kg)	62	52	58	56	65	58.6 ± 5.1
	Career (days)	0	6	3	2	2	2.6 ± 2.2
	HRrest (beats/min)	63	51	63	66	66	61.8 ± 6.2
	HRmax (beats/min)	190	190	188	190	189	189.4 ± 0.9
Group II (n=3)		II-1	II-2	II-3			
	Age (years)	22.6	22.1	21.2			22.0 ± 0.7
	Height (cm)	165	171	160			165.3 ± 5.5
	Weight (kg)	64	57	50			57.0 ± 7.0
	Career (days)	10	10	6			8.7 ± 2.3
	HRrest (beats/min)	66	54	66			62.0 ± 6.9
HRmax (beats/min)	189	190	191			190.0 ± 1.0	
Group III (n=5)		III-1	III-2	III-3	III-4	III-5	
	Age (years)	21.8	26.8	21.7	22.0	21.9	22.8 ± 2.2
	Height (cm)	178	165	173	168	173	171.4 ± 5.0
	Weight (kg)	67	63	70	60	63	64.6 ± 3.9
	Career (days)	25	17	90	80	100	62.4 ± 38.6
	HRrest (beats/min)	63	60	66	66	63	63.6 ± 2.5
HRmax (beats/min)	190	186	189	190	190	189.0 ± 1.7	

Table 2 Mean values and range of individual heart rate of Group-I subjects in each period.

	Time (min)	Subjects					Mean \pm SD
		1	2	3	4	5	
A : Explanation	4	103.8 (98-112)	111.5 (101-124)	116.0 (111-120)	104.3 (92-112)	107.0 (100-111) ^a	108.5 \pm 5.2
↓							
B : Walking	5	120.6 (97-144)	125.6 (104-144)	139.6 (112-159)	120.6 (100-139)	118.8 (99-137)	125.0 \pm 8.5
↓							
C : Sliding ^b	15	121.4 (106-138)	126.7 (109-142)	147.9 (134-173)	125.4 (110-151)	123.2 (105-138)	128.9 \pm 10.8
↓							
D : Rest	4	98.0 (96-100)	107.0 (105-110)	132.0 (128-141)	109.8 (100-116)	104.3 (98-114)	110.2 \pm 12.9
↓							
E : Walking	10	137.9 (124-155)	135.6 (120-143)	160.0 (147-165)	138.3 (112-154)	125.0 (113-135)	139.4 \pm 12.7
↓							
F : Rest	16	110.4 (100-148)	114.9 (103-147)	131.6 (120-153)	114.3 (88-141)	102.1 (95-136)	114.7 \pm 10.8
↓							
G : Relay race	5	131.0 (111 -147)	145.6 (125-170)	139.0 (124-170)	152.0 (135-174)	106.8 (94-143)	134.9 \pm 17.5
↓							
H : Rest	5	110.6 (104-124)	113.8 (110-116)	132.4 (125-148)	119.4 (117-128)	104.6 (94-133)	116.2 \pm 10.5
↓							
I : Climbing ^b	7	143.1 (129-158)	146.9 (128-156)	163.4 (150-176)	144.4 (128-158)	135.4 (120-148)	146.6 \pm 10.3
↓							
J : Practice (Snow plow turn)	37	124.7 (108-162)	127.6 (113-150)	145.5 (129-166)	127.4 (111-149)	111.4 (90-138)	127.3 \pm 12.2
↓							
K : Rest	10	104.0 (98-107)	106.0 (100-114)	123.6 (117-133)	102.9 (101-108)	87.8 (85- 92)	104.9 \pm 12.7
↓							
L : Practice (Skating)	20	143.2 (113-177)	121.3 (97-162)	142.6 (124-176)	133.0 (111-164)	107.6 (86-131)	129.5 \pm 15.2
↓							
M : Walking	11	143.2 (123-174)	145.6 (122-169)	155.9 (137-175)	137.6 (113-154)	122.4 (103-149)	140.9 \pm 12.3
↓							
N : Explanation	8	114.2 (102-111)	115.8 (89-109)	127.0 (108-119)	116.0 (87- 94)	102.8 (93-105)	115.3 \pm 8.6
<hr/>							
Whole class (%HRmax)	154	125.0 (48.8)	125.4 (53.5)	142.4 (63.5)	126.1 (48.5)	111.6 (37.1)	126.1 \pm 10.9 (50.3 \pm 9.5)

Underline represents maximum heart rate of individual subjects during whole class.

a : range

b : These lessons were performed at a gentle slope(mean gradient: 6.8°)

のHRを示したものである。また図1には、時間的経緯からみた平均HRを示した。総講習時間は154分間であった。講習内容は、歩行・登行・滑降やリレー形式のレース(Relay race)などであり、特にその場で繰り返し行なう練習(Practice)はプルークボーゲン・スケーティング(Skating)であった。また滑降(C)と登行(I)の斜度は、いずれも平均6.8°であった。被験者間のHRは、講習全体のHRでみると、被験者No3(以下「Sub I-3」)が高いHR(142.4拍/分)を示し、逆にSub I-5は最も低く約30拍程度の差があり、他の3名はほぼ同等のHR(125~126拍/分)であった。この5名の平均HRでみると、登行(I)が最も高く(146.6拍/分)、他に130拍/分以上の平均HRを示したのはレース(G)、歩行(M)であった。HRの分布を示した図4をみると、120~129拍/分が最も多く、150拍/分を示した頻度は少なかった。さらに最高HRが得られたのは、スケーティングと歩行に各1名、レースに1名、

スケーティングと登行の講習時に同じ最高HRを示した者1名であり、平均169.2拍/分(SD11.6)を示した。5名の講習全体の平均HRは、126.1拍/分(SD10.9)であり、これは相対的運動強度として50.3%HRmax(SD9.5)に相当した。

表3および図2に、Ⅲ群の3名の講習中のHRを示した。総講習時間は122分間であり、他の2群より約30分短かった。講習内容は、Ⅰ群と比較してテレマークターン(L)が実施された他はほぼ同様の内容であった。また講習に用いた平均斜度は、(C)と(J)の滑降と登行では6.8°、(M)(O)(Q)の滑降と登行は9.1°の斜面であった。被験者間のHRは、講習全体のHRでみるとSub II-1が最も高いHR(144.3拍/分)を示し、Sub II-2, Sub II-3の順に約10拍/分程度ずつの差がみられた。この3名の平均HRと比較すると9.1°の斜面を登った登行(O)が最も高いHR(163.7拍/分)を示し、他に130拍/分以上の平均HRを示したのは、歩行

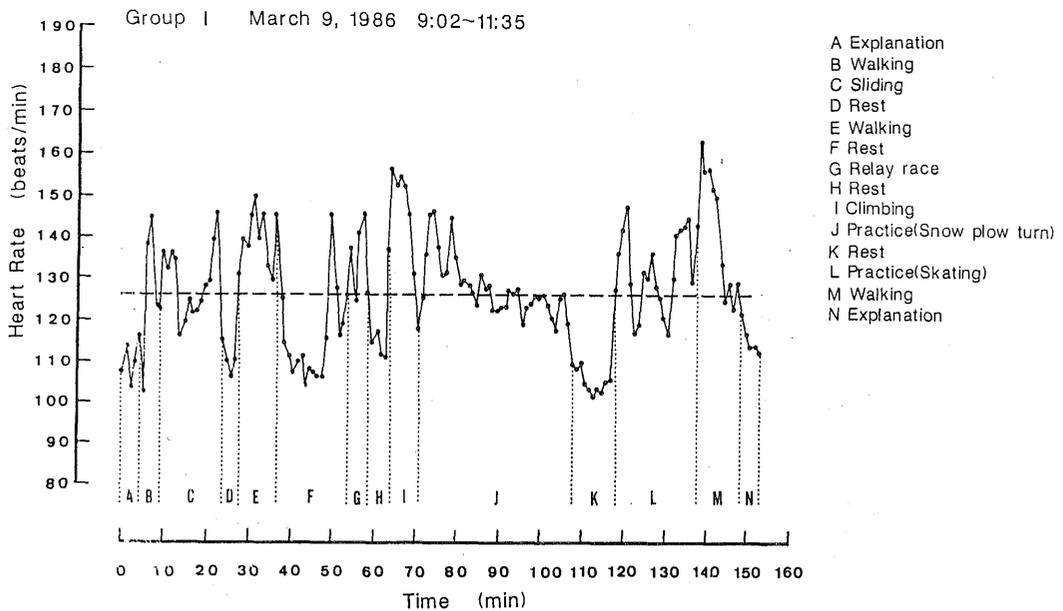


Fig. 1 Changes in average heart rate of Group-I subjects. Side broken line represents the mean of average heart rate of three subjects during whole class.

Table 3 Mean values and range of individual heart rate of Group-II subjects in each period.

	Time (min)	Subjects			Mean \pm SD
		1	2	3	
A : Explanation	7	115.4 (106-125)	102.9 (90-111)	105.1 (95-114) ^a	107.8 \pm 6.7
↓					
B : Walking	5	143.4 (126-171)	128.0 (116-146)	145.8 (128-162)	139.1 \pm 9.7
↓					
C : Sliding ^b	7	156.9 (134-167)	140.0 (117-162)	149.0 (126-164)	148.6 \pm 8.5
↓					
D : Walking	6	164.5 (148-172)	144.7 (122-156)	159.7 (139-167)	156.3 \pm 10.3
↓					
E : Rest	4	131.5 (127-133)	119.0 (110-131)	128.0 (124-132)	126.2 \pm 6.4
↓					
F : Walking	12	153.7 (132-168)	143.4 (131-157)	151.4 (138-164)	149.5 \pm 5.4
↓					
G : Rest	5	131.6 (127-136)	125.0 (123-127)	137.2 (128-149)	131.2 \pm 6.1
↓					
H : Relay race	7	148.9 (129-186)	122.3 (111-152)	151.9 (135-179)	141.0 \pm 16.3
↓					
I : Rest	8	127.8 (123-135)	110.6 (108-122)	127.4 (114-138)	121.9 \pm 9.8
↓					
J : Climbing ^b	6	170.8 (139-188)	149.8 (129-166)	158.0 (141-168)	159.5 \pm 10.6
↓					
K : Rest	3	133.7 (128-138)	127.0 (123-134)	130.7 (129-133)	130.5 \pm 3.4
↓					
L : Practice (Telemark turn)	12	144.8 (121-161)	137.3 (108-151)	143.8 (131-154)	142.0 \pm 4.1
↓					
M : Climbing	10	167.3 (136-179)	152.0 (124-176)	156.8 (134-164)	158.7 \pm 7.8
↓					
N : Rest	3	138.3 (130-146)	115.0 (112-118)	116.0 (106-128)	123.1 \pm 13.2
↓					
O : Climbing ^c	5	176.8 (165-181)	157.4 (123-176)	157.0 (145-167)	163.7 \pm 11.3
↓					
P : Rest	8	124.5 (114-141)	105.1 (93-113)	106.5 (102-111)	112.0 \pm 10.8
↓					
Q : Sliding ^c	8	137.3 (127-148)	126.0 (120-137)	114.4 (106-122)	125.9 \pm 11.5
↓					
R : Explanation	6	123.2 (116-133)	105.0 (99-109)	102.8 (90-111)	110.3 \pm 11.2
<hr/>					
Whole class (%HRmax)	122	144.3 (63.7)	129.7 (55.7)	137.0 (56.8)	137.0 \pm 7.3 (58.7 \pm 4.3)

Underline represents maximum heart rate of individual subjects during whole class.

a : range

b : These lessons were performed at a gentle slope (mean gradient; 6.8°)

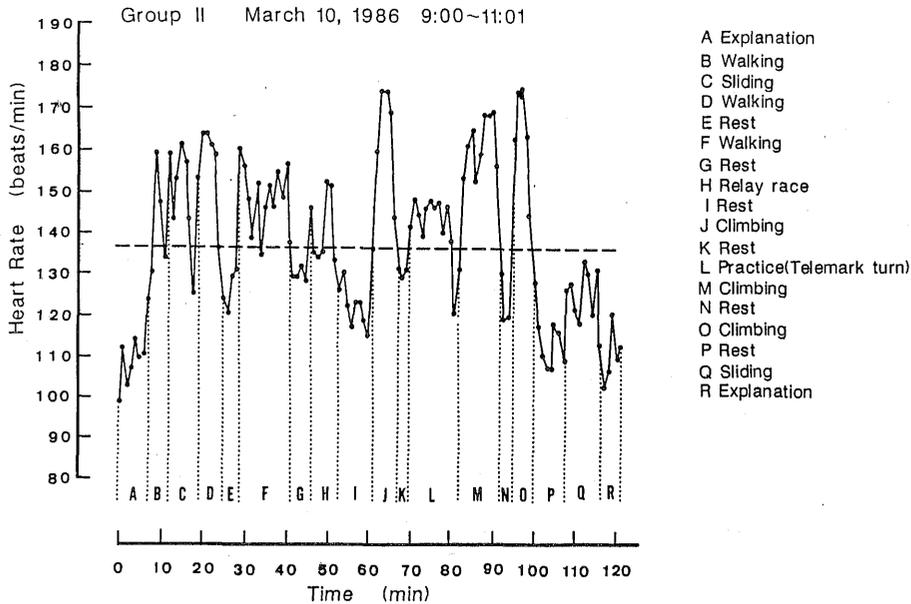


Fig. 2 Changes in average heart rate of Group-II subjects. Side broken line represents the mean of average heart rate of three subjects during whole class.

(B, D, F), 登行 (J, M) レース (H), 滑降 (C), 休息 (G, K) であり, 特に登行の全てと歩行 (B) では150拍/分以上を示した。最高 HR は, 2名が登行中に, 1名がレース中に発現し, その平均は181.0拍/分 (SD6.2) を示した。また図4のHRの分布をみると, 130~139拍/分が最も多かった。講習全体の平均 HR は, 137.0拍/分 (SD7.3) で, これは相対的運動強度として58.7% HRmax (SD4.3) に相当した。

表4および図3にⅢ群5名の講習中のHRを示した。総講習時間は, I群と同じ154分間であった。講習内容は, シュテムターンを実施していたのが他の2群と比べて異なり, リフトも1回利用されていた。また, 歩行と交互滑走などのVTR撮影も行なった。使用された斜面の平均斜度も, (I) と (J) の登行と滑降では11.9°と比較的急であった。被験者間のHRは, 講習全体のHRでみるとSubⅢ-3が他の4名と比較して約20拍/分低いHR (130.3拍/分) を示し, 4名は150

拍/分前後であった。この5名の平均HRと比較すると, 登行 (I) が最も高く (163.9拍/分), 説明 (A: Explanation), リフト (H: Ski lift), 休息 (D) を除く全てに130拍/分以上を示し, 特にブルークボーゲン (B), 歩行 (C), 登行 (G), シュテムターン (J) は150拍/分以上を示した。最高HRが発現したのは, 全て登行 (I) であり, 全員が170拍/分を越え, 平均は182.0拍/分 (SD7.0) を示した。図4のHR分布をみると, 150~159拍/分が最も多かった。講習全体の平均HRは147.0拍/分 (SD9.6) であり, これは相対的運動強度で66.4% HRmax (SD8.0) に相当した。

表5は, 3群の講習内容を運動場面ごとにまとめて講習時間, 講習回数およびHRとその%HRmaxを示したものである。運動場面は, 歩行や交互滑走やレースなどの平地の運動 (Exercise on flat), 斜面を登る登行の運動 (Exercise on uphill), 斜面を滑り降りる滑降の運動 (Exercise on downhill), 練習

Table 4 Mean values and range of individual heart rate of Group-III subjects in each period.

	Time (min)	Subjects					Mean \pm SD
		1	2	3	4	5	
A : Explanation	6	127.2 (116-141)	131.0 (120-139)	102.3 (88-113)	128.8 (120-141)	137.7 ^a (128-150)	125.4 \pm 13.5
↓							
B : Practice (Straight running, Snow plow turn etc.)	30	158.6 (135-173)	163.3 (139-177)	141.1 (117-163)	161.7 (131-180)	164.6 (141-181)	158.3 \pm 10.0
↓							
C : Walking	9	169.4 (162-176)	162.6 (158-172)	141.8 (134-152)	156.4 (149-166)	170.0 (158-177)	160.0 \pm 11.6
↓							
D : Rest	6	136.3 (127-150)	135.8 (125-151)	110.7 (104-119)	133.8 (127-141)	140.5 (132-148)	131.4 \pm 12.0
↓							
E : VTR recording	29	144.0 (121-178)	132.8 (121-160)	125.6 (103-159)	141.4 (121-165)	144.7 (127-173)	137.7 \pm 8.3
↓							
F : Rest	7	126.9 (119-134)	117.0 (112-121)	106.0 (103-116)	118.0 (110-129)	130.7 (125-131)	119.7 \pm 9.6
↓							
G : Climbing ^b	10	161.2 (129-172)	160.0 (129-172)	136.9 (119-148)	155.7 (145-163)	175.8 (157-182)	157.9 \pm 14.0
↓							
H : Ski lift	8	127.5 (110-152)	122.6 (106-147)	111.3 (86-151)	125.9 (114-153)	132.8 (118-156)	124.0 \pm 8.0
↓							
I : Climbing ^d	15	165.5 (141-187)	161.9 (121-174)	152.9 (112-177)	162.9 (138-181)	176.2 (138-191)	163.9 \pm 8.4
↓							
J : Practice ^d (Stem turn)	15	161.5 (143-176)	160.5 (149-173)	135.7 (111-166)	153.4 (127-180)	156.5 (139-174)	153.5 \pm 10.5
↓							
K : Practice ^c (Telemark turn)	19	153.2 (131-179)	144.6 (132-159)	121.2 (101-144)	148.7 (130-174)	145.1 (137-171)	142.6 \pm 12.4
<hr/>							
Whole class (%HRmax)	154	151.8 (69.9)	148.1 (69.9)	130.3 (52.3)	149.9 (67.7)	154.7 (72.2)	147.0 \pm 9.6 (58.7 \pm 4.3)

Underline represents maximum heart rate of individual subjects during whole class.

a : range

b : This lesson were performed at a gentle slope (mean gradient; 6.8°)

c : This lesson were performed at a gentle slope (mean gradient; 9.1°)

d : These lessons were performed at a middle slope (mean gradient; 11.9°)

Table 5 Time Distribution, number of scene, and mean heart rate of each subject on the divided scene during whole class.

Group	Scene	Time (mins)	Number of scene (%)	Subjects					Mean \pm SD	(%HRmax \pm SD)
				I-1	I-2	I-3	I-4	I-5		
Exercise										
Group I (n=5)	Flat ^a	51 (33.1)	5	138.7	132.1	148.2	135.7	115.2	134.0 \pm 12.1	(56.5 \pm 10.3)
	Up hill ^b	7 (4.5)	1	143.1	146.9	163.4	144.4	135.4	146.6 \pm 10.3	(66.6 \pm 9.0)
	Down hill ^c	15 (9.7)	1	121.4	126.7	147.9	125.4	123.2	128.9 \pm 10.8	(52.6 \pm 9.2)
	Repeat up & down hill ^d	37 (24.0)	1	124.7	127.6	145.5	127.4	111.4	127.3 \pm 12.2	(51.2 \pm 10.6)
	Total Exercise	110 (71.4)	8	131.9	130.8	148.2	132.1	116.3	131.9 \pm 11.3	(54.8 \pm 9.8)
Rest ^e										
whole class		44 (28.6)	6	107.7	111.8	128.0	111.2	99.9	111.7 \pm 10.3	(39.0 \pm 9.2)
whole class										
154 (100)										
14										
125.0 125.4 142.4 126.1 111.6										
126.1 \pm 10.9 (50.3 \pm 9.5)										
II-1 II-2 II-3										
Exercise										
Group II (n=3)	Flat	30 (24.6)	4	153.0	136.2	152.2			147.1 \pm 9.5	(66.7 \pm 5.5)
	Up hill	21 (17.2)	3	170.6	152.7	157.2			160.2 \pm 9.3	(76.9 \pm 7.0)
	Down hill	15 (12.3)	2	146.4	132.5	130.5			136.5 \pm 8.7	(58.2 \pm 6.9)
	Repeat up & down hill	12 (9.8)	1	144.8	137.3	143.8			142.0 \pm 4.1	(62.5 \pm 1.4)
	Total Exercise	78 (63.9)	10	155.2	140.1	148.1			147.8 \pm 7.6	(67.2 \pm 4.8)
Rest										
whole class		44 (36.1)	8	124.9	111.4	117.3			117.9 \pm 6.8	(43.7 \pm 3.7)
whole class										
122 (100)										
18										
144.3 129.7 137.0										
137.0 \pm 7.3 (58.7 \pm 4.3)										
III-1 III-2 III-3 III-4 III-5										
Exercise										
Group III (n=5)	Flat	38 (24.8)	2	150.0	139.9	129.4	149.7	150.7	143.9 \pm 9.3	(68.0 \pm 11.3)
	Up hill	25 (16.2)	2	163.8	161.1	146.5	160.0	176.0	161.5 \pm 10.5	(77.9 \pm 8.5)
	Down hill	34 (22.1)	2	156.9	151.6	127.6	150.8	150.1	147.4 \pm 11.4	(66.7 \pm 9.6)
	Repeat up & down hill	30 (19.5)	1	158.6	163.3	141.1	161.7	164.6	158.3 \pm 10.0	(75.1 \pm 8.2)
	Total Exercise	127 (82.5)	7	156.6	152.7	135.0	154.9	158.8	151.6 \pm 9.5	(70.1 \pm 7.9)
Rest										
whole class		27 (17.5)	4	129.2	125.9	107.8	126.3	135.1	124.9 \pm 10.2	(48.8 \pm 8.7)
whole class										
154 (100)										
11										
151.8 148.1 130.3 149.9 154.7										
147.0 \pm 9.6 (66.4 \pm 8.0)										

a: Exercise on flat consist of walking, skating (only in Group I), relay race (in Group I and Group II) and VTR recording (only in Group III).

b: Exercise on uphill means climbing.

c: Exercise on downhill consist of sliding, stem turn (only in Group III) and telemark turn (only in Group III).

d: Exercise of repeating on uphill and downhill consist of snow plow turn (only in Group I), telemark turn (only in Group II) and straight running & snowplow turn (only in Group III)

e: Rest includes explanation and skillift..

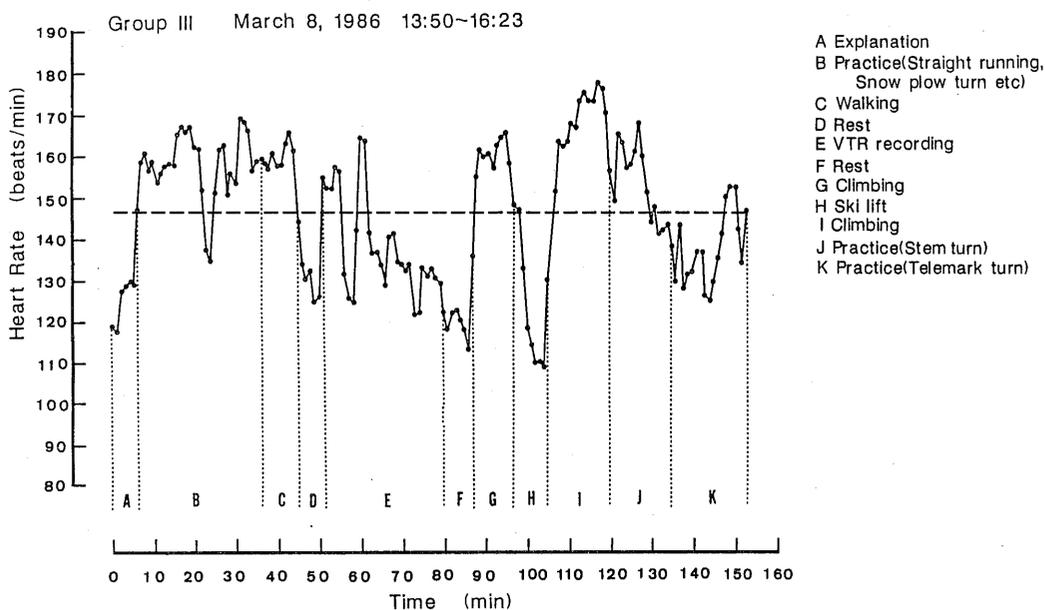


Fig. 3 Changes in average heart rate of Group-III subjects. Side broken line represents the mean of average heart rate of three subjects during whole class.

(Practice)のうち斜面をその場で繰り返し登り降りをして特定の課題を行なう運動(Exercise of repeating uphill and downhill)の4つとし、その他に身体運動を行なわないで説明を受けている時やリフト・休息の場面をRestとしてまとめた。

I群では、運動をしている時間は総講習時間の71%(110分)であり、その中で平地の運動に最も多くの時間(51分)を費やしており、常に登行の運動は講習回数1回の7分間にすぎなかった。また滑降の運動と登り降りの運動も講習回数は1回であった。登行の運動が最も高く、運動をしている時全体(Total exercise)のHRは、139拍/分で相対的運動強度も54.8%HRmaxであった。

II群では、運動時間は総講習時間の63.9%(78分)であり、I群同様、平地の運動に多くの時間(30分)をかけていた。登り降りの運動以外は2回以上の講習回数であった。登行の運動が最も高いHR(160.2拍/分)を示し、相対的運動強度も高かった。(76.9%

HRmax)。運動全体のHRでも147.8拍/分を示し、これは67.2%HRmaxの相対的運動強度に相当した。

III群では、運動時間は総講習時間の82.5%(127分)であり、I・II群より高い割合を示した。平地の運動に最も多くの時間(38分)を費していたが、滑降の運動もほぼ同じ時間(34分)であり、I・II群と比較して4つの運動場面の時間に差は少なかった。ここでも最も高いHRは登行の運動(161.5拍/分)を示したが、登り降りの運動も高いHR(158.3拍/分)を示した。運動全体では151.6拍/分で、相対的運動強度も70.1%HRmaxと3群の中で最も高かった。

IV. 考察

運動時の負荷強度を表わす指標としては、%VO_{max}が一般に用いられている。これは各個人について最大作業下の心拍数(HRmax)および最大酸素摂取量(VO_{2max})を求める必要があり⁷⁾⁸⁾⁹⁾、それによって運

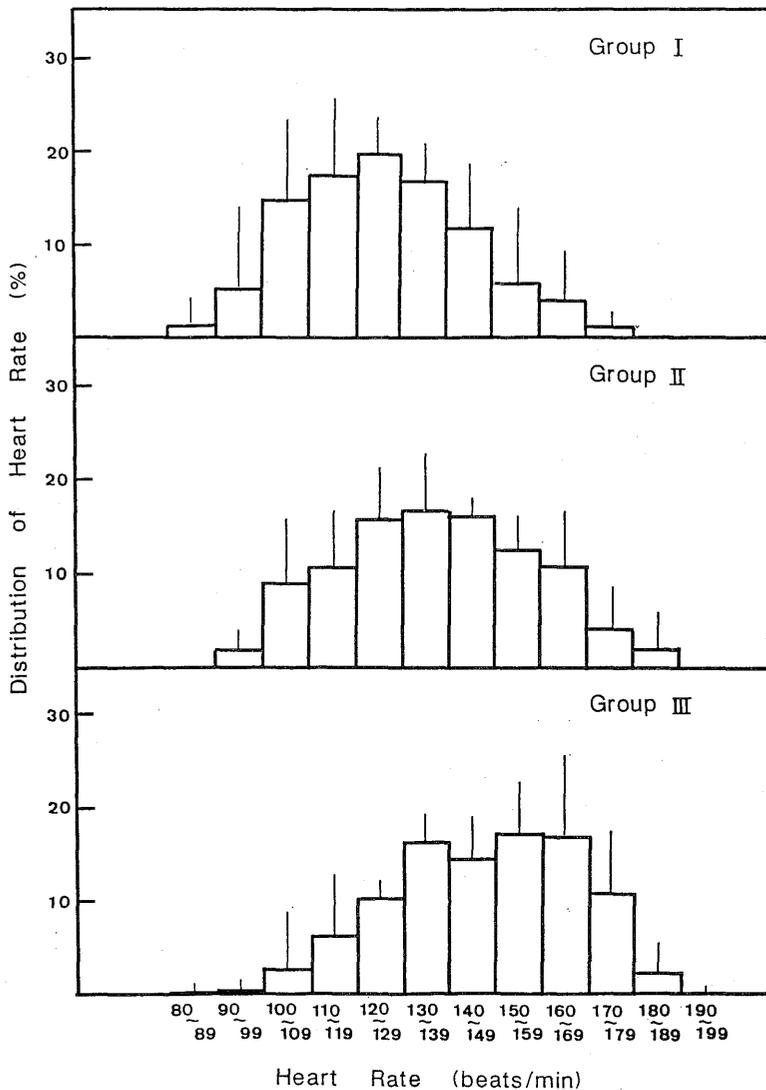


Fig. 4 Distribution of heart rate of each group. (Each column and bar represent mean and SD of percent distribution of each subject)

動時の HR から VO_2max の相対的運動強度が何パーセントであるかを示す。しかしながら、これに代わる指標としては %HRmax を採用した報告もある¹⁰⁾。HR だけを運動強度の指標とするより、%HRmax から運動強度を指定する場合には合理的判断ができると考えられている¹¹⁾。また、山地⁷⁾は、%HRmax と最大酸素摂取量の改善率との間には密接な関

係 ($\gamma = .745$) があることを認め、%HRmax の相対的運動強度の指標としての有効性を示唆している。運動強度より正確に把握するための安静時 HR (HRrest) の測定も行なった。この HRrest を用いた %HRmax を運動強度の指標として用いることは有効であると言われている¹²⁾。なお HRrest を用いた %HRmax の値は、HRrest を用いない%

HRmaxより低い値を示し、測定されたHRが低い程その差は大きくなる。本研究で講習全体の平均HRで試算してもI群で16%、II群で13%、III群で11%の差がみられた。

歩くスキーの運動特徴は、歩行や交互滑走に代表されるようにストックによる押しと脚のキックによって推進力を得ており、腕と脚の両方の作業によって行なわれるために腕作業あるいは脚作業だけの運動よりも、同じHRだとより強い運動強度であると言われる⁷⁾。また歩くスキー講習時の環境は、気温の低い冬期間の雪上で行なわれる。HRは、一定の負荷強度では20°以上になると急な増加を示すと言われるが、本研究では3月の上旬の気温10°C前後であったために大きな変動要因にはならないと考えられる¹⁾。本研究は、HRと%HRmaxを運動強度の尺度の手がかりとして、正課体育授業中の歩くスキー講習時の運動強度の推定を試みた。

本研究の3群の講習全体の平均HRとその相対的運動強度は、それぞれI群126.1拍/分(50.3%HRmax)、II群137.0拍/分(58.7%HRmax)、III群147.0拍/分(66.4%HRmax)であった。いままで多くのスポーツの運動強度が明らかにされているが¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾、広田ら¹³⁾は、男子学生を対象として大学正課体育授業時の球技種目のHRを報告している。3群と比較すると、I群はバレーボール(128拍/分)と同等であり、II群はテニス(131拍/分)とバスケットボール(141拍/分)の間、III群はバスケットボールとハンドボール(150拍/分)の間に位置する値であった。また、平木場らの¹⁴⁾の報告している男子学生を対象とした水泳(148拍/分)とIII群が、サイクリング(126拍/分)とI群が同じHRの値を示した。山地⁷⁾は、全身持久性の作業能力の向上や呼吸・循環機能の改善を図るためには、一般成人で最低130拍/分以上の負荷を40分は続けなければならないと述べているが、II・III群の運動強度は全身持久性向上に

寄与する最低の負荷強度は維持していると思われる。またI群においても運動全体のHRは130拍/分を超えており、休息のとり方などを指導者が工夫することで運動強度を確保することは十分可能と考えられる。

講習全体の平均HRは、III、II、I群の順に約10拍/分ずつ違いがみられた。平木場¹⁴⁾らは、水泳の授業中に行なう10分間泳において、HRと泳力との間に正の相関が認められ、技能レベルが上がるにつれて心拍数も上昇することを報告している。本研究の被験者は、アルペンスキーの技能レベルによって3群に分けられた。筆者¹⁷⁾は、アルペンスキー(ポールによるタイムレース)とクロスカントリースキー(1kmタイムレース)に高い相関($\gamma = .875$)が認められたことから、歩くスキーの全くの未経験者であっても、技能レベル特に滑降能力には差があると考え、歩くスキーの指導のし易さから判断して3群に分けた。講習の中で、I群はブルークボーゲン、II群はテレマークターン、III群ではテレマークターンとシュテムターンの指導が行なわれ、序々に高度な課題となっていた。また、講習の斜面も序々に急な斜度となっていることから、歩くスキーはアルペンスキーの技能が大きく関与していると推察される。このことは、全くの未経験者をアルペンスキーの技能レベルで班分けをすることの有効性も示唆していると同時に、技能レベルの向上に伴い活動範囲が大きくなり、そのために運動強度が高まり、3群の平均HRに違いが認められた原因と考えられる。

運動全体の平均HRとその相対運動強度は、それぞれI群の131.9拍/分(54.8%HRmax)、II群147.8拍/分(67.2%HRmax)、III群151.6拍/分(70.1%HRmax)を示した。これは、広田、平木場らの報告しているスポーツのゲーム中や運動時だけのHRと比較すると、I群はバレーボール(133拍/分)とほぼ同じ値を示し、II・III群はともにテニス・野

球・卓球 (143拍/分・118拍/分・137拍/分) やラグビー・サイクリング (138拍/分・131拍/分) より高く、ハンドボール・サッカー・バスケットボール (175拍/分・170拍/分・170拍/分) や水泳 (169拍/分) より低いレベルのHRを示した。また、太田¹⁸⁾らの測定した男子のクロスカントリースキー選手のHRレベル (160~180拍/分)、加賀谷²⁰⁾らの報告している男子学生の初心者⁷⁾のHRレベル (180~190拍/分) よりはかなり低い値であった。これは、どちらも全力滑走で行なわれているために高いHRレベルが得られたのであり、当然のことと思われる。

運動場面では、3群とも登行の運動が最も高いHRを示し、I群146.6拍/分、II群160.2拍/分、III群161.5拍/分で、相対的運動強度もII・III群は70%HRmaxを超えた。I群は、図1に示すように登行の時間が7分と少ないが、150拍/分が持続されていることから時間が長くなると150拍/分は超えるものと思われる。II・III群において図2・3に示すように、登行中は170拍/分を超えて継続されていた。一般的に呼吸循環系の持久性向上のためには、150拍/分以上の運動強度、あるいはHRmaxの60~90%や70%HRmax相当の運動強度が必要で、この時の時間も5分以上必要とされるが、歩くスキーの登行の運動の強度は極めて高く、持久性向上には最も有効な運動と考えられる。3群の間のHRに違いがみられたのは、講習に用いた斜面の斜度の違いによるものと思われる。またIII群の登り降りの運動も158.3拍/分を示しており、指導方法の工夫次第では高い負荷強度を得るものと思われる。

時間についてみると、3群とも平地の運動に多くの時間を費やしていた。歩くスキーは、野山の移動を目的としており、必然的に最も基礎的な平地の運動に多くの時間がかけられたと考えられる。I群では2番目に多い指導時間である登り降りの運動も含めると50%以

上の時間を占め、その分登行は少なかった。II群では、平地の運動の次に多いのは登行の運動 (21分)、III群では滑降と登り降りが同じ時間 (30分) であった。これは、III群はアルペンスキーの技能レベルが高いために歩くスキーの滑降能力も優れており、滑降とそれに伴う登行の運動に多くの時間を費やすことが可能であったためと思われる。逆にI群は滑降能力が劣る分だけ平地の運動、および登行や滑降のための登り降りの運動に時間が費やされていることが原因と考えられる。

スキー集中授業は、4泊5日の日程で集中的に実施するために、1日に午前と午後²¹⁾の2回の講習時間をとることが多く、1回の講習も2時間以上長い。今回の研究でわかった歩くスキーの講習時のHRレベルは、講習時間を考慮した場合、十分な負荷強度であると推察される。特に、登行は短時間で高い負荷強度を得るものであった。アルペンスキーの講習は、こと初心者に関しては安全管理の立場から、指導者が学習者を1人ずつ滑降させ、その間は他の学習者は観察しているという指導方法が多くみられる。歩くスキーは、転倒による傷害の危険性が少ないこと、移動しやすい構造になっていることから、アルペンスキーでは難しい比較的急な斜面の登行も可能で、かつ繰り返し登り降りをして練習することも容易にできることが運動強度を強くしている要因と考えられる。正課体育スキー集中授業では、アルペンスキーの講習が主であるが、歩くスキーの講習を日程の中に導入することは、多様なスキー経験という意義にとどまらず、より大きい運動強度の確保が可能という意味で重要と思われる。

V. まとめ

本研究は、大学正課体育スキー集中授業の中で行なわれた歩くスキーの運動強度を心拍数の変動から推定したものである。被験者は男子大学生13名 (平均年齢22.5才) で、歩く

スキーは全くの未経験者であった。これらはアルペンスキーの技能レベルによって、3群（Ⅰ群：平均滑走日数2.8日、Ⅱ群：8.7日、Ⅲ群：62.4日）に分けて測定を行なった。得られた結果は次のようにまとめられる。

- 1) Ⅰ群（5名）における総講習時間は154分であった。平均心拍数は126.1拍/分（SD10.9）であり、これは%HRmaxで50.3%（SD9.5）に相当した。
- 2) Ⅱ群（3名）における総講習時間は122分であった。平均心拍数は137.0拍/分（SD7.3）であり、これは%HRmaxで58.7%（SD4.3）に相当した。
- 3) Ⅲ群（5名）における総講習時間は154分であった。平均心拍数は147.0拍/分（SD9.6）であり、これは%HRmaxで66.4%（SD8.0）に相当した。
- 4) 運動時の平均心拍数は、Ⅰ群で131.9拍/分（SD11.3）、Ⅱ群で147.8拍/分（SD7.6）、Ⅲ群で151.6拍/分（SD9.5）であった。
- 5) 各群とも登力の運動が最も高い心拍数であった。

以上の結果から、歩くスキーの講習では十分な負荷強度が確保できることが示唆された。

引用文献

- 1) 外川重信, 本間崇, 宮下憲: 歩くスキーを用いたアルペンスキーの初心者指導について, 日本体育学会第35回大会号, 670, 1984
- 2) 外川重信, 本間崇, 宮下憲, 木原資裕, 浦田憲二: 正課体育スキー集中授業における歩くスキーを用いたアルペンスキーの初心者指導について, 大学体育研究(筑波大学体育センター) 8, 23-34, 1986
- 3) 青木純一郎: 心拍数—運動強度の指標としての意義と限界, 新体育, 46: 42-47, 1976
- 4) 浅見俊雄: 心拍数のまとめ, 新体育, 48, 48-49, 1978
- 5) 加賀谷淳子: 心拍数と作業強度, 体育の科学 26: 203-208, 1976
- 6) Vokac z. Bell, H. Bauqz-Holter, E and Rodahl, K.: Oxygen uptake/ heart rate relationship in leg and arm exercise, sitting and standing. Journal of Applied Physiology. 39; 54-59. 1975
- 7) 山地啓司: 心拍数の科学, 147-160, 大修館書店, 東京, 1981
- 8) Astrand P-O. Cuddy, T.E. Saltin, B and Stenberg. J: Cordiac output during submaximal and maximal work, Journal of Applied Physiology 9, 268-274, 1964.
- 9) 猪飼道夫, 山地啓司: 心拍数からみた運動強度—運動処方の研究資料として—体育の科学 21: 589-593, 1971
- 10) 浅野勝己, 松坂晃, 鈴木慎次郎: 小・中学校における体操の強度に関する実験的研究, 体育科学6, 77-89, 1978
- 11) 朝日奈一男, 浅野勝己, 草野勝彦, 砂本秀義: 作業強度の生理的基準について, 体力科学, 20: 190-194, 1971
- 12) De Vries, H.A.: Physiological effects of an exercise training regimen upon men aged 52-88. Journal Geront, 25: 325-336. 1970
- 13) 広田公一, 豊田博, 青山昌二, 遠藤郁夫, 野崎康明, 山本恵三, 北川薫, 古沢久夫, 中塘二三夫, 島津大宣, 竹内正雄, 清水教永: 大学正課体育実技の教育効果に関する研究(6)正課体育実技における各種スポーツゲーム実施中の心拍変動について, 体育学紀要(東京大学), 7: 1-6, 1973
- 14) 平木場浩二, 高橋伍郎, 椿本昇三, 高森秀藏, 田崎健太郎: 大学正課体育授業の循環系機能に及ぼす影響に関する研究—(1)水泳, ラグビーおよびサイクリング授業中の心拍数変動と運動強度について—大学体育研究(筑波大学体育センター), 6: 1-11, 1984
- 15) 中井誠一, 櫻村修生, 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, 10: 39-45, 1981. 漆原誠, 前出哲子, 土屋典子, 本多宏子, 遠井稔男, 池田舜一, 吉沢茂弘, 高校夕子バドミントン選手の心拍変動を中心にしたゲームおよび練習の分析, 体育の科学, 35: 851-857, 1985
- 16) 星川保, 村瀬豊, 水谷四郎, 松井秀治: 呼吸循環機能改善刺激としてのレクリエーションスポーツの役割—中高年者における水泳, 野球, テニス, バドミントン, 卓球, ゴルフ実施時の心拍数, 酸素摂取量, 酸素負債量, 酸素需要量, RMR—体育の科学, 6: 77-89, 1978

- 17) 外川重信, ローラースキーを用いたクロスカントリースキーの指導について, 筑波大学体育研究科研究集録, 4:145-148, 1982
- 18) 太田裕造, 黒田善造, 塚越克己, 雨宮輝也, 加賀谷熙彦, 酒井惇子: スキー距離競技中の心拍数・呼吸数変動—男子 15km, 女子 5km—体育学研究, 4:119, 1965
- 19) 加賀谷熙彦, 加賀谷惇子: 運動処方—その生理学的基礎—203-229, 240-259, 杏林書院, 東京, 1983
- 20) Pollock, M. Wilmore, J. Fox, S (広田公一, 飯塚鉄雄, 中西光雄, 石川旦訳): 運動処方, 107-121, ベースボールマガジン社, 東京, 1981
- 21) アメリカスポーツ医学協会編 (日本体力医学会体力学編集委員会監訳), 社会体育指導者のための運動処方の指針—負荷テストと運動プログラム—23-37, 南江堂, 東京, 1982