

学童のスキー指導計画に関する研究

(1) ランニングとスキー・ディスタンスの5分間走時における心拍数と距離の測定

伊 藤 章 一*

(1978年7月6日)

I 緒 言

岩手の積雪寒冷地における学童の体力向上をめざす場合、スキー教材を抜きに考えることは出来ない。今回その実践的研究調査のため被検者として湯本小学校の児童5名を選んだ。

この学区は奥羽山系の標高240mの山間部にあって、11月下旬から4月中旬まで雪に蔽われ、県下でも稀な豪雪地でもある。この学校での児童の気風や体位・体力については、運動や遊びの行動に迫力や気力が不足しているし、からだ全体をつかつての遊びが不足している。また、体位は男女共年々県平均に近づいているが、体力測定では斜けんすいが特におちこんでいる等と評価している。学校では春から秋にかけての季節を体力づくりに取りくみ、鍛え、蓄積されているのに、とかくするとこの寒い地方では、冬活動することが少ないために、肉体的な萎縮が起こる。つまり体力は積雪を迎えるに従って消耗していくきらいがあるので、年間をとおして総合的な体力の維持増進を図るために、冬の体育館利用の運動と戸外の雪上運動の有り方について一層考えていかねばならないことから、昭和51、52年度の県教育委員会と湯田町両教育委員会から冬季体育研究指定を受け「冬季間における体育の指導はどうあればよいか——雪遊びスキーの指導を中心にして——」のテーマをもって51、52年度と研究してきた。

その基礎的実践研究の一助として、同一学童におけるランニングとスキー・ディスタンス時のそれぞれの5分間走における心電図を記録し、運動に対応する重要な機能面心拍数から比較検討した。すなわち心拍数は心拍出量の増加を決定する主要な因子として重視されており^{1) 2)}、呼吸数や心拍数はともに運動時における生体反応の指標として広く用いられ、運動に対する生体の適応状態を判定する有力な指標となっているためである。

しかし学童を対象とした運動実践中の各種の生理機能測定は、きわめて実施上困難な問題があるので今回は実際可能な一面の心拍数と走行距離をとりあげ、スキー・ディスタンスの5分間滑走時の生理的变化を追求し、持久性能力の一端を明らかにしようと試みた。それは一般に全身持久力の強度の指標に用いられるのは心拍数、酸素摂取量、スピードであるからである³⁾。それがひいてはスキー指導計画の際の学童に対して至適運動量を課する上で重要な課題であると考えられる。

*岩手大学教育学部

II 実験方法

A 被検者

被検者は、湯田小学校男子5年生2名、6年生1名、女子5年生6年生各1名の計5名で、それぞれクラスの平均的運動能力とみられる児童を担任より選出してもらい被検者とした。

B 実験手順等

実験期日は、ランニング走は52年10月27日校庭の既設200mトラックを使用した。またスキー・ディスタンスは積雪多量のため1周100mのコースを特設し、学校備付の学童ラングラウフ用スキーを着用させ53年3月25日午前10時から12時までの2時間に測定した。なお、スキー・ディスタンス時の自然条件は、気温摂氏 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 、雪温 1.5° 、湿度40~46%の範囲、雪質ザラメであった。使用スキーにはワックスを塗らせた。

観察した項目は、安静時の心拍数、5分間走、ならびに滑走時における心拍数、と終了後の回復経過、および距離数等である。

ランニングならびにスキー・ディスタンス中の胸部双極誘導の心電図は、日本光電製医用2chポリグラフテレメーター〔受信ユニット・RZ-5、送信ユニット・2B-141G・レチクコーダー・RJG-3024 (ECG)〕によって連続記録し、心拍数を算出した。なお telemetering によって得られたスキー・ディスタンス時の被検者Cの生体現象 (ECG) の記録の一部を図1に示した。

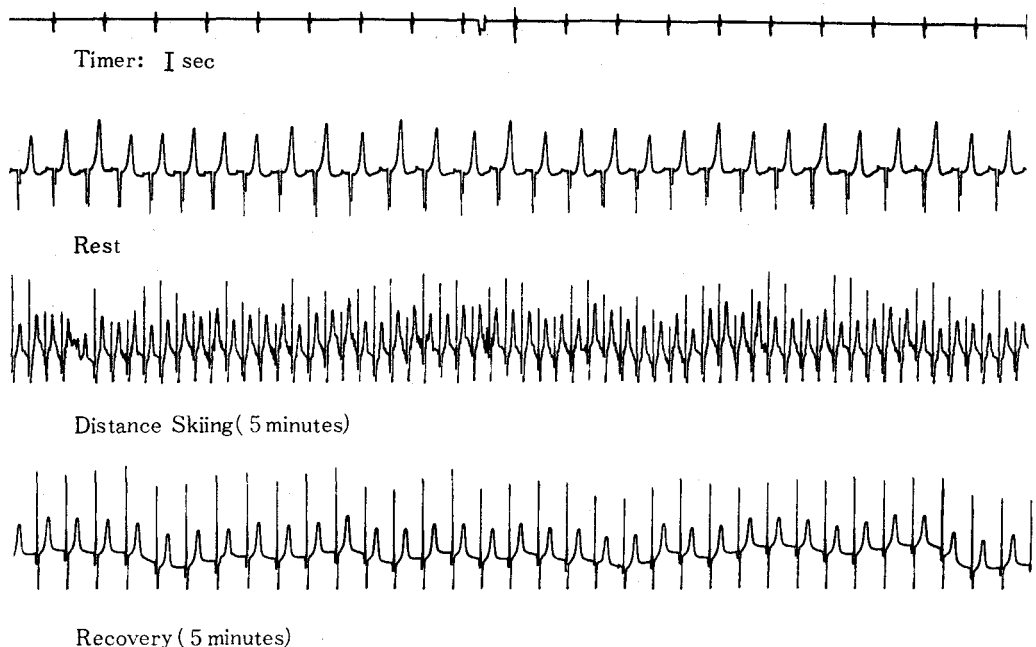


Fig. 1. Records of ECG of subject C (10 year old boy) in distance skiing.

安静時心拍数は、ランニング前仰臥させ、スタート3分前の心拍数を安静時の心拍数とし、また、ランニング終了後5分間の回復過程を計測した。

Ⅲ 実験結果および考察

本実験で被検者となった男女5名（男子3名，女子2名）の年齢，身長，体重ならびに安静時，ランニング時，回復時の心拍数変動の測定値を表1に示した。表2は，同一被検者によって実施されたスキー・ディスタンス時の心拍数変動と距離の測定値である。

Table 1. Changes in heart rate during running in 5 minutes

Subjects	Age, yr	H, R Deats/ min	Changes in heart rate during running											(min) 5
			0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	(%) (beats)	
A	12	104	141.3	177.9	178.8	186.5	186.5	186.5	189.4	189.4	192.4	192.3	192.3	200
			147	185	186	194	194	194	197	197	200	200	200	
B	11	95	150.5	191.6	195.8	200.0	205.3	204.2	207.4	210.5	208.4	207.4	206.3	196
			143	182	186	190	195	194	197	200	198	197	196	
C	10	85	140.0	195.3	212.9	214.1	211.8	221.2	221.2	224.7	228.2	224.7	229.4	195
			119	166	181	182	180	188	188	191	194	191	195	
D	12	97	123.7	180.4	197.9	200.0	209.3	207.2	208.2	213.4	214.4	217.5	215.5	209
			120	175	192	194	203	201	202	207	208	211	209	
E	10	96	119.8	177.1	192.7	192.7	202.1	200.0	202.1	204.2	202.1	203.1	206.3	198
			115	170	185	185	194	192	194	196	194	195	198	

Subjects	Age, yr	H, R Deats/ min	Process of recovery in heart rate											Distance in running (m)
			0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	(min) 5	(%) (beats)	
A	12	104	146.2	119.2	114.4	115.4	112.5	109.6	111.5	112.5	106.7	104.8	1,190	
			152	124	119	120	117	114	116	117	111	109		
B	11	95	187.4	151.6	138.9	138.9	124.2	118.9	120.0	115.8	114.7	117.9	1,040	
			178	144	132	132	118	113	114	110	109	112		
C	10	85	197.6	124.7	120.0	122.4	128.2	123.5	122.4	117.6	114.1	110.6	1,140	
			168	106	102	104	109	105	104	100	97	94		
D	12	97	197.9	150.5	138.1	129.9	130.9	128.9	122.7	124.7	120.6	120.6	950	
			192	146	134	126	127	125	119	121	117	117		
E	10	96	179.2	149.0	133.3	129.2	127.1	125.0	125.0	126.0	120.8	124.0	970	
			172	143	128	124	122	120	120	121	116	119		

Table 2. Changes in heart rate during distance skiing in 5 minutes

Subjects	Changes in heart rate during distance skiing										
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	(min) 5
A	132.7	168.3	170.2	174.0	175.0	175.0	178.8	180.0	181.3	180.8	184.6
	138	175	177	181	182	182	186	188	189	188	192
B	173.7	202.1	198.9	202.1	201.1	202.1	204.2	204.2	204.2	208.4	211.6
	165	192	189	192	191	192	194	194	194	198	201
C	137.6	174.1	187.1	189.4	202.4	208.2	211.8	210.6	212.9	214.1	214.1
	117	148	159	161	172	177	180	179	182	183	182
D	118.6	177.3	188.7	195.9	200.0	199.0	203.1	200.0	207.2	208.3	207.2
	115	172	183	190	194	193	197	194	201	202	201
E	166.7	203.1	208.3	210.4	209.4	210.4	210.4	213.5	214.6	211.5	213.5
	160	195	200	202	201	202	202	205	206	203	205

Subjects	Process of recovery in heart rate										Distance in skiing (m)
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	(min) 5	
A	161.5	146.2	131.7	123.1	126.0	125.0	119.2	112.5	107.7	113.5	710
	168	152	137	128	131	130	124	117	112	118	
B	172.6	148.4	135.8	133.7	131.6	127.4	127.4	128.4	126.3	124.3	600
	164	141	129	127	125	121	211	122	120	118	
C	201.2	150.6	125.9	120.0	102.1	121.0	111.8	114.1	117.7	121.2	625
	171	128	107	102	97	103	95	95	100	103	
D	168.0	129.9	113.4	109.3	106.2	108.3	103.1	105.2	106.2	129.9	580
	163	126	110	106	103	105	100	102	103	126	
E	185.4	156.3	144.8	141.7	140.6	138.5	134.4	140.6	140.6	140.6	570
	178	150	139	136	135	133	129	135	135	135	

これらの5被検者は特に体力や技能が秀れているものではないが、しかし、スキー・ディスタンスについての経験は51年度から授業等でとりあげ指導を授けているので、一応経験者とみることが出来、その能力は一般的に初級者といえる。なお、地域特性から冬季の生活の中で遊びとして回転用のスキー操作は経験しているものと考えられる。

図2, 3は、ランニングにおける被検者A, B, C, D, Eの安静時、5分間走ならびに終了から5分間の心拍数回復過程を図示したものである。

安静時心拍数で特にAは104beats/minと安静時から高い心拍数を示していることが特徴的であるし、全被検者がスタートラインに並ぶことによって心拍数の増加をみた。女子は男子より低い値を示した。安静時を100%としてみた場合、男子Aは141.3%, Bは150.5%, Cは

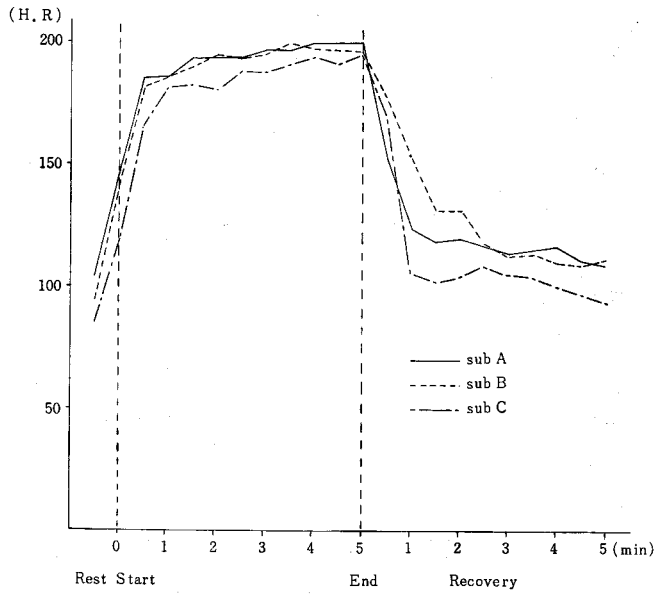


Fig. 2. Changes in heart rate during running on track ground in 5 minutes (boys)

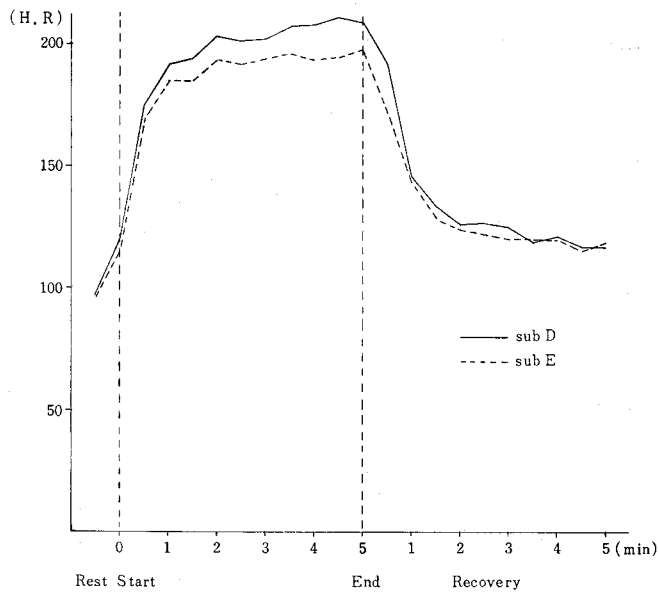


Fig. 3. Changes in heart rate during running on track ground in 5 minutes (girls)

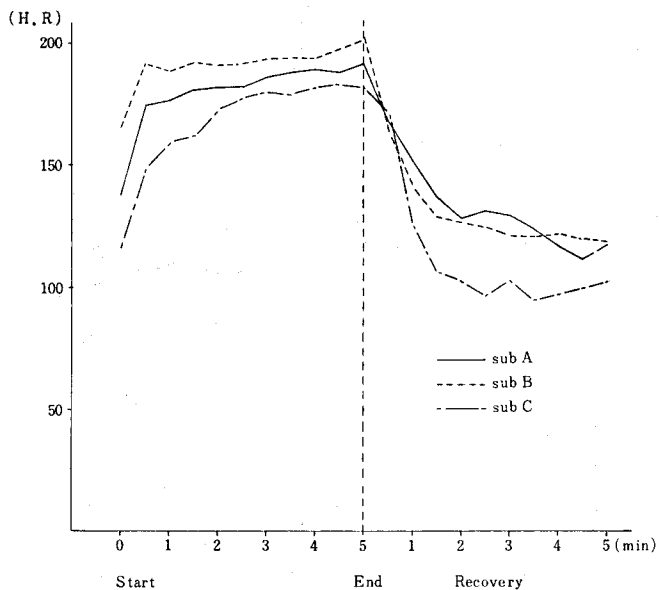


Fig. 4. Changes in heart rate during skiing on snow in 5 minutes (boys)

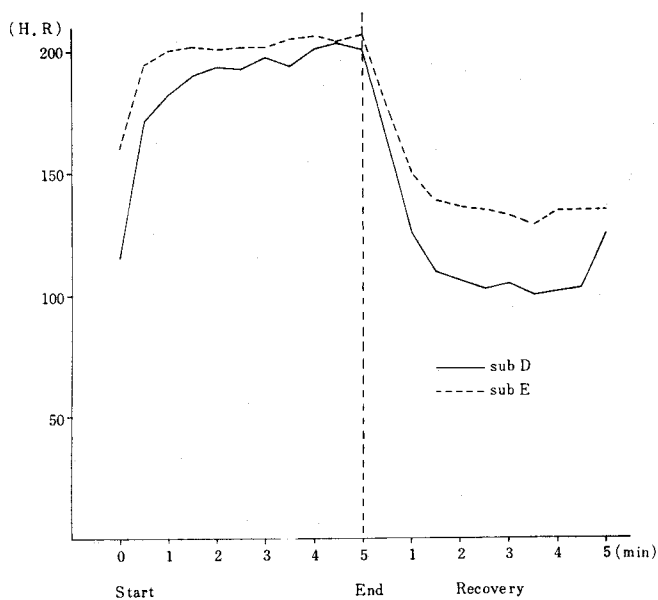


Fig. 5. Changes in heart rate during skiing on snow in 5 minutes (girls)

140.0%であった。女子 D が 123.7%，E は 119.8% の増加を見た。これらは猪飼・広田⁴⁾たちが指摘しているように、仰臥位にし安静にしたにもかかわらず、感情興奮によるものであるといえる。すなわち大脳皮質や間脳の刺激が心臓調節中枢に働くものと思われる⁵⁾。

ランニング時の心拍数増加傾向は、ランニングを開始してから1分間に共に一過性に上昇し、時間の経過にしたがって徐々に終了時まで増加する傾向を示した。男子被検者の最高心拍数は、A 200beats/min, B 200beats/min, C 195beats/min, これらの3者の平均拍数は198.3beats/min, 女子被検者では、D 211beats/min, E 198beats/min, 2者の平均拍数は、204.5beats/min となり、猪飼・宮村⁶⁾たちによって報告されている、オールアウトになる最高心拍数毎分180~200に達するということからすれば、5被検者とも個人差はあるがオールアウト寸前まで努力したものと思われる。

心拍数回復経過については、男子 A の回復5分後の心拍数は、109beats/min 増加率104.8%，B は112beats/min 117.9%，C は94beats/min 110.6% であり、また女子 D は117beats/min 120.6%，E は119beats/min 124.0% であった。

男子被検者はすでに報告されている5分後の回復数値120以下⁷⁾ということは、この3者にとってはランニング速度に無理があったと思われる。

女子被検者についても男子と同様なことがいえる。

図4は、男子被検者 A, B, C のスキー・ディスタンス時の心拍数の変動を図示したものである。スキー・ディスタンスにおける心拍数の変動傾向は、スタートしてから30秒から1分までの間に3者共に一過性に上昇し、およそ5分間の終了時まで漸増する傾向を示した。スキー滑走終了時までの各被検者の最高心拍数は、A は192beats/min でランニング時の安静心拍数からみた増加率は184.6%，平均心拍数は185.2beats/min であった。B は201beats/min 増加率211.6%，平均心拍数193.8beats/min, C は183beats/min 増加率214.1%，平均拍数174.8beats/min であった。3者をランニング時の心拍数と比較した場合、図でも明らかなように明確な個人差が認められた。

心拍数の回復過程については、3者共に2分間のあいだに急激に拍数の減少をみ、その後徐々に安静拍数に近づくが5分後においても安静時心拍数にはもどらない。しかし、回復基準とみる120以下に減じたことは、被検者 A, B, C にとっては、実施した5分間スキー・ディスタンス時の運動強度は無理のないものと推測される。

図5は、女子被検者 D, E のスキー・ディスタンス時の心拍数の変動を図示したものである。D, E の最高心拍数では、D は202beats/min 増加率208.3%，平均心拍数195.2beats/min, E は205beats/min 増加率213.5%，平均心拍数203.0beats/min であった。ランニング時の心拍数と比較した場合、D と E は全く逆になった。すなわち E の増加率が D を上回った。これは技能差によるものと思われる。

回復過程をみると、男子被検者と同じく1分間から1分30秒の間に急速に減ずるが、D は3分30秒~5分に再び拍数が増え5分に126beats/min, 129.9%の増になったことに特徴があった。また E については、滑走後の回復が遅く、5分後でも135beats/min, 140.6% であった。いずれ女子被検者 E にとっては、本実験のスキー・ディスタンスの運動負荷に対して、本人の走行オーバーペースと技能的個人差が作用しているものと思われる。さらに E については、Roler 指数154とやや肥満であることも関連してると考えられる。

しかし、男女とも各被検者は、この実験テストに全力を出し、オールアウトに達する寸前ま

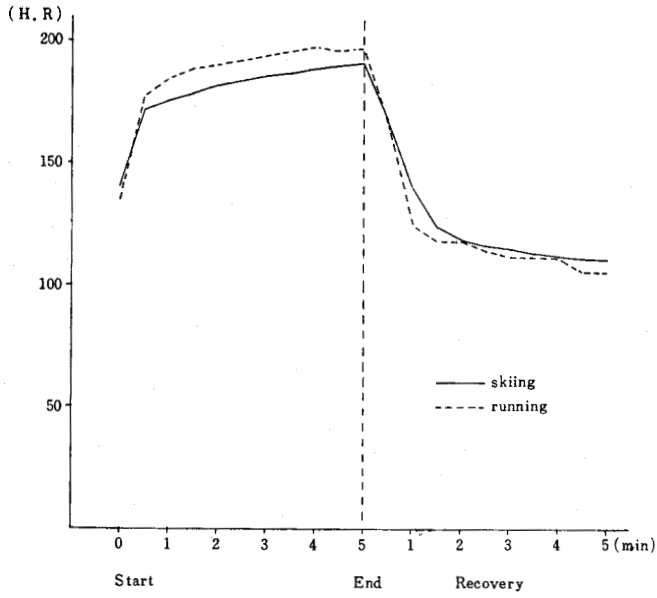


Fig. 6. Comparison of changes in heart rate on the average during skiing on track ground and on snow (boys)

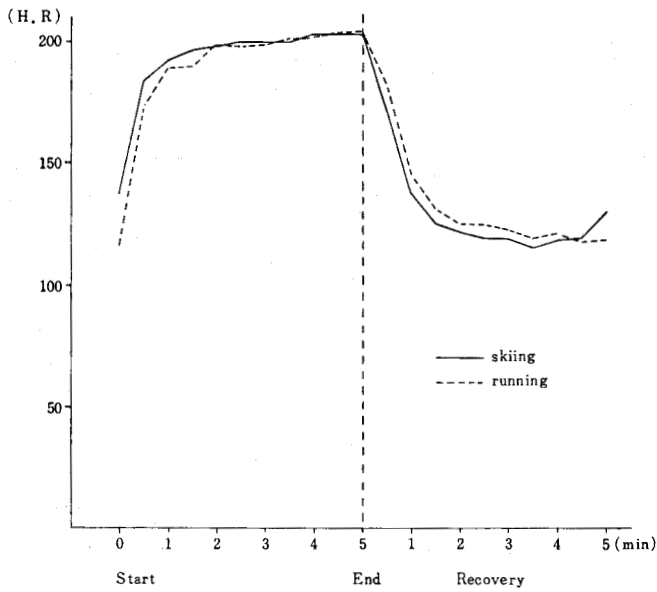


Fig. 7. Comparison of Changes in heart rate on the average during skiing on track ground and on snow (boys)

で努力したものと仮定した場合、平均心拍数より持久力向上をめざす場合の至適負荷は 2/3 で可能ということから、5 分間滑走における運動処方各被検者に適用すれば、被検者 A は 123.4beats/min, B は 129.2beats/min, C は 116.6beats/min, 男子平均心拍数 123.0beats/min であり、D は 130.2beats/min, E は 135.2beats/min, 女子平均心拍数 132.7beats/min である。つまり、前述の心拍数まで運動負荷を減じ実施しても、児童の持久性を向上させることが可能であるということが出来る。これらの心拍数を規定しての実践的テストによる立証は、今後の継続研究課題としなければならない。

図 6 は、ランニングならびにスキー・ディスタンスの男子の被検者 A, B, C における心拍数の平均値の比較を図示したものである。

ランニング時の被検者 A, B, C の平均最高心拍数は 198.3beats/min 平均心拍数は 191.3beats/min である。一方、スキー・ディスタンスは平均最高心拍数は 192beats/min 平均心拍数 184.6beats/min であった。また、女子被検者 D, E におけるランニング時の平均最高心拍数は 240.5beats/min, 平均心拍数は 195.3beats/min であり、スキー・ディスタンス時は 204beats/min 平均心拍数は 199.1beats/min であった。

以上のことから、ランニングとスキー・ディスタンス時の心拍数の増加は、スキー・ディスタンス時よりランニング時の方が上回っていた。

このことは、ランニングは特別な技術的要素がないことと、平素走ることの馴れから、およそそのスピード配分目安が可能のために、自己の持久走力の最高に近いところまで力が出せる

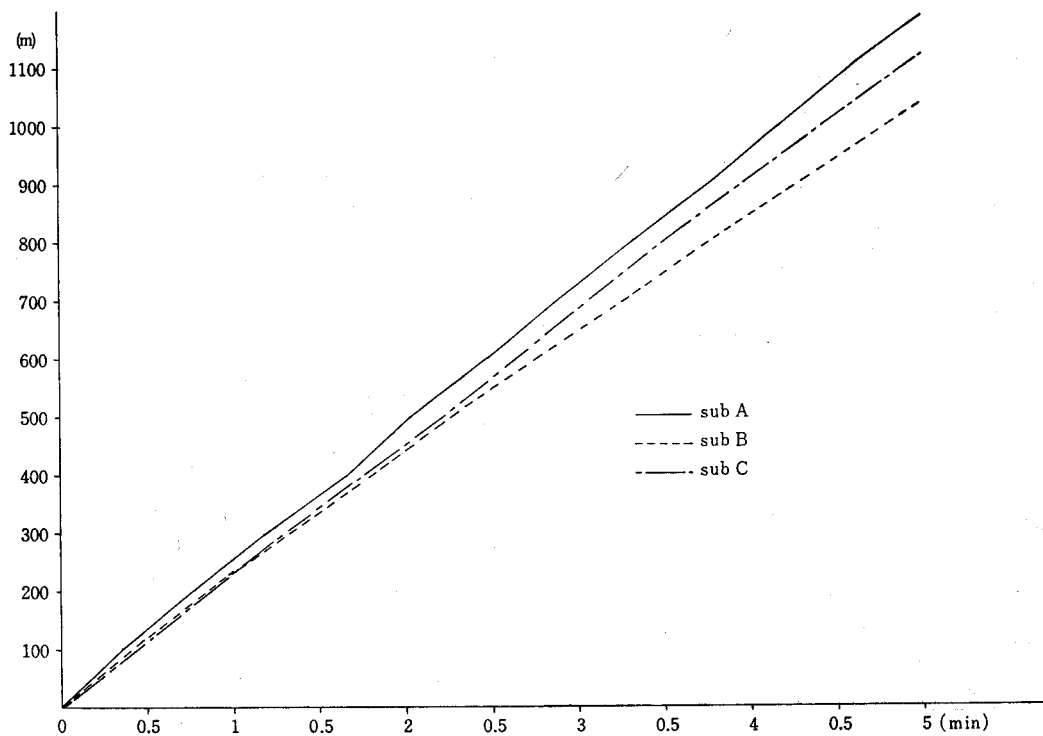


Fig. 8. Changei in distance during running on track ground in 5 minutes (boys)

ものと思われる。一方、スキー・ディスタンスでは、不馴れなために配分や距離的感覚が体得されていないことがランニング時より心拍数が下回ったものと考えられる。心拍数回復過程については図の示している如く、逆にランニングの方がすべてスキー・ディスタンスより回復率が高い。つまりスキー・ディスタンスはスキー・ストック等を身につけ、雪上という滑る状態の中をバランスを取り、また腕力等を使用しながら、滑走する特殊な技術要素が含まれることにより、有酸素的な持久性能力だけでなく、ランニングより運動負荷が強く働き、身体的疲労がより大であることを示唆するものである。しかし、男子の被検者3者ともに回復期5分後の心拍数は120beats/min以下に減少した。

一方、図7の女子被検者については、およそランニングと同様に増加上昇し、最終的には両種目とも200beats/minを越した。回復期については両種目とも同じ傾向で回復過程をたどるが、スキー・ディスタンス終了回復期4分30秒から再び心拍数の上昇とみた。図5、図7からとくに女子に対するスキー・ディスタンスは競争的取り扱いを避けるべきものと思われる。

図8～11は、ランニングとスキ・ディスタンスの5分間における走行距離をそれぞれ図示したものである。図8のランニング走における男子被検者Aは、5分間走距離1,190mで毎分平均速度238m、Bは1,040m、平均速度208m、Cは1,140m、平均速度228mであった。なお、3者の平均速度は228m/minで、この速度を猪飼たちの⁸⁾トレットミルによる実験的研究から作成した「速度—持久走時間関係図によるトレーニング負荷の選定法」と比較した場合、3者の平均速度228m/minは、およそ3分30秒でオールアウトになる持久走時間に値し、被検者等の持久能力は非常に高いレベルにあり、指定校としての2ヶ年間の体力作りの成果の一端と見ることが出来る。

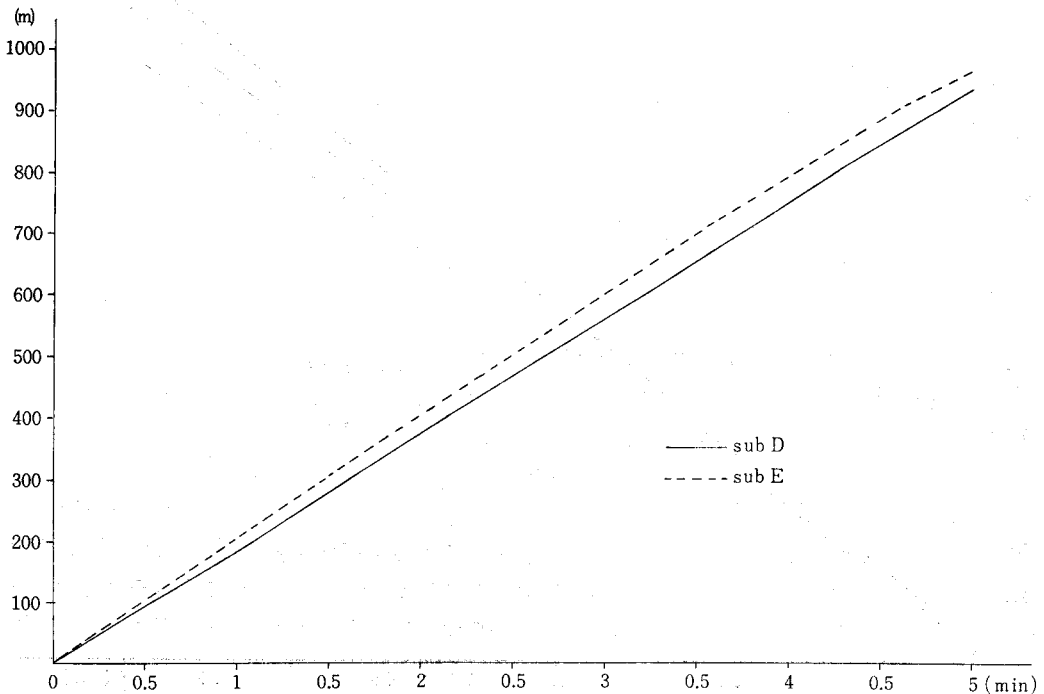


Fig. 9. Changes in distance during running on track ground in 5 minutes (girls)

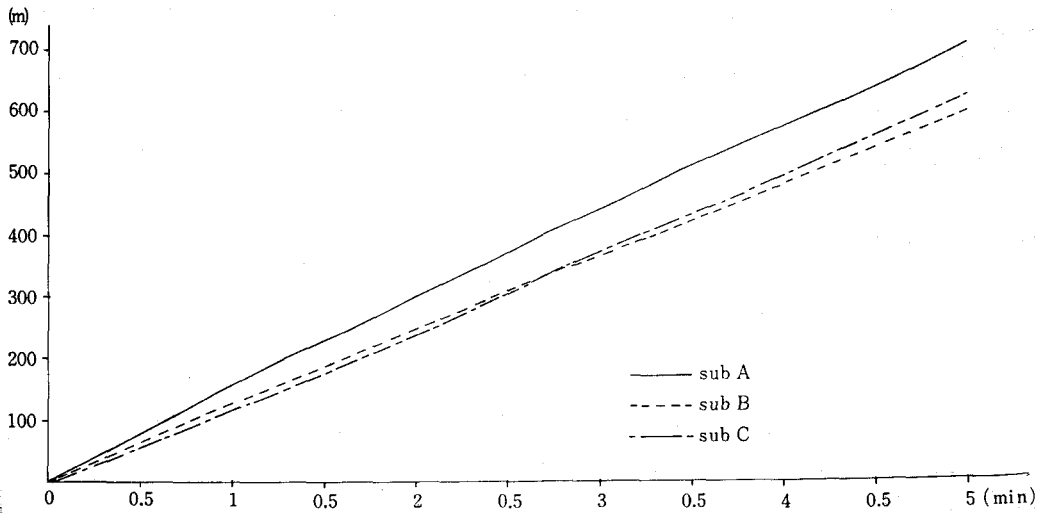


Fig. 10. Changes in distance during skiing on snow in 5 minutes (boys)

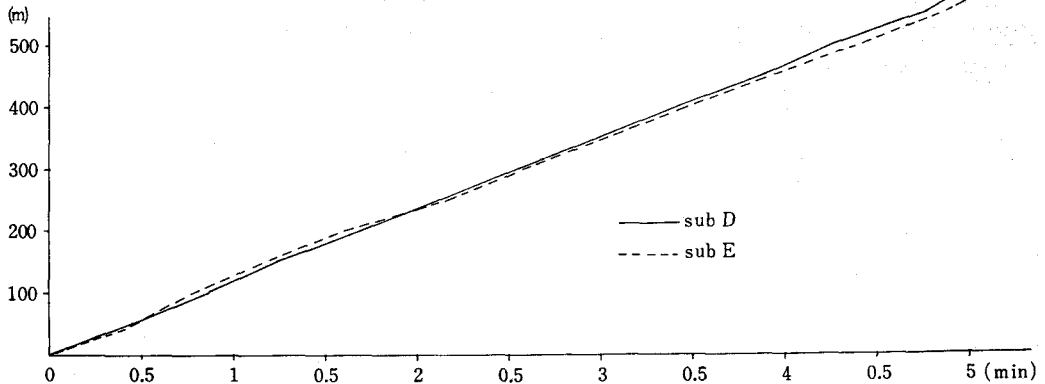


Fig. 11. Changes in distance during skiing on snow in 5 minutes (girls)

図9の女子被検者Dは、5分間における走行距離は950mで、毎分平均速度194m/minで、2人の平均速度は191.5m/minとなった。女子の場合、前記「選定法」と対比すれば、これらの毎分速度は7～9分間に到達する値の持久走時間(分)となり、心拍回復率から、また、女子の体力的特性から、このスピードでは運動量が大きであったと推定される。

図10は男子被検者A、B、Cのスキー・ディスタンスにおける、滑走距離の推移を図示したのである。被検者Aは他2名よりも優れ走行距離710m 毎分平均速度142m/min、Bは600m 毎分平均速度120m/min、Cは625m 毎分平均速度125m/minで、3者の平均速度は129m/minであった。図11は女子被検者Dの580m 毎分平均速度116m/min、Eは570m、毎分平均速度114m/minであった。

以上の結果から、ランニングとスキー・ディスタンスを距離の面から対比した場合、総体的

に走行距離数は短いけれどもその増加傾向と各個人の走力と滑走成績の順位は、両種目とも同順位であった。

なお、このスキー・ディスタンス距離測定記録から、運動強度を決める一方法として報告されている⁹⁾ エルギー代謝率一覧表 (RMR) と比較検討してみると、被検者 A, B, C, D, E とともに R, M, R は 6~8 かそれ以上である。

この滑走距離は被検者にとって、5 分間走時の最大距離数をみた場合に、加賀谷たちの¹⁰⁾ 2/3 負荷を各個人にあてはめると、被検者 A は 95 m/min, B は 80 m/min, C は 83 m/min, D は 78 m/min E は 76 m/min 等で滑走しても持久性能力の向上はみられるものと考えられる。

IV 総 括

持久性運動時の生体反応に関する研究で、心拍数の変動について検討した資料は多いが、しかし、学童に関して検討した資料は少なく、特に、学童のスキー・ディスタンス時の研究は殆んど見られない。

今回被検者 5 名という少い人数であるが、ランニングとスキー・ディスタンスを同一被検者を実施させ、冬季における体力特に持久力向上に関して、心拍数ならびに走行距離によって、スキー指導計画立案の一助として至適運動量を検討してみたものである。

被検者は、本県で最も降雪多量地域の学童 5 名 (女子 2 名) を選んだ。また技能水準は殆んど授業としては経験があるが、特に優れているとはいえない初級者である。

心拍数から観察された成績を要約すると、

① 5 分間ランニング走では男女とも定常状態になることなく、運動終末時に至るまで、心拍数の漸次増加していく傾向であった。これらは江橋たちの¹¹⁾ 報告と同じく初心者では、選手あるいは鍛練者の定常状態に入るのとは異なることと一致した。

② スキー・ディスタンス時の心拍数変動は、ランニング走時と同様漸増的であるが、今回の調査ではやや低い結果となった。また男子 3 被検者間に心拍数増加差が、スタートから 5 分間の走終了時までそれぞれ 10 拍から 20 拍の差が現われた。これは 3 者の間に技能差が関係するものと思われる。心拍回復状態は、ランニング走より、スキー・ディスタンスの回復率が低い。これはスキーという特殊な技術が要求され、心拍数回復に影響されるためと思われる。

③ スキー・ディスタンスの走行距離はランニング走のおよそ 57~60% 相当に値した。二種目の走行距離の成績順位は男女とも同順位であった。

④ スキー・ディスタンスを行なうとき心拍数から見た場合、最高心拍数の 2/3 の負荷で男子 128 beats/min, 女子 136 beats/min を基準とし、また毎分走行速度は男子 85 m/min, 女子 77 m/min 前後で 5 分間以上滑走を負荷することによって学童にとっては持久力向上に十分であると推定される。

今後これらの基礎数値を一つの基準として学童にあてえる、スキー滑走の時間、頻度、強度についての至適条件、そして、その効果について経続研究をすることを予定としている。

本研究を実施するにあたり、湯本小学本上原啓二校長はじめ諸先生方ならびに生徒の協力、また測定実験に参加協力して頂いた本学山下教官、技能員佐藤清高氏に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Åstrand, I., (1960) Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Actaphysiol scand.*, 49, (Suppl. 169).
- 2) Åstrand, I., (1973): Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J. Appl. Physiol.*, 35, 649—654.
- 3) 猪飼道夫, 石井喜八, 加賀谷熙彦, 加賀谷淳子, 金子公有, 宮村実晴, 進藤宗洋, 矢部京之助: 運動処方, 身体運動の生理学, 杏林舎 pp. 387—395, 1966.
- 4) 猪飼道夫, 広田公一: 運動と心拍数, 身体運動の生理学, 杏林書院 pp.128—129, 1966.
- 5) 猪飼道夫, 吉沢茂弘, 中川功哉: トレッドミル法による全身持久性の評価について, *体力科学*, 10, 4, pp227—238. 1962.
- 6) 猪飼道夫, 宮村実晴: 最大毎分心拍出量の比較, *体育学研究*14(4): 175—183, 1970.
- 7) 今村源吉, 大塚美栄子, 小林禎三, 速水修, 本間実: 歩くスキー体力づくり, *歩くスキー*, 北海タイムス社 pp72—73. 1976.
- 8) 猪飼道夫, 江橋慎四郎, 加賀谷熙彦: トレッドミル法による青少年の運動処方に関する研究, 第3報 *体育学研究*12(1): pp35—46. 1967.
- 9) 今村源吉, 大塚美栄子, 小林禎三, 速水修, 本間実: 歩くスキーの運動としての強度, *歩くスキー*, 北海タイムス社, pp59. 1976.
- 10) 加賀谷熙彦: 持久力の運動処方, *体育の科学*, 21(4): pp240—247, 1971.
- 11) 江橋博, 芸山秀太郎, 後藤芳雄, 西山洋子: 持久性運動時の生体反応に関する研究(3) スキー・ディスタンスについて, *体力研究* No. 39, pp. 17—37. 1978.
- 12) 菊地邦雄, 和田實, 財満義輝: エスキーテニス試合時の心拍数の変動, *体育の科学*, Vol. 28, pp. 296—299. 1978.