

中高年者の登山時生理的応答

井村 仁・浅野 勝己・松田 光生・飯田 稔・福島 邦男*

Physiological responses of mountaineering for middle and old aged adults

Hitoshi IMURA, Katsumi ASANO, Mitsuo MATSUDA,
Minoru IIDA, Kunio FUKUSHIMA*

The purpose of this study was to investigate the physiological responses (heart rate, blood pressure, blood lactate concentration, RPE, etc.) during one-day mountaineering for middle- and old-aged adults. Four healthy males aged from 49 to 67 years served as subjects. The distance of mountaineering course at Mt. Tsukuba (876 m) was about 4.3 km with its altitudinal discrepancy of 660 m. Heart rate and blood pressure during mountaineering were recorded with portable type instruments (Heart rate memory and ambulatory blood pressure monitoring).

The following results were obtained.

- 1) Means of heart rates during mountaineering ranged from 125.2 to 148.0 beat/min, and maximum heart rates 151 to 182 beat/min.
- 2) Work intensity level and maximum blood lactate concentration on ascending were 58.1-100% VO_2^{max} and 1.8-6.0 mmol/l.
- 3) Systolic blood pressure values increased at the beginning of walk and the steep ascent, while it declined gradually during mountaineering and reached a low level than the resting level.

There was no positive correlation between heart rate and SBP during mountaineering, particularly subjects in sixties showed a decline of SBP under the rest time values. It is suggested that mountaineering is physiologically one of low risk sports for middle- and old-aged adults if they kept moderate pace mountaineering.

Key words : Middle- and old- aged adults, Mountaineering, Heart rates, Blood Pressure, Physiological responses

はじめに

自由時間の増加や高齢化が進むにつれて、中高年者の健康やスポーツに対する関心が高まり、多様な生涯スポーツへの参加が増してきた。中でも自然資源を利用した活動への参加が年々増加する傾向にあり、特に、中高年登山者の総数及び登山人口に占める割合が顕著に増加してきている。

総理府の「体力・スポーツに関する世論調査」

を基に登山人口を推計すると、昭和51年6月の調査では、全国20歳以上の成人のうち、この1年間に登山を行った者は約360万人、このうち40歳以上の中高年登山者は約130万人で成人登山人口全体の36%を占めていた。昭和63年10月の同調査では、20歳以上の成人登山人口は約380万人で、40歳以上の中高年登山者は約200万人で、成人登山人口の54%を占めるに至っている(9)。

また飯田ら(1)が実施した中高年登山者を対象にした登山動機と満足感に関する調査によれ

*筑波大学研究生

ば、中高年登山者は、自然とのふれあい、健康・体力の向上、精神的充実などを求めて登山を行っている。

しかしながら、中高年登山者の増加にともない、遭難事故や登山による運動障害も増えてきている。例えば、平成4年7・8月期の富士登山者の死者は6人であり、しかもその全員が40歳以上の中高年登山者であり、その死因は急性心不全であった。

登山は他のスポーツ種目とは異なり、日常とは異なる特殊環境、すなわち人里離れた自然環境の中で、高度や天候、ガレ場、岩場、雪渓あるいは登山路の様々な起伏といった地形的変化等の影響を受けながら、活動が展開される場合が多い。ここでは、成人病などの潜在的な疾患が、山行中の種々の負荷により発症し易くなる一方、医療機関とは遠く離れているために、十分な手当を受けることができず、体力低下の著しい中高年登山者では死に至ることも希ではない。

本研究の目的は、中高年登山者の登山中の生理的応答を測定し、中高年者が安全で健康的に登山を行うための基礎資料を得ることにある。

方法

1. 被検者

被検者は、登山経験を有する49歳から67歳（平均年齢59.3歳）の健常な中高年男子4名である。被検者は、山岳会に所属し、定期的に登山を行っている（月平均約2回、年平均26.5日）。被検者の形態的特徴と登山に関する特徴を表1に示す。

2. 測定項目

1) 心拍数

心拍数の測定は、携帯用心拍数メモリー（Vine, Heart Memory MAC）を用い、登山中の60秒間隔の積算心拍数を連続的に記録した。なお被検者Cの心拍数は、下山途中から電極の接触不良により、一部測定ができなかったため、下山中の被検者Cの値は削除した。

2) 血圧

血圧の測定は、日本コーリン社製携帯型連続自動血圧記録装置（ABPM-630）を用い、15分間隔で記録した。また行動に区切りのついた場合（休憩、出発、到着等）にも随時測定した。なお血圧測定中は、測定の精度を期すため歩行を休止して測定を行った。

3) 主観的運動強度（RPE）

小野寺・宮下ら（11）が作成した日本語表示主観的運動強度測定表を用い、血圧測定時に主観的運動強度を聴取した。

4) 血中乳酸濃度

登高中の中間点（標高500m）と山頂（標高790m）到着時に、指尖より血液を採取し、YSI社製乳酸分析器により血中乳酸濃度を測定した。

5) 加速度脈波

登山開始前、山頂到着後、つつじヶ丘到着後、登山終了2時間後に、それぞれ15分間の座位による安静の後、座位による加速度脈波を測定した。測定には、プレソグラフ社製血液循環機能自動検査器加速度脈波計 model 500を用いた。

6) 疲労

表1 被検者の形態的特性及び登山に関する特徴

被検者	性	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	登山開始 年齢(歳)	登山 ¹⁾ 回数(回)	登山 ²⁾ 日数(日)	荷物重量 ³⁾ (kg)	登山以外の 運動習慣
A	男	49	155.6	51.6	16	15	30	3.0	なし
B	男	58	157.2	52.8	25	9	11	8.5	なし
C	男	63	165.4	64.8	60	26	35	5.0	散歩
D	男	67	164.5	68.7	50	20	30	4.0	散歩

1) 過去1年間における登山回数

2) 過去1年間における登山日数

3) 登山実施時の各自の荷物重量

産業疲労研究会の「自覚疲労調査」と「疲労部位調査」を用い、登山日の朝食後、登山後及び登山翌日から1週間の毎朝食後に測定した。

また、テルモ社製尿試験紙ウリエース Kc を用い、登山前後の蛋白、及び糖を検査した。

3. 測定手順

1) 最大酸素摂取量及び血中乳酸値の測定

モナーク社製エルゴメーターを用い、1分毎の多段階負荷漸増法による運動負荷テストを実施した。負荷は、50 rpm で最初の1分間を0.5 kp (25 watts), 2分目を1 kp (50 watts), 3分目以降は0.25 kp 毎に負荷を漸増させ、Exhaustion まで至らしめた。また運動負荷中に呼気ガスを採取し、AT 及び VO_2max を求めた。運動前の安静時と Exhaustion 3分後に、指尖から血液を採取し、YSI 社製乳酸分析器により血中乳酸濃度を測定した。

これらの測定は、筑波大学体育科学系環境制御室において、常圧、温度18℃で行った。

2) 登山の概要及び登山時の測定手順

登山は、1991年11月に、筑波山(標高875.9 m)において、筑波山神社下(標高215 m)を登高開始点とし、御幸が原(標高790 m)・女体山(標高876 m)を経て、つつじヶ丘(標高530 m)へ下山する全長約4.3 km、標高差約640 m のコースで

実施した(図1)。

被検者は、正午に筑波大学に集合し、携帯用心拍数メモリと血圧記録装置を装着し、安静時の心拍数と血圧を測定するために、座位10分後と立位5分後に心拍数と血圧を測定した。その後加速度脈波の測定と検尿を行い、自動車で登山開始地点に移動し、13時25分頃から各自のペースで登山を開始した。御幸が原までの登高に要した時間は86~115分、御幸が原からつつじヶ丘まで下山するのに要した時間は60~79分であり、登山全体の所要時間は186~207分であった。なお、登山中の気象状況は、天候が曇り、気温が登高開始点が18.0℃、御幸が原が6.5℃、つつじヶ丘が19.5℃であり、無風状態であった。

結果と考察

1. 心拍数

各被検者とも、登高開始により心拍数が著しく増加しており、その後休憩時には減少し、歩行時には増加するという増減を繰り返した。登山中の行動を、登山開始から御幸が原到着まで(登高時)、御幸が原での休憩(御幸が原)、御幸が原出発からつつじヶ丘着まで(下山時)に分け、60秒間隔で測定した心拍数の各行動区分での平均を求めた。(表2, 図2~5)。各被検者が登高中に示し

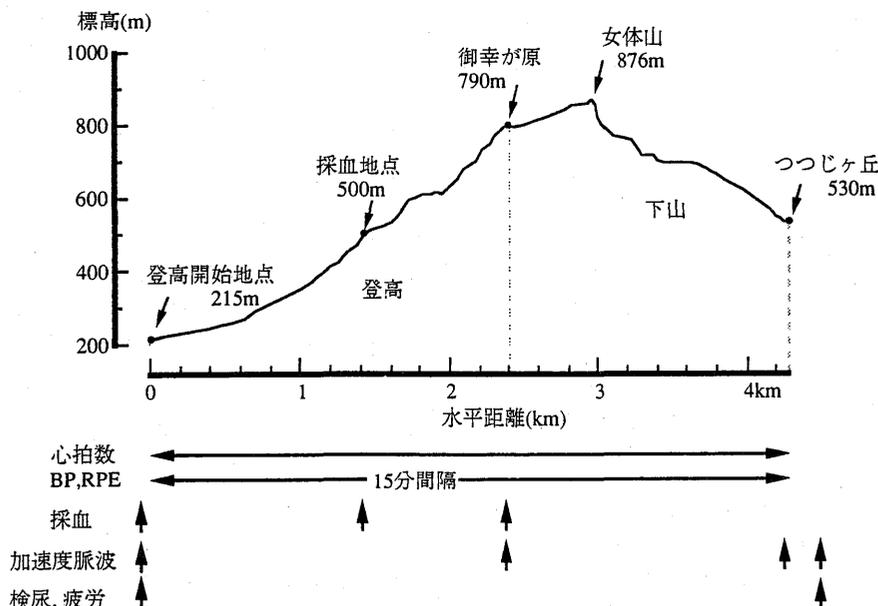


図1 登山コース

表2 登山中の心拍数 (beat/min) と RPE

被検者	登高時平均		登高時最高		御幸が原平均		下山時平均		下山時最高		全体平均		全体最高	
	HR	RPE	HR	RPE	HR	RPE	HR	RPE	HR	RPE	HR	RPE	HR	RPE
A	125.2	11.2	151.0	13.0	96.4	10.7	117.0	11.6	136.0	13.0	117.0	11.2	151.0	13.0
B	148.0	11.8	182.0	13.0	107.1	11.0	126.6	11.0	154.0	11.0	133.9	11.4	182.0	13.0
C	139.1	11.2	169.0	17.0	112.0	14.0	—	10.5	—	12.0	—	11.3	169.0	17.0
D	142.1	11.2	157.0	13.0	116.7	9.7	131.6	10.6	144.0	11.0	135.6	11.5	157.0	13.0

表3 被検者の有酸素性能力

被検者	最大酸素摂取量 (l/min)	最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	最大心拍数 (beats/min)	無酸素性作業閾値 (HR) (%VO ₂ max)	HR	VO ₂ 回帰式
A	2.60	50.4	189	166	70.2	Y = 0.851X - 70.4
B	2.44	46.3	186	115	47.1	Y = 0.706X - 33.4
C	2.15	33.5	163	92	45.5	Y = 0.808X - 30.1
D	2.36	34.3	172	126	55.7	Y = 0.982X - 71.0

た最高心拍数は151~182 bpm, 平均心拍数が125.2~148.0 bpmであった。被検者Cは, 頂上(御幸が原)直下において, 運動負荷テスト中に測定された163 bpmを上回る169 bpmを示した。

休憩場所である御幸が原での各被検者の平均心拍数は, 96.4~131.6 bpmであった。

下山時では, 測定機器の不良により測定できなかった被検者Cを除く3名の最高心拍数が136~154 bpm, 平均心拍数が96.4~131.6 bpmであり, 登高時に比べ低い値であった。

各被検者の有酸素能力を表3に示した。登山中の心拍数から%VO₂maxを求めると, 被検者Aが最高でも58.1%で登高しているのに対し, 他の3名は83.2%から最大値にまで達していた。ATを超えていないのは被検者Aのみであった。被検者A以外の3名は登高開始後10~15分でATを超えた値を示した。

下山時の各被検者の%VO₂maxは, 最高で75.3%であり, 登高時よりも低い値となった。しかし下山時においてもAT以下で行動したのは被検者Aだけであり, 他の3名は無酸素的運動要素の多い登山となった。登高中に最大値に達した

被検者Cは, 御幸が原での平均心拍数が60%VO₂max程度であり, ATを超えたままの状態であった。

本実験と同じコースを使って中高年登山者の心拍数変動を検討した井村ら(2)の研究と比較すると, 心拍数はほぼ同じ様な値と変動幅であり, 歩行距離やスピードから考えると, 比較的運動強度の高い登山であったと言える。筑波山は登高距離に比べ標高差が大きく, しかも今回のコースは, 山に適應する前に急な上りが続き, 大きな負荷がかかる可能性が高いため, 登高時の平均心拍数が150 bpm前後で, 最高心拍数が170~180 bpmを示すような被検者がみられるのであろう。

山地ら(17)は, 登山中における身体的負荷強度は個人の登山技術によって大きな差が生じると述べている。しかし本研究の被検者は全員定期的に登山を行っており, 経験や技術的には差があるものの, 登山中のペース配分等には慣れているものと考えられる。

自由なペースでの登山であったにも拘らず, 運動強度が高くなったのは, 実験登山という意識が働き, 多少無理をしたり, 他者との競争意識が働

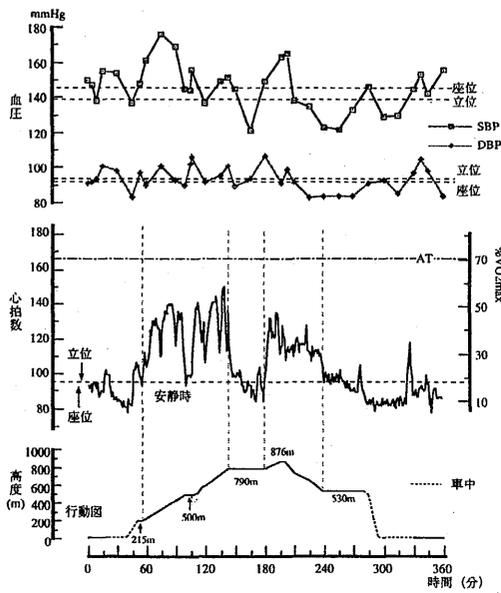


図2 被検者Aの登山中の心拍・血圧変動

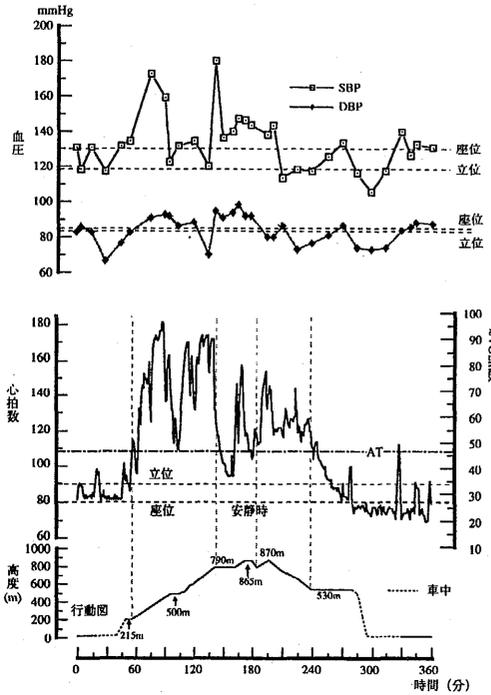


図3 被検者Bの登山中の心拍・血圧変動

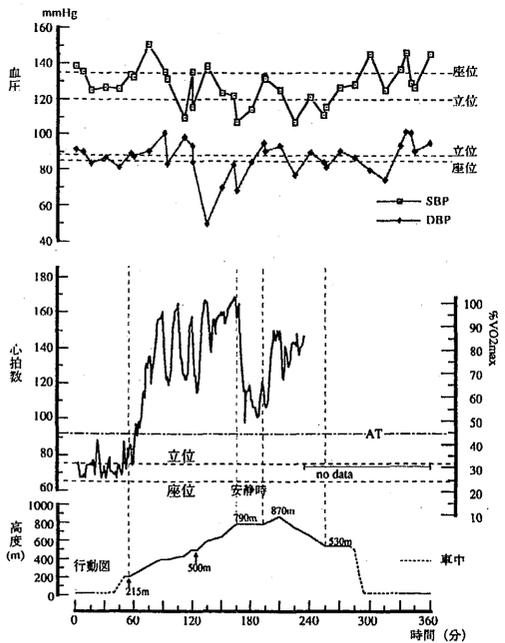


図4 被検者Cの登山中の心拍・血圧変動

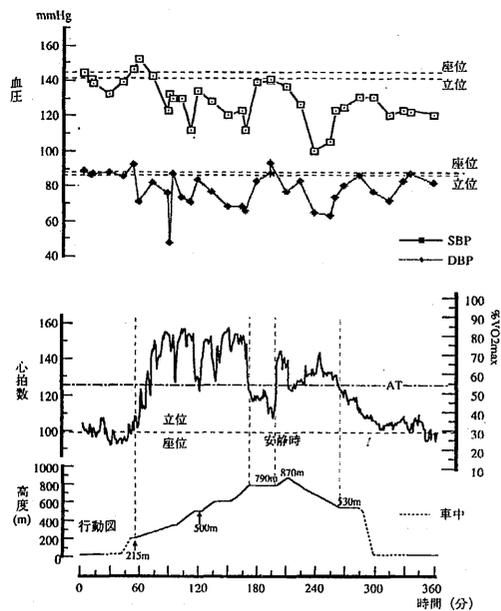


図5 被検者Dの登山中の心拍・血圧変動

いたりして、本来のペース配分ができなかったことや、先に指摘したコースの特徴のためなどが考えられる。

2. 血圧

登山中の各被検者の収縮期血圧 (SBP) は、最高値が151~180 mmHg, 平均値が127.3~145.6 mmHgであった (図2~5)。登高開始とともにSBPは上昇し、登高開始時の値に比べて6~38 mmHg高い値を示した。しかし、登高開始から30分後には、SBP, 拡張期血圧 (DBP)ともほぼ安静時の値まで降下した。被検者Dの血圧は、安静時の値を下回り、SBP, 112 mmHg, DBP, 48 mmHgに低下したが、他の被検者は安静時の値に近い値で増減を繰り返した。御幸が原直下において被検者A, BがSBPの上昇を示し、それぞれ151 mmHg, 180 mmHgとなり、被検者Bの値が登山中の最高値となった。これに対し、60歳代の被検者CとDの2名は、安静時の値よりも低下し、SBPとDBPはそれぞれ107 mmHgと69 mmHg, 112 mmHgと66 mmHgを示した。この時のSBPは被検者C, Dとも登山中の最小値となったが、御幸が原での休憩時には安静時に近い値まで上昇した。

下山場面では、下山開始直後に、被検者Dを除く3名のSBPが御幸が原での平均値に対して6~31.5 mmHg上昇したが、その後の下りでは全ての被検者の血圧が低下し、安静時の値を下回った。

全体的に、登山中の血圧上昇は運動負荷テスト時より少なく、最高値も低い値を示した。しかし、被検者Bは急な上りでSBPが180 mmHgに達しており、AT以下の運動強度であった被検者Aの場合も登山中に176 mmHgを示した。SBP, DBPとも登高、下山に関わらず、行動開始直後に上昇する傾向が認められた。

一般的に、有酸素運動では運動強度が増すにつれて心拍数とSBPが上昇し、DBPはほとんど変化しないとされている。本研究では、登山中の心拍数は運動強度に対応して増減していたのに対し、SBPには対応関係がみられず、むしろ60歳代の被検者C, Dにみられたように、登高開始時以外は安静時の値よりも常に低い値を示していた。

和田ら (16) は、高年高血圧者の軽登山時における心拍数並びに血圧変化について測定した結

果、血圧は収縮期、拡張期血圧ともに、出発後徐々に降下し、出発後約4 km歩いた時点から終了まで、収縮期血圧は出発前に比べて有意に降下を示した。一方、拡張期で概ね平均で70~80 mmHg前後の水準を示したが、バラツキが大であり、山頂到着後の値で有意に降下を示しただけであった、と報告している。

また片岡ら (3) は、中高年高血圧者のランニングに伴う血圧変動について測定した結果、ランニングの速度によって血圧の応答が異なることを指摘している。つまり走行中の心拍水準が160拍/分以上にもなる速くて強いハイペースランニング (189 m/min) では、血圧は収縮期、拡張期ともに高い水準で推移し、どちらかといえば、収縮期血圧を幾分高くし、拡張期血圧をわずかに低下させて走行に必要な血液循環を確保しているようにみえる。これに対して、心拍数が120~140拍/分程度の水準で推移する、いわゆるスローペースランニング (101~138.6 m/min) では、収縮期血圧は走行前の値を下回る100~120 mmHg程度まで次第に下降し、拡張期血圧は顕著に下降して、拍動音が聴取できないほどであった。これは、運動強度が弱いために、それに必要な血液循環の確保が、呼吸による肺のポンプ作用と、下肢筋の収縮による筋のポンプ作用に助けられて、強い心筋の活動を要求するに至らない状態にとどまっているためである、と報告している。

本研究の結果も、これらの研究結果を支持するものであり、下肢の運動によって末梢血管抵抗が低下するとともに、片岡らが指摘する肺や筋のポンプ作用に助けられて、SBPが心拍数ほど高くならなかったのであろう。

しかしながら、中高年者では同一の物理的負荷に対する血圧上昇が大きいことから、心拍数のみを手がかりとした運動実施は避けるべきである (10) との指摘や、老化にともない、活動筋の酸素供給方法が心拍数主導型から血圧主導型へ移行しやすいとする報告 (7, 14) もあることから、今後平地の歩行運動なども比較しながら登山中の血圧応答について検討していく必要がある。

4. 血中乳酸

血中乳酸濃度測定は、登山中の中間点にあたる標高500 mの地点と、御幸が原において採血し測定した (表4)。

被検者Aは中間点で0.7 mmol/l, 御幸が原

表4 安静時,最大運動時及び登山中の血中乳酸濃度 (mmol/l)

被検者	安静時	最大運動時	御幸が原	
			(500m地点)	(740m地点)
A	1.5	8.8	0.7	1.8
B	1.1	6.3	3.2	5.0
C	1.8	7.9	4.3	6.6
D	0.7	5.1	1.6	3.2

でも1.8 mmol/lと低い値であった,同様に,被検者Bが3.2 mmol/lと5.0 mmol/l,被検者Cが4.3 mmol/lと6.6 mmol/l,被検者Dが1.6 mmol/lと3.2 mmol/l,であった。

至仏山登山における若年者と中高年者の登山中の血中乳酸濃度を測定し,その最高値が2.9 mmol/lであったと報告している高梨(13)の研究結果からすれば,今回の被検者B,Cの登山中(登高中)の血中乳酸濃度は高いものであった。被検者Cは,%V O₂maxが登高中に最大値となり,御幸が原で血中乳酸濃度が6.6 mmol/lを示し,被検者Bも登高中に95%となり,5.0 mmol/lを示した。

本研究の被検者は,月に1~2回の定期的登山を行ってはいないものの,日常生活においては特にトレーニングを行っていない登山経験者であった。月に1~2回程度の登山では体力を維持するには不十分であり,日常生活において計画的なトレーニングを実施しなければ,ペース配分を間違えると大きな負荷がかかり易い登山コースにおいては,登山中の血中乳酸濃度が高くなり,余力のない登山を行うことになり危険である。

しかしながら被検者Aに限っては,AT以下の運動強度で血中乳酸濃度が上昇せずに登高することができ,中間点での血中乳酸の値が運動負荷テストで測定した安静時の値(1.5 mmol/l)を下回っていた。登高時の心拍数の平均がV O₂maxの36.1%に相当する値であったことから,乳酸の消失が促進されたことも推察される。被検者Aは,海外での高所登山の経験を有し,本実験コースを清掃登山で何度も歩いている経験がある。このように被検者Aがコースを熟知していることや高い運動負荷のかかる登山を経験してい

ることなどが,ペース配分を適切なものにし,負荷の少ない登山を行わせたのであろう。

5. RPE

登山行動中の血圧を測定するときに,RPEを測定し,その平均値と最高値,及びRPEと心拍数との関連を表3に示した。

各被検者の登高中の平均は,11から11.7であり,最高は13(ややきつい)から17(かなりきつい)であった。

宮下(8)は,中高年者の登山ではRPEが16を超えない登山をするべきであると述べているが,本実験では被検者Cだけが御幸が原直前の急な上りでRPE 17を示した。この時の被検者Cの心拍数は,自身の最大値である157 bpmに達しており,御幸が原での血中乳酸濃度が6.6 mmol/lと高かったことから,かなりの負荷がかかっていた。また被検者A,B,Dも,この急な登りで各自の最高心拍数およびRPEを示していたが,RPEは13であった。

朽木ら(6)は,中高年者のRPE 13に対する心拍数を測定し,体力レベルの高い者と標準的な者との差が6.4 bpmであったが,%VO₂maxはいずれも約60%であることを報告している。しかし,被検者Bは心拍数が161 bpmの時にもRPEを13であると答えていた。この時の被検者Bの%VO₂maxは,およそ80%であった。このことから,主観以上に運動強度が高くなっていたことが考えられる。

大学生の登山中のRPEと心拍数変化を比較した小野寺ら(12)の研究によれば,生理学的に受ける負荷よりも主観的にはRPEで1~2段階低く評価しており,これは主観的運動強度に環境の要因が影響を及ぼしているためであると報告している。

景観や天候,登山コースの整備状況といった環境的要因が良い状態にあれば,単調な登山に変化を加え,長時間の運動を持続することを可能にする。しかしながら,自己評価以上に生理的な負荷がかかっている場合もあるので,脈拍を休憩毎に測るなどして,常に自分の体調とペースを考慮にいった登山を行うことが,中高年登山では特に重要であろう。

RPEと心拍数との間には,全般的にほぼ正比例の関係がみられるが,RPEの最高値についてみてみると,ほぼ登高開始30分前後と御幸が原直

前の急な登りの2場面で各自の最高値が示された。

登高開始30分前後に最高値がみられたのは、登山を開始して一定のペースをつかむ段階において、心拍数や血圧の急激な上昇によるものと考えられる。いわゆる「からだ山に慣れる」最初の30分の段階においては、通常のペースよりも遅くし、徐々に自己のペースに持っていく注意が必要であろう。

6. 加速度脈波

加速度脈波は、従来の指尖容積脈波を2回微分したもので、血液循環がよいとされるA波形から、悪いと思われるG波形までの7種類に分類されている。

登山中の加速度脈波タイプは、登山前、御幸が原、つつじヶ丘、登山終了2時間後に判定した。各被検者の波形タイプの変化はそれぞれ、被検者Aが(C→C⁺→B⁻→B)、被検者Bが(C→C⁻→C⁻→A)、被検者Cが(D→A⁻→B⁻→D)、被検者Dが(D→B⁺→D⁺→B⁻)であった。

加速度脈波係数は、登山前が-46~-2であったのが、御幸が原では-22~75、つつじヶ丘では-26~-2、登山終了2時間後では-54~47であった。登山前後における加速度脈波係数を比較してみると、登山後の値は、被検者Cを除く3名が登山前よりも大きく、平均で19.8(-8~31)大きくなっていった。

川村ら(4, 5)は、2泊3日の健康改善キャンプにおいて、10~14 kmのスローペースランニングまたは速歩を行った中高年者の加速度脈波々形をその運動の前後に測定し、運動後に加速度脈波々形タイプに改善が認められたと報告している。

先の結果に見られたように、登山のような有酸素運動においても加速度脈波波形が一時的に改善されることから、登山と登山のためのトレーニングを定期的実施することが、血液循環の改善を促し、健康の維持向上に有効であることが示唆された。

7. 疲労

1) 尿検査

登山の前後に検尿を行ったが、いずれの被検者も陰性であった。

2) 自覚疲労調査・疲労部位調査

登山日朝、登山後及び登山翌日から1週間毎朝

食後の自覚疲労と疲労部位の調査を実施した。

登山日朝の調査では、誰も疲労を訴えてはいなかった。登山2時間後の調査では、被検者Aが「大腿のだるさ」を訴え、被検者AとBが「ねむい」と回答していた。

登山の翌日以降を見てみると、被検者Aが登山翌朝に「足の軽いだるさ」と「首筋のこり」を訴え、その後4日目を除く毎日「首筋のだるさ」もしくは「首筋のこり」を訴えていた。その他の被検者では、被検者Cが登山翌朝のみ「足腰のだるさ」を訴え、被検者Bが4日目に「ねむい」、5日目に「肩のこり」をそれぞれ訴えており、被検者Dには自覚疲労はいっさいみられなかった。

井村ら(2)の調査では、登山の2日後まで脚部の疲労を訴えた者や2日後に初めて症状を訴えた者がみられたが、本研究の調査では脚部の疲労は、登山の2時間後と翌朝においてみられたのみであった。井村ら(2)や督永(15)の登山後の自覚疲労調査によれば、経験の豊富な者は疲労を残さないような登山を行う傾向にあるとしているが、本研究の被検者は、現在も定期的に登山をおこなっている経験者であるため、運動強度が高かった登山後にも関わらず、登山による疲労は少なかったようである。

結論

登山経験を有する49歳から67歳の健常な男子4名の中高年者を対象に登山を実施し、心拍数、血圧、血中乳酸、主観的運動強度、加速度脈波、自覚疲労を指標として、登山中の生理的応答を測定・検討した結果、次のようなことが明らかになった。

- 1) 登山経験を有する中高年者の登山中の心拍数は125.2~148.0 bpmで、最高心拍数は登高中に示した151~182 bpmであった。自己のペースで登山を行ったにも関わらず、4名の被検者のうち3名は、%VO₂maxが83.2~100%に近く、ATをいずれも超えており、血中乳酸濃度も3.2~6.6 mmol/lを示した。これは、誰もが登れる低山においても、登山コースのとり方やペース配分によって高い運動強度を強いることになるので、これらに配慮した登山の必要性を示している。
- 2) 登山中のSBPは、登山開始直後や急な登高

において著しい上昇を示すが、それ以外ではあまり上昇せず、60歳代では安静時よりも常に低い値であった。

- 3) 登山中の心拍数と主観的運動強度との間には相互関係が伺えるが、主観以上に生理的強度が高くなっている場合もあり、登山中に脈拍を測るなどして、RPEと生理的応答が一致するように改善していくことが安全登山には必要であろう。
- 4) 登山前後の、加速度脈波係数に平均19.8の改善がみられ、また登山後の疲労が少なかったことなどから、登山での歩き始めや、急な登りでの行動に注意すれば、中高年者の登山は健康維持に効果があるものと推察される。

本研究では、日帰りの中高年登山者の登山中の生理的応答について分析したが、登山経験者であっても、登り始めやペース配分に注意を払わなければ、かなり高い運動負荷を受けることや、登山中の収縮期血圧は心拍数にあまり対応していないことが明らかにされた。

中高年者が安全に登山を楽しむ上で、本研究が示唆できる点は、1) 歩き始める前には、ウォーミングアップを充分に行い、運動に対する態勢作りをしてから、ゆっくりとしたペースで歩き始めること、2) 心拍数を目安に登山ペースをつかみ、RPEで“ややきつい”の範囲内で登山を行うこと、3) 定期的な登山を行っていても、日常生活でトレーニングをおこなっていないと、登山中に血中の乳酸濃度が上がり易くなるので、日常のトレーニングも計画的に行うこと、等である。

今後の課題としては、宿泊を伴う登山や富士登山に代表される高所登山が中高年登山者の生体に及ぼす影響について詳細に検討していく必要がある。

(本研究は、平成2年度文部省科学研究費補助金を得て実施した。)

引用・参考文献

- 1) 飯田稔, 坂本昭裕, 遠藤浩 (1989) : 中高年登山者の登山の動機に関する研究. 筑波大学体育科学系運動学類運動学研究 5 : 21-26.
- 2) 井村仁, 飯田稔, 松田光生, 久野譜也 (1991) : 中高年者の登山中の心拍数変動と疲労. 筑

波大学運動学研究 7 : 25-31.

- 3) 片岡幸雄, 生山匡, 和田光明, 佐野裕司, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺剛, 西田明子, 小山内博 (1985) : 中高年高血圧者の長時間ランニングに伴う血圧変動. 体力研究 60 : 13-24.
- 4) 川村協平, 和田光明, 西田明子, 片岡幸雄, 生山匡, 佐野裕司, 今野廣隆, 渡辺剛, 小山内博 (1987) : 長時間運動が加速度脈波々形に及ぼす効果. 体力科学 36 : 572.
- 5) 川村協平, 片岡幸雄, 生山匡, 和田光明, 西田明子, 佐野裕司, 今野廣隆, 渡辺剛, 小山内博 (1987) : 長時間運動が加速度脈波々形に及ぼす効果—第2報高血圧者の長時間運動—. 体力科学 38 : 456.
- 6) 朽木勤, 神戸義彦, 江森裕美, 真田樹義, 中村憲彰, 佐藤恒久, 八木俊一, 江橋博 (1990) : 体力水準からみた中高年の運動時 RPE と生理的指標との関係. 体力科学 39 : 618.
- 7) 増田允, 芝山秀太郎, 江橋博 (1965) : 循環, 呼吸機能の解析による中高年者の運動至適量の検索. 体力研究 6 : 55-72.
- 8) 宮下充正 (1989) : 山歩きのサイエンス. 東京新聞出版局, 東京, pp. 58-59.
- 9) 文部省 (1991) : 楽しい登山—中高年の安全な登山のために—. ぎょうせい, 東京, pp. 3-4.
- 10) 長沢純一, 村岡功 (1992) : 一過性の運動に対する血圧応答. Jap. J. Sports Sci. 11 : 240-243.
- 11) 小野寺孝一, 宮下充正 (1976) : 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から. 体育学研究 21 : 191-203.
- 12) 小野寺昇, 多田広行, 中西真紀, 東原昌郎, 宮崎義憲 (1992) : 夏山登山における自覚的運動強度と心拍数変化の比較. 第12回日本登山医学シンポジウムプログラム・予稿集, p 46.
- 13) 高梨泰彦 (1986) : 至仏山登山中の生理学的反応. 宮下充正「山歩きのサイエンス」, 東京新聞出版局, 東京, p 65.
- 14) 徳田哲男, 丸山仁司, 中山彰博, 梶村由美子 (1984) : トレッドミル歩行と屋外歩行における老年者の歩行特性. 人間工学 20-3 :

- 161-169.
- 15) 督永匡子 (1981) : 登山の疲労について. (監) 徳久球雄他「山の科学 (新岳人講座 9)」, 東京新聞出版局, 東京, pp. 237-245.
- 16) 和田光明, 片岡幸雄, 今野廣隆, 阿久津邦男 (1980) : 高年高血圧者の軽登山時に於ける心拍数並びに血圧変化. 第31回日本体育学会大会号, p. 721.
- 17) 山地啓司, 橋爪和夫, 西川友之, 福田明夫 (1978) : 心拍数からみた登山中の運動強度. 体育の科学 28 : 648-656.