中高年者の登山における血糖値の変動

－5年間継続の研究－

平松　　携[1)]　岩井　一師[2)]　西川　弘志[3)]　松木　雅文[3)]
谷岡　憲三[4)]　佐賀野　健[4)]　幸田　三広[5)]　藤岩　秀樹[6)]
岡崎　宏一[7)]　村木　里志[8)]　山崎　昌廣[9)]

中高年者の運動習慣者や登山経験者の男性5人、女性4人を対象に5年間継続して登山（標高401ｍ）した。登山前から頂上、下山後さらに翌朝の空腹時の血糖値を測定し、その血糖値の変動から中高年者の登山活動による健康づくりの基礎資料を得ることを目的とした。結果は以下のとおりである。

1　登山前から頂上まで血糖値が減少傾向の年もあったが増加傾向の年もあった。登山前から下山後の血糖値は減少傾向を示した。

2　1996年の血糖値の変動率を基準にすると、登山前における変動率は1999・2000年の血糖値は減少傾向を示した。頂上および下山後における変動率は、1998年のみ増加傾向を示した。

これらの5年間の登山における血糖値の測定の結果、登山活動による血糖値は減少傾向を示したが一部では増加傾向を示した。血糖値が全般的に減少傾向を示したことは健康づくりに役立つといえよう。

キーワード：中高年者　登山　血糖値　5年間継続

Ⅰ．目　的

書店の書棚に体育・スポーツ書物コーナがある。それをみると、サッカー、バレーボール、陸上競技等の競技スポーツ書や雑誌の数とほぼ同数の日本百名山、中国地方の名山、中高年の安全登山、登山と高山植物等の書物が並んでいる。高齢者（65歳以上）の運動・スポーツ

1）尾道大学経済情報学部　2）尾道大学非常勤講師　3）広島商船高等専門学校
4）呉工業高等専門学校　5）大島商船高等専門学校　6）宇部工業高等専門学校
7）なかよし保育園　8）九州芸術工科大学　9）広島大学総合科学部

の実施率は、ウォーキング・散歩、体操（軽い体操、ラジオ体操など）、ハイキング、グランドゴルフ、ゲートボール、登山、水泳、ゴルフ（コース）、サイクリング、卓球の順となっている。高齢者の登山の実施率は上位にあり、しかも増加傾向にあるという[1]。

登山は、地形、季節、気象状況など環境条件によって生体の応答は左右される。これまで登山現場での測定結果の報告はされている[2-5]。筆者らはこれまで登山の生体応答について報告してきた。それらは、中高年女性の体重の変化、心拍数の変化、血中脂質の変化の特性[6]、次に中高年者を対象に登山を実施し、体重・心拍数・血中脂質の変化の性差を検討した[7]。さらに中高年者の同一被験者を同じ山に5年間継続登山した血中脂質の変動について報告した[8]。また本研究に関連する心拍数による運動強度については、すでに筆者らが報告した[9-11]。なお関連研究に登山活動中の血圧変動も報告した[12]。これまで関連の研究で、同一被験者が同じ山に5年間登ると血糖値がどのように応答するかは、大変興味深いものがある。運動と血糖値の変動の研究では、マウスの運動と血糖値の変動[13-16]、ヒトの運動と血糖値の変動[17-21]が報告されている。

本研究は、中高年者を対象に血糖値の変動を登山前から頂上、頂上から下山後、さらに翌朝までの血糖値の変化から、登山における健康づくりの基礎的資料を得る事を目的とした。

Ⅱ. 方 法

(1) 被験者の特性

表1は被験者の身体特性（5年間）を示した。被験者は、歩行習慣や登山・スポーツ経験のある男性5人、女性4人である。測定開始年の被験者の年齢は、男性は71歳、60歳、56歳、52歳、52歳で、女性は62歳、57歳、55歳、49歳である。

表1 被験者の身体特性（5年間）

	年齢（年）	身長（cm）	体重（kg）	BMI（kg／m²）
男性 5名	60.8±6.9	161.3±4.7	59.3±6.8	22.7±1.7
女性 4名	55.7±3.8	153.5±2.7	52.6±2.0	22.4±1.5

(2) 登山場所、登山距離

登山する低山は、広島県福山市ＪＲ赤坂駅付近から大谷山頂上（標高401ｍ）の片道10km（往復20km）とした。

(3) 登山測定年月・登山時間等

登山測定日は1996年から2000年の5年間とした。登山時間をみると、1996年11月は、登山時124分、下山時106分であった。1997年11月は、登山時120分、下山時116分であった。1998

年11月は、登山時124分、下山時116分であった。1999年11月は、登山時128分、下山時114分であった。2000年11月は、登山時129分、下山時113分であった。5年間ともほぼ同時間であった。

(4) 血糖の採血等

採血は、登山前、頂上、下山後、翌朝の4回行った。採血は肘正中皮静脈から行い血糖の分析は、福山市医師会総合検診センターに委託した。

(5) 被験者の事前健康診査、承諾書等

測定日より1週間前に病院において健康診査を行い、医師により登山に支障ない身体であることを確認後、被験者に登山承諾書をもらった。その後に被験者および検者を保険に加入した。登山活動中は医師および看護師が同行した。

(6) 当日・翌朝の朝食等

被験者に測定当日の朝食は、6時までに日常の食事を摂り、日常以外の特別な運動をしないように依頼し協力を求めた。翌朝は絶食で採血した。また登山活動中の給水は、水またはお茶を個人の任意で飲むようにした。

(7) 気象状況

測定日の登山前、頂上、下山の気温をみると、1996年は登山前8.0℃、頂上11.0℃、下山時15.0℃であった。1997年は登山前17.0℃、頂上16.0℃、下山時26.0℃であった。1998年は登山前13.0℃、頂上24.0℃、下山時28.0℃であった。1999年は登山前6.0℃、頂上14.0℃、下山時18.0℃であった。2000年は登山前10.4℃、頂上14.6℃、下山時17.0℃であった。登山活動中に最も気温が上昇したのは1998年であり、登山前に最も気温が低かったのは1999年であった。湿度の高かった年は、登山前は1997年の85％ 、頂上は1998年の88％、下山時は1996年の55％であった。気圧は各年とも登山前、頂上、下山とも変化は少なかった。

(8) 統計処理

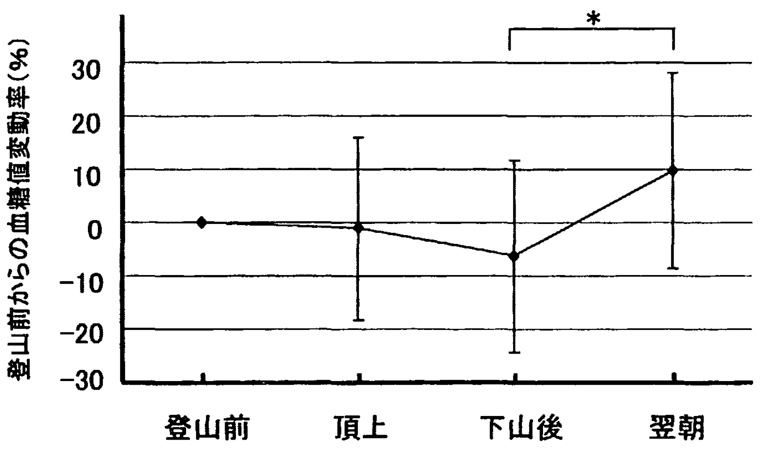
統計処理の方法は、対応あるt検定を行った。有意水準は5％にした。

Ⅲ. 結 果

登山活動中の血糖値の変動を見ると、登山前から頂上、下山後にかけて血糖値が減少したのは、1996年、1997年、2000年の3年であったが有意差はなかった。登山前から頂上にかけて血糖値の増加を示したのは、1998年、1999年であったが有意差はなかった。下山後から翌朝までの血糖値は5年間とも増加した。

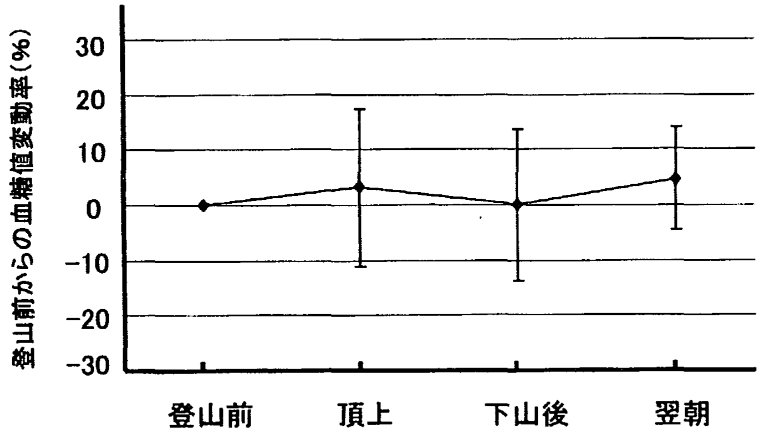
図1は、1996年の登山前から翌朝までの血糖値の変動率をみたものである。登山前から頂上、下山後まで減少している。登山後から翌朝にかけて増加している。

図2は、1998年の登山前から翌朝までの血糖値の変動率をみたものである。登山前から頂



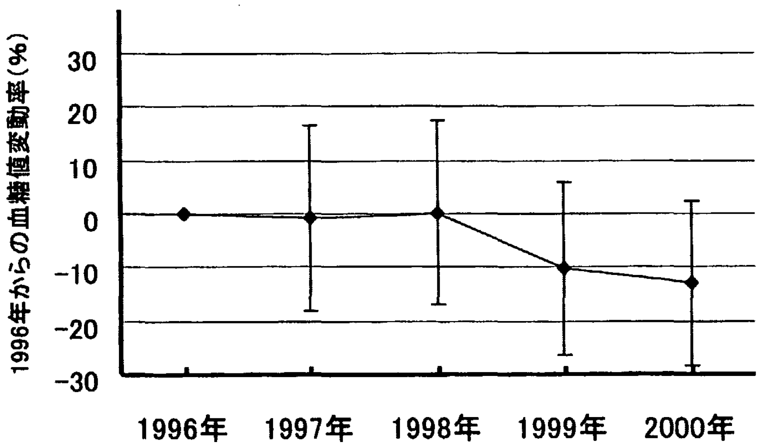
(n = 9)
*: $P < 0.05$

図1 1996年における血糖値の変動率



(n = 9)

図2 1998年における血糖値の変動率



(n = 9)

図3 登山前における血糖値の変動率

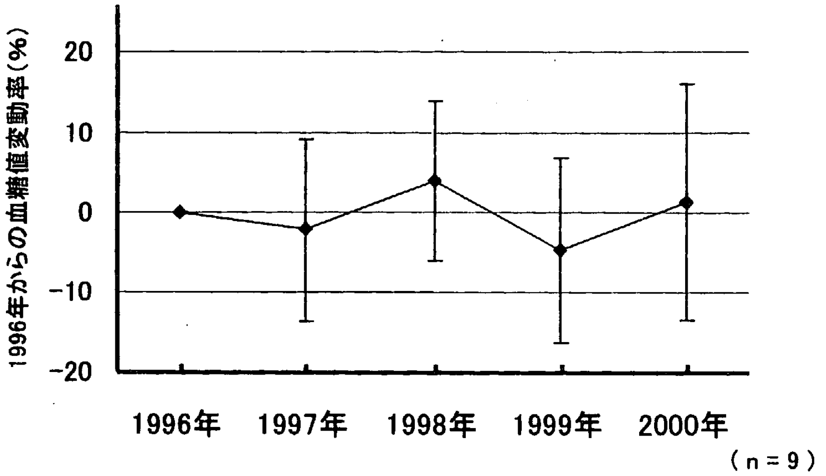


図4　頂上における血糖値の変動率

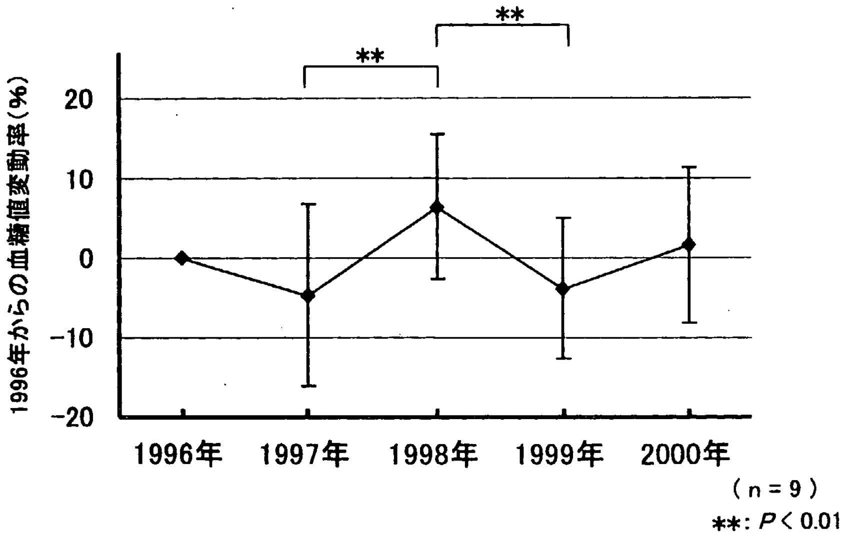


図5　下山後における血糖値の変動率

上にかけて増加し、頂上から下山後に減少している。下山後から翌朝に増加している。

図3は、登山前における5年間の血糖値の変動率である。1996年を基準に1997年、1998年は変動はない。しかし1999年は-10.3±16.2%、2000年は-13.0±15.3%であった。

図4は、頂上における5年間の血糖値の変動率である。1996年を基準に1997年は-2.2±11.5%減少、1998年は4.0±9.9%増加し、1999年は-4.7±11.5%減少、2000年は1.7±14.7%増加であった。

図5は、下山後における5年間の血糖値の変動率である。1996年を基準に1997年は-4.6±11.4%減少、1998年は6.4±9.1%増加し、1999年は-3.9±8.8%減少、2000年は1.6±9.7増加であった。

Ⅳ. 考 察

1996年、1997年、2000年の3年の血糖値は、登山前から頂上、下山までの登山活動中の約4時間であるが低下傾向を示している。身体活動により血糖値が低下している先行研究をみると、山本ら[22]は、低強度・長時間運動を自転車エルゴメーター（50%VO_2max）で60分、120分、180分、および疲労困憊に至る実験の結果、血糖値は60分、120分、180分と徐々に減少したと報告している。また小野ら[21]の6時間歩行でも2時間・4時間・6時間後の血糖値は減少したと報告している。井川[23]は、マラソンのように長時間わたって激しい運動をつづければグリコーゲンの枯渇が起こり低血糖（マラソン前112.9±21.2mg/dℓからマラソン後70.±21.4mg/dℓに減少）が起きる。また46km歩行においても同様に血糖値は低血糖が起きると報告している。田畑[24]によると、長時間運動において、血中ACTH（adrenocorticotropic hormone；副腎皮質刺激ホルモン）濃度が増加するのは、血糖値が低下し、中枢（脳）の機能が低下することを防御するためと説明すれば生理学的に説明が可能な機構ということになる、と述べている。先行研究で長時間運動によって、血糖値が減少する報告と、本研究の登山活動の血糖値が減少したことと一致している。登山前から翌朝にかけて血糖値が若干増加傾向を示しているが有意差はない。被験者の血糖値は、翌朝には前日の登山前の血糖値に戻っている。本研究においても小野ら[21]の報告と一致している。

登山前における5年間の血糖値の変動率を1996年と比較すると、1997年、1998年は変動はないが、1999年は－10.3%（－10.4mg/dℓ）減少、2000年は－13.0%（－10.8mg/dℓ）減少している。日常の生活で健康づくり行動に関心と実践の効果が現れたのであろう。例えば、毎日のバランスのある食生活、暴飲暴食の自粛、近所への買い物への歩行や毎朝の決められたコースの歩行等の身体運動、禁煙習慣、適切な飲酒量、十分な睡眠、ストレスの解消等の習慣化があげられる。頂上における5年間の血糖値の変動率を1996年を基準にすると、1997年は減少、1998年は増加、1999年は減少、2000年は1996年とほぼ同じ値である。また下山後における5年間の血糖値の変動率を1996年を基準にすると、1997年は減少、1998年は増加、1999年は減少、2000年は1996年とほぼ同じ値である。これは頂上と下山後の血糖値の増減は同じパターンである。低強度・長時間運動では2時間・4時間・6時間後の血糖値は減少したと報告がある[21]ものの、頂上や下山後で1998年の血糖値が増加していることは、なにかの要因が関与したと思われる。高強度の運動負荷では血糖値が増加する報告がある。井川[23]は、中距離の激しい運動（自転車エルゴメーターによる全力走、12分間走、5000m走）の後で高血糖の見られることが多い、と報告している。本研究の運動強度（5年間）は、なだらかな舗装道路の登りと下りの歩行で急登とはいえない。1998年の登山に要する登山時間は124分、下山時間は116分を要し、他年度と比較しても早くも遅くもなく、登山のための歩行運動の

強度としては激しいとはいえない。他年度と異なる要因に気温の上昇という気象状況がある。登山活動中の気温の上昇をみると、最も登山前と頂上、下山後の温度差の低い1996年は、登山前の８℃（湿度72％）から頂上では11℃（湿度60％）で３℃の温度差であり、下山後は15℃でその温度差は少ない。ところが1998年は、登山前の気温13℃から頂上の気温24℃で11℃も上昇し、被験者の体温は上昇し発汗している。また下山時の気温は28℃まで上昇し、被験者は高い気温と舗装道路の輻射熱の中の歩行で体温は上昇し発汗していた。それに昼食時を過ぎた空腹状態での歩行はかなりのストレスがかかり、血糖値が増加したとも考えられる。このように、1998年における登山活動中の気温上昇は生体応答（血糖値）に影響したと考えられる。

V. 結　語

中高年者の運動習慣者や登山経験者の男性５人、女性４人を対象に５年間継続して登山（標高401ｍ）した。登山前から頂上、下山後さらに翌朝の空腹時の血糖値を測定し、その血糖値の変動から中高年者の登山活動による健康づくりの基礎資料を得ることを目的とした。結果は以下のとおりである。

1　登山前から頂上まで血糖値が減少傾向の年もあったが増加傾向の年もあった。登山前から下山後の血糖値は減少傾向を示した。

2　1996年の血糖値の変動率を基準にすると、登山前における変動率は1999・2000年の血糖値は減少傾向を示した。 頂上および下山後における変動率は、1998年のみ増加傾向を示した。

これらの５年間の登山における血糖値の測定の結果、登山活動による血糖値は減少傾向を示したが一部では増加傾向も示した。全般的に減少傾向を示したことは健康づくりに役立つといえよう。

謝　　辞

（財）福山通運渋谷長寿健康財団から中高年者の身体活動と健康づくり研究補助金を５年間受けた研究の一部である。研究当初より福山脳神経センター　大田記念病院の大田祥子先生に研究のアドバイスを始め健康診査、被験者としてご尽力を賜った。また被験者の池田敏美・鈴木康仁・坂本　豊氏を始め他の被験者にご協力いただき厚くお礼を申しあげます。

（2003年３月31日）

引用文献

1）ＳＳＦ笹川スポーツ財団（2001）スポーツ白書：39.

2）木村達治・折本浩一・徳永隆治・大成浄志（2002）登山活動中における休憩時間と生理学的反応との関係について．広島体育学研究 228：57-63．

3）山本正嘉（2002）携帯型呼吸代謝測定装置による登山中のエネルギー消費量の直接測定ー心拍数による間接測定法との比較検討ー．登山医学 22：33-40．

4）平松 携（1992）富士登山中のエネルギー消費量とエネルギー代謝率について．尾道短期大学研究紀要41-２：181-198．

5）平松 携（1993）八ヶ岳縦走のエネルギー消費量率について．尾道短期大学研究紀要42-２：89-109．

6）平松 携・西川弘志・松木雅文・村木里志・山崎昌廣（1998）中・高年齢女性の登山における生体反応の特性について．歩行・登山に関する基礎的研究．（財）福山通運渋谷長寿健康財団：17-26．

7）平松 携・西川弘志・松木雅文・岡崎宏一・村木里志・山崎昌廣（1998）中・高年の登山中の生理反応におけける性差．歩行・登山に関する基礎的研究．（財）福山通運渋谷長寿健康財団：27-33．

8）平松 携・岩井一師・西川弘志・松木雅文・谷岡憲三・佐賀野 健・幸田三広・藤岩秀樹・岡崎宏一・村木里志・山崎昌廣（2002）中高年者の登山における生体反応の変動ー５年間継続の血中脂質についてー．尾道大学経済情報論集2-2：103-111．

9）松木雅文・谷岡憲三・平松 携・西川弘志・岡崎宏一・佐賀野 健・村木里志・山崎昌廣（1999）中・高年者の登山時心拍応答の個人差に関する事例研究．広島商船高等専門学校紀要 第21号：87-92．

10）谷岡憲三・佐賀野 健・平松 携・松木雅文・西川弘志・岡崎宏一（2000）中・高年者の登山における主観的運動強度と心拍数に関する事例研究．呉高専35周年記念学術論文集：13-17．

11）松木雅文・谷岡憲三・佐賀野 健・幸田三広・西川弘志・平松 携・岡崎宏一・黒岩秀樹（2001）中・高年者の登山における主観的運動強度と心拍数の関係．広島商船高等専門学校紀要 第23号：73-77．

12）藤岩秀樹・西川弘志・ 松木雅文・平松 携・谷岡憲三・佐賀野 健・幸田三広・岡崎宏一・岩井一師（2003）中高年者の登山における環境応答．宇部工業高等専門学校研究報告 第49号：151-154．

13）堀江 登・中村愛子・桂 智美・川瀬純子・上田由紀（2001）絶食ならびに運動負荷がマウスの血糖値、筋肉と肝臓のグリコーゲン量におよぼす影響．武庫川女子大学紀要（自然科学）49：79-83．

14）中牟田正幸・吉田浩一・平野直美（1988）マウスの血液性状に及ぼす鍛錬の影響 ー 第

15報　発育期マウスの非鍛錬群及び鍛錬群の運動終了後における血糖量及び血中乳酸量の負荷強度の違いによる経時的変動．奈良教育大学研究紀要 Vol 37-2：7-15.
15) 中牟田正幸・中谷　昭（1987）マウスの血液性状に及ぼす鍛錬の影響 －第14報　発育期マウスの激鍛錬群と非鍛錬群の激運動負荷終了後における血糖量及び血中乳酸量の変動．奈良教育大学研究紀要 Vol 36-2：39-46.
16) 跡見順子・山田　茂・安部　孝・八田秀雄（1986）ラットの長時間運動とlimiting factor としての血糖値の推移．東京大学体育学紀要 Vol 20：44-45.
17) 鈴木政登・塩田正俊・杉浦宗夫・松原　茂・中川種栄・町田勝彦（1993）33時間絶食時運動負荷後の血漿ホルモン、血糖、乳酸、遊離脂肪酸およびグリセロール濃度の消長．体力科学　Vol 42：429-445.
18) 金谷庄蔵・藤野武彦・小宮秀一・大柿哲朗・小室史恵・加治良一・山口恭子・熊谷秋三（1986）定量的漸増運動負荷中及び回復期における血中カテコールアミン・血清カリウム・脂質及び血糖の変動．健康科学　Vol 8：35-41.
19) 金谷庄蔵・藤野武彦・小宮秀一・大柿哲朗・小室史恵・鈴木　伸・緒方道彦・宅島章・増田卓二・吉水浩・満園良一・千綿敏機・安永　誠・町田弘幸（1985）階段的運動負荷中及び血中カテコールアミン、血中カリウム、脂質及び血糖の変動．健康科学Vol 7：51-59.
20) 藤巻利昭・小川新吉・浅野勝己・古田善伯・富原正二・矢野徳郎・小原達朗（1983）中高年長距離走者の生理的特性．体力科学　Vol32：269-277.
21) 小野三嗣・宮崎義憲・渡辺雅之・池田道明・長尾憲樹・山本隆宣・清水　悟・原　英喜・小野寺昇・田中弘之・秦　久美子・原田邦彦・小川芳徳・春日規克（1981）長距離歩行の至適処方確立のための基礎的研究（その一）．体力科学　Vol 30-4：193-205.
22) 山本　薫・平井雄介・田畑　泉（1992）低強度・長時間運動中の疲労困憊時に血糖値を運動前の値に戻した時の血漿ACTHとコルチゾールに及ぼす影響．日本体育学会　第43回大会号：328
23) 井川幸雄（1985）運動と糖質代謝．体育の科学　Vol 35-4：266-269.
24) 田畑　泉（2001）長時間運動の生理・生化学．体育の科学 Vol 51-10：758-765.