

中高年者の登山における生体反応の変動

(5年間継続の血中脂質について)

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⁾

中高年者の歩行習慣や登山・スポーツ経験のある男性5人、女性5人を対象に、登山(標高401m)した。登山前から翌朝にかけて血中脂質(TG、 β -リポ蛋白、T-C、HDL-C)の変化を1996年から5年間継続的に測定し、その血中脂質から登山による健康づくりの基礎的な資料を得ることを目的とした。

TGは、1996年から2000年の5年間とも登山前から翌朝まで減少した。 β -リポ蛋白は、1996年、1997年、1999年、2000年の4年間において、登山前から翌朝にかけて減少した。T-Cは、2000年のみ登山前から翌朝にかけて減少した。HDL-Cは、1998年のみ登山前から翌朝にかけて増加した。

このように、中高年者の登山が血中脂質の変化が健康づくりに役立つことが示唆された。

キーワード：中高年者 登山 血中脂質 5年間継続

目次

- I. 目的
- II. 方法
- III. 結果
- IV. 考察
- V. 結語

1) 尾道大学 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) 福山大学非常勤講師
 8) 長崎シーボルト大学 9) 広島大学

Ⅰ. 目的

歩行や低山の登山は、手短な歩行道、登山道が整備されているため、高齢者（65歳以上）にも実践者が多くなってきている¹⁾。歩行については、21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）で奨励している。また低山の登山は、ハイキングの会、山岳会、仲間等で組織的な活動や個人での活動が盛んに行われている。歩行や低山の登山は身近で手軽さが受け入れられ身体活動による健康づくりが実践されている。

身体運動と血中脂質との研究が1980年代以降から報告されてきた²⁻¹¹⁾。

Yamasakiら¹²⁾は、20歳男性を対象に長距離歩行実験において、歩行開始1時間あたりから血中脂質成分が変化していることを指摘した。筆者らも、中高年者を対象に20kmの長距離歩行における生体反応（体重、心拍数、血中脂質）の測定を実施した結果、歩行距離が長くなるに従い、体重は減少傾向、心拍数は60・70歳代が後半に増加傾向を示した。また血中脂質の中性脂肪（TG）は減少したが、高比重リポ蛋白コレステロール（HDL-C）の変化は認められなかった¹³⁾。次に20km歩行よりも運動負荷の大きい山（標高401m）に20kmの距離を設定した。その時、中高年女性の登山の生体応答は、HDL-Cは登山前から翌朝に増加し、総コレステロール（T-C）およびTGは低下した¹⁴⁾。翌年、同山に中高年者を対象に登山を実施し、生体反応の性差を検討した。登山前から翌朝まで性差の変動率は、TG、 β -リポ蛋白、HDL-C、T-C、とも少なかった。しかしTGは登山前から翌朝まで減少し、男性女性とも約50%も減少した。血中脂質の性差は、少なかったとは言え生活習慣病予防に影響が深いことが示唆された¹⁵⁾。同一被験者が同じ山に毎年登ると血中脂質（TG、 β -リポ蛋白、T-C、HDL-C）の反応がどのように変化するかは、大変興味深いものがある。なお本研究に関連する心拍数については、すでに筆者らが報告している¹⁶⁻¹⁸⁾。

そこで本研究は、低山の登山において、中高年者を対象に血中脂質（TG、 β -リポ蛋白、T-C、HDL-C）を登山前から翌朝まで5年間継続的に測定し、血中脂質の変化から登山による健康づくりの基礎的な資料を得ることを目的とした。

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。

表1 被験者の身体特性

	性別	年齢 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)	骨密度 (g/cm ²)
1996年 (11月)	男性 (n=5)	58.2 ± 7.9	162.3 ± 2.3	56.8 ± 6.0	0.563 ± 0.054
	女性 (n=4)	55.8 ± 5.4	153.9 ± 3.0	52.3 ± 3.0	0.441 ± 0.092
1997年 (11月)	男性 (n=5)	59.2 ± 7.9	161.1 ± 3.0	58.4 ± 6.7	0.560 ± 0.058
	女性 (n=3)	59.0 ± 3.6	152.0 ± 1.0	54.5 ± 0.5	0.446 ± 0.101
1998年 (11月)	男性 (n=5)	60.2 ± 7.9	162.3 ± 2.3	59.8 ± 6.0	0.562 ± 0.060
	女性 (n=4)	57.8 ± 5.4	153.6 ± 2.5	52.8 ± 1.6	0.423 ± 0.090
1999年 (11月)	男性 (n=5)	61.2 ± 7.9	161.1 ± 2.5	58.3 ± 7.2	0.569 ± 0.059
	女性 (n=4)	58.8 ± 5.4	153.3 ± 2.6	52.6 ± 2.0	0.416 ± 0.087
2000年 (11月)	男性 (n=5)	62.2 ± 7.9	161.0 ± 2.7	58.2 ± 6.8	0.552 ± 0.052
	女性 (n=4)	59.8 ± 5.4	153.5 ± 2.4	51.5 ± 1.9	0.408 ± 0.090

(2)登山場所、登山距離、測定日、登山時間等

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。登山道と下山道を同一道とし、被験者が登山時および下山時とも集団で行動するように依頼し実行した。採血は、登山前、頂上、下山後、翌朝の4回行った。測定日は1996年から2000年の5年間（11月実施）とした。登山開始から頂上および下山時までには要した時間は表2のとおりである。

表2 登山行動記録

	登山時所要時間(分)	頂上休憩時間(分)	下山時所要時間(分)
1996年 (11月)	124	14	106
1997年 (11月)	120	27	116
1998年 (11月)	124	22	116
1999年 (11月)	128	21	114
2000年 (11月)	129	18	113

(3)血中脂質の採血等

採血は肘正中皮静脈から行った。血中脂質（TG、 β -リポ蛋白、T-C、HDL-C）の分析は、福山市医師会総合検診センターに委託した。

(4)被験者の事前健康診査、承諾書、医師および看護師の同行

測定日より事前（1週間以内）に病院において健康診査を行った。その結果を医師が登山に支障のない身体であることを確認の後、被験者全員から登山承諾を得た。次に全員の被験者および検者を保険に加入した。測定中は医師および看護師が終始同行した。

(5)当日の朝食等

被験者全員に測定当日の朝食は、測定2時間前までに日常の食事を摂り、特別な運動をしないように依頼し協力を求めた。また登山活動中の給水は、ミネラルウォーター、お茶を個人の任意で飲むようにした。

(6)測定日および気象状況

測定中の気象状況は、表3のとおりであった。

表3 気象状況の変化

区 分	登山前			頂上			下山後			天気
	気温(°C)	湿度(%)	気圧(hPa)	気温(°C)	湿度(%)	気圧(hPa)	気温(°C)	湿度(%)	気圧(hPa)	
1996年(11月)	8.0	72	1026	11.0	60	984	15.0	55	1029	はれ
1997年(11月)	17.0	85	1018	16.0	73	975	26.0	54	1018	はれ
1998年(11月)	13.0	79	1021	24.0	88	971	28.0	42	1012	くもり
1999年(11月)	6.0	51	1022	14.0	36	975	18.0	32	1018	はれ
2000年(11月)	10.4	73	1023	14.6	38	979	17.0	40	1024	はれ

(7)統計処理

統計処理の方法は、対応のあるt検定を行った。有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結 果

図1は、TGの5年間の変化を示した。1996年、1997年、1998年、1999年、2000年の5年間は、登山前から翌朝にかけて有意に低下した。2000年が5年間のうちで高い数値であった。図2は、2000年の登山前から翌朝にかけてTGの変化を示したものである。TGは登山前から翌朝にかけて有意に減少した。

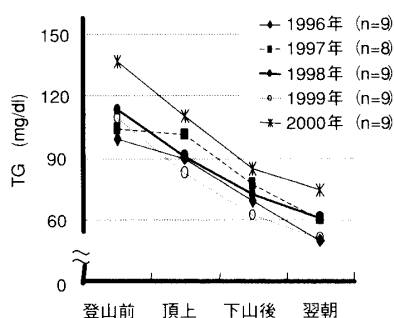


図1 5年間におけるTGの変化(平均値)

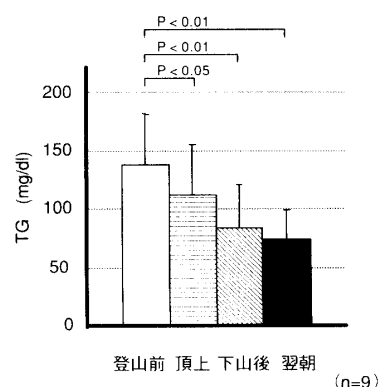


図2 2000年におけるTGの変化(平均値と標準偏差)

図3は、 β -リポ蛋白の5年間の変化を示した。1996年が5年間のうちで最も高い数値であった。 β -リポ蛋白は、1996年、1997年、1999年、2000年において、登山前から翌朝にかけて有意に減少していることが認められた。なお1998年は登山前から翌朝にかけて有意な差は認められなかった。図4は、1999年の β -リポ蛋白の変化を示したものである。 β -リポ蛋白は登山前から翌朝にかけて有意に減少を示した。

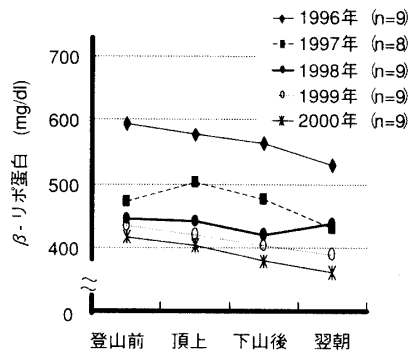


図3 5年間における β -リポ蛋白の変化(平均値)

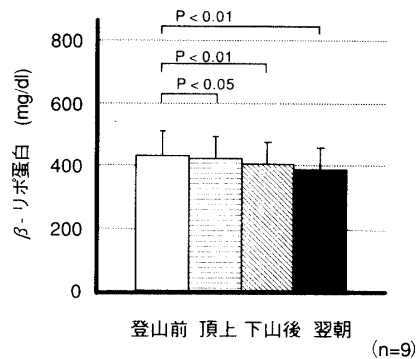


図4 1999年における β -リポ蛋白の変化(平均値と標準偏差)

図5は、T-Cの5年間の変化を示した。2000年のT-Cは、登山前から翌朝に有意に減少していることが認められた。なお1996年、1997年、1998年、1999年のT-Cは、登山前から翌朝にかけて減少傾向にあるが有意な差は認められなかった。図6は、2000年のT-Cの変化を示したものである。

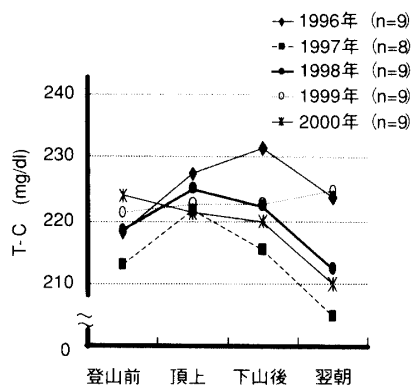


図5 5年間におけるT-Cの変化(平均値)

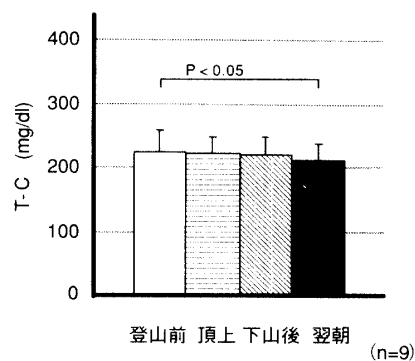


図6 2000年におけるT-Cの変化(平均値と標準偏差)

図7は、HDL-Cの5年間の変化を示した。1998年のHDL-Cは、登山前から翌朝まで有意に増加していることが認められた。なお1996年、1997年、1999年および2000年は、登山前から翌朝にかけて有意な差は認められなかった。図8は、1998年のHDL-Cの変化を示したものである。

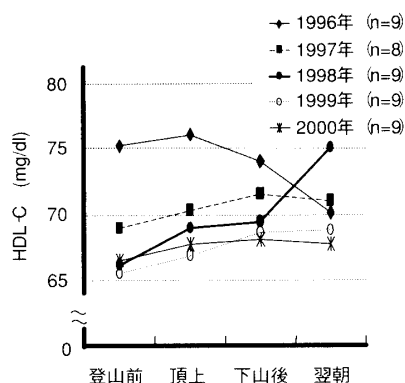


図7 5年間ににおけるHDL-Cの変化(平均値)

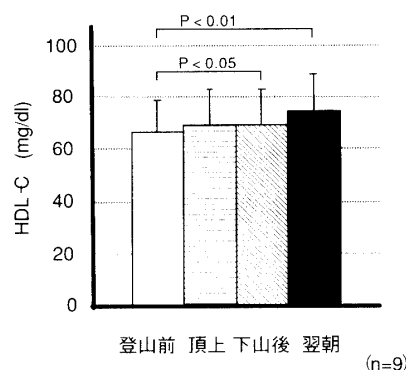


図8 1998年におけるHDL-Cの変化(平均値と標準偏差)

IV. 考 察

TGは、運動強度が低く、しかも長時間にわたって大きな運動量となる場合には脂質代謝が中心となり、エネルギー供給源となっている¹⁹⁾。本研究のTGをみると、1996年から5年間登山前から頂上、下山後、さらに翌朝と減少する。TGの登山前から翌朝までの変動率は、 -53.9% (1999年)、 -49.7% (1996年)、 -45.8% (2000年)、 -45.7% (1998年)、 -42.0% (1997年)の順である。特に変動率の高い1999年のTGは、登山前 ($109.3 \pm 36.5 \text{ mg/dl}$) から頂上 ($82.4 \pm 24.8 \text{ mg/dl}$)、下山後 ($62.2 \pm 21.3 \text{ mg/dl}$)、翌朝 ($50.4 \pm 20.4 \text{ mg/dl}$) まで減少している。TGが翌朝まで低下したのはすでに発表している筆者らが実施した調査研究と一致した^{14,15)}。56Km長距離歩行において、TGは漸次減少した報告²⁰⁾や3日間歩行の長時間運動でTGは減少している²¹⁾。またマラソンレース1日後のTGも低下したという報告がある²²⁾。これら長時間運動の先行研究におけるTG減少と本研究におけるTGの減少は一致した。

β -リポ蛋白は、肝臓で合成されたコレステロールを末梢へ運搬する役割をしている²³⁾。 β -リポ蛋白の登山前から翌朝にかけて、1998年を除いた4年間は有意に減少している。 β -リポ蛋白の登山前から翌朝までの変動率は、 -13.6% (2000年)、 -11.8% (1996年)、 -10.3% (1999年)、 -8.6% (1997年)の順である。登山前から翌朝にかけて β -リポ蛋白は、およそ一割の減少がみられる。

T-Cをみると、トライアスロン競技において、レース前とレース1日後との比較では、男性は7%、女性は14%低い値であったという報告がある²⁴⁾。マラソン競技においてもレース1日後にT-Cは、低下したという報告もある²²⁾。本研究では、2000年のT-Cは、登山前 ($223.8 \pm 33.4 \text{ mg/dl}$)、下山時 ($219.8 \pm 26.8 \text{ mg/dl}$)、翌朝 ($209.8 \pm 26.3 \text{ mg/dl}$) まで減少している。その変動率は -6.3% である。しかし1996年から1999年にかけて4年間の有意な差はない。Yamasakiら¹²⁾の報告によると、3時間歩行ではT-Cの変動に有意な差はないという。

筆者ら¹³⁾の20Km歩行においても同様にT-Cに変動はない。

HDL-Cは、レシチンコレステロールアシルトランスフェラーゼと共同して各細胞で過剰となったコレステロールを収容して肝細胞へ運ぶ働きをする²⁵⁾。西村ら²⁶⁾によると、脳血管障害群、心疾患群、高血圧群、糖尿病群と正常群（比較的異常なく日常ゴルフやマラソンなどを行い健康、体力に注意している）と比較すると、正常群は、HDL-Cが高い値を示し、T-C、TG、 β -リポ蛋白が最小値を示したと報告している。過激な運動量で知られているトライアスロン競技のレース前とレース後とのHDL-Cの比較では、男性群は競技直後9%増加し、1日後も同じレベルを維持していた。一方女性群はほとんど変化がなかったと報告している²⁴⁾。山崎ら²⁷⁾は、3日間の長距離歩行（1日40Km）でHDL-Cは増加したと報告している。筆者らの平地の20Km歩行の歩行前と歩行後とではHDL-Cの差はなかった¹³⁾。しかし本研究と同じ山に同じ条件で登山した女性のHDL-Cは増加した¹⁴⁾。本研究では、5年間の登山でHDL-Cが有意差を示したのは1998年の1年で他の4年間は有意な差は認められない。有意な差のあった1998年のHDL-Cをみると、登山前（ $66.1 \pm 12.6 \text{ mg/dl}$ ）、頂上（ $68.9 \pm 14.3 \text{ mg/dl}$ ）、下山後（ $69.4 \pm 13.7 \text{ mg/dl}$ ）、翌朝（ $75.0 \pm 14.3 \text{ mg/dl}$ ）で、登山前から翌朝まで増加している。この登山前から翌朝までの変動率は11.3%である。

以上のことからTG、 β -リポ蛋白は減少、T-Cも減少傾向を示した。善玉コレステロールといわれるHDL-Cは増加傾向を示した。中高年者における低山の登山は、血中脂質からみると健康づくりに効果的であることが示唆される。

各年別にみると、TGおよび β -リポ蛋白は、1996年に高い数値を示し、1997年、1998年、1999年、2000年と低い数値を示した。これは、各被験者が登山や歩行の実践者で身体活動と健康づくりとに関心の深い人たちであったことが主因と考えられる。加えて、毎年の測定データを図表にして被験者に還元した。その還元した測定データをみた被験者は、健康への深い関心と健康づくりへの動機となって、運動ばかりでなく食生活の改善、健康に関わる行事への参加等の行動に結びついたと考えられる。

V. 結 語

中高年者の歩行習慣や登山・スポーツ経験のある男性5人、女性4人を対象に、登山（標高401m）した。登山前から翌朝にかけて血中脂質（TG、 β -リポ蛋白、T-C、HDL-C）の変化を5年間継続的に測定し、その血中脂質から登山による健康づくりの基礎的な資料を得ることを目的とした。測定結果は次のとおりであった。

TGは、1996年から2000年の5年間とも登山前から翌朝まで減少した。登山前から翌朝までの変動率の高かったのは-53.9%（1999年）であった。 β -リポ蛋白は、1996年、1997年、1999年、2000年の4年間において登山前から翌朝にかけて減少した。その変動率の高かつ

たのは-13.6% (2000年)であった。T-Cは、2000年のみ登山前から翌朝にかけて減少した。その変動率-6.3%の減少であった。HDL-Cは、1998年のみ登山前から翌朝にかけて増加していた。その変動率は11.3%であった。

このように5年間の測定の結果、中高年者の登山が血中脂質の変化が健康づくりに役立つことが示唆された。

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。本研究はその一部である。補助金を受けるに当たりプロジェクトチームを編成した。研究補助金の打ち切り後の1997年からも労力を惜しまず4年間継続した。

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は、研究のアドバイス、事前健康診査、自ら被験者になっていただいたりしてご尽力、ご指導を賜った。また被験者の池田敏美・鈴木康仁・坂本 豊氏をはじめ他の被験者に厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) S S F 笹川スポーツ財団 (2001) スポーツ白書: 39.
- 2) 広田公一・東 恵彦・新木俊正・北 博正・井川正治 (1980) コレステロール代謝に及ぼす身体運動のトレーニング効果. 体育学研究 24-4: 325-332.
- 3) 春日規克 (1984) トレーニングが血中及び脂肪組織の脂肪酸構成比のあたえる影響. 体育学研究 29-3: 245-249.
- 4) 阿部 孝・坂本晃史・浅見俊雄・東 恵彦・広田公一 (1987) 動脈壁コレステロール代謝に及ぼす運動トレーニングの影響. 体育学研究 32-3: 181-185.
- 5) 阿部 孝・坂本晃史・広田公一・東 恵彦 (1986) コレステロール代謝に及ぼす身体トレーニングおよび食塩負荷の影響. 体力科学 35-2: 145-151.
- 6) 東 恵彦・竹井信子・鈴木 聡・広田公一・坂本晃史 (1987) 血清および血管壁コレステロール代謝に及ぼす身体運動のトレーニング効果. 体力科学 36-2: 95-102.
- 7) 阿部 孝・坂本晃史・八田秀雄・板井美浩・浅見俊雄・東 恵彦・広田公一 (1987) ラット肝コレステロール代謝に及ぼすトレーニング強度の影響. 体力科学 36: 276-286.
- 8) 今野道勝・若菜智加子・伊規須英輝・武谷 溶 (1981) 運動、栄養、身体組成と血中脂肪. 健康科学 3: 105-110.
- 9) 小室史恵・大垣哲朗・藤野武彦・森田ケイ・本田理恵 (1984) オーバーナイトハイクが血中・尿中物質に及ぼす影響. 健康科学 6: 67-77.
- 10) 小室史恵・大垣哲朗・宅島 章・吉水 浩・満園良一 (1990) 中高年婦人の健康づくり運動教室の効果に関する研究—4年間継続者と中断者における血清脂質の動態—. 健康科学 12: 99-106.

- 11) 樋口 満・吉武 裕・岡 純・宮下充正（1999）「伊能ウオーク」に参加している高齢男性の血中脂質・リポ蛋白プロフィール. ウォーキング科学 3：9-12.
- 12) Yamasaki,M., Inomoto,T., Yamamoto,S., Imai,Y.and Sasaki,T.（1985） Changes in respiratory functions and serum lipids during prolonged treadmill walking. J. Human Ergol. 14：105-112.
- 13) 平松 携・西川弘志・松木雅文・村木里志・山崎昌廣（1995）中・高年齢鍛錬者の長距離歩行における生体反応について. 広島体育学研究 第21号：39-46.
- 14) 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.
- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 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.
- 18) 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.
- 19) 岩垣丞恒（1990）運動生理生化学、脂肪と運動、倍風館. pp.162-163.
- 20) 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.
- 21) 後藤芳雄・荒尾 孝・木村靖夫・山崎省一・伴 俊伸（1990）3日間の長距離歩行運動が生体に及ぼす影響—血中アポ蛋白及びLCAI活性の変動—. 体力科学 Vol 39-6：568.
- 22) 宮林達也・尾尻義彦・猪狩 淳・上江州典子・大城 勝・外間政哲・森 久恒（1987）マラソンレースが生体に及ぼす影響（第2報 血清脂質について）. 体力科学 Vol 36-6：644.
- 23) 森 三樹雄（1987）病氣と検査、糖尿病およびその他の疾患、第一出版. pp.101.
- 24) 高波嘉一・岩根久夫・下光輝一・藤波襄二・中島英文・石井フミ子・勝村俊仁・石井俊彦（1988）トライアスロンの血清脂質におよぼす影響（第2報）—HDLに対する運動効果の男女差について—. 体力科学 Vol 37-6：648.
- 25) 水上茂樹・谷口己佐子・中坊幸弘編（1996）ヒトの生化学、生体物質とその代謝、講談社. pp.88.
- 26) 西村幸之助・西村幸隆・北村和人（1984）運動負荷の中高年齢者の血液（特に高脂血症）に及ぼす影響. 体力科学 Vol 33-6：338.
- 27) 山崎省一・木村靖夫・鈴木淳（1994）長時間歩行中の生理・生化学的応答. ランニング学研究 5：33-42.