短 報

暑熱環境における若年男性の血中脂質濃度変化

Modification of Serum Lipid Concentrations in Young Men Exposed to a Hot Environment

山本宏実, 鄭 奎城, 有泉 誠
琉球大学医学部医学科保健医学講座

Hiromi YAMAMOTO, Kui-cheng ZHENG
and Makoto ARIIZUMI

Department of Preventive Medicine, Faculty of
Medicine, University of the Ryukyus

キーワード: Hot environment, Male, Serum lipid, Physical factor, Life style

背 景

暑熱環境は一般的な環境因子であるが, 生体の生理機能に対して極めて多彩な影響を及ぼすことが知られており, 多くの知見が積み重ねられてきた。また, 近年地球規模の環境変化が急速に進み, WHO, WMO (World Meteorological Organization 世界気象機関) は地球規模の温暖化の進行は酷暑日の頻度の増加, あるいは長期化をもたらすと警告している。それにより暑熱環境による影響は高温作業従事者など特殊な集団に限らず, 今後は, 屋外作業従事者, あるいは一般集団に拡大していくことが予測される。さらに暑熱による深刻な健康影響は比較的高齢者層に顕著であることから¹⁾, 公衆衛生学的な視点からも重要な問題である。

一方, 近年の食生活を中心とした急速な生活様式の変化による脂質代謝の破綻は疾病構造を大きく変貌させ, 医学的, 社会的な問題になっており, それは一つ高齢者における問題にとどまらないことは言を待たない。脂質代謝に関してもより若年層を対象に, ますます多様化する生活環境の中でどのように影響されるかについて解明してゆくことが, 今日的な課題であると考えらる。

目 的

本研究はこのような観点から, 日常生活で経験しうる暑熱環境そのものが短期的に生体の血中脂質濃度に影響するのか, また, それは身体的要因や生活習慣により修飾されるかといった点を実験的に検討することを目的とした。

対象と方法

実験は2000年12月から翌年2月にかけて行った。20歳代の健康な男子学生11名を対象とした。被験者にはあらかじめ実験の方法, 予測されうる事態, およびそれに対する処置について充分説明し同意を得た。実験に先立って身体計測, 上腕骨中間点および, 肩甲骨下端の皮下脂肪厚, ウエスト, ヒップ周囲長を測定し, 1日の食事回数, 1週間あたりの運動の回数, 飲酒頻度, 喫煙係数などの生活習慣に関する聞き取り調査を行った。問診と理学所見で問題がないと考えられるものを登録した。被験者は実験の前日夜9時以降12時間禁飲食とし, 当日の服装は上半身は下着なしの半袖シャツ1枚, 下半身は下着と長ズボンで統一した。日本薬学会が定義する快適な環境²⁾, すなわち気温約25℃, 湿度約60%の条件で30分間座位をとり, 周囲の環境に順化した後, 血圧, 脈拍数を測定し, 体温はデジタル体温計で舌下温度を測定した。前腕からコントロールの採血を行い, 採血針は静脈に留置したまま, 室温35℃, 湿度約60%に設定した人工気象室へ入室し再び座位をとり10分おきに血圧, 脈拍数, 舌下温度を測定し, 入室して40分経過した後には再び採血を行った。実験中は禁飲食とした。採取した血清を用いて総コレステロール, HDL-C, LDL-C, 中性脂肪, 遊離脂肪酸を測定し, 暑熱曝露前後の変化を検討した。血清中の脂質の変化はPaired t-testで解析した。また, 身体的要因, 生活習慣と, 血中脂質濃度変化の関連性を検討した。

結 果

被験者の平均年齢は22.8 ± 1.7歳, ウエストヒップ比0.8 ± 0.03, 皮下脂肪厚27.1 ± 14.1 cmであった (平均 ± 標準偏差)。暑熱環境は実験ごとに若干のばらつきはあったが, WBGTでおおむね28.5℃であった。全被験者の測定した脂質の平均値は暑熱曝露後全て低値を示したが, その差は統計的に有意ではなかった。暑熱曝露後, 総コレステロールが減少した7名と, 上昇した4名との2群に分けて検討したところ, 前者では暑熱曝露前後でバイタルサインの有意な変化はなかった。総コレステロール以外の脂質は, 統計的に有意な変化を示さなかった (Table 1)。一方, 総コレステロールが減少した群では, 舌下温度が有意に上昇し, LDL-C, 中性脂肪の平均値

2001年3月23日受付; 2001年10月6日受理

連絡先: 山本宏実 〒903-0215 沖縄県西原町上原207 琉球大学医学部医学科保健医学講座. Correspondence to: H. Yamamoto, Department of Preventive Medicine, Faculty of Medicine, University of the Ryukyus, 207 Uehara, Nishihara, Okinawa 903-0215, Japan

Table 1. Vital signs and serum lipid concentrations in subjects with enhanced cholesterol levels

	Before exposure	After exposure	p-value
Vital signs			
Systolic blood pressure (mmHg)	111.5±9.0	107.8±5.9	0.11
Diastolic blood pressure (mmHg)	66.3±8.8	68.5±9.1	0.54
Pulse rate (bpm)	64.5±7.7	67.0±13.2	0.31
Oral temperature (°C)	36.5±0.3	36.7±0.2	0.31
Serum lipid concentrations			
Total Cholesterol (mg/dl)	114.0±15.7	148.0±15.0	0.02
LDL-C (mg/dl)	78.0±12.0	78.5±14.0	0.66
HDL-C (mg/dl)	61.8±11.5	61.5±10.9	0.83
Triglyceride (mg/dl)	56.8±17.9	57.3±20.7	0.86
Free Fatty Acid (mg/dl)	0.59±0.09	0.55±0.09	0.7

Values are expressed as means±SD. The number of subjects is 4.

Table 2. Vital signs and serum lipid concentrations in subjects with decreased cholesterol levels

	Before exposure	After exposure	p-value
Vital signs			
Systolic blood pressure (mmHg)	103.4±6.4	99.3±11.2	0.22
Diastolic blood pressure (mmHg)	63.1±6.9	64.3±8.1	0.47
Pulse rate (bpm)	59.7±12.0	66.3±11.7	0.1
Oral temperature (°C)	36.4±0.4	36.8±0.4	0
Serum lipid concentrations			
Total Cholesterol (mg/dl)	155.0±46.8	148.9±46.8	0
LDL-C (mg/dl)	88.9±40.8	87.0±39.5	0.03
HDL-C (mg/dl)	50.8±8.1	50.8±7.4	1
Triglyceride (mg/dl)	67.1±15.4	60.6±16.2	0.03
Free Fatty Acid (mg/dl)	0.58±0.24	0.54±0.21	0.72

Values are expressed as means±SD. The number of subjects is 7.

は、有意に減少した (Table 2)。暑熱環境曝露前後の脂質濃度変化と体格指数や生活習慣などに関する要因との間に有意な相関性は認められなかった。

考 察

温度環境が生命維持、あるいは疾病の発症と密接な関連性を有することはいくつかの疫学データにより示されている^{1), 3-5)}。しかし、環境変化が加速度的に進んだ場合、主要な疾病の危険因子である脂質の代謝系に及ぼす影響については未解明な点が多い。

今回の実験では被験者 11 名のうち 7 名で暑熱曝露後に総コレステロール値が減少し、4 名が増加した。S.S.AL-Harthi ら⁶⁾ は熱中症で搬送された症例について血中コレステロールが減少していたものと、増加していたものの比はおおよそ 2 : 1 であると報告しているが、今回の曝露条件は生体機能の恒常性を十分保つことができる程度であり、単純に比較することはできないが類似した結果であると考えられる。血中コレステロール値が変

化するためには様々な機序が想定される。例えば暑熱ストレスによるコルチコイド、インスリンなど、内因性ホルモン環境の変化、あるいは脂質合成系の酵素活性の変化などが考えられるが、Jeffrey ら⁷⁾ は培養細胞を用いた実験で、低温に比べて高温培養では細胞表面の受容体への LDL 結合が増加したことを報告している。また、HMG-CoA 還元酵素、あるいは LDL 受容体の発現は共通の因子により遺伝子レベルで調節されていることが示唆されており、なおかつこうした調節系がコレステロールの代謝・合成において中心的な役割を果たしていると考えられている⁸⁾。暑熱曝露後、脂質が低下した群においてもこうした機能が活性化されたと仮定すると、今回の結果は非常に明確に説明可能であるが、本研究のみでは実証が不十分である。

一方 William ら⁹⁾ は、暑熱環境での主要な血中成分の変化を検討した結果、総コレステロール、LDL が我々の結果とは逆に増加したと報告しているが、曝露条件は気温 40 °C、相対湿度約 20 % で、かなり特殊な環境

であり、しかも本邦においてはあまり現実的ではないと思われる。また、本研究では舌下温度が有意に上昇した群で総コレステロールが減少した。暑熱環境に対する個人の反応性の違いによる現象かもしれないが、発汗あるいは不感蒸泄による血液の濃縮による脱水量を補正しておらず、また、コントロール条件で脂質を測定しなかったため根拠に乏しく本研究の欠点であると考ええる。

血中脂質、とくに総コレステロールは長期的な食習慣、あるいは生活習慣、身体的要因と密接な関連性があるとされており¹⁰⁾、本研究でも被験者の生活習慣に関する聞き取りを行ったが、今回得られた情報では脂質の変化を十分説明することはできなかった。聞き取り方法、あるいはアンケートの方法を検討する必要があると考ええる。さらに、実際の高温作業現場では身体的な労作が加わっていることが多いと思われるため、より現実に近い条件設定、あるいは個人の属性、実験の再現性など、考慮すべき点は多い。また、暑熱環境曝露後、再び快適な環境に戻った場合の脂質濃度変化については検討していないが、追加実験で再検討を計画している。

文 献

- 1) 本田 靖, 小野 雅司, 佐々木昭彦ほか. 九州における日最高気温と死亡との関係. 日本公衛誌 1995; 42: 260-267.
- 2) 齋藤和雄. 新しい環境衛生. 東京: 南江堂, 1985: 60.
- 3) 泊 惇, 柳橋次雄, 脇坂一朗ほか. 脳血管疾患および心疾患死亡の季節変動. 日本公衛誌 1991; 38: 315-323.
- 4) Nakai S, Itoh T, Morimoto T. Death from heat-stroke in Japan: 1968-1994. *Int J Biometeorol* 1999; 43: 124-127.
- 5) Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: A time-series analysis. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 331-341.
- 6) Harthi SSAL, Karrar O, Mashhadani SAAL. Metabolite and hormonal profiles in heat stroke patients at Mecca Pilgrimage. *J Intern Med* 1990; 228: 343-346.
- 7) Hoeg JM, Demosky, Jr SJ, Schaefer EJ et al. Characterization of hepatic Low Density Lipoprotein binding and cholesterol metabolism in normal and homozygous familial hypercholesterolemic subjects. *J Clin Invest* 1984; 73: 429-436.
- 8) 木下 誠. 脂質/リポ蛋白代謝における肝臓の役割. *The Lipid* 1995; 6: 17-22.
- 9) Keatinge WR, Coleshaw SRK, Easton JC et al. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med* 1986; 81: 795-800.
- 10) Sasaki S, Ishikawa T, Yanagibori R. Responsiveness to a self-administered diet history questionnaire in a work-site dietary intervention trial for mildly hypercholesterolemic Japanese subjects. *J Cardiol* 1999; 33: 327-338.