

ジョギング習慣をもつ中高年者の 運動適応能に関する検討

国会健康センター	山 本 隆 宣
(共同研究者) 東京学芸大学	長 尾 憲 樹
同	外 山 寛
同	西 牧 正 行
同	渡 辺 勉

Adaptation to Exercise in Middle-Aged and Old Runners

by

Takanobu Yamamoto*, Noriki Nagao**, Hiroshi Toyama**,
Masayuki Nishimaki**, Tsutomu Watanabe**.

* *The National Diet Health Center*

** *Department of Physical Education,
Faculty of Education, Tokyo Gakugei University*

ABSTRACT

Effects of 7km running on heart rate, electro-cardiogram (ECG), plasma noradrenaline, serum CK isoenzyme and LD isoenzyme in 3 middle-aged and old healthy men (46-48 years old: range) having exercise habits (3-7 years: range) were investigated.

The results were as follows:

- 1) No changes were observed in ECG before and after exercise.
- 2) Heart rate were elevated up to 123 beats/min (mean value) immediately after exercise.
- 3) Plasma noradrenaline concentration showed increase of 1.82 ng/ml (mean value) immediately after exercise.
- 4) Mean value of serum CK-MB activity was 12.6, 14.7 and 11.1 Iu/L (rest, immediately after exercise and next day, respectively).

- 5) Plasma noradrenaline, LD₄, LD₅ and CK activity in next day remained elevated for rest level.

1. 緒 言

中高年者は、職場や家庭内において最も中心的な存在である。この人々の健康状態は、日本社会の動向を左右するといっても過言ではない。とくに近年、健康づくりを目的として、涙ぐましい努力がなされている。ジョギングは、その具体化された現れのひとつであろうと思われる。

中高年からこのような運動習慣をもつことは、循環器系を中心とした疾病の予防または改善に役立つといわれている。しかしながら小野⁹⁾は、中高年者に対する運動がオーバートレーニングになるようでは、エネルギー利用能が低下したり、体タンパクをこわすような好ましくないエネルギー利用の可能性もあることも指摘している。これは中高年者に対する運動処方確立上、留意しなければならない点であろう。

そこで我々は、ジョギングが心・血管系に及ぼす影響の程度を知るために、血液中の酵素および内分泌の面から、運動時の心筋代謝の動態を推察し、ジョギングの効用をこの方面からチェックしようとした。

2. 実験方法

被検者は、ジョギング歴3～7年、年齢46～48才、身長162～179cm、体重51～71kgの健常男子3名である。

実験当日の昭和56年3月23日の環境条件は、快晴、温度16°C、湿度28%であった。

ジョギングは7km走とし、普段トレーニングを行っていると同様の各自のペースで行われた。7km走所要時間は全員38分であった。

測定は心拍数、心電図、血液化学物質で、運動

前安静時、運動直後および翌日安静時の3回行った。

採血は肘静脈より行ない、分析項目は内分泌機能として血漿中ノルアドレナリン、酵素としてCK、CK-MB、LD₁、LD₂、LD₄およびLD₅である。

血漿中ノルアドレナリンは、アルミナを用いて吸着し、溶出後高速液体クロマトグラフィー(THI法)を用いて検出、定量した¹⁰⁾。血清CK-MB活性は、イムノインヒビジョン法で、ABBOTT社の自動分析装置ABA-100を用いて測定した。

LD₁、LD₂、LD₄およびLD₅は、電気泳動法によって行った。

3. 結果および考察

(1) 心臓交感神経機能評価の指標としてみた

血漿中ノルアドレナリン濃度

生体の変化を瞬時にとらえ、心臓由来の指標として血漿中ノルアドレナリン濃度を測定する意義は大きい。

三浦ら⁵⁾は、心臓交感神経から放出されたノルアドレナリンは、大半が冠循環の血液とともに冠静脈洞に還流するので、冠静脈洞血漿濃度から心臓交感神経機能の指標として用いることができる。ただし、安静状態での濃度は、心臓由来のものとして考えるには疑問を示している。

しかし、本実験で行なわれたような7km走実施直後においては、十分その濃度が心臓由来のものであることが考えられ、生体に与えた負担の程度と関係すると推定される。

Manhemら⁴⁾、Christensenら³⁾も、我々と同

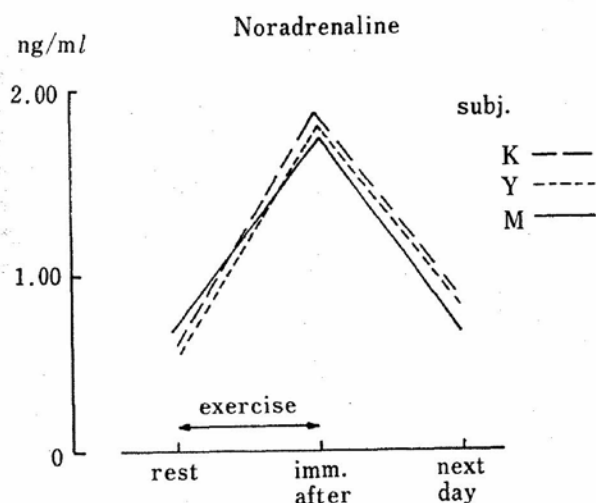


図1 Changes in plasma noradrenaline at 7km running.

様の考え方を支持している。

図1に示されるように、3名の被検者が同所要時間で完走したことに合わせたように、血漿中ノルアドレナリン濃度も安静時、運動直後ともに同レベルを示していた。しかも、運動直後のレベルは平均1.82ng/mlと低濃度であり、今回の7km走および通常行われているトレーニングの質と量は、身体とくに心臓に対する負担が適切な状態であることがうかがわれる。

心拍数も、運動直後112～132拍/分の範囲にあり、ジョギング習慣をもっている者にとって中等度相当の運動であることが考えられる。

しかしながら、すでに我々は持久走が長期にわたって生体に影響を与えるケースを報告した⁷⁾。

この報告で、心筋由来の酵素とともに、血漿中ノルアドレナリン濃度も、運動実施前の安静時平均0.74ng/mlから、運動後翌日の安静時平均0.98ng/mlと上昇していたことを指摘した。

今回も、安静時平均0.60ng/mlに対し、運動後翌日安静時平均0.76ng/mlと、明らかに高値を示していた。

しかし、これを運動処方との関連からどのように解釈すべきかは、今後の検討課題である。

(2) 心筋由来としてみたCKアイソザイムとLDアイソザイム

CKは、クレアチンリン酸の合成を可逆的に触媒する酵素で、エネルギー代謝に重要な役割を演じており、骨格筋、心筋、脳などに主に存在し、肝臓、赤血球などにはほとんど存在しない。さらに2量体構造のMM、MB、BBと3種のアイソザイムが見出されている。MMは筋組織に、MBは心筋に、BBは脳および神経に高濃度に存在している。

臨床医学上では、心筋傷害の生化学的診断として、CK-MBの測定が特異的であることから、その意義が大きいと考えられている。

そこで、CK-MBが運動に対する心筋への影響を知る指標になり得る可能性がある。

我々は^{6,7)}、持久走でCK、CK-MBの著明な増加を翌日に認めており、一過性の運動であっても、その心筋に対するストレスを考える場合には、翌日以降の酵素活性値の変動に注目する必要があると指摘してきた。

図2に示すように、CK-MBは、平均安静時12.6Iu/l、直後14.7Iu/l、翌日11.1Iu/lを示した。CKは、この試薬の基準値200Iu/l以下であった。さらにCK-MB/CK比は、安静時平均8.5%、直後10.7%、翌日6.4%を示した。

常時トレーニングを行っているマラソンクラブの会員に関する安静時血液化学性状¹⁾は、CKのみが基準値を逸脱しているという報告がある。

今回の被検者において、基準値を越えた値を示す者はいなかった。

CK-MBの12Iu/lを基準値の上限¹¹⁾と考える。あるいは、CK-MB/CK比に関してNeumeier, D⁸⁾は6%、Chemnitz G²⁾は10%である。その割合をこえる場合は、心筋傷害の可能性があると述べている。

被検者Mの安静時CK-MBは、20.1Iu/lを示

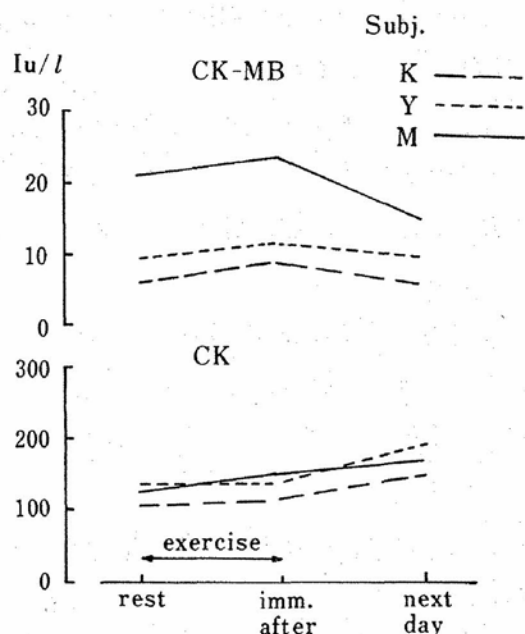


図2 Changes in serum CK-MB and CK activity at 7km running.

し、CK-MB/CK 比が12.6%であったが、心電図上は異常が認められなかった。この点に関しては、さらに検討を加える必要がある。

他の被検者は、7km 走直後に CK, CK-MB/CK 比とも増加するが、翌日著しい増加を示さず、むしろ低下傾向を示しており、38分ペースで行うことによる、心筋に対するストレスが大きいことを示唆している。CK の安静値などを考え合わせても、通常の運動量が至適であると推定される。

また、CK-MB と同様、心筋由来と考えられている LD₁, LD₂ も、運動直後一過性の増加を示したが、翌日には前値までもどっていた。

一方、骨格筋由来と考えられる LD₄, LD₅ は、翌日 CK と同程度の増加を示した (図3)。

結 語

ジョギング習慣をもつ中高年者において、7km 走を実施し、1) 血漿中ノルアドレナリン濃度、2) 血清 CK アイソザイムおよび LD アイソザイムの観点から、心筋代謝に関係する動態を検索しようとした。その結果、

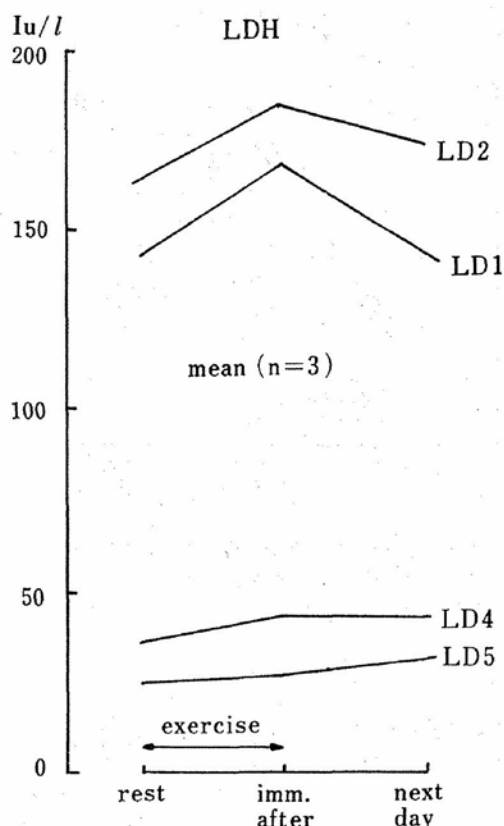


図3 Changes in serum LD₁, LD₂, LD₄ and LD₅ activity at 7km running.

① 心拍数、血漿中ノルアドレナリン濃度の運動直後レベルからみて、また、血清 CK-MB 活性、血清 LD₁, LD₂ の翌日における速やかな回復からみて、心臓に対する影響が大きいことを示唆していた。しかし、

② 血漿中ノルアドレナリンと骨格筋より逸脱したと考えられる CK, LD₄, LD₅ は、翌日もまだ運動前安静レベルまで回復していなかった。

以上により、ランニングの距離 7km, スピード 184m/min 程度のトレーニング内容を日課とする場合、少なくとも骨格筋への負担軽減のために、週1～2日ほどの休息が必要と思われた。

文 献

- 1) 青木純一郎, 石河利寛, 形本静夫, 高岡郁夫, 村岡功; 「健康マラソン愛好者の運動生理学的および医学的プロフィール」, 体力科学, 28: 137—139 (1979)
- 2) Chemnitz, G., Schmidt, F.W., Schmidt, E.,

- Lobers, J.; "Determination of creatine kinase isoenzymes MB from extracardial sources in serum", *Enzymes in Health and Disease Inauy. Scient. Meet. Int. Soc. Clin. Enzymol.*, Karger, Basel; 154~159 (1978)
- 3) Christensen, N.J., Galbo, H., Hansen, J.F., Hesse, B., Richter, E.A., Trap-Jensen, J.; "Catecholamines and exercise", *Diabetes*, 28-suppl., 1: 58—62 (1979)
- 4) Manhem, P., Lecerof, H., Hökfelt, B.; "Plasma catechalamine levels in the coronary sinus, the left renal vein and peripheral vessels in healthy males at rest and during exercise", *Acta. Physiol. Scand.*, 104: 364—369 (1978)
- 5) 三浦幸雄, 富岡洋, 安達真樹, 木村忍, 吉永馨, 羽根田隆; 「心臓交感神経機能評価の指標としての血漿カテコールアミン濃度について」呼と循, 28—10: 1111—1117 (1980)
- 6) 長尾憲樹, 小野三嗣, 池田道明, 山本隆宣, 清水悟, 小野寺昇, 田中弘之; 「20km 走回復期 1 週間にわたる血中逸脱酵素の変動」, 第34回日本体力医学会予稿集, P 117 (1979)
- 7) 長尾憲樹, 山本隆宣; 「フルマラソンレース後における血中 CK アイソザイムと LDH アイソザイムの 6 日間回復期変動の位相について」, 第36回日本体力医学会予稿集, P 221 (1981)
- 8) Neumeier, D., Prellwity, W., Knedel, M.; "Differential diagnostic value of CK MB activity measurements", *Enzymes in Health and Disease Inauy. Scient. Meet. Int. Soc. Clin. Enzymol.*, Karger, Basel; 164—172 (1978)
- 9) 小野三嗣; 「運動の生理科学」, 朝倉書店, P 151 (1978)
- 10) Sato, S., Matsuda, H., and Mori, K.; "Determination of catecholamines in urine and plasma by automatic flow system of highspeed liquid chromatography (HCL)", *Abstracts of V international Congress of Endocrinology (Hamburg)*, P 378 (1976)
- 11) Wille Gerhardt, Johan Waldenström; "Creatine kinase B-subunit activity in serum after immunoinhibition of M-subunit activity", *Clin. Chem.*, 25—7: 1274—1280 (1979)