

京都 体育学 研究

原著

- 芳田哲也他：夏期スポーツ活動時の脱水および飲水が
大学柔道選手の運動能力および温冷感に与える影響 … 1
- 安藤創一他：サッカー選手と一般学生における
中心視野と周辺視野の反応時間 …………… 7
- 畑佐泰子他：ヒトの“活力年齢”の推定と“活力年齢”に及ぼす
ライフスタイルの影響 …………… 15
- 李 西華他：肉従蓉 (Cistanche salsa)と
持久性運動が筋代謝に及ぼす影響 …………… 25

京都体育学会だより No.22 …………… 33

活動報告

- 京都体育学会主催 講演会報告 …………… 39
- 運動生理分科会傍聴余談 …………… 43

京都体育学会

第 15 卷
平成11年7月

「京都体育学研究」編集・投稿規定

昭和60年4月4日制定

1. 「京都体育学研究」（英文名 Kyoto Journal of Physical Education,以下本誌）は、京都体育学会の機関誌であり年一回以上発行する。
2. 本誌は本学会会員の体育・スポーツに関する論文の発表にあてる。編集委員会が認めた場合には会員以外に寄稿を依頼することもできる。
3. 1編の論文の長さは本誌8ページ以内を原則とする。
4. 原稿は、所定の執筆要項に準拠して作成し、原著・資料などの別を指定して編集委員長あてに提出する。原文のほかにコピー2部提出する。
5. 投稿論文は、学術論文としてふさわしい内容と形式をそなえたものであり、かつ未公開のものでなければならない。
6. 投稿論文は編集委員会が審査し、その掲載の可否を決定する。
7. 原稿の印刷において規定のページ数を超過した場合、あるいは、図版・写真などくに費用を要するものは、その実費を執筆者の負担とする。
8. 別刷は校正時に希望部数を申し出ること。実費により希望に応じる。
9. 本誌の編集事務についての連絡は、「京都体育学研究」編集委員会あてとする。
10. 編集委員会は理事会において編集する。

夏期スポーツ活動時の脱水および飲水が 大学柔道選手の運動能力および温冷感に与える影響

芳 田 哲 也* 井 上 辰 樹**
中 井 誠 一*** 寄 本 明****

Effects of dehydration and rehydration on exercise performance and thermal sensation during Judo practices on college students in summer

Tetsuya YOSHIDA, Tatsuki INOUE, Seiichi NAKAI and Akira YORIMOTO

Abstract

This study was conducted to analyze the effect of dehydration and rehydration on exercise performance and thermal sensation during sport activity in hot environments. Step test index (STI), side step (SS), vertical jump (VJ), reaction time (RT), thermal sensation (TS), and body mass were measured in college judo players (n=9) before and after practice under three rehydration conditions (free, limited [one-half of free], and without access to fluid) in summer. Body mass loss (BML, % of initial body weight) was $1.06 \pm 0.22\%$ with free, $1.84 \pm 0.15\%$ with limited, and $2.92 \pm 0.24\%$ without access to fluid. Rehydration (% of total fluid intake to total sweat loss) was $70.2 \pm 5.4\%$ with free and $42.4 \pm 2.5\%$ with limited access to fluid. The STI after practice under three rehydration conditions was significantly decreased, and the decrease in STI after practice without access to fluid was significantly higher than those with both free and limited access to fluid. The TS after practice without access to fluid was, also, significantly increased while SS, VJ, and RT after practice under three rehydration conditions showed no significant decrease. The BML correlated significantly with the decrease in STI, but not with those in SS, VJ, and RT. These results suggest that 1) the decrease in STI and the increase in TS enhance after practice without access to fluid, and 2) the decrease in STI is related to the degree of BML.

はじめに

夏期スポーツ活動時には多量の発汗により多くの体液が失われる。発汗による低張性の脱水は体液量の減少や体液の浸透圧を上昇させるため、発汗や皮膚血流量を減少させて体温を上昇させる¹⁾。スポーツ活動時の

脱水や体温上昇は熱中症を誘発するので、夏期スポーツ活動時には発汗に相当する十分な水分摂取を心がける必要がある。

さらに脱水は有酸素性および無酸素性の運動能力、例えば最大酸素摂取量、無酸素性パワー、筋力などを低下させることが知られている¹⁾。しかし、これらの報

* 京都工芸繊維大学：Kyoto Institute of Technology Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan

** 京都ノートルダム女子大学：Notre dame Women's College of Kyoto 1 Shimogamo, Sakyo-ku, Kyoto 606-0847, Japan

*** 京都女子大学：Kyoto Women's University 35 Imakumano, Higashiyama-ku, Kyoto 605-0926, Japan

**** 滋賀県立大学：University of Shiga Prefecture 2500 Hikone, Shiga 522-8533, Japan

告は実験室内で意図的に脱水条件を設定した研究がほとんどであり¹³⁾、夏期に行われる実際のスポーツ活動時について脱水量や飲水量と運動能力との関係を明らかにした報告は見当たらない。

長時間運動後に見られる運動能力の低下は、脱水、エネルギー源の枯渇、体液移動、体温や筋温上昇などが相互に関係して引き起こされる⁸⁾。特に、脱水はエネルギー源の枯渇²⁾、体液移動¹¹⁾、体温や筋温上昇¹⁾などのに関係することが報告されているので、夏期スポーツ活動時にみられる脱水は運動能力の低下に密接に関係することが推察される。

温冷感 (Thermal sensation) は主観的な温熱感覚を評価する指標として、安静時や作業時の至適温度条件の研究に広く用いられている。また温冷感は環境条件や、皮膚温、口腔温^{5, 6, 12)} および直腸温^{5, 6)}などの体温の影響を受ける。仮に、体温や筋温上昇が運動能力低下の主要因であれば、温冷感の変化と運動能力の低下との間に何らかの関係が得られる可能性が考えられる。

本研究は、実際のスポーツ活動時における脱水量及び飲水量が運動能力と温熱感覚に与える影響を明らかにするために、大学柔道選手を対象に夏期練習時の体重減少、運動能力、温冷感の変化を測定し、飲水を制限した練習時と、自由に飲水した練習時の測定結果を比較検討した。

方法

被験者は経験年数1年以上の大学柔道部員9名(年齢:19.6±0.4歳、身長:170±1cm、体重:67.7±1.5kg)とした。実験条件は夏期練習時において、1)練習中に全く飲水しない(無飲水)、2)練習中に自由に飲水する(自由飲水)、3)自由飲水の約半分を飲水する(制限飲水)、以上3種類の実験条件を設定した。練習時間はいずれの測定日においても、午前10時50分~午前12時30分の1時間40分であった。練習は各実験条件間で同一であり、その内容は、柔軟、前方回転受け身、打ち込み50本、寝技(3分×4本)、立ち技研究、乱取り(4分×4本)、回りけいこ(3分×2本)、体操であった。また、各実験条件による練習は、順不同に最低3日以上の間隔をあけて実施した。

上述した3種類の実験条件について、練習前後に被験者の運動能力の変化を把握するために、瞬発力として垂直跳び、敏捷性として反復横跳び、持久力として踏台昇降運動指数、刺激に対する俊敏性として選択反応時間を測定した。垂直跳び、反復横跳び、踏台昇降運動の測定、および踏台昇降運動指数の算出については文部省体力診断テストの実施方法¹⁵⁾に従った。選択反応時間の測定は、被験者に膝関節を軽くまげて跳躍台の上に立たせ、光の合図が赤色の場合は右に、青色の場合は左に跳躍移動する様指示し、呈示した光の合図から跳躍台を離れるまでの時間を1/1000秒の精度で20回測定した。測定値は、最初の5回を削除して、あとの15回の平均値を用いた。温冷感は、表1に示した9段階のスケール^{5, 6, 12)}を用いて被験者に調査時の温冷感を1個選択申告させた。練習時の柔道場内の湿球温度(NWB)と黒球温度(GT)を30分毎に測定し、Wet Bulb Globe Temperature(WBGT)を屋内用の計算式($WBGT = 0.7NWB + 0.3GT$)を用いて算出した。

飲水量(スポーツ飲料)は、被験者ごとに専用のボトルを使用し、飲水前後のボトル重量の差から求めた。スポーツ飲料は粉末状の市販用スポーツドリンクを用い、規定濃度の2分の1に希釈した。また専用ボトルをクーラボックスに入れることで、飲料の温度を約10度に保った。さらに練習前後に水泳パンツのみを着用した状態で10g精度の体重計(A&D FW-100k)を用いて体重を測定し、練習前後の体重の変化(体重減少量)と飲水量から発汗量を算出した。

実験結果の統計的検定については、練習前後による測定値の比較はpaired t-test、3種類の実験条件間の解析は分散分析(Repeated measures of ANOVA)を実施した。いずれの場合についても $p < 0.05$ を有意水準とした。

結果

調査日の環境温度(WBGT)は、28.8~29.4℃であり、実験条件間に顕著な差は認められなかった。表1に各実験条件による練習時の飲水量、発汗量、体重減少量を示した。飲水量は、自由飲水では体重のおよそ2.4%、制限飲水では1.3%、発汗量に対する水分補給率(飲水量/発汗量)は、自由飲水:70.2%、制限飲水:

表1 温冷感のスケール

温 冷 感	
1、	かなりさむい
2、	さむい
3、	すずしい
4、	すこしすずしい
5、	ふつう
6、	すこしあたたかい
7、	あたたかい
8、	あつい
9、	かなりあつい

42.4%であり、飲水量および水分補給率共に自由飲水が制限飲水に比較して有意に大きかった ($p < 0.05$)。また発汗量は無飲水に比べて自由飲水時が有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。体重減少量は飲水量の増加に伴い有意に減少した ($p < 0.05$)。

図1は各実験条件による練習後の運動能力の変化を練習前値からの変化率(%)で示した。練習後の垂直跳び、反復横跳び、選択反応時間は練習前に比較して顕著な変動を示さなかったが、踏台昇降運動指数は各実験条件共に練習後に有意に低下した ($p < 0.05$)。また無飲水条件による練習後の踏台昇降運動指数の低下率は、制限飲水および自由飲水条件に比較して有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

図2は各実験条件による練習前後の温冷感を示した。自由飲水および制限飲水による練習前後の温冷感は顕著な変化を示さなかったが、無飲水の温冷感は練習後に有意に上昇した ($p < 0.05$)。

図3は各飲水条件による練習時の体重減少量と練習

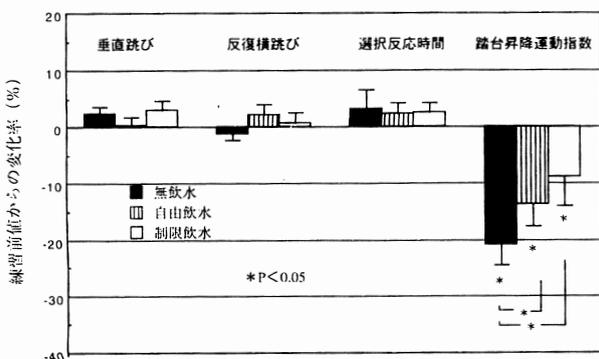


図1 各実験条件による練習後の運動能力の変化

後の踏台昇降運動指数の低下率との関係を示した。体重減少量と踏台昇降運動指数の低下率の間には有意な負の相関関係 ($p < 0.05$) が認められたが、発汗量や水分補給率(飲水量/発汗量)および温冷感と、踏台昇降運動指数の低下率の間には有意な相関関係は認められなかった。また、垂直跳び、反復横跳び、選択反応時間と体重減少量との間にも有意な相関関係は認められなかった。

考察

踏台昇降運動は持久性運動能力を調査する簡単な方法のひとつで、フィールド調査や多人数を測定する場合に頻りに用いられている。本研究の無飲水による練習後の踏台昇降運動指数の低下率は、自由飲水および制限飲水に比べて有意に高値を示した。日本体育協会のガイドライン⁷⁾によると運動能力や体温調節能力の低下を防止するために、体重減少(脱水)量は体重の2%以内に留めることを提唱している。本研究の自由飲水および制限飲水による体重減少量はいずれも2%

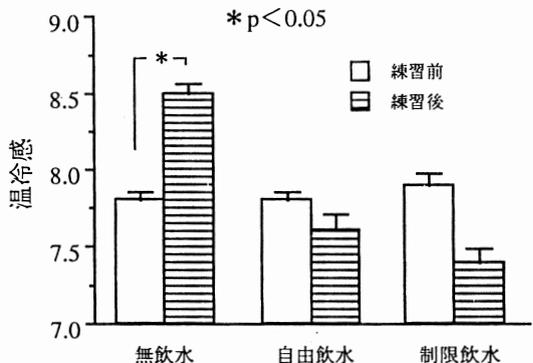


図2 各実験条件による練習前後の温冷感の比較

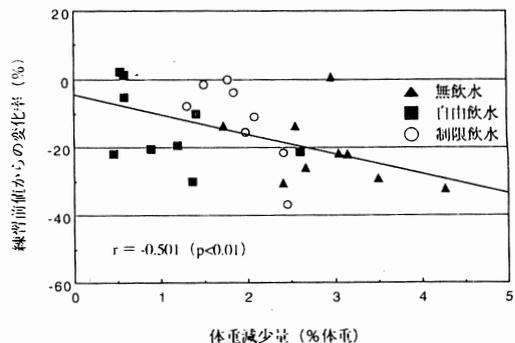


図3 練習時の体重減少量と踏台昇降運動指数の低下率との関係

内であったが、無飲水では2.9%であり、日本体育協会が提唱する範囲を0.9%越えていた。

Sawka¹³⁾の総説によれば脱水による持久的運動能力の低下は多くの報告があり、そのメカニズムとしては、血液量(血漿量)の減少による酸素運搬能力の低下²⁾、および過度の体温上昇による運動制限⁹⁾が示唆されている。運動時の体温は体重減少(脱水)量の増加に伴い上昇する¹⁾。また寄本ら¹⁶⁾は、体温上昇を抑制する飲水の役割を野球練習時について検討し、飲水により直腸温は0.4度低下したが、その内0.24度は冷水摂取による物理的な冷却効果であることを示唆している。本研究の無飲水時による練習では体重減少量、すなわち脱水量が自由飲水および制限飲水に比べて大きく、さらに本研究では体温は測定していないが、水分を全く摂取しないことによる体温上昇が大きかったものと推測される。

本研究では練習後による踏台昇降運動指数の低下率と体重減少量との間に有意な相関関係が認められた(図3)。実験室内の研究では、脱水により最大酸素摂取量やphysical work capacityは低下し、その程度は脱水量に依存することが報告されている¹⁾。本研究では、これまで実験室内の研究で確かめられていた脱水量と持久的運動能力低下との関係が実際のスポーツ活動時についても認められることを示した。

無飲水の温冷感申告は練習後に「あたたかい」から「かなりあつい」へ有意に上昇した(図2)。温冷感は環境温度、皮膚温や口腔温^{5, 6, 12)} および直腸温^{5, 6)}などの体温の影響を受けることが報告されている。本研究

では環境温度は3条件共に顕著な差は認められなかったため、無飲水による温冷感の上昇は、上述したように体温上昇が原因と考えられる。また本研究では温冷感と踏台昇降運動指数の低下との間には有意な相関関係は認められなかった。温冷感は体温上昇に関係することが報告されているので^{5, 6, 12)}、断定は避けなければいけないが、夏期練習後の踏台昇降運動指数の低下には体温上昇はあまり関係しないことが推察される。今回の調査では表1に示した温冷感の申告が7~9(あたたかい~かなりあつい)に集中し、変動幅が小さいことが相関が認められない原因と考えられる。さらに本研究では体温を測定していないこともあって、体温上昇および温冷感と運動能力低下との関係については今後の研究課題としたい。

本研究では練習後の垂直跳び、反復横跳び、選択反応時間は練習前に比較して顕著な変動を示さなかった(図1)。鈴木¹⁴⁾は、サウナ浴による体重の3~4%の脱水では反応時間の値は顕著に変化しないことを報告している。またCostil³⁾は、3%以内の脱水では体液量の減少は細胞外、特に血漿からの損失が主であり、細胞内すなわち筋肉内の水分減少は少ないことを報告している。筋肉内の水分減少は筋重量の減少を導くので、筋力に関する運動能力の低下を引き起こす可能性がある。本研究の脱水量が最も多い無飲水による練習時についても体重減少量は3%以下であったため、筋肉内の水分は維持され、筋力や瞬発力など筋肉量に関する運動能力には影響が少なかったことが考えられる。

表2 練習時の飲水量、発汗量、体重減少量の比較

実験条件	飲水量 (%体重)	発汗量 (%体重)	飲水量/発汗量 (%)	体重減少量 (%体重)
無飲水(M)	-	2.92±0.24 ^J	-	2.92±0.24 ^{S, J}
制限飲水(S)	1.31±0.04 ^J	3.16±0.13	42.4±2.5 ^J	1.84±0.15 ^{M, J}
自由飲水(J)	2.38±0.17 ^S	3.45±0.16 ^M	70.2±5.4 ^S	1.06±0.22 ^{M, S}

^{M, S, J} はそれぞれ無飲水 (M)、制限飲水 (S)、自由飲水 (J) との有意差 (p<0.05) を示す。

本実験の発汗量は無飲水条件と自由飲水条件との間で有意な差が認められ、飲水量の増加に伴う発汗量の増加傾向が認められた。飲水による発汗量の増加傾向は、丹羽ら¹⁰⁾の運動選手を対象としたフィールド調査による結果と一致している。

本研究では飲水量の違いによる運動能力や温冷感の差異を見るために、自由飲水の約半分を飲水する制限飲水を設けて実験を実施した。その結果、体重減少量は自由飲水と制限飲水との間に有意差が認められたが(表2)、運動能力や温冷感は両実験条件間で有意差は認められなかった(図1、2)。上述したごとく両実験条件間の体重減少量は日本体育協会が提唱する範囲(2%)以下である。また、体重減少量が2%を越えた無飲水で踏台昇降運動指数や温冷感が有意に変動したことから、運動能力や温熱感覚を著しく変化させる脱水量(体重減少量)や体温上昇の閾値が存在するのかもしれない。

以上のように、柔道選手を対象として夏期練習時による運動能力および温冷感の変化と脱水量の関係について検討したところ、無飲水時では練習後に踏台昇降運動指数の低下が大きく、温冷感は「かなりあつい」に移動すること、また踏台昇降運動指数の低下は体重減少量(脱水量)に依存する結果が示された。

文献

- 1) Adolf, E. F. and Associates (1947) Physiology of man in the desert. New York, Hafner Pub. Co. (中山昭雄編(1981) 温熱生理学. 理工学社、東京、p. 192より引用)
- 2) Burge, C. M., Carey, M. F., and Payne, W. R. (1993) Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25, 1358-1364.
- 3) Costil, D. L., Cote, R., and Fink, W. (1976) Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J. Appl. Physiol.* 40, 6-11.
- 4) Craig, F. N., and Cummings, E. G. (1966) Dehydration and muscular work. *J. Appl. Physiol.* 21, 670-674.
- 5) 樫村修生 (1985) 気流と気温が持久的運動時の生理学的反応および温冷感に与える影響. *日生氣誌*, 22 (2), 73-81.
- 6) 樫村修生 (1986) 持久的運動時における温冷感の変動. *体力科学*, 35 (5), 264-269.
- 7) 川原 貴、森本武利 (1998) スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック、(財)日本体育協会、東京、p. 8.
- 8) Nielsen, B., Kubica, R., Bonnesen, A., Rasmussen, I. B., Stoklosa, J., and Wilk, B. (1981) Physical work capacity after dehydration and hyperthermia. *Scand. J. Sports Sci.*, 3, 2-10.
- 9) Nielsen, B., Hales, J. R. S., Strange, S., Christensen, N. J., Warberg, J., and Saltin, B. (1993) Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *J. Physiol.*, 460, 467-85.
- 10) 丹羽健市、中井誠一、朝山正巳、平田耕造、花輪啓一、井川正治、平下政美、菅原正志、伊藤静夫 (1996) 運動時の環境温度と飲水量・発汗量及び体温に関する実態調査. *体力科学*, 45 (1), 151-158.
- 11) Nose, H., Mack, G. W., Shi, X., and Nadel, E. R. (1988) Shift in body fluid compartments after dehydration in humans. *J. Appl. Physiol.* 65, 318-324.
- 12) 小川庄吉、長田泰公、久野由基一、吉田敬一 (1975) 至適温度条件の季節差について. *公衛院研報*, 24, 221-231.
- 13) Sawka, M. N. (1992) Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24, 657-670.
- 14) 鈴木啓三、阿久津邦男 (1973)、減量の運動生理学的研究(その1) レスリング選手の急速減量. *専修大学体育研究紀要*, 3, 65-80.
- 15) 体育科教育研究会編 (1983) 体育学実験演習概説第4版. 大修館、東京、pp. 188-197.
- 16) 寄本明、中井誠一、芳田哲也、森本武利 (1995)、屋外における暑熱下運動時の飲水行動と体温変動の関係. *体力科学*, 44 (3), 357-364.

(1999年5月21日受付、7月24日受理)

サッカー選手と一般学生における 中心視野と周辺視野の反応時間

安藤 創一* 来田 宣幸* 小田 伸午**

Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes

Soichi ANDO, Noriyuki KIDA and Shingo ODA

Abstract

Visual reaction time of 20 soccer players and 13 nonathlete university students was measured using three different sizes of stimulus in central and peripheral vision. The results were summarized as follows:

1) Central visual reaction time of soccer players increased significantly with a decrease in size of a stimulus, while peripheral visual reaction time of nonathletes increased significantly with a decrease in size of the stimulus.

2) In soccer players the correlation between peripheral visual reaction time and central visual reaction time was higher when the size of the stimulus was small. In nonathletes, however, correlation of the same parameters was higher when the size of the stimulus was large.

These results suggest that soccer players have a higher ability of peripheral visual perception to the smaller object than nonathletes, that might enable to make quick judgement and decision to the far distant ball in the soccer field.

Key words: reaction time, peripheral vision, central vision

I はじめに

スポーツ、とりわけ球技を巧みに遂行するには、視覚のはたらきは重要である。「視野が広い」とか、「状況判断が速い」などという言葉は、実際のスポーツの場面でよく使われる言葉であり、単に走る速さだけでなく、判断の速さを速くすることはスポーツにおいて重要な要素となっている。近年では、視聴覚機器を利用した状況判断能力のトレーニング方法などが検討さ

れている¹³⁾。視野の広さや状況判断の速さなどは個人差が大きく、また実施しているスポーツによって異なると思われる。

一般に視野といえば、視線を固定した時の視覚を起こしうる方向としての範囲をいい、静視野（以下、視野）を指す⁶⁾。中心窩で見る視野を中心視野といい、それを囲む網膜の周辺部位で見る視野を周辺視野という¹⁰⁾。身体の平衡の維持には中心視野からの視覚情報に比べて周辺視野からの視覚情報が重要である¹⁾。また、

* 京都大学大学院人間・環境学研究科: Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

** 京都大学総合人間学部: Faculty of Integrated Human Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

前方にある合い釘を母指と示指でつまみ上げる際に、中心視野だけに視野が制限されると距離を短く見積もってしまうという報告があり¹⁷⁾、周辺視野からの視覚情報はスポーツの状況においてのみならず日常的な身体活動においても重要な役割を果たしている。

判断および反応の速さを反応時間という客観的評価法を用いて測定する方法は、19世紀以来、心理学の実験を始めとして、多くの先行研究がみられ^{3,7,8,9,14)}、中心視野および周辺視野における、様々な課題についての反応時間の測定^{2,4,6)}も行われている。しかし、中心視野および周辺視野における反応の速さが、広域的な視野を必要とするスポーツの日常的なトレーニングにより影響を受けるかどうか、また広域視野の反応時間の差が技能差と関係するかどうかについて検討した研究はみられない。そこで、本研究は大学サッカー選手と日常的にスポーツを実施していない一般学生を対象に、中心視野と周辺視野における単純反応時間およびランダム反応時間を測定し、両グループ間の比較を行うことを目的とした。その際、選手とボールの距離に直接反映される刺激サイズを変化させることにより、その反応時間への影響をみることにした。

II 方法

1. 被験者

被験者は、健康な右利きの学生33名であった。内訳は、高校・大学と運動部に所属せず、日常的にスポーツを行っていない一般学生13名(男子8名・女子5名)と大学サッカー部に所属する学生20名(すべて男子:サッカー歴9.1年,SD=2.7)であった。

一般学生13名は平均年齢21.5歳(SD=0.8)であり、視力の平均値は0.9(SD=0.4)、サッカー選手20名は平均年齢20.8歳(SD=1.6)で、視力の平均値は1.2(SD=0.3)であった。ただし、視力についてはいずれも両眼視で眼鏡やコンタクトレンズによる矯正を含むものであった。

2. 測定装置

被験者は、パーソナルコンピュータ(PC9821V13:Pentium133MHz:NEC社製)のディスプレイ(CRTD151:NEC社製)に正対して椅子に着席し、ディスプレイ画面上の注視点に呈示される視覚刺激(白色、中抜き

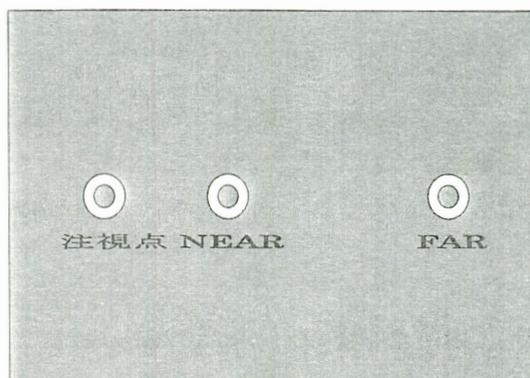


図1 コンピューター上に呈示される視覚刺激の位置

形)を両眼視で注視した(図1)。ディスプレイ上に呈示される注視点と被験者の両眼の中間点との距離は、30cmとし、頭の位置を固定した。そして、注視点と両眼の中間点を結んだ線分から、被験者から見て水平方向右側に10度開いた位置(NEAR)と、30度開いた位置(FAR)に視覚刺激を呈示した。視覚刺激は50ms間呈示され、呈示間隔は2秒,3秒,4秒,5秒のランダム間隔で実施した。実験は、ディスプレイの明度を一定にするために、室内の照明の条件を同一条件に保った。

3. 実験手順

実験の開始時には、被験者はキーボードのスペースキー上に、キーを押してしまわない程度の強さで右手の示指を添え、掌は机上に置いた。被験者は、視覚刺激に対してできるだけ早くスペースキーを押して反応した。

実験は、以下の4つの順番で行った。実験1は、中心視野反応時間を、実験2から4は、周辺視野反応時間を測定したものである。

実験1:中心視野単純反応時間(Central Visual Reaction Time;CV-RT)の測定

実験1では、図1で注視点と書かれた位置のみに視覚刺激が呈示され、被験者はこの位置に視覚刺激が呈示されると反応した。その際、被験者は視覚刺激が呈示される位置を両眼で注視した。

実験2:周辺視野単純反応時間(Reaction Time NEAR;RTN)の測定

実験2では、実験1の視覚刺激を常時呈示し、これを注視点とした。被験者は注視点を常に注視しながら、

図1のNEARの位置に視覚刺激が呈示されると反応した。

実験3:周辺視野単純反応時間(Reaction Time FAR; RTF)の測定

実験3では、被験者は注視点を常に注視しながら図1のFARの位置に視覚刺激が呈示されると反応した。

実験4:周辺視野ランダム反応時間(Random Reaction Time)

実験4では、実験2のNEARの位置と、実験3のFARのいずれかの位置でランダムに視覚刺激を呈示した。被験者は注視点を常に注視しながらNEARとFARのいずれかの位置に視覚刺激が呈示されると反応した。

視覚刺激を呈示してからスペースキーが押されるまでを1試行とし、最初の課題である中心視野単純反応時間課題(RT)についてのみ10試行の練習を行った。そして、実験1から実験3については各20試行ずつ行い、実験4については、20試行を2回、計40試行を行った。実験1から実験4までを1セットとし、最初は視覚刺激サイズを直径8mm(L、難易度・低)とし、その後順に、視覚刺激の大きさを直径4mm(M、難易度・中)、2mm(S、難易度・高)にして同様の実験を3セット行った。セット間には十分な休憩を取ることで、眼疲労の影響がないようにした。

反応時間の測定にはQuick Basic(Ver.4.50J)を用いたオリジナルプログラムを使用し、視覚刺激の呈示からスペースキーが押されたことをコンピューターが感知するまでの時間を反応時間とした。そして、反応時間の平均値(実験4についてはNEARとFARそれぞれの平均値)を各被験者の反応時間とした。

視覚刺激に対するキー押しや肘屈曲などの単純反応時間の筋放電潜時は、母指屈曲では120ms¹²⁾、肘屈曲では150msから170ms¹¹⁾、掌屈では180ms⁷⁾とする報告がみられる。大築¹⁵⁾が多くの実験結果についてまとめた結果、様々な筋の筋放電潜時は90msから227msまでと幅広い。このうち、指の電鍵押しについての筋放電潜時は平均180msであり、またランプ点灯に対しての上腕二頭筋の筋放電潜時は最小値で139msである。指の電鍵押しの筋放電潜時については上腕二頭筋の筋放電潜時を越えることはないと考え139msを最小の筋放電潜時とした。なお、追加実験を実施し、主動筋と拮抗筋

から導出した筋電図の筋放電潜時と圧センサーを用いてスペースキーが被験者に触れてから押されるまでの時間について検討した。これにより、被験者がスペースキーに触れてからコンピューターがキー押しを認識するまで約40msであることがわかった。よって139msに40msを加えて179msを考え得る反応時間の最小値とした。従って、179ms未満のデータは予測の影響と考えられたのでデータから除いた。

周辺視野での反応時間については石垣⁶⁾は、35度右方にずれると反応時間は66ms遅延し、Rains¹⁶⁾の実験では中心窩から30度ずれると反応時間は最大59ms遅れることを報告した。また、選択反応時間の筋放電潜時は230msから260msとされている¹⁵⁾。ランダム反応時間については、指標となるものが少ないため直接推測することはできないが、情報処理という点から考えると選択反応時間より遅くなることは考えにくい。よって260msに66msと40msを加えた366msより反応時間が遅延することはないと考え、366msを考え得る反応時間の最大値とし、それを越えるものはデータから除いた。

4. 統計処理

統計処理については、2元配置の分散分析を行ったが、交互作用があったため1元配置の分散分析を行い、等分散性の検定を行った(交互作用の原因は不明・検討中)。さらに多重比較を行い、中心視野単純反応時間と各種周辺視野反応時間の比較を行った。また、t検定を行いサッカー選手と一般学生の反応時間の比較を行った。周辺視野反応時間については、NEAR、FARそれぞれの位置での単純反応とランダム反応を、また単純反応時間、ランダム反応時間をNEARとFARで比較した。相関係数を算出するときには、同時に有意検定を行った。

III 結果

1. 反応時間

図2は一般学生、サッカー選手それぞれの反応時間について示したものである。最も反応時間が短い値を示したのは、一般学生・サッカー選手ともに刺激サイズLの場合のCV-RTであり、一般学生で239ms、サッカー選手で244msであった。また、最も反応時間が大きい値を示したのは、一般学生、サッカー選手ともに刺激

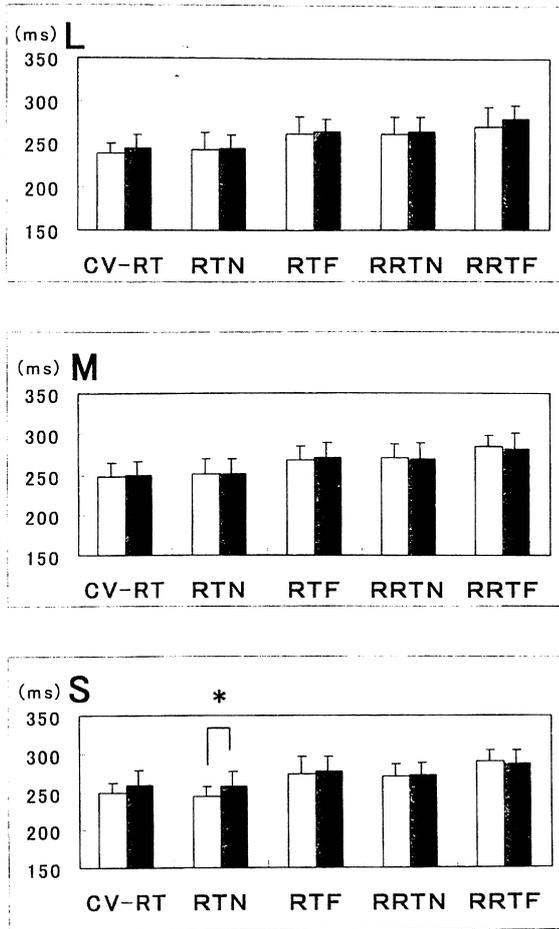


図2 一般学生と大学サッカー選手の刺激サイズ別の反応時間(平均値±標準偏差)。いずれのサイズも左が一般学生を、右がサッカー選手を示す。CV-RTは中心視野単純反応時間を示し、RTN,RTFは周辺視野反応時間NEAR,FARを、RRTN,RRTFは周辺視野ランダム反応時間NEAR,FARを示す。*P<0.05(有意差は一般学生とサッカー選手の比較)

サイズSの場合のRRTFで一般学生で290ms、サッカー選手で287msであった。刺激サイズがL、Mの場合は一般学生とサッカー選手の間で有意差はみられなかったが、刺激サイズSの場合は、RTNにおいて有意差がみられた(p<0.05)。

図3は一般学生とサッカー選手の反応時間について刺激サイズごとに示したものである。一般学生、サッカー選手ともに、各種周辺視野反応時間はRTNを除いてCV-RTより有意に大きい値を示した。一般学生は、刺激サイズが小さい時に、有意差のみられる項目数が多く、サッカー選手は、刺激サイズが大きい時に、有意差のみられる項目数が多い結果になった。

図4は一般学生とサッカー選手の反応時間について刺激サイズごとに示したものである。一般学生・サッカー選手ともに刺激サイズが小さくなるにつれて反応時間の値が大きくなる傾向がみられた。一般学生は、RRTFで刺激サイズLとSの間に有意差がみられた(p<0.05)。それに対し、サッカー選手はCV-RTとRTNで刺激サイズLとSの間に有意差がみられた(p<0.05)。つまり、刺激サイズの変化による影響は一般学生ではRRTFで、サッカー選手ではCV-RTとRTNでみられ、両グループが異なる傾向を示した。

2. 相関関係

図5は中心視野単純反応時間と各種周辺視野反応時間の相関関係を刺激サイズ別に相関係数で示したものである。一般学生は刺激サイズL、Mの場合に有意に相関係数が高く、Sの場合はRTFとRRTNにおいて有意な相関がみられないという結果になった。サッカー選手は刺激サイズSの場合に、ランダム反応において有意に高い相関を示した。以上より中心視野反応時間と周辺視野反応時間の相関関係においても一般学生とサッカー選手では異なる傾向を示した。

IV 考察

周辺視野反応時間について検討した先行研究は、中心視野反応時間に関する研究に比べてその数は少ない。石垣¹⁴⁾は、キー押しによる反応時間は、CV-RTと比べて、周辺視野への角度12度で4msから15ms長く、25度で19msから20ms長く、35度で60msから66ms遅延すると報告した。また、Rains¹⁵⁾は、右眼の中心視野と周辺視野でのスイッチ押しによる反応時間を測定した。その結果、中心窩の錐体細胞が刺激を識別できる明度においては、中心窩から鼻側網膜側、側頭葉網膜側のどちらにずれても中心窩での反応時間より大きい値を示した。さらにRainsは、刺激の明度が非常に強い時は中心窩から5度ずれると反応時間は鼻側網膜側で7msから14ms長く、側頭葉網膜側で12msから20ms長く、また中心窩から30度ずれると鼻側網膜側では13msから16ms長く、側頭葉網膜側では20msから29ms遅れると報告した。しかし、刺激の明度が落ちると反応時間は中心窩から5度ずれると鼻側網膜側で15msから29ms、側頭葉網膜側では24msから37ms長く、30°では鼻側網

サッカー選手と一般学生における中心視野と周辺視野の反応時間

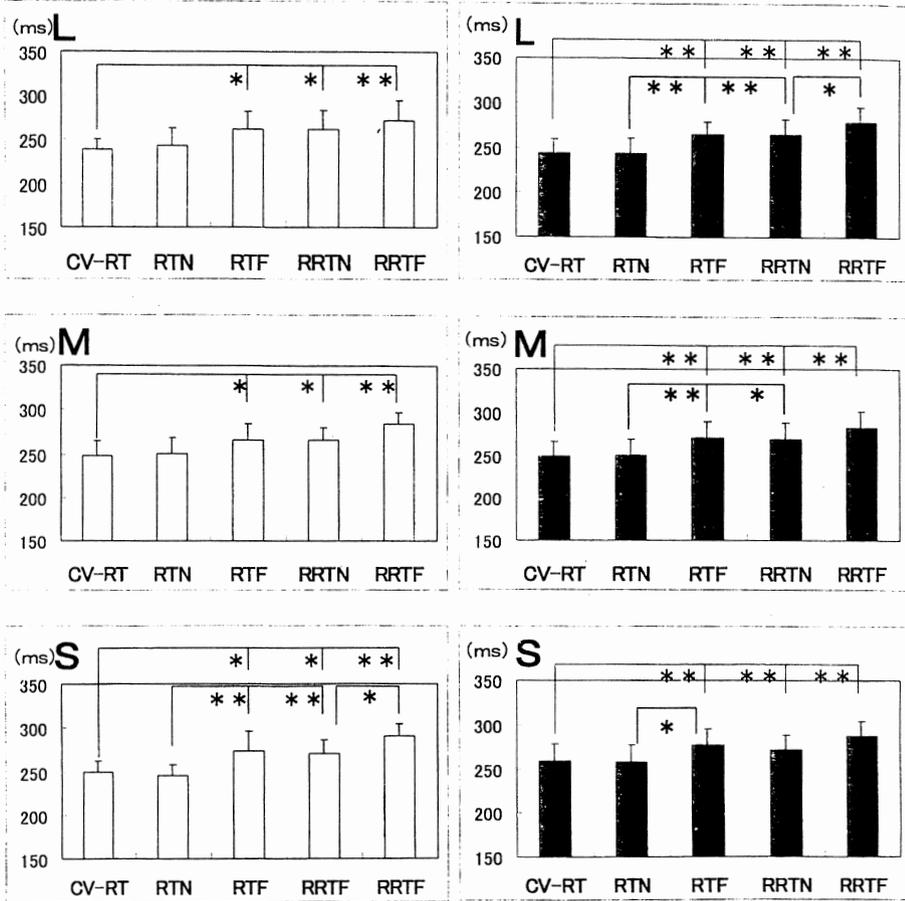


図3 刺激サイズ別の反応時間(平均値±標準偏差)を一般学生と大学サッカー選手それぞれ示す。左が一般学生を、右がサッカー選手を示す。* $P < 0.01$ * $P < 0.05$ (有意差はCV-RTとRTF,RRTN,RRTFの比較、RTNとRTF,ARTNの比較、RRTNとRRTFの比較)

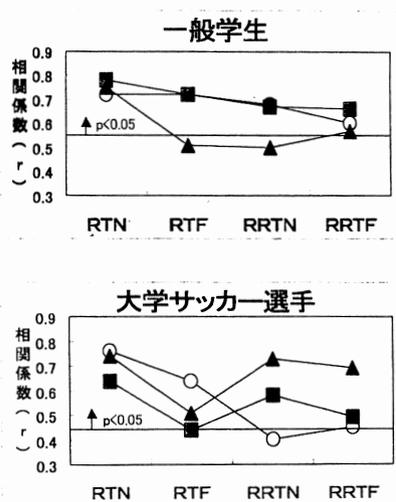
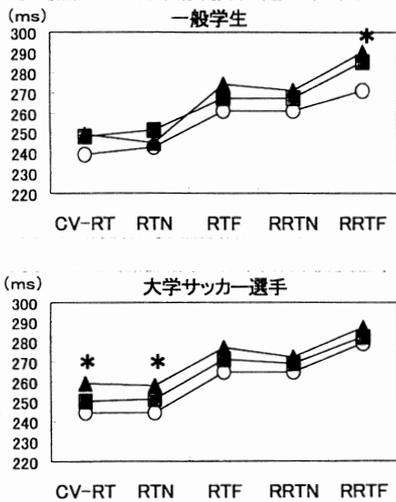


図4 一般学生と大学サッカー選手の反応時間(平均値±標準偏差)を示し、円形が刺激サイズLを、四角形がMを、三角形がSを示す。* $P < 0.05$ (有意差は刺激サイズLと刺激サイズSとの比較)

図5 一般学生と大学サッカー選手のCV-RTと各種周辺視野反応時間の相関関係を相関係数で示す。円形が刺激サイズLを、四角形がMを、三角形がSを示す。

膜側で21msから50ms、側頭葉網膜側では41msから59ms長いと報告しており、周辺視野では刺激の明度が反応時間に大きな影響を与えることが示唆される。

大きな筋力発揮を必要としない運動では男性と女性の間で反応時間の差はないという報告がある^{3,8)}。今回の実験は、キー押しという大きな筋力発揮を要しない反応であり、男女差がないのと同様に、一般学生とサッカー選手の間で反応時間の差はみられなかったことが考えられる。しかし、一般学生、サッカー選手ともに、周辺視野反応時間が中心視野反応時間より遅延するという先行研究と同様の傾向はみられた。

今回の実験により、一般学生とサッカー選手では中心視野と周辺視野の反応時間に関して異なる傾向がみられた。すなわち、一般学生は、周辺視野の遠い位置でのランダム反応時間が刺激サイズの変化の影響を受けた。それに対し、サッカー選手では、中心視野単純反応時間と周辺視野の近い位置での反応時間が刺激サイズの変化の影響を受けた。Sivakら¹⁷⁾によると、中心視野は網膜中心窩を囲む直径 10° の範囲としており、中心視野を本研究でもこの範囲で捉えると、サッカー選手が刺激サイズの変化の影響を受けたCV-RTとRTNは中心視野に含まれることになる。従って、サッカー選手は中心視野で刺激サイズの変化による影響がみられ、一般学生は周辺視野において刺激サイズの変化の影響がみられたことになる。刺激サイズの変化の影響を受けなかったことが視覚能力が高いと考えると、絶対値としての反応時間については両グループに大きな差はみられなかったが、サッカー選手の視覚能力は、一般学生と比較して相対的に、周辺視野において優れており、逆に中心視野において劣っていることが示唆された。

一般学生は、刺激サイズが大きい場合に各種反応時間間に有意差のみられる項目数が少なく、中心視野単純反応時間との間に高い相関を示した。サッカー選手は、刺激サイズが小さい時に各種反応時間間に有意差がみられる項目数が少なく、中心視野単純反応時間との間に高い相関を示した。このことは、一般学生は、刺激サイズが大きい時に、つまり情報処理の難易度が低い時に、周辺視野反応時間が中心視野単純反応時間に依存しており、サッカー選手は、刺激サイズが小さい

時に、つまり情報処理の難易度が高い時に、周辺視野反応時間が中心視野単純反応時間に依存していると推察される。

Ishigakiら⁵⁾は、ランドルトC環をスクリーン上で高速で回転させ、切れ目の方向を正しく識別する回転速度の測定を通じて動体視力について検討した。その結果、一般学生と運動選手との間には、ランドルトC環の切れ目のサイズが大きい場合には識別する回転速度に差がみられなかった。しかし、切れ目のサイズが小さい場合には運動選手が切れ目を識別できる回転速度は、一般学生が切れ目を識別できる速度に比べて有意に速い結果を示した。今回の実験では、動いているものを識別する動体視力の実験ではなかったため、Ishigakiらのように運動選手と非運動選手で視覚能力に明確な差がみられなかったのかもしれない。しかし、サッカー選手は視覚刺激サイズが小さい場合の方が大きい場合に比べて各種周辺視野反応時間の長短が中心視野単純反応時間の長短に強く依存しており、これは一般学生と異なる傾向であった。このこととIshigakiらの実験で視覚刺激サイズが小さい時に運動選手と非運動選手との間に差がみられたことと考え合わせると、優れた視覚能力を要求されるサッカー競技の運動選手は、視覚刺激サイズが小さい時にその視覚能力を発揮することができるという特性を有する考えられる。実際のサッカーの状況に置き換えてみると視覚刺激サイズが小さい場合は、大きい場合と比べてボールが遠くにある状況であると考えられる。従って、ボールが遠くにある時にサッカー選手は適切な状況判断をしているのではないか。そのような場面が多い程、その刺激サイズに対する運動適応能力(反応時間)が向上するのではなかろうか。

選択反応時間について、運動選手と非運動選手の比較を行った研究によると、運動選手と非運動選手の間に差がみられた^{11,18)}。選択反応時間での反応時間の差は、中枢での情報処理時間の差と考えられ、日常の運動競技におけるトレーニング効果と考えられる。一方、周辺視野と中心視野での反応時間の差は、刺激を受容する網膜の神経細胞活動レベルに起因すると考えられる。サッカーというスポーツは、瞬時に自分の位置、味方の位置、相手の位置を判断し、そして、パスをする

かドリブルをするか判断しなければならない。それゆえ、その競技特性から周辺視野における認知情報処理が非常に重要であると考えられる。従って、周辺視野反応時間においても一般学生とサッカー選手の間に異なった傾向がみられたものと思われる。

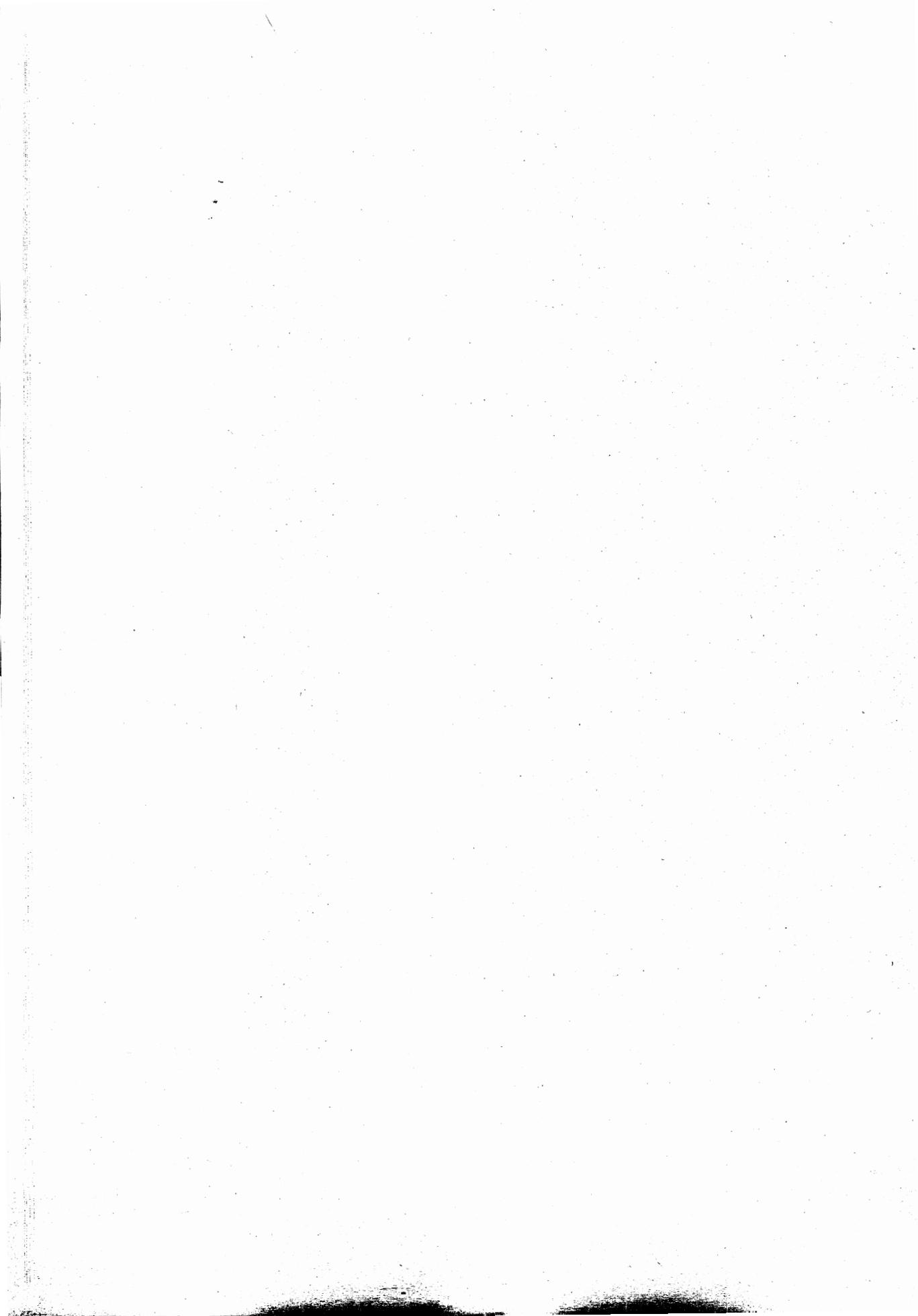
謝辞

本研究の執筆にあたり、中村栄太郎教授（京都大学総合人間学部）から統計検定に対してご指導いただきここに厚く感謝いたします。

<文献>

- 1) Amblard, B. and Carblanc, A. (1980) Role of foveal and peripheral visual information in maintenance of postural equilibrium in man. *Percept.Mot. Skills*,51:903-912.
- 2) Borkenhagen, J.M. (1974) Rotary acceleration of a subject inhibits choice reaction time to motion in peripheral vision. *J. Exp. Psychol.*,102(3):484-487.
- 3) Botwinick, J. and Thompson, L.W. (1966) Components of reaction time in relation to age and sex. *J.Genetic Psychol.*,108:175-183.
- 4) Edwards, D.C. and Goolkasian, P.A. (1974) Peripheral vision location and kinds of complex processing. *J.Exp.Psychol.*,102(2):244-249.
- 5) Ishigaki, H. and Miyao, M. (1993) Differences in dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Percept.Mot.Skills*,77:835-839.
- 6) 石垣尚男 (1989) 視覚機能に及ぼす身体運動の影響－運動中の視野狭窄について－. *体育学研究*, 34(3):245-253.
- 7) 河辺章子, 大築立志 (1982) フェイント刺激に対する誤反応の修正－対側前腕屈筋への運動指令の切り換え時間について－. *体育学研究*,27(3):217-227.
- 8) 河辺章子, 大築立志 (1980) 移動指標の方向変化に対する反応時間. *体育学研究*,24(4):301-311.
- 9) 衣笠隆, 藤田紀盛, 田中英彦 (1985) 全身選択応答時間に及ぼす事前のジャンプの効果. *体育学研究*,30(1):45-53.
- 10) 松田隆夫 (1995) 視知覚. 培風館. pp43-80.
- 11) Mero, A., Jaakkola, L., Komi, P.V. (1989) Neuromuscular, metabolic and hormonal profiles of young tennis players and untrained boys. *J.Sports Sci.*,7(2):95-100.
- 12) Monnier, M. (1952) Retinal, cortical and motor responses to. photic stimulation in man. *J. Neurophysiol.*,15:469-486.
- 13) 中川昭 (1995) ボールゲームにおける状況判断のトレーニング：視聴覚器の利用. *トレーニング科学*,7(2):53-58.
- 14) 奈良雅之, 笠井達哉 (1991) 運動開始前の前腕位及び手関節角度の違いが肘屈曲動作の反応時間に及ぼす影響. *体育学研究*,35(4):349-358.
- 15) 大築立志 (1998) 「たくみ」の科学. 朝倉書店. pp29-30, 78-87.
- 16) Rains, J.D. (1962) Signal luminance and position effects in human reaction time. *Vision Res.*,3:239-251.
- 17) Sivak, B. and Mackenzie, C.L. (1990) Integration of visual information and motor output in reaching and grasping: the contributions of peripheral and central vision. *Neuropsychol.*,28:1095-1116.
- 18) Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L., Williams, J.G. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Res.Q.Exerc.Sport.*,65(2):127-35.

(1999年5月22日受付、7月24日受理)



ヒトの“活力年齢”の推定と“活力年齢”に及ぼす ライフスタイルの影響

畑 佐 泰 子* 山 下 剛 徳** 中 村 榮 太 郎***

Estimation of vital age in humans and influence of life-style on vital age

Yasuko HATASA, Yoshinori YAMASHITA and Eitaro NAKAMURA

Abstract

The present study was conducted to estimate “Vital Age (VA)” reflecting biological vigor through the application of principal component analysis, and also to investigate the influence of life-style on vital age.

The subjects of this study were 209 healthy Japanese men (aged 21-77). Out of the 22 physiological and physical fitness variables, 11 variables were selected as suitable for the assessment of VA. These variables characterize the age-related changes of particular organs and systems, one's physical working capacity and primary sub-domains of physical fitness. This variable set was then submitted to principal component analysis, and the 1st principal component obtained from this analysis was used as an equation for assessing one's VA. The correlation coefficient between individual's VA and chronological age (CA) was 0.87. Individual's VAs were scattered relatively symmetrically above and below the identity line $VA=CA$.

The relationships between VAs and the self-reported physical fitness and health status were statistically significant, respectively (C-coefficients were 0.44 and 0.49). These results suggest that the vital age estimated by a principal component model is practically useful and theoretically valid. In addition, it was indicated that individual's VA would be influenced by individual's exercise habits, working conditions and smoking habits.

I. 緒 言

わが国は、21世紀前半(2010)には人口の22%が65歳以上の高齢者となり、超高齢化社会を向かえると予測される¹²⁾。このような社会を人類が生き抜くためには、高騰する老人医療の負担の軽減、定年制の延長、さら

に高齢者の働く意欲などの問題の解決が早急に必要となる。そのためには、高齢者の健康福祉や健康管理の在り方について十分に検討しておくことが重要と考えられる。高齢者の健康管理の目的は、寿命の延長や健康管理費用の節減にあるのではなく、加齢に伴って増える慢性疾患を予防し、かつ日々の生活を健康で活力

* 成安造形短期大学：Seian College of Art and Design Nagaokakyo, Kyoto 617-0844

** 京都大学大学院人間・環境学研究科：Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

*** 京都大学総合人間学部：Faculty of Integrated Human Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

を持って積極的に過ごすことが出来るように、その方法を具体的に提示する点にあると考えられる^{1, 20)}。このことは、概して自立生活の可能な身体能力と密接な関係があることが多い。そのためには、先ず以て高齢者自身の身体的・精神的残存能力を知ることが、すなわち個人の老化の程度を知ることが重要となる。

しかし、ヒトの老化の測定に関する研究の多くは、寿命や老年病の兆候を予測するための生物学的指標(Biomarker of Aging)の発見を主とする基礎研究であって^{3, 8, 10)}、ヒトの生物学的活力、いわゆる行動の基礎となる体力や身体作業能力を含めた老化の測定尺度の考案という応用的研究はほとんど行われていない。

本研究の目的は、健康な成人および中高年男性を対象に体力および身体の生理的諸機能の測定・検査を実施し、それらデータに、我々によって考案された老化の測定モデルを適用して“活力年齢”の推定式を作成する点にある^{15, 16)}。更に、推定された活力年齢に及ぼすライフスタイルの影響について検討する。

II. 方法

A. “活力年齢”の概念

一般に、健康で、身体的作業能力に優れ、そして種々のストレスに対して防御能力の高い人は、積極的な日常生活を送り、かつ長寿であると見なすことができる。このような身体的特徴を有する人は、生物学的活力が大であると考えられる¹⁰⁾。図1は、生物学的活力の指標としての活力年齢(Vital Age)の概念とその測定領域を仮定し、それらを図示したものである。従来、生命維持と関係する生理的諸機能の検査値を基に、老化の総合指標を求め、年齢を尺度として表したものに生物学的年齢がある⁵⁻⁷⁾。しかし、活力年齢は、単に病気

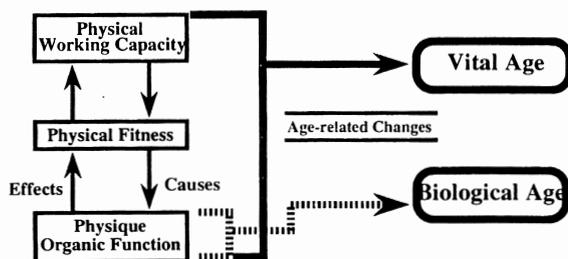


Fig 1. Hypothetical Structure for Human's Biological Vigor, the So-called Vital Age and Its measurement Area

をしないとか、からだ老化していないというだけでなく、身体作業能力が大で日常の活動に余裕を持って当たることが出来ると云う意味が含まれた老化の総合指標と見なされる。従って、活力年齢を推定するに当たっては、形態や生理的諸機能の検査値のみでなく、体力や身体作業能力を測定項目に加える必要があると考えられる。

B. 被験者

対象は、滋賀県草津市の住民で、1986年から1990年の間に草津市教育委員会と矢倉診療所の共催によって企画された、地域住民のための健康増進プログラムに参加した健康な成人および中高年男性(20-77歳)209名である。

C. 測定項目とその測定方法

1. 測定項目

生理的諸機能の領域から、ヒトの各種臓器・組織の機能及び血液性状を代表し、生命維持に深くかかわる以下の17項目が選ばれた。

- 1) 体格指数(BMI)。呼吸循環機能から、2) 努力性肺活量(FVC)、3) 安静時心拍数(HR)、4) 収縮期血圧(SBP)、5) 拡張期血圧(DBP)。血液検査から、6) 血糖値(Blood glucose)、7) GOT、8) GPT、9) 乳酸脱水素酵素(LDH)、10) 総コレステロール(TC)、11) HDLコレステロール(HDL-C)、12) 動脈硬化指数(AI)、13) 中性脂肪(TG)、14) 尿素窒素(BUN)、15) 赤血球数(RBC)、16) ヘモグロビン(Hb)、17) ヘマトクリット値(Ht)。

行動体力の領域から、筋力、瞬発力、持久力、柔軟性及び敏捷性を代表する以下の5項目が選ばれた。

- 1) 背筋力(Back strength)、2) 垂直とび(Vertical jump)、3) 最大身体作業能力(PWCmax/BW)、4) 立位体前屈(Trunk flexion)、5) 反復横とび(Side step)。

2. 測定方法

全ての検査・測定は、午前9時から12時の間に、矢倉診療所にて、次の1)~6)の順序に基づいて実施された。1) 検査・測定の実施要領の説明。2) 血圧と心拍数の測定。3) 採血。4) 体格と肺活量の測定。5) 最大身体作業能力の測定。6) 体力診断テスト。

努力性肺活量は、フクダ産業製の電子スパイロアナライザー(TYPE LAM-10)を用いて3回測定し、その最高値を測定値とした。

血液および血清の生化学的検査のための採血は、被検者に前夜（9時）から絶食絶飲を求め、検査当日の午前9時から10時の間に行った。血液検査の終了後、体力テストの実施のために若干間食を摂ることを許可した。血液検査の諸項目は、(株)日科機のCoulter counter (Model S)によって、また血清の生化学的検査の諸項目は、(株)オリンパスの自動分析装置 (Model ACA 6000) によって分析された。

体格指数は、個人の身長(H)と体重(W)の測定値を次式に代入して求められた。

$$BMI = W(kg) / H(m)^2.$$

動脈硬化指数(AI)は、総コレステロール(TC)とHDLコレステロール(HDL-C)の値を、次式に代入して求められた。

$$AI = \{TC - (HDL-C)\} \div (HDL-C)$$

背筋力、垂直とび、立位体前屈、反復横とびの測定は、壮年体力テストの実施要領に基づいて行われた¹³⁾。

最大身体作業能力(PWCmax)は、Monark製の自転車エルゴメータを使用して、毎分50回転数で6分間(最初の2分間 50 Watt、次の2分間 75 Watt、さらに次の2分間 100Watt)の漸増負荷運動中に得られた心拍数(y)と、運動強度(x)から、回帰式を求め、個人の最高

心拍数(220—Age で推定)に対応する負荷強度(Watts)を推定することによって求められた。

D. 生活習慣に関する調査

個人の健康に関連した生活習慣の調査として、次の6つの質問項目、すなわち 1)健康度、2)体力水準、3)運動習慣、4)労働形態(1日の労働の活動状態)、5)環境の変化に対する適応力、6)喫煙状態について調査した。なお、調査対象は1988年以降にこの健康増進プログラム参加した91名である。全ての質問は3段階にて自己評価することが求められた。表1は、個人の健康に関連する6項目の自己評価の質問項目とその評価スケールを示したものである。

E. 統計分析

計算の主要な部分(クラスター分析、主成分分析等)はSPSS-x コンピュータプログラムを用いて行った¹⁷⁾。

III. 結果

A. クラスター分析による生理的変数の選択

この研究で用いた生理的変数は17項目に及ぶが、これらの変数全てを用いて活力年齢を推定するのは必ずしも統計的にみて適切な方法ではない。なぜならば、変数間に多重共線性が見られるとき、かえって推定の精度が減少するからである¹⁸⁾。そこで、検査全項目の相関行列にクラスター分析を適用した。

図2は、変数間の類似度(ユークリッドの距離行列に基づいて計算)を求め、それを群平均法によって整

Table 1. Questionnaire Item and Its Assessment Scale

<p>A: Health. In general, would you say your health:</p> <p>1. Good. 2. Normal. 3. Poor.</p> <p>B: Physical Fitness. would you say your fitness:</p> <p>1. High. 2. Normal. 3. Low.</p> <p>C: Exercise Habit. How often do you exercise per week? (i.e. jogging, bicycling, swimming, etc.)</p> <p>1. Over 3 times (Vigorous) 2. 1-2 times (Light) 3. None</p> <p>D: Working Condition. About how much time on the job is spent sitting?</p> <p>1. Almost none (Active) 2. About half (Normal) 3. Practically all (Inactive)</p> <p>E: Environmental Adaptation.</p> <p>1. Sudden heat exposure hardly affects my physical condition (Good). 2. Sudden heat exposure affects my physical conditions to some extent (Normal). 3. Sudden heat exposure always affects my physical condition (Poor).</p> <p>F: Cigarette Smoking. How many cigarettes on an average day?</p> <p>1. Over a pack of 20 cigarettes (Heavy) 2. Less than 10 cigarettes (Light) 3. None</p>

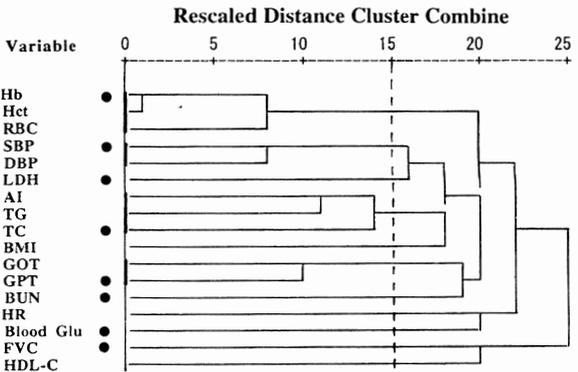


Fig. 2. Clustering of 17 Physiological Variables by the Euclid Distance Method

Table 2. Means, standard deviations (SD) and inter-correlations among 12 physiological and fitness variables and age

Variable	Mean ± SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Age(years)	46.7 ± 13.3												
2. FVC(ml)	3646.9 ± 707.7	-0.619											
3. SBP(mmHg)	130.1 ± 14.2	0.347	-0.271										
4. Blood gluco(mg/dl)	92.2 ± 15.8	0.173	-0.740	0.150									
5. GPT(K-unit)	19.2 ± 11.2	-0.218	0.054	-0.019	-0.196								
6. LDH(IU-unit)	286.3 ± 67.2	0.203	-0.183	0.091	-0.109	0.063							
7. TC(mg/dl)	198.1 ± 27.7	0.152	-0.159	0.075	-0.009	0.182	0.034						
8. BUN(mg/dl)	15.1 ± 3.4	0.198	-0.117	0.161	-0.124	-0.007	0.174	0.118					
9. Hb(g/dl)	15.1 ± 1.1	-0.412	0.212	-0.109	-0.212	0.424	0.041	0.037	-0.023				
10. Back strength(kg)	133.2 ± 27.8	-0.517	0.452	-0.148	-0.086	0.035	-0.057	-0.086	-0.070	0.303			
11. Vertical jump(cm)	45.2 ± 11.4	-0.728	0.513	-0.244	-0.209	0.096	-0.168	-0.046	-0.120	0.345	0.495		
12. PWCmax(watts/kg)	2.5 ± 0.62	-0.530	0.353	-0.253	-0.105	0.012	-0.204	-0.240	-0.059	0.187	0.343	0.481	

理し、樹状図を描いた結果である。この図で見ると各項目の関係はかなり複雑であるが、かりに距離15未満の類似度を無視すると、4つのクラスターと7つの独立変数が認められる。そこで、4つのクラスターからヘモグロビン、収縮期血圧、総コレステロール、GPTの4変数が、7つの独立変数から乳酸脱水素酵素、尿素窒素、血糖値、努力性肺活量の4変数が、暦年齢との相関を考慮して選ばれた。

体力テスト項目からは、変数間の相関が互いに高いため、暦年齢との相関を考慮して背筋力、垂直跳び、体重当たり最大身体作業能力(PWCmax/BW)の3項目が選ばれた。

この結果、生理機能と体力を代表する11項目が活力年齢の予測変数として選び出された。

B. 選択された11項目の平均値、標準偏差、相関行列
表2は被験者全員についての11項目の生理機能と体力変数および年齢の平均値、標準偏差および検査全項目の間の相関行列を示す。生理機能では、努力性肺活量と年齢の間にマイナスの高い相関(-0.62)が、ヘモグロビンと年齢の間に中程度のマイナスの相関(-0.41)が、さらに収縮期血圧と年齢の間にプラスの相関(0.35)が認められた。また体力変数では、3変数のいずれも年齢との間にマイナスの高い相関(-0.5~-0.7)が認められた。

C. 老化過程探索のための因子分析

生物学的活力の因子構造を探索するために、選択された11項目の生理学的変数と体力変数および暦年齢の計12変数について、変量間の相関行列を求め、それに主成分分析を適用した(表3)。暦年齢を加えたのは、抽出された主成分が時間の関数になりうるかどうかを確認するためである。その結果、固有値1.0以上の主成

Table 3. Principal components for 11 physiological variable and age

Variable	Factor loadings		
	F1	F2	F3
Age	0.895	-0.004	0.053
FVC	-0.722	0.154	0.034
SBP	0.442	0.117	0.008
Blood Glucose	0.257	-0.483	-0.384
GPT	-0.220	0.687	-0.384
LDH	0.250	0.437	0.450
TC	0.197	0.462	-0.416
BUN	0.219	0.351	0.590
HB	-0.507	0.554	-0.155
Back Strength	-0.664	-0.002	0.133
Vertical jump	0.814	0.023	0.033
PW Cmax/BW	-0.657	-0.208	0.206
Eigen value	3.581	1.624	1.110
Variance(%)	29.8	13.5	9.3

分が3つ抽出された。それら主成分の内、第1主成分は3.58(全分散の約30%)の最も大なる固有値を示し、かつほとんどの説明変数と統計的に有意で、比較的高い因子負荷量を示した。またこの主成分と暦年齢の因子負荷量は0.89と高い相関を示すことから見て、加齢変化が十分期待される。第2~3の主成分は、年齢との間にほとんど相関が認められず、かつ2・3の特定の器官・組織の機能を代表する変数とのみ高い因子負荷量を示した。そこで、この分野の先行研究^{2, 6)}と同様に、本研究では第一主成分を老化の基本過程を表す Primary Aging Factor (身体の全ての部分に見受けられる老化現象)と解釈した。従って、第1主成分を用

いてヒトの各種生理機能と行動の基礎となる体力を代表する、いわゆるヒトの活力を推定することは可能と考えられる。

D. 活力年齢の推定式の作成

暦年齢を除く 11 変数の相関行列に、再度主成分分析を適用し、第 1 主成分の因子スコアを計算するための係数を求めた。その結果、第 1 主成分の因子スコア (VAS) の推定式として、次式を得た。

$$\text{VAS} = -0.00036(\text{FVC}) + 0.011(\text{SBP}) + 0.006(\text{Blood glucose}) - 0.006(\text{GPT}) + 0.0013(\text{LDH}) + 0.0026(\text{TC}) + 0.022(\text{BUN}) - 0.17(\text{Hb}) - 0.0087(\text{Back strength}) - 0.025(\text{Vertical jump}) - 0.382(\text{PWCmax/BW}) + 4.027$$

但し、求められた VAS は平均 0、標準偏差 1 の分布を示し、Z スコアで表される。そこで年齢 (活力年齢、VA) に換算するため、Z スコアから T スコアへの変換のアイデアを用いて VAS の分布を、被験者全員について計算された暦年齢の分布 (平均 46.7、標準偏差 13.3) に移し換えた。その結果、活力年齢 (VA) の推定式は次式によって求められた。

$$\text{VA} = (\text{VAS} \times 13.3) + 46.7$$

Dubina et al.⁴⁾ が指摘するように、VA によって推定された活力年齢と暦年齢の間には、線形モデル固有のエラーによって若干差が生じる。すなわち、推定され

た VA は回帰直線の中心から外れるほど過大 (暦年齢が低い被験者の場合) または過小 (暦年齢の高い被験者の場合) になる傾向を示す。活力年齢として推定される老化の程度を、暦年齢との差でもって評価しようとする試みに対しては、この線形モデル固有のエラーの介入は必ずしも好ましいものではない。そこで Dubina たちの修正方法にしたがって、暦年齢 (Age) に対する次の修正項 (Z) を計算した。

$$Z = (0.176 \times \text{Age}) + 8.22$$

最終的に得られた活力年齢 (VAc) の推定式は次式の通りである。

$$\text{VAc} = \{(13.3 \times \text{VA}) + 46.7\} + Z$$

図 3 は、以上の手続きを経て求め得た個人の活力年齢 (VAc) と暦年齢の関係を表す。活力年齢と暦年齢の相関は 0.87 ($p < 0.01$) であった。また推定の標準誤差 (SEE) は 7.5 歳であった。個人の活力年齢は、推定された活力年齢と暦年齢が完全に一致するライン (45° の Identity Line) の上下にはほぼ均等に分布した。

E. 活力年齢と主観的体力および健康度との関連

図 4 は、図 1 の評価スケールを基に 91 名の健康な成人男性の活力年齢と主観的体力及び健康度の関連を求め、クロス表 (3 × 3) に表したものである。活力年齢の 3 段階評価は、活力年齢と暦年齢が完全に一致する 45° の標準ライン (Identity Line, IL) から ± 1.0 標準誤差 (SEE = 7.5) 離れた 2 本のラインを引き、3 段階の評価ゾーン、すなわち IL - 1.0SEE 以下 (LOW), IL ± 1.0SEE (NORMAL), IL + 1.0SEE (HIGH) を設定し、被験者の推定された活力年齢が該当するゾーンを見いだすことによって行われた。図中の A は、活力年齢と健康度の関連、B は活力年齢と体力水準との関連、C は活力年齢と運動習慣との関連、D は活力年齢と労働形態との関連、E は活力年齢と環境変化に対する適応能力との関連、F は活力年齢と喫煙状態との関連を示す。なお、活力年齢の 3 段階評価の理解を容易にするため、LOW は“若い (Younger)”と、HIGH は“年寄り (Older)”と置き換えた。また、図中の右上に示した C-Coeffi は、Contingency Coefficient の略で、2 変数間の関連の程度を示す。

図 A から、健康状態が良い (Good) と答えたものは 24 名 (全体の 26.4%) で、内 10 名 (10.9%) は活力年齢に

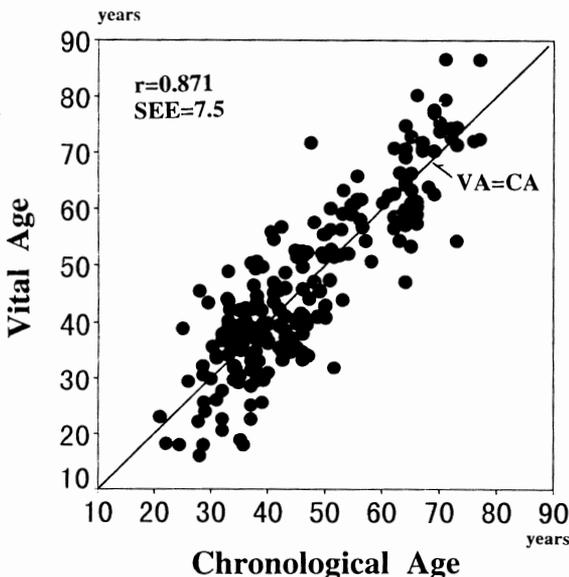


Fig 3. Relationship Between Vital Age and Chronological Age in 209 Healthy Men

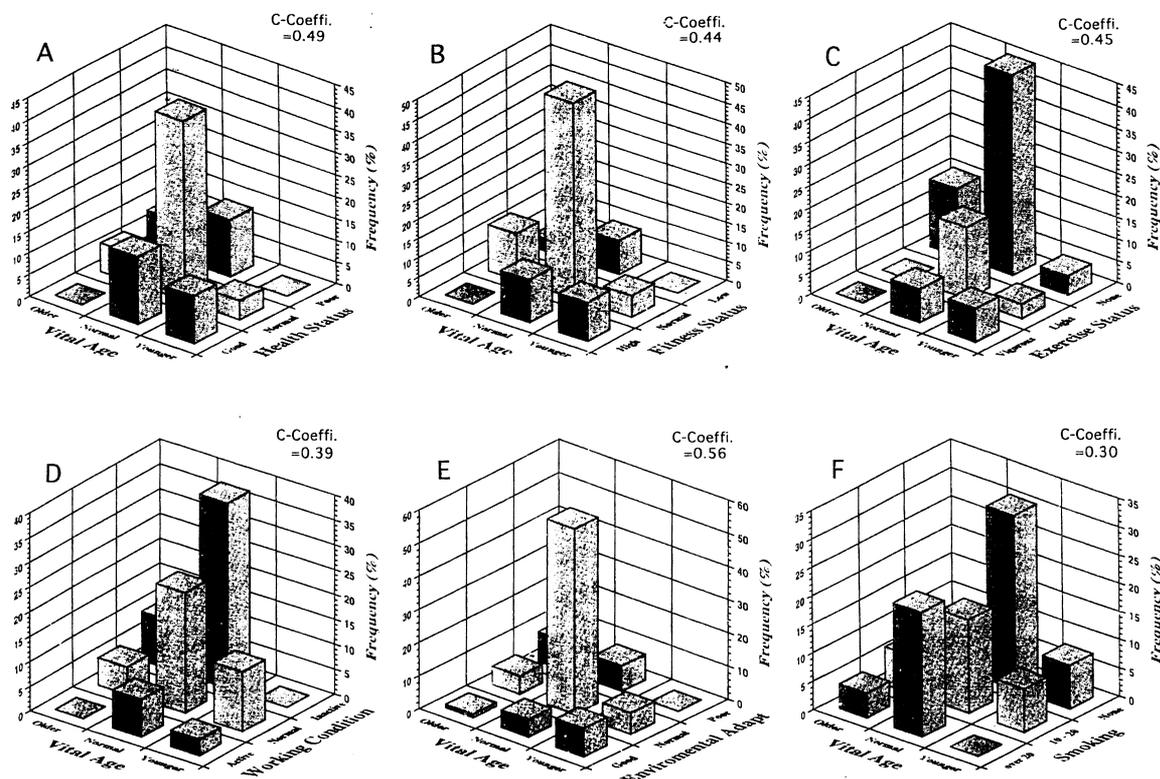


Fig 4. Relationships between (A) vital age and health status, (B) vital age and physical fitness status, (C) vital age and exercise habit, (D) vital age and working condition, (E) vital age and environmental adoption, and (F) vital age and smoking habit.

において“Younger”と評価された。普通(Normal)と答えた47名(51.6%)の大部分(40.7%)は活力年齢において普通(Normal)と評価された。逆に、健康状態が悪い(Poor)と答えた20名(21.9%)の内、8名は活力年齢において“Older”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.49で中程度の相関($p < 0.01$)を示した。

図Bから、自分の体力に自信がある(High)と答え19名(20.9%)の内、9名は活力年齢において“Younger”と評価された。普通(Normal)と答えた61名(67.0%)の大部分は活力年齢においても普通(Normal)と評価された。自信がない(Low)と答えた11名(12.1%)の内、3名(3.3%)は活力年齢において“Older”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.44で中程度の相関($p < 0.01$)を示した。

図Cから、運動習慣においてよく運動する(Vigorous)と答えた14名(15.4%)の内、7名(7.7%)は活力年齢において“Younger”と評価された。普通(Normal)と答えた18名(19.8%)の大部分は活力年齢においても

普通(Normal)と評価された。逆に、運動習慣が全くない(None)と答えた59名(64.8%)の内、14名(15.4%)は活力年齢において“Older”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.45で中程度の相関($p < 0.01$)を示した。

図Dから、労働形態において静的作業(Inactive)と答えたものは43名で全体の47.2%を占めた。内9名(9.9%)は活力年齢において“Older”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.39で低相関であったが統計的に有意($p < 0.05$)を示した。

図Eから、環境変化に対する適応能力において高い(Good)と答えたものは14名で全体の15.4%を占めた。内8名(8.8%)は活力年齢において“Younger”と評価された。逆に、適応能力が劣る(Poor)と答えた14名(15.4%)の内、8名は活力年齢において“Older”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.56で中程度の相関($p < 0.01$)を示した。

図Fから、喫煙状態においてNo-Smokingと答えたも

のは39名で全体の42.9%を占めた。内7名(7.7%)は活力年齢において“Younger”と評価された。2変数間の関連度、C係数は0.30で低相関であったが統計的に有意($p < 0.05$)を示した。

IV. 考 察

わが国は、2020年には社会的生産活動を担っている人(20～64歳)、2.3人で1人の老人(65歳以上)を支える社会が実現すると予想される¹²⁾。このような社会では、生産年齢人口の減少によって国民総生産量が落ち込み、経済状態が悪くなるものと考えられる。更に、老人医療費の増大は社会保障制度の抜本的改革を促し、高齢者にもある程度の負担を要求するようになる。従って、高福祉を期待しようとする、高齢者も老後を自分で切り開いていくことを基本理念にすべきである。つまり自立自助の精神に基づき、健康な間は出来るだけ自分のことは自分で行き、可能な限り職につき働くということが大切と思われる。そのためには、定年制の延長や老人に働き易い職場環境の提供等の社会システムの変革が必要になる。しかし反面、高齢者は生物学的には衰退期に入っているから^{3)、10)}、皆が皆健康で働く意欲が有るかという個人差が大きく一概に答えられない。そのためには、先ず以て高齢者自身の身体的・精神的残存能力を知ることが、すなわち個人の老化の程度を知ることが重要となる。本研究で工夫された活力年齢の推定式は、単なる健康や早期老化の予防という高齢者の健康管理に役立つだけでなく、高齢者の労働力の発掘に対する基礎資料を提供するかもしれない。

我々は、先の研究(京都体育学研究、第12巻)¹¹⁾において老化の指標としての生物学的活力を、“行動の基礎となる体力、種々の身体的ストレスに対する抵抗力、そして生命力等からなる総合能力”と定義し、その能力を具体的に推定するための評価方法を提案した。しかし、先の研究では、直接活力年齢の推定式を求めず、体力年齢と生理的年齢を主成分モデルを用いて別々に推定し、後で二次元空間による3段階の評価ゾーンにプロットし、生物学的活力の評価を3段階(HIGH, NORMAL, LOW)でおこなうという方法を取った。本研究は、生理的諸機能と体力変数を一緒に総合し活力年齢その

ものを直接推定するところに特徴がある。こうすることにより、個人の活力年齢は年齢の尺度で表されるため、個人の生物学的活力の程度を、暦年齢と比較しその差を評価することにより簡単に知ることが出来る。

推定するために用いた検査・測定項目は、生命維持と深い関係をもつ呼吸循環機能、肝機能、腎機能、糖代謝、血液性状の各種の機能全般わたっており、また筋力、瞬発力、全身の持久性等の行動体力全般にわたっているため、我々によって仮説された生物学的活力を十分に反映すると考えられる。そのうえ、被験者全員について求めた活力年齢と暦年齢の相関は0.87と高く、個人の活力年齢は、活力年齢と暦年齢が完全に一致する45°の標準ラインの上下にはほぼ均等に分布した。これは本研究で求め得た活力年齢の推定式の精度の良さを証明するものである。

活力年齢と主観的に評価された体力および健康度の関連は、この推定式の妥当性を間接的に証明すると考える。活力年齢と主観的体力の間に $R=0.44$ ($p < 0.01$)、活力年齢と主観的健康度の間に $R=0.49$ ($p < 0.01$)を得た。質問紙法によって得たカテゴリカルデータの場合、一般に、カテゴリの数が少なくなればなるほどクロス集計の結果、高い相関係数を得ることは難しくなる¹³⁾。これらの相関係数は、それほど低い値ではない。中程度の相関と見なされる。体力が高い水準にあり、また健康状態の良い人は、いずれも活力年齢が暦年齢と比べ低く、すなわち生物学的にみて“若い”と評価された。これらの結果は、本研究で求め得た活力年齢の妥当性を間接的に示唆すると考えられる。

更に、活力年齢と主観的に評価された運動実施状態、労働形態、環境変化に対する適応力、喫煙状態等の関連を検討したところ、日頃より活発な運動習慣のある人や環境の変化に対して適応能力の高い人は活力年齢が暦年齢より低く、生物学的に“若い”状態にあることが示唆された。また、喫煙習慣のない人は、ある人に比べ活力年齢が暦年齢より低い傾向にあることが、更に、労働形態において静的作業に従事する人の活力年齢は暦年齢より高い傾向にあることが示唆された。従って、これらに関する望ましい生活習慣は、活力年齢を“若く”保つうえで必要不可欠なものと考えられる。

V. 結語

老化の指標としての“活力年齢”の推定式の作成と活力年齢に対するライフスタイルの影響を明らかにするために、健康な成人および中高年男性209名を対象として体力と生理的諸機能の測定・検査を実施した。クラスター分析および暦年齢と各変数の相関の程度を考慮して11変数を活力年齢を推定するための組テストの変数として選び出した。更に、これら11変数をもとに計算された相関行列に主成分分析を適用して第一主成分を求めた。そして第一主成分の因子スコアの推定式を活力年齢の推定式とした。次式は最終的に求め得た活力年齢の推定式である。

$$VAc = \{(13.3 \times VA) + 46.7\} + Z.$$

但し、 $VA = (VAS \times 13.3) + 46.7$ 。 $VAS = -0.00036(FVC) + 0.011(SBP) + 0.006(\text{Blood glucose}) - 0.006(GPT) + 0.0013(LDH) + 0.0026(TC) + 0.022(BUN) - 0.17(Hb) - 0.0087(\text{Back strength}) - 0.025(\text{Vertical jump}) - 0.382(PWC_{max}/BW) + 4.027$ 。 さらに $Z = (0.176 \times \text{Age}) + 8.22$ 。である。

被験者全員について求めた活力年齢と暦年齢の相関は0.87、推定の標準誤差は7.5歳であった。個人の活力年齢は45度のIdentity line($VA=CA$)の上下に均等に分布した。活力年齢と主観的体力の間に $R=0.44$ ($p<0.01$)、活力年齢と主観的健康度の間に $R=0.49$ ($p<0.01$)、を得た。これらの結果は、本研究で求め得た活力年齢の妥当性を間接的に示唆すると考えられる。更に、個人の運動習慣や労働形態、喫煙状態も活力年齢に影響することが明らかにされた。

謝辞

本研究にご協力をいただいた矢倉診療所の所長兼高明生博士に感謝いたします。また、本研究の一部は、成安造形短期大学の学術研究助成金によるものである。

文献

- Anderson, S.F.(1985) An historical overview of geriatric medicine: Definition and aims. In., Pathy, M.S.J., Principles and Practice of Geriatric Medicine. Wiley, London, pp.7-13.
- Clark, J.W.(1960) The aging dimension: a factorial analysis of individual differences with age on psychological and physiological measurements. J. Gerontol. 15:183-187.
- Comfort, A.(1969) Test-battery to measure ageing rate in man. Lancet, 27:1411-1415.
- Dubina, T.L., Mints, A.Ya., and Zhuk, E.V.(1984) Biological age and its estimation. II. Introduction of a correction to the multiple regression model of biological age and assessment of biological age in cross-sectional and longitudinal studies. Exp. Gerontol. 19:133-143.
- Furukawa, T., Inoue, M., Kajiya, F., Inada, H., Takasugi, S., Fukui, S., Takeda, H. and Abe, H.(1975) Assessment of Biological Age by Multiple Regression Analysis. J. Gerontol. 30:422-434.
- Hofecker, G., Skalicky, M., Kment, A., and Niedermuller, H.(1980) Models of the biological age of the rat. I. A factor model of age parameters. Mech. Ageing Dev. 14:345-359.
- Hollingsworth, J.W., Hashizume, A., and Jablon, S.(1965) Correlations between tests of aging in Hiroshima subjects. - an attempt to define "physiological age". Yale. J. Bio. Med. 38:11-26.
- Ingram, D.K.(1983) Toward the behavioral assessment of biological aging in the laboratory mouse: Concepts, terminology, and objectives. Exp. Aging Res. 9:225-238.
- 岩井勇児、鈴木眞雄著 (1981)教師のための統計法入門。福村出版、東京、pp. 163-184.
- Jalavisto, E. and Makkonen, T.(1963) On the assessment of biological age. II. A factorial study of aging in postmenopausal women. Ann. Acad. Sci. Fenn. Med. 100:5-34.
- 兼高明生、畑佐泰子、中村栄太郎 (1997) ヒトの“生物学的活力”の推定とその評価方法。京都体育学研究 12:1-11。
- 厚生省 (1998) 厚生白書 (平成10年版)。制度の概要および基礎統計。ぎょうせい、東京、pp. 365-371。
- 松島茂善編著 (1948) 壮年体力テスト。第一法規、東京、

- 14) Masoro, E.J.(1989) A physiological approach to the study of aging. *Medical Times*, 117:63-67.
- 15) Nakamura, E., Miyao, K., and Ozeki, T.(1988) Assessment of biological age by principal component analysis. *Mech. Ageing Dev.* 46:1-18.
- 16) Nakamura, E.(1994) Statistical approach for the assessment of biological age. In., Balin, A.K., *Practical Handbook of Human Biologic Age Determination*. CRC press, Boca Raton, pp.439-456.
- 17) Norusis, M.J.(1985) *SPSS-x advanced for statistics guide*. McGraw-Hill, New York.
- 18) Nunnally, J.C.(1959) *Test and measurement*. McGraw-Hill Book Company, New York, pp.141-162.
- 19) Shock, N.W.(1961) Physiological aspects of aging in man. *Annu. Rev. Physiol.* 23:97-121.
- 20) Shephard, R.J.(1978) *Physical activity and aging*. Croom Helm, London, pp.268-291.

(1999年5月22日受付、7月24日受理)

肉従蓉 (Cistanche salsa) と 持久性運動が筋代謝に及ぼす影響

李 西華* 山崎先也* 小河繁彦**
千家弘行* 田口貞善*

Effects of Cistanche salsa and endurance exercise on skeletal muscle metabolism

Xihua LI, Sakiya YAMASAKI, Shigehiko OGOH,
Hiroyuki SENGE and Sadayoshi TAGUCHI

Abstract

Cistanchis Herba [Cistanche salsa (C. A. MEY.) G. BECK, (Orobanchaceae)] has been used as a tonic in traditional Chinese medicine for deficiency of kidney characterized by cold sensation in loins and knees, impotence, female sterility and constipation due to dryness of bowel in the senile. A number of constituents including phenylpropanoids, iridoids and polysaccharides which have the antioxidative effect of these phenylethanoids by free radical scavenging activity, anti-lipid peroxidation effect and superoxide dismutase (SOD) have been isolated from this plant. The purpose of this study was to examine the effect of Cistanche Salsa (CS) extract on the histochemical properties of skeletal muscle and blood parameters in serum creatine phosphokinase (CPK) and CPK isoform. Twenty-four Wistar male rats (10 wk old) were assigned randomly to 4 groups; (i) untreated sedentary rats (NEX-NCS group); (ii) sedentary rats treated with CS (NEX-CS); (iii) untreated trained rats (EX-NCS); and (iv) trained rats treated with CS (EX-CS). Both treated CS groups received an oral dose of 250 mg/kg daily of CS for 8 weeks. The rats performed run training for 8 weeks using a wheel driven treadmill. During the first weeks of training the duration of running was 15 minutes and run time was gradually increased by 15 min each week. The cross-sectional area (CSA) of soleus muscle fiber in the EX-CS rats was higher than all other groups. Succinate dehydrogenase (SDH) activity of soleus muscle fiber in the EX-CS was lower than all other groups and significantly lower compared with the NEX-CS and the NEX-NCS. While, serum CPK activity in the both CS dose groups were significantly higher than that in the EX-NCS. It is appropriate to speculate that while endurance training and administration of Cistanche salsa (CS) extract reduced oxidative enzyme activity, they induced much higher inhibition on lipid peroxidation and antioxidative effect in muscle cells.

I. 緒言

肉従蓉 (Cistanche salsa) は中国、モンゴルおよび

ロシアのシベリアなどの地域の砂地に生息し、ハマウツボ科などの低木を宿主とする多年生寄生植物である。中国の古典的な漢方書である『本草綱目』¹⁾によれば、

* 京都大学大学院人間・環境学研究科: Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

** 北テキサス大学: University of North Texas, Fort Worth, TX, U.S.A. 76107-2699

肉従蓉は、補精薬として強壯、補精の目的で用いられるとされている。現在、その薬効については、免疫機能を高め、延命効果があると報告されている²⁵⁾。さらに、その成分は、phenylethanoids 配糖体^{9, 10, 11, 12)}、iridoid glycosides 配糖体^{9, 10, 11, 12)}、lignan glycosides 配糖体およびその関連化合物^{8, 10, 11)} など30数種の化合物であることが分離分画法により明らかにされている。守屋¹⁵⁾は、その中のphenylethanoids 配糖体のうち2'-acetylacteosideは活性酸素捕捉作用が強く、単位重量当たりの強さはスーパーオキシドジスムターゼ (SOD) に匹敵することを示唆している。最近、Xiong たち²⁰⁾は、肉従蓉のphenylethanoids 配糖体が過酸化脂質を抑制することを報告している。したがって、有酸素的エネルギー生産に関わるミトコンドリア内ではATP再合成にあたり、肉従蓉は活性酸素を過酸化水素 (H₂O₂) へ速やかに変換・除去する働きを補助し、持久性トレーニングによって生じる多量の酸素摂取に伴う活性酸素の発生を抑えることができると考えられる。孫たち¹⁹⁾は、マウスに肉従蓉を投与することで水泳時間の延長が見られたと報告している。しかしながら、肉従蓉投与と持久性トレーニングの骨格筋代謝特性への影響、特に組織化学的、生化学的解析からみた筋細胞適応については十分に明らかにされていない。そこで、本研究は、ラットに肉従蓉投与と持久性運動を長期に課し、筋線維の組織化学的適応を明らかにしようとするものである。

II. 方法

A. 実験材料

1. 肉従蓉 (Cistanche salsa: CS) エキスの抽出

実験に用いた肉従蓉は、中国新疆産で全草を乾燥させたものである。肉従蓉の抽出方法は小林たち¹³⁾の修正法により、肉従蓉1kg細切に対し、メタノールを1.5ℓ加え、40℃で2時間煮沸し、そのエキスを抽出し、濾過した。さらに、残った残留物に1.5ℓのメタノールを加え、上記の方法を繰り返し、CSエキスを抽出した。この方法をもう一度繰り返し、すなわち計3回行い、最終抽出濾過液を作成した。このCS濾過液を減圧下で溶媒を留去し、濃縮CSエキス250gを得た。CSエキスは実験まで冷暗室で保存した。

B. 実験動物

実験群では、10週齢のWistar雄性ラット(300~340g)24匹が用いられた。2週間の予備飼育の後、持久性運動を負荷する群、肉従蓉エキスを投与する群、これらの群の対照群の計4群(各群6匹)を設けた。

群	群名	匹数
持久運動・肉従蓉投与群	EX-CS	6匹
非持久運動・肉従蓉投与群	NEX-CS	6匹
持久運動・肉従蓉非投与群	EX-NCS	6匹
非持久運動・肉従蓉非投与群	NEX-NCS	6匹

飼育室は温室21-22℃に維持し、昼間(AM6:00-PM6:00)点灯し、夜間(PM6:00-AM6:00)消灯した。飼料および飲水は自由摂取とし、体重を隔日計量した。

C. 持久性運動負荷

運動群には、回転運動器を用いて、10m/分の速度で持久性運動を8週間にわたり行わせた。負荷法は15分間の毎週の漸増負荷法によって、即ち、一日の運動時間は、第1週目を15分/日、第2週目を30分/日、第3週目を45分/日、第4週目を60分/日、第5週目を75分/日、第6週目を90分/日、第7週目を105分/日、第8週目を120分/日とした。

D. 肉従蓉 (CS) エキス投与法

CSエキスの投与は、ゾンデを用い一日一回の経口投与を行った。投与量は250mg/kg体重とした。

E. 筋標本抽出

8週間のトレーニング期間終了の翌日、ペントバルビタールナトリウム麻酔下(50mg/kg body wt.)で、左後肢のヒラメ筋を摘出し、液体窒素によって冷却してあるイソペンタン液中で急速凍結し、分析を行うまで-80℃で保存した。また、腹大動脈より採血後、前脛骨筋、上腕二頭筋、心臓および副腎を摘出し、湿重量を測定した。

F. 血液分析

血漿カテコロールアミンは、HPLC方法²⁰⁾により、総血清クレアチン磷酸酵素(CPK)活性はUV方法²¹⁾により測定した。また、血清クレアチン磷酸酵素アイソザイム(CPK-MM%, CPK-MB%)分画はElectrophoretic方

法²¹⁾に基づき行った。

G. 組織化学的分析

1. 筋標本の染色

左後肢のヒラメ筋は、-20℃下でクリオスタット (Leica 社製 JUNGCM 1800) により、厚さ 10 μm の連続横断切片を作成した。切片には常温にて乾燥させた後 Myosin ATPase 染色²²⁾、SDH 染色¹⁶⁾ 及び α-GPD 染色²³⁾ を施した。筋線維タイプは Peter たち¹⁷⁾ の方法により Slow-twitch oxidative (SO)、Fast-twitch oxidative glycolytic (FOG)、SO 線維と FOG 線維の中間タイプ (INT) の3種類に分類した。

2. 筋線維のコハク酸脱水素酵素 (SDH) 活性値および α-グリセロリン酸脱水素酵素 (α-GPD) 活性値の測定
単一筋線維の SDH 活性値と α-GPD 活性値の測定方法は、一定の光度下で、SDH 染色および α-GPD 染色を施した筋横断切片の標本を顕微鏡 (日本光学社製 Y2F-21) を介し、画像処理装置 (PIAS 社製 LA535FB) に取り込み、各筋線維タイプ別に SDH 活性値と α-GPD 活性値を測定した。単一筋線維中の各酵素活性値は単一筋線維の全画素の輝度を測定し、それらの平均値を算出した。1画素は約 0.4 μm² である。輝度は、全て光を透過する明るさを 0 レベル、全く透過しない明るさを 255 レベルとして、その間の明度を等分し、Optical Density (O.D.) とした。

I. 統計処理

各群間の平均値の比較には、分散分析 (ANOVA) を用い

て統計処理を行い、有意水準は 5% とした。

III. 結果

A. 体重の変化

実験期間中 (生後 9 ~ 17 週齢) の体重変化を図 1 に示した。14 週齢以降 17 週齢に至るまで、肉従蓉の投与にかかわらず、両運動群の体重は NEX-NCS 群に対して、それぞれ有意に低値を示した (p < 0.05)。

B. 心臓および副腎の重量と筋重量

実験期間終了時における心臓および副腎の重量と筋重量を表 1 に示した。心重量の絶対値は、群間に差は認められなかったが、体重に対する相対重量では、EX-CS 群は NEX-NCS 群に対して、11.3% の高値を示した (p < 0.05)。また、副腎湿重量では、EX-CS 群は NEX-CS

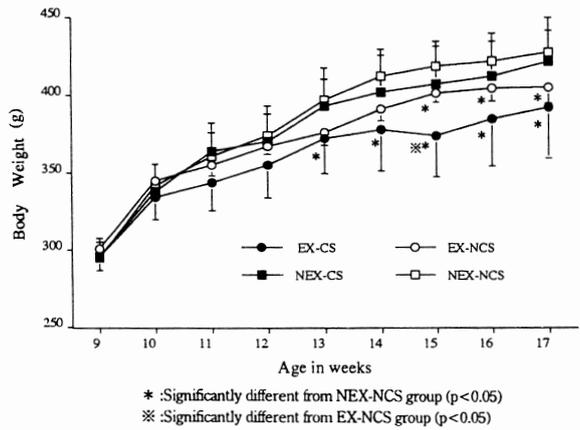


Figure 1. Changes in body weight during experimental period.

Table 1. Body weight, heart weight, adrenal gland weight and skeletal muscle weights at the end of the experimental period.

	Untrained		Trained	
	NEX-NCS (n=6)	NEX-CS (n=6)	EX-NCS (n=6)	EX-CS (n=6)
Body Wt. (g)	430 ± 16	419 ± 27	408 ± 7.0 ^c	394 ± 33.9 ^c
Heart (mg)	1040.5 ± 62.1	1069.1 ± 79.8	1057.2 ± 62.1	1062.8 ± 95.7
Heart/Body Wt. (× 100)	242.1 ± 13.5	255.5 ± 20.8	259.5 ± 16.3	269.5 ± 5.4 ^c
Adrenal gland (mg)	27.0 ± 4.8	30.1 ± 4.9	36.8 ± 5.5 ^{b,c}	35.7 ± 2.6 ^{b,c}
Adrenal gland/Body Wt. (× 100)	6.3 ± 1.2	7.2 ± 1.1	9.1 ± 1.5 ^{b,c}	9.1 ± 1.0 ^{b,c}
Tibialis anterior (mg)	725.8 ± 49.8	724.6 ± 73.1	729.5 ± 61.6	717.7 ± 52.4
Tibialis anterior/Body Wt. (× 100)	168.7 ± 8.5	172.6 ± 12.2	179.2 ± 16.7	182.4 ± 7.4 ^c
Biceps brachii (mg)	209.5 ± 12.5	216.9 ± 27.0	225.3 ± 22.9	205.8 ± 19.2
Biceps brachii/Body Wt. (× 100)	48.7 ± 1.2	51.7 ± 5.3	55.4 ± 6.4 ^c	52.6 ± 6.2

Values are means ± S.D., n: number of animals.

b: Significantly different from NEX-CS group (p < 0.05); c: Significantly different from NEX-NCS group (p < 0.05).

群に対して、18.7%、NEX-NCS群 に対して、32.2%高い値を示した ($p < 0.05$)。

C. ヒラメ筋における筋線維タイプ別横断面積および筋線維組成比率

ヒラメ筋における筋線維タイプ別横断面積は両運動群のSO線維およびFOG線維のいずれの筋線維においても高値が示されたが、統計的な有意差は見られなかった(表2)。また、筋線維組成比率では、両運動群でSO線維の増加、FOG線維の減少傾向が認められたが統計的な有意差はなかった。なお、INT線維は各群でほとんど

認められなかった。

D. ヒラメ筋における筋線維タイプ別のSDH活性値および α -GPD活性値

ヒラメ筋の筋線維タイプ別のSDH活性値および α -GPD活性値を表3に示す。SDH活性値についてみると、SO線維では、いずれの群間でも有意差は見られなかったが、FOG線維では、EX-CS群に対しNEX-NCS群およびNEX-CS群で、有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。 α -GPD活性値についてみると、EX-CS群のSO線維は他の3群に比較して有意に低い値を示した。肉従蓉の投与の

Table 2. Cross-sectional areas and compositions of muscle fibers in soleus muscle.

	Untrained		Trained	
	NEX-NCS (n=6)	NEX-CS (n=6)	EX-NCS (n=6)	EX-CS (n=6)
Cross-sectional areas of muscle fiber (μm^2)				
SO fiber	3086.9 \pm 865.4	3093.0 \pm 768.8	3137.9 \pm 819.4	3483.9 \pm 1023.9
FOG fiber	2924.4 \pm 925.0	3055.3 \pm 747.7	3180.9 \pm 792.6	2744.9 \pm 741.3
Muscle fiber composition (%)				
SO fiber	82 \pm 8	83 \pm 7	87 \pm 5	89 \pm 7
FOG fiber	18 \pm 8	17 \pm 7	13 \pm 5	11 \pm 7

Values are means \pm S.D., n: number of animals.

Table 3. Enzymatic activity of succinate dehydrogenase and α -glycerophosphate dehydrogenase in fiber type in soleus muscle.

	Untrained		Trained	
	NEX-NCS (n=6)	NEX-CS (n=6)	EX-NCS (n=6)	EX-CS (n=6)
SDH activity (O.D)				
SO fiber	160.1 \pm 3.8	157.3 \pm 6.2	158.1 \pm 3.0	151.3 \pm 11.7
FOG fiber	186.2 \pm 4.5	184.4 \pm 4.0	181.3 \pm 7.1	176.9 \pm 7.9 ^{b,c}
α -GPD activity(O.D)				
SO fiber	96.4 \pm 1.1	93.8 \pm 1.1 ^c	90.7 \pm 1.6 ^{b,c}	87.4 \pm 1.9 ^{a,b,c}
FOG fiber	146.1 \pm 8.1	142.8 \pm 4.9	118.4 \pm 18.0 ^{b,c}	126.5 \pm 5.4 ^{b,c}

Values are means \pm S.D., n: number of animals. ^a: Significantly different from EX-NCS group ($p < 0.05$). ^b: Significantly different from NEX-CS group ($p < 0.05$). ^c: Significantly different from NEX-NCS group ($p < 0.05$).

Table 4. Plasma catecholamines, total creatine phosphokinase and isoenzyme.

	Untrained		Trained	
	NEX-NCS (n=6)	NEX-CS (n=6)	EX-NCS (n=6)	EX-CS (n=6)
Plasma Catecholamines				
Adrenaline (ng/ml)	1.58 \pm 0.96	1.67 \pm 0.83	2.92 \pm 2.26	3.05 \pm 2.46
Noradrenaline (ng/ml)	0.10 \pm 0.04	0.14 \pm 0.08	0.16 \pm 0.07 ^c	0.16 \pm 0.08
Total CPK (IU/l)				
CPK-MB (%)	1171.5 \pm 657.8	1483.6 \pm 367.5	746.8 \pm 418.3 ^b	1791.0 \pm 675.2 ^a
CPK-MM (%)	18.2 \pm 9.8	11.5 \pm 6.1	23.7 \pm 12.1	9.3 \pm 6.8 ^a
CPK-MM (%)	64.4 \pm 12.6	73.4 \pm 8.5	51.9 \pm 21.8 ^b	75.1 \pm 12.5 ^a

Values are means \pm S.D., n: number of animals. ^a: Significantly different from EX-NCS group ($p < 0.05$); ^b: Significantly different from NEX-CS group ($p < 0.05$); ^c: Significantly different from NEX-NCS group ($p < 0.05$).

ない運動群 (EX-NCS) も両非運動群に比し、低い値を示した。さらに、NEX-CS群はNEX-NCS群と比較して、有意差が認められた ($p < 0.05$)。すなわち、非運動群でもCSエキスイタ群は非投与群よりSO線維の α -GPD活性が低い値であった。また、EX-CS群およびEX-NCS群の両運動群におけるFOG線維の α -GPD活性値は非運動群の2群に比べて有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。

E. 血漿カテコロールアミン濃度

血漿カテコロールアミン濃度を表4に示した。アドレナリン値をみると、両運動群 (EX-CS、EX-NCS) は非運動群 (NEX-NCS、NEX-CS) に比べ約2倍の高値を示したが、有意差は認められなかった。ノルアドレナリン値はEX-NCSとNEX-NCS群間に有意差が示されたが ($p < 0.05$)、他の群間には差が認められなかった。

F. 血漿クレアチン燐酸酵素 (CPK) 活性とCPKアイソザイム

表4に、血漿総クレアチン燐酸酵素活性とそのアイソザイムを示した。NEX-CS、EX-CSにおける総CPK活性はEX-NCSと比較して、有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また、CPKアイソザイムを可溶性分画によるMM%、MB%でみると、CPK-MM%は総CPK活性と同様の傾向を示した。NEX-CS群とEX-CS群の肉従蓉の投与群のCPK-MB%は、EX-NCS群に対して低値を示し、特に、EX-CS群のCPK-MB%が著しい低下を示した ($p < 0.05$)。

IV. 考察

本研究は、10週齢のWistar系雄性ラットに、8週間にわたる肉従蓉(CS)エキスの経口投与および持久性トレーニングを課し、ヒラメ筋の筋代謝に及ぼす影響を組織化学的に検討した。持久性運動トレーニングは、ラットの成長に伴う体重増加を抑制することが報告されている¹⁵⁾。この原因としては主に持久性運動負荷によるエネルギー消費量の増大や運動ストレスによる食餌摂取量の減少によることが報告されている²⁰⁾。本研究においては、EX-NCS群及びEX-CS群の両運動群の体重は非運動群であるNEX-NCS群に比べ有意な低値が示され、先行研究²⁰⁾と一致する結果が認められた。

本研究において、両運動群でコハク酸脱水素酵素活性の上昇が認められなかったが、この原因は肉従蓉成分のphenylethanoids配糖体による抗酸化作用の働きが

酸化系酵素活性を高めることなく、抗酸化を強化することで、筋の持久的適応を改善したと推論するのが妥当と考えられる。この点に関してはJi¹⁷⁾の研究結果と一致するものである。孫たち¹⁸⁾の肉従蓉投与実験で水泳パフォーマンスの向上を認めた結果はこのことを裏付けるものである。

解糖系酵素である α -GPD活性は、両運動群で低下が認められた。これは、肉従蓉投与群では有酸素的運動によって肉従蓉の主要構成成分であるphenylethanoids類に含まれるCaffeic moietyがcAMPのホスホリラーゼキナーゼの燐酸化の活性を抑制し⁶⁾、グリコーゲンの消費節約に関与したと推察される。本研究において、両運動群でアドレナリンおよびノルアドレナリンの上昇が認められたが、この反応は運動が高強度になればアドレナリンおよびノルアドレナリンが増加するという交感神経系-副腎系の運動に対する一般的応答であると考えられる。

本研究においてCPK血中逸脱酵素をみるとEX-NCS群はNEX-NCSと比較し、総CPK活性の低下およびアイソザイムであるCPK-MB%の増加傾向が示された。持久性運動選手の骨格筋の総CPK活性は非運動選手と差が認められないが、骨格筋CPKアイソザイムの発現率をみると、CPK-MB%が高値を示すことが実験的に確かめられている¹¹⁾。このことは、骨格筋に高濃度に存在しているCPK-MMタイプのアイソザイムがよりATP合成能の高いCPK-MBタイプへ変換したものと推測される。Appleたち²¹⁾は、ヒトの骨格筋の酸化系酵素活性(クエン酸合成酵素活性)とCPK-MB活性との間に相関関係があり、また、CPK-MB活性の増加はATP合成を促進するものと述べている。また、6週から8週間の持久性運動トレーニングによりヒラメ筋の総CPK活性が有意に低下し、CPK-MB%が増加することを報告²⁰⁾している。また、マラソン・レース後の血清CPK-MB%の増加は骨格筋の微細的損傷や壊死による骨格筋CPK-MB活性の増加に原因する¹⁸⁾と考えられている。一方、肉従蓉投与により総CPK活性は増加を示し、CPK-MB%が低下することを認めた。運動負荷の有無に関わらず肉従蓉投与は血清総CPK活性の増加を伴うが、そのアイソザイムをみるとCPK-MB%が低下することが明らかにされた。すなわち、肉従蓉を投与し、持久性運動を併用した場合、酸化系酵

素活性の上昇のメカニズムに依存する他に筋細胞損傷を防ぎ、過酸化脂質の産生を抑制する働きによる持久的筋適応の存在が示唆された。

文献

- 1) Apple, F. S., Rogers, M. A., Sherman, W. M., Costill, D. L., Hagerman, F. C., and Ivy, J. L. : Creatine kinase-MB isoenzyme adaptations in stressed human skeletal muscles of marathon runners. *J. Appl. Physiol* 59: 149-153. 1985.
- 2) Apple, F. S., and Tesch, P. A. : CK and LDH isozymes in human single muscle fibers in trained athletes. *J. Appl. Physiol.* 66: 2717-2720. 1989.
- 3) Brook, M. H., and Kaiser, K. K. : Myosin adenosine triphosphatase system : the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *J. Histochem. Cytochem.* 18: 670-672. 1970.
- 4) Bukowieck, L., Lupien, J., Follea, N., Paradis, A., Richard, D., and Leblane, J. : Mechanism of enhanced lipolysis in adipose tissue of exercise trained rat. *Am. J. Physiol.* 239 : E 422-E429. 1980.
- 5) Dohm, G. L., Beecher, G. R., Stephenson, T. P., and Womack, M. : Adaptations to endurance training at three intensities of exercise. *J. Appl. Physiol.* 42: 753-757. 1977.
- 6) Ernesto, C., Manue, H., Carlos, J., and Ricardo, R. : Pharmacological effects of three Phenylpropanoids glycoside from *Mussation*. *Planta Med.* 56: 24-26. 1990.
- 7) Ji, L. L., Frederick, W. S., and Henry, A. L. : Enzymes down regulation with exercise in rat skeletal muscle. *Arch. Biochem. Biophys.* 263: 137- 149. 1988.
- 8) 唐沢ひろ子、小林弘美、滝沢信夫、宮瀬敏男、福島清吾 : 肉従蓉の成分研究(第8報)新フェニルエタノイド配糖体 Cistanoside Gの単離と構造. *薬学雑誌*. 106: 721-744. 1986.
- 9) Kobayashi, H., Karasawa, H., Miyase, T., and Fukushima, S. : Studies on the constituents of *Cistanchis Herba*. II. Isolation and structure of new iridoids Cistanin and Cistachlorin. *Chem. Pharm. Bull.* 32: 1729-1734. 1984.
- 10) Kobayashi, H., Karasawa, H., Miyase, T., and Fukushima, S. : Studies on the III constituents of *Cistanchis Herba*. III. Isolation and structures of new phenylpropanoid glycosides, Cistanosides A and B. *Chem. Pharm. Bull.* 32: 3009-3014. 1984.
- 11) Kobayashi, H., Karasawa, H., Miyase, T., and Fukushima, S. : Studies on the constituents of *Cistanchis Herba*. VI. Isolation and structure of a new iridoidglycoside, 6-deoxycatapol. *Chem. Pharm. Bull.* 33: 3645-3650. 1985.
- 12) Kobayashi, H., Karasawa, H., Miyase, T., and Fukushima, S. : Studies on the constituents of *Cistanchis Herba*. Çu. Isolation and structures of two phenylpropanoid glycosides, Cistanosides E. *Chem. Pharm. Bull.* 33: 1452-1457. 1985.
- 13) 小林弘美、小松順子 : 肉従蓉の成分研究(第1報). *薬学雑誌*. 103:508-510. 1983.
- 14) 李時珍 : 本草綱目(人民衛生出版)北京. p727. 1977.
- 15) 守屋明 : 生薬肉従蓉(*Cistanche Herba*)とその基原植物に関する研究. 岐阜大学大学院連合農学研究科(博士論文) 1995.
- 16) Nachlas, M. M., Tsou, K. C., Souza, E. D., Cheng, C. S., and Seligman, A. M. : Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new pnitrophenyl substituted ditetrazole. *J. Histochem. Cytochem.* 5: 420-436. 1957.
- 17) Peter, J. B., Barnard, R. J., Edgerton, V. R., Gillespie, C. A., and Stempel, K. E. : Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea and rabbits. *Biochemistry.* 11: 2627- 2633. 1972.
- 18) Siegel, A. J., Silverman, L. M., and Lopez, R. E. : Elevated creatine kinase MB isoenzyme levels in marathon runners. *J. Am. Med. Assoc.* 246: 2049-2051. 1981.
- 19) 孫曇、林安平、張洪泉 : 新疆肉従蓉抗自由基損害研究. *中国中薬雑誌*. 19: 433-435. 1994.
- 20) 辻 潮、中西豊文、中井一吉、塩見寿太郎、船橋修之 : 全自動カテコルアミン分析計(HLC-8030)による血中、尿中カテコルアミン分画測定. *臨床検査機器・試薬*. 4: 635-641. 1988.
- 21) 高木 康、鶴澤龍一、五味邦英 : クレアチンキナーゼ. *臨床検査*. 32: 1309-1305. 1988.
- 22) Taguchi, S., Hata, Y., and Itoh, K. : Enzymatic responses

肉従蓉 (Cistanche salsa) と持久性運動が筋代謝に及ぼす影響

- and adaptation to swimming training and hypobaric hypoxia in postnatal rats. *Jpn. J. physiology.* 35: 1023-1032. 1985.
- 23) Watten, L.W, and Leong, J. L. : Effect of coenzyme Q10 and menadione on succinic dehydrogenase activity as measured by tetrazolium salt reduction. *J. Histochem. Cytochem.* 8: 296-303. 1960.
- 24) Xiong, Q., Kadota, S., Tani, T., and Nanba, T. : Antioxidative effects of phenylethanoids from *Cistanche deserticola*. *Biol. Pharm. Bull.* 19: 1580-1585. 1996.
- 25) 藤徳鈞、譚永成 : 肉従蓉研究進展. *現代応用薬学.* 13: 12-15. 1996.
- 26) 山下勝正、渡辺雅之、吉岡利忠 : トレーニングによるラット骨格筋および心室筋 creatine kinase isoenzyme composition の変動. *体力科学.* 39: 189-197. 1990
- 27) Zendzian-Piotrowska, M., and Gorski, J.: Metabolic adaptation to daily exercise of moderate intensity to exhaustion in rat. *Eur. J. Appl. Physiol.* 67: 77-82 1993

(1999年5月26日受付、7月24日受理)



平成11年7月31日発行

京都体育学会だより No.22

1. 平成10年度事業報告

(1) 学会の開催

1) 第125回学会(1998/12/5、龍谷大学、参加者28名)

研究発表4題:

1. 古代ギリシアと近代スポーツ —現代スポーツ解釈のひとつの試み— 渡部憲一(龍谷大学)
2. エリアスにおけるスポーツ 坂なつこ(立命館大学)
3. 体育授業における走幅跳の助走に関する研究 角 明(北桑田高校)
4. 上肢の両側性多関節動作における最大エクセントリック筋力と速度の関係 長谷川裕(龍谷大学)

2) 第126回学会および総会(1999/3/25、京都大学、参加者60名)

研究発表8題:

1. 関節トルクと筋電図からみた持ち上げ動作の解析 伊坂忠夫(立命館大学)
2. 膝関節最大伸展力及び下肢筋群の働きが股関節動作から受ける影響 金尚憲(高の原スポーツ研究所)他
3. 健全なる肉体に健全なる精神が宿るか 川畑愛義(日本生活医学研究所)他
4. 京都市内小学生の活動量調査について 浜崎 博(京都薬科大学)他
5. 夏期スポーツ活動時の運動能力低下に及ぼす脱水量閾値の検討 芳田哲也(京都工芸繊維大学)
6. 競技種目および技量レベルの違いからみた単純反応時間と選択反応時間の関係 来田宣幸(京都大学)他
7. 中心視野と周辺視野における反応時間の比較 安藤創一(京都大学)他
8. 脳機能イメージングを用いた運動学習研究 河内山隆紀(京都大学)他

(2) 講演会の開催(1998/11/7、京都大学、参加者50名)

テーマ:21世紀の市民社会におけるスポーツの展望 —とくに女性スポーツのありかたを通して—

演者:Jennifer Hargreaves (Professor of Sociology of Sport, Center for Sport Development Research, School of Sport Studies Roehampton Institute London)

司会:岡尾恵市(立命館大学)

(3) 専門分科会の活動

各専門分科会の世話人から書面で報告【別紙1】

発育発達、運動生理、バイオメカニクス、体育社会・心理、体育指導、体育原理・体育史、体育経営管理

(4) 理事会の開催

1) 1998/7/23、京都大学

議題:講演会の開催等

2) 1998/12/5、龍谷大学

議題:シンポジウムなどを開催する場合の責任分担と経費、前会長、川井浩先生の学会顧問への推薦の件、京都体育学研究会の発刊の時期の変更について

3) 1999/1/18、京都大学

議題:京都体育学研究会の発刊の時期の変更について

例年2月に発刊していたが、5月に発刊することになった。(ただし15巻については、移行措置として平成11年7月に発刊する)

4) 1999/3/23、京都大学

議題：平成10年度事業および決算報告、会計監査報告、平成11年度事業計画および予算案、会員動向、総会の議案等

(5) 京都体育学会だよりの件

No.22より京都体育学研究に掲載して発送することになった。

(6) 学会誌（第14巻）と会員名簿の発行の件

2. 平成10年度決算報告【別紙2】

3. 会計監査報告

4. 平成11年度事業計画

- 1) 第127回学会 於同志社女子大学
- 2) 第128回学会 於京都女子大学（総会）
- 3) 特別企画
- 4) 京都体育学研究15巻の発行（平成11年7月発行予定）
- 5) 専門分科会の活動
各専門分科会の世話人から発信

5. 平成11年度予算【別紙3】

6. 竹内京一先生（京都教育大学名誉教授、奈良産業大学教授）を京都体育学会名誉会員に推薦することに決定した。

7. 川井浩前会長を京都体育学会顧問に推薦することに決定した。

8. 日本体育学会の法人化問題について

日本体育学会の法人化問題について、日本体育学会より京都支部の意見を尋ねるアンケート調査があった。理事会（平成11年、7月8日）で話し合った結果、京都支部として日本体育学会の法人化について賛成するという返答を日本体育学会に提出した。なお、会員の皆様方の中で、この件に関してご意見をお持ちの方は、庶務迄（小田宛）お寄せください。

9. その他

1) 会員の動向

1998/3/15現在 298名（京都体育学会のみ26名）

1999/3/15現在 309名（京都体育学会のみ20名）

入会者21名（京都体育学会のみ4名）

退会者10名（京都体育学会のみ6名）

2) 京都体育学会会則の記載ミスの訂正について【別紙4】

【別紙1】専門分科会報告

1. 発育発達専門分科会（世話人：中村栄太郎）
 - 1) 平成10年7月1日に、会誌「発育発達研究」第26号を刊行した。
 - 2) 研究会：平成10年10月8日、京都府医師会と共催にて講演会を開催した。
 - 1) The Clinical Approach of Overweight and Obesity by Dr.Alex F.Roche (Wright State University, School of Medicine)
 - 2) スポーツビジョン（スポーツ視覚学）真下一策（井上記念病院外科医長）
2. 運動生理専門分科会（世話人：小田伸午）

講演会：平成10年9月24日、京都大学大学院人間・環境学研究科で開催。

演題：無重力に対する生体適応 ～宇宙飛行士、Dr.Pawelczyk のスペースシャトル実験から～

演者：Dr.James A.Pawelczyk (The Pennsylvania State Univ, USA)
3. バイオメカニクス専門分科会（世話人：野村照夫）

研究会：平成11年3月16日、京都工芸繊維大学で開催。

 - 1) 「筋電測定及び動作解析からみた前方と後方への股上げドリルの検討」山田剛、野原弘嗣（京教大）
 - 2) 「力量計モニタリング・プログラムの開発」野村照夫（京工繊大）
 - 3) 「多目的筋力測定装置の利用」山下謙智（京工繊大）
4. 体育社会・心理学専門分科会（世話人：横山勝彦）

研究会：平成11年1月6日、同志社大学で開催。

報告者の田中英一氏（鳥羽高校）による「学校教育におけるスポーツ政策 ―日本型スポーツの国際的展開を中心に―」というテーマのもと、中等教育におけるスポーツの取り組みと現状、学校教育における国際的スポーツ交流のしくみとそのあり方などを論点にした活発な論議がなされた。
5. 体育指導専門分科会（世話人：浜崎 博）

研究会：第46回（平成10年6月20日、安田研修庵）、第47回（平成10年10月24日、京都薬科大学）、第48回（平成11年2月20日、安田研修庵）

京都市内の幼稚園から大学生までの身体活動量と身体組成に関する実態調査などについて活発な議論を重ねた。
6. 体育原理・体育史専門分科会（世話人：岡尾恵市）

京都体育学会主催の講演会に参加を呼びかけた（1998/11/7、京都大学大学院人間・環境学研究科地下大講義室）

テーマ：21世紀の市民社会におけるスポーツの展望 ―とくに女性スポーツのありかたを通して―

演者：Jennifer Hargreaves (Professor of Sociology of Sport, Center for Sport Development Research, School of Sport Studies Roehampton Institute London)
7. 体育経営管理専門分科会（世話人：中比呂志）

研究会：平成11年2月7日、京都教育大学で開催。

 - 1) これからの障害者スポーツの課題～指導者講習会受講者の視点から～
谷 幸子（兵庫県立総合リハビリテーションセンター体育指導員）他
 - 2) 公共スポーツ施設における利用者の特性～K施設の利用者を対象として～
清田美絵（オーグスポーツ加古川ウェルネスパーク事業所）他
 - 3) 学校運動部活動の運営に関する一考察～教員志望学生の視点から～
伊達裕史（京都教育大学体育学科 特修体育学専攻）他
 - 4) 高校生の運動部活動に対する意識 中 比呂志（京都教育大学）他

【別紙2】

京都体育学会平成10年度会計報告

	予 算	決 算	
収入	758,727円	747,727円	
内訳			
繰越金	138,727	138,727	
会費	540,000	528,000 *	
特別会計	80,000	80,000	
学会誌購読料	—	1,000	
支出	758,727	747,727	
内訳			
補助金	197,000	197,000	
	90,000	90,000	定例会(45,000×2)
	15,000	15,000	総会
	50,000	50,000	特別企画
	42,000	42,000	分科会(6,000×7)
会議費	25,000	26,180	理事会
事務費	10,000	18,439	庶務、編集他
通信費	90,000	98,525	
	40,000	50,720	特別企画、学会だより他
	50,000	47,805	学会誌(vol.14)発送他
印刷費	410,000	403,830	
	30,000	39,900	学会だより他
	380,000	363,930	学会誌(vol.14)、会員名簿
予備費	26,727	—	
残高		3,753	(次年度へ繰り越し)
特別会計	3,499,506円 (H11.3.2 現在)	* 平成9年度分 2,000円× 2 10年度分 2,000 ×246 10年入会金 500 × 8 支部会員会費 2,000 × 14	

会計理事

浜崎



監事

田阪登紀夫



大山 肇



寺田光世



【別紙3】

京都体育学会平成11年度予算

収入

内訳

繰越金	3,753円
会費	540,000 (2000×270)
特別会計	80,000
合計	623,753

支出

内訳

補助金	197,000
	90,000 定例会(4500×2)
	15,000 総会
	50,000 特別企画
	42,000 (6000×7)
会議費	25,000
事務費	10,000
通信費	70,000
印刷費	320,000 (学会誌(vol.15))
予備費	1,753
合計	623,753

特別会計	3,499,506円 (H11.3.2)
	(2,500,000円 H1.2.16 買付 2月公社債投信)
	(300,000円 H2.3.13 買付 3月公社債投信)

【別紙4】

京都体育学研究第14巻の京都体育学会会則の記載(4, 8, 18条)に一部ミスがありました。下記の如く(アンダーラインの部分)訂正および補筆をお願いします。

第4条

現行

4. この会は前条の目的に賛同する研究者をもって組織する。

訂正

4. この会は前条の目的に賛同する個人および団体をもって組織する。

第8条

現行

8. 本会は総会の承認をえて、顧問を置くことができる。

訂正

8. 本会は総会の承認をえて、顧問および名誉会員を置くことができる。

第18条

現行

18. 会員の会費は年額次の通りとする。

(1)正会員年額 2,000円 (2)学生会員年額 1,000円 (3)購読会員年額 1,000円

現行にアンダーラインの部分補筆

18 (1)正会員年額 2,000円 (2)学生会員年額 1,000円 (3)購読会員年額 1,000円
名誉会員は会費を免除する。

事務局からのお願い

会費の納入について

日本体育学会会員は10,000円(京都体育学会会費2000円を含む)を日本体育学会事務局へ納入して下さい。新会員の方は自動振込手続きをとって下さい。京都体育学会だけに所属する会員は、2000円を下記の口座に納入して下さい。

郵便振替口座番号：01070-7-23829、加入者名：京都体育学会

なお、日本体育学会及び京都体育学会会員になるための手続き書類は、京都体育学会事務局にありますので、庶務理事の小田まで連絡して下さい。会員の所属、住所(電話)などに変更が生じた場合も、小田まで連絡して下さい。

〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

京都大学総合人間学部 環境適応論講座 小田 伸午 研究室

tel 075-753-6876 Fax 075-753-6734(小田宛)

E mail: oda@life.h.kyoto-u.ac.jp

21世紀の市民社会におけるスポーツ展望

— 近年のロンドンにおけるスポーツ活動の様相を通して —

岡 尾 恵 市 (立命館大学)

平成10年11月7日、京都体育学会が主催、社団法人大学体育連合近畿支部会が協力して、京都大学大学院人間・環境研究科地下大講義室においてスポーツ社会学界の第一線で活躍中の Jennifer Alice Hargreaves 教授 (Sociology of Sports Center for Sport Development Recerch, School of Sport Studies Roehampton Institute, London) の講演会が開催されました。

教授は11月13・14日の両日、神奈川県湘南国際村における「国際スポーツ会議」において『自主的スポーツ活動と新たな市民生活の創造』の演題での講演と討論に参加されるために来日されましたが、会議出席を前にして関西空港経由で入洛されたのを機会に、本会のために標記の演題で講演を頂きました。

J. Hargreaves 教授は、古くは明治期に日本の女子体育指導の先駆者であった二階堂トクヨ女史も留学されたことのある名門、London の Dartford College を卒業後、1979年 London 大学で MA を、85年には Surrey 大学人間科学々部で PhD を取得され、現在、本務校で「英国スポーツ史」「余暇論」「スポーツにおけるジェンダー問題」「スポーツ政策」等々の講義を担当される傍ら、この間、この分野で数多くの関係論文を発表されています。

なかでも教授が94年に著わされた『Sporting Females: Critical Issues in the History and Sociology of Women's Sports』(Routledge 社)には、同年の北米スポーツ社会学から「大賞」、英国スポーツ史学会からは「学会賞」が授与されたことに象徴されるように、今日の世界の「スポーツ社会学会」を最先端でリードしておられる女性研究者の一人です。

講演会は、田口会長の挨拶以下、講演、質疑応答、閉

会時の八木副会長の謝辞に至るまで、すべて通訳なしの英語で行なわれました。教授は持参されたロンドンの数多くのスポーツ現場を描写したスライド写真を提示されながら、後述の様な論旨の講演をされましたが、前日に「京都新聞」紙上で案内されたこともあり、京都体育学会の会員約40名だけでなく、遠くは水戸や姫路・奈良からの来聴者もあって、盛会裏に終了しました。以下、その概要について報告します。

「ロンドンには800万人を超す人口を擁する巨大都市である。

ロンドンにはコスモポリタン都市であり、そこにはそれぞれ違った政治的・思想的・宗教的心情をもつ多くの社会的な立場を

持った人びとが居住し、階級や民族・年齢・能力・性別が違うという事情を背負いながら参加してくる数多くのスポーツ文化が存在している。

この講演で、私はこうした各々の集団がもつ重要性を評価すると同時に、大都市で生活を送っている者のための身体活動のもつ意味を再評価して、記録中心のエリートによる「競技スポーツ」と、そのナショナルイズムや商業主義との結びつきについて説明したい。

私の講演の中心は、かつて、スポーツの周辺に追い

講演会報告
Roehampton Institute London
「社会におけるスポーツの展望」
大賞受賞のあり方を通して



講演中の Hargreaves 教授

やられながらも、今日では自らの問題としてスポーツ活動を要求し、積極的な活動をしてきているスポーツに参加する人びとの行動にある。

近年、人びとは「市民の権利」としてスポーツを把らまえ、参加者は自ら自身が組織した様々なスポーツ活動に参加している。また彼らは、実践によって「みんなのスポーツ (Sport for All)」というビジョンを現実のものとし、新しい市民社会創造の一助としているのである。

まず、こうしたことの一例として「ロンドン・マラソン」を挙げたい。これを採り上げた理由は、このマラソン大会が、ありとあらゆる背景を背負った諸階層の個人を含む大衆の年中行事、「みんなのマラソン (The People's Marathon)」としての性格を持っているからに他ならない。このマラソンにはエリート選手から障害者、全ての年齢の男女、民族、経験者などが出場している。同時にこの「マラソン大会」は、ロンドンの中心部を通過する42.195キロのこのコース周辺の200万人以上の人びとが関心をもつ巨大な人気イベントであり、チャリティーには数千ポンドが集まる。「ロンドン・マラソン」は競争中心で商業主義的なイベントではあるが、その特色は喜びや友情と祝賀の気分が結合されていることにある。これはまた、ユニークな行事であると同時に革新的な文化であり、今やロンドンの市中の名物になっているし、一種の新たな市民の誇りと帰属意識をも創り出してきているのである。

しかし不幸なことに、すべてのスポーツ活動が民主的なものばかりではなく、長い歴史をもったものには、時としてもっとも排他的なものもある。「クリケット」はその最たるもののひとつであり、民族の隔壁がロンドン社会とロンドンのクリケット界の隅々にいたるまで存在している。

この件に関する事例として、私の同僚が組織した研究プロジェクトで調査したエッセックス州と東ロンドンにおける黒人とアジア人のクリケット文化についての問題を述べておきたい。その調査によると、「クリケット」には民族差別をベースにしたあからさまな形態があるということである。その調査の報告書は「英国クリケット協会」も認めているところであるが、ロンドン市街にあるクリケットの様相を変えていきたい

との発議が最近起ってきている。私は、差別問題について発言を認めている同僚による研究プロジェクトが、白人と黒人やアジア人社会の間で、「クリケット」において新しい社会的関係を生み出す方法について行なっている議論に加わっていきたいと思っている。

さらに、過去には女性、障害者、高齢者や同性愛の男女などの社会的集団もまた、ロンドンのスポーツ界の片隅におかれてきた。私は、例えば平等と差別のない開放的な政策をとっている東南ロンドンの貧困な地区にあるネットボールの「the Queen of Castle」というクラブや、ロンドン周辺に生活する100万人におよぶ障害者をスポーツに引きつける計画をもっている「the London Sports Forum」、西南ロンドンにある高齢者女性のための「水泳クラブ」、社会的配慮と健康上の配慮によって支援されている「イスラム女性教徒のプログラム」の様な、スポーツの機会を準備している様々なプロジェクトについて説明したい。

このような活動の結果として、中心的な存在である白人や男性、異性愛者、健常者のためという、従来型のスポーツは次第に変化してきており、最近のロンドンの街では、昔はスポーツ活動の片隅におかれていた人びとが以前にも増して随分スポーツをする機会に恵まれてきていることをお知らせしたい。

スポーツが大衆のものとなり、それが健康や幸福に向けて、総合的に優れたものとなってきている点が認められた結果、スポーツは基金の目的を目に見える形にして、基金を募るグループによっても利用されてきた。

私は最後に、これと関連して、一寸、大げさな呼び名ではあるが「生活のためのレース (Race for Life)」と呼ばれる事例として、これは94年以降、子宮がんや乳がんなど女性に限って罹る「がん」研究のために200万ポンド (=約24億円) にのぼる「英国がん基金」によって組織された、病人や障害者を含めた一連の全国的な「5 km ウォーキングとジョギング大会」のことを紹介したい。私自身、この大会を通じて、身体の可能性についての考え方の変化を起こしたスポーツと個人の生き方との結びつきと、身体と心理との結びつきについても今後、調査したいと思っている。

ロンドンにおけるスポーツについて新しい考え方や

スポーツをする機会が、新しい市民社会を創造する一部となってきている。しかしながら、私はこれは簡単な事ではなく、主義や資力によってスポーツで過去に権力を振っていた人たちは、その権力を容易には放棄しないので、今後はロンドンにおけるスポーツの様相を変えたいと望んでいる人たちが中心となって、民主的で新たなスポーツを実現するためにもこれらの人びとと闘う必要があると思っている。」

講演後にはフロアから、近年、保守党から労働党に政権交代した後に起ってきている英国の「スポーツ政策」の変化、とくに労働党が取ってきている従来と

は違った「政策」の内容と、スポーツ政策実現上の資金源をどのようなところに見いだしているのか、女性のスポーツ活動の内容に従来男性に限って行なわれてきたサッカーやラグビー、ボクシング等の激しい身体接触のある種目が採用され始めていることに対する教授の見解、宗教、とくにイスラムの教義とスポーツ活動について教授の見解を問う、等の質問が出され、教授はそれぞれの質問について、時間の許す限り説明や解説をされ、自説を述べられたのが印象的であった。

(文責：立命館大学・岡尾恵市)

宇宙開発と体育科学

田口貞善

平成10年9月24日、宇宙飛行士、Dr. James A. Pawelczyk (The Pennsylvania State University, 助教授) を迎え、「無重力に対する生体適応 ～宇宙飛行士、Dr. Pawelczyk のスペースシャトル実験から～」と題して京都大学大学院人間・環境学研究科において京都体育学会運動生理分科会(世話人 京大小田伸午先生)の主催でセミナーが開催された。京都新聞でも報道されたこともあり、一般の方の参加もあって、セミ



写真1 STS-90 シャトルミッションのクルーたちで、左端が Dr. Pawelczyk である。

ナーは盛況であった。

今回のポウエルジック博士の来日は東京で9月21～22日に開催された「宇宙環境利用国際シンポジウム」のゲストスピーカーが主な目的であったが、私の古き友人、P.B. Raven (元アメリカスポーツ医学会会長)の教え子さんであるということから京都のセミナーを無理にお願いしたところ心快くお引き受けいただいた。生理学者であるポウエルジック博士は1998年4月2日から16日間、スペースシャトル(Shuttle Mission STS-90)で宇宙滞在をされた方で、大変意義のある話を拝聴できた。このmission STS-90は“NeuroLab”と称するもので身体のいろいろな機能を理解する実験が企画されているミッションであったが、

とくに神経系に焦点をあてたものであった。このミッションの企画の総責任者、Dr. F.M. Sulzman は地上では絶対に出来ない神経系の26実験を企画し、以下のように述べている。「The research subjects will experience a unique sensory environment, and we will test exciting theories on how the nervous system responds.」

講演の内容は博士の専門である循環器系および内分泌系への無重力の影響についてであった。また、スペースシャトル出発時の映像を含むビデオでの紹介が15分間ほどであった。この中にはテレビなどでは見られない映像があり、迫力のあるものであった。とくに、launch時は横になって膝を立て下肢を身体に平行になるように90度に保つのであるが、この姿勢は循環機能調節に都合が良く、3Gの重力に耐えやすいとされるが、出発時の振動たるや画像のゆれから大変なものであったように思われる。この間、通信もしばらくないという心理的にたいへんな瞬間であることがわかった。

専門的な話では、長くベットで横たわるようなことが続くと(疑似無重力下)、脳血流量調節が悪くなり、それが起立性調節の低下を生じ、直立すると心拍出量(1回)の減少をもたらすことを認めた。この原因を心臓のメカニクスによらした結果は大変興味のあるものであった。また、自律神経系へのベットレストの影響についても興味ある結果を示された。15日間のヘッドダウン・ティルトを行うと心臓の迷走神経活動を減少させるということである。あまり持久力がある人は宇宙飛行士にむかないとGreenleafたち(1981)が言ったが、正しく、“Trained men can run, but they cannot stand.”であると結論づけた。

ビデオの中では、また多くの価値ある実験を説明しながらも数々のきれいな地球のあちこちの写真を紹介され、なかでも富士山の映像をしめされたときはあら



写真2 講演中の Dr. Pawelczyk

ためて地球の中の日本を感じた。

宇宙飛行士というとスペースシャトルやロケットを操縦して宇宙に飛んでいく人をイメージしますが、いろいろな役割をもった人がいる。コマンダー、パイロット、ペイロード・スペシャリスト、ミッション・スペシャリストなどで、ポウエルジック博士はペイロード・スペシャリスト (payload specialist) であり、日本語では‘搭乗科学技術者’といえる。スペースシャトルの中の実験室で仕事をする人である。日本の毛利、向井、若田さんたちはやはりペイロード・スペシャリストであり、さらに向井さんのように何回か繰り返し従事する人を Alternate Payload Specialist という。

宇宙環境といえますと真空で無重力でさらに宇宙放射線の被曝を受けるという環境にあり、この環境に適応するには多くの問題を解決しなければならない。その意味でペイロード・スペシャリストの仕事は非常に重要になってくる。体育科学の領域で大変密接なところは無重力との関係である。我々は常に重力に抗して身体を動かしている(筋収縮)が、この宇宙環境では無重力であるから、敢えて重力にたいして働く必要はなく、抗重力筋の萎縮は著明で、ヒラメ筋のような抗重力筋はとくにその萎縮は大きい(図1)。

なかでも筋線維のレベルでいえば遅筋線維(SO線維)が速筋線維(FOG線維)より選択的に萎縮をする。こういった筋萎縮対策、通常の運動遂行能力維持のため、

Size of Single Muscle Fibers in Rat Soleus Following Space - Flight

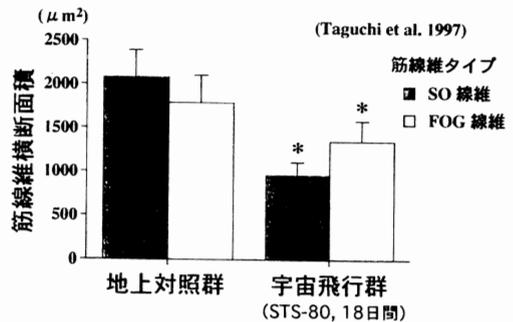


図1 スペースシャトル (STS-80) に乗って宇宙に18日間滞在した後のラット、ヒラメ筋の筋線維萎縮度

すでにGreenleaf たち (1989) によって、aerobic power の減少、筋力・筋持久力の低下、認知力の低下または骨塩量の減少などを防ぐ「宇宙飛行士の運動処方」が提示されている。毛利さんたちも訓練中はアラバマ大学で1週間に3回、2時間のサーキット・トレーニングとウエイト・トレーニングを行い、それに加えて、水泳、ジョキング、エアロビックスを行ったということである。

筋や全身のフィットネスを保つこと、もう一つは地球上では1Gの重力に対して運動・動作が完成されているので無重力環境下では非常に動作がごちこちなくなる。それは空間認知力が一時的に退行し、平衡聴覚器と骨迷路の機能低下である。筋萎縮によって身体のエネルギーが減少するという、神経系にかかわるスキルの問題といい、体育科学の2本柱の課題が存在していて、新しい生物圏への適応も我々の研究に大きく関わっていると言えるのではあるまいか。21世紀の研究課題が我々の身近なところにあるようである。こうワープロを打ったところで後ろのテレビから偶然にも向井千秋さんの声があり、アメリカ人の言葉の紹介があった。If you can dream it, you can do it. であった。研究の面でも挑戦しようではありませんか。

編集後記

京都体育学研究 15 巻をお届けします。今後、役員会におきまして種々検討の結果、従来行っておりました“京都体育学研究”“学会だより”等の発送・事務的業務の能率・簡素化を図り、発行・発送を5月に行うことになりました。そのため、今回に限って発行が変則的になりました。どうかご理解頂きたく存じます。

なお、次号（16 巻）以後の投稿期日につきましては12月末日迄に投稿された論文で受理されたものが掲載されることとなります。この点もご理解頂き会員皆様の投稿を編集委員会はお待ちしております。

（藤田 登）

編 集 委 員

岡 尾 恵 市 小 田 伸 午 藤 田 登 (委員長)
森 谷 敏 夫 山 下 謙 智 <五十音順>

Editor-in-Chief

Noboru FUJITA, Doshisha University (Professor Emeritus)

Kyotanabe, Kyoto 610-0394, Japan

Editorial Board

Keiichi OKAO, Ritsumeikan University

Shingo ODA, Kyoto University

Toshio MORITANI, Kyoto University

Noriyoshi YAMASHITA, Kyoto Institute of Technology

京都体育学研究 第15巻

平成11年7月26日印刷

平成11年7月31日発行

編集発行者 田口貞善

印刷者 株式会社 あおぞら印刷

京都市中京区西ノ京原町15

発行所 京都体育学会

〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

京都大学総合人間学部 中村研究室気付

執筆要項

1. 論文の長さは、文献・図表・abstractを含め8ページ(400字詰原稿用紙で30枚)までとする。但し超過した場合その費用は執筆者負担とする。

2. 本誌論文の原稿執筆にあたっては、下記の事項を厳守されたい。

(1) 原稿は、市販の横書原稿用紙(B5判400字詰)に清書し或いはワードプロセッサ(A4判40字×20行, 15枚)により作成し提出する。

原稿は、**1枚目**: 題目・英文標題, **2枚目**: 著者名とそのローマ字名, 著者の所属名とその正式英語名及び所在地(英文字), 所属の異なる2人以上の場合著者名の右肩に*, **, …印を付して, 脚注に*, **, …印ごとに所属名とその正式英語名及び所在地(英文字), **3枚目**: 英文要約(タイプ用紙ダブルスペース250字以内), **4枚目**: 和文要約(編集用; 英文要約と同一内容), **5枚目**以降本文, 注記, 参考文献, 図・表の順に書く。

(1) 外国人名・地名等の固有名詞には、原則として原語を用いること。固有名詞以外はなるべく訳語を用い、必要な場合は初出のさいだけ原語を付すること。

(3) 数字は算用数字を用いること。

(4) 参考文献の引用は「京都体育学研究」執筆要項補足による。(京都体育学研究第7, 8巻参照)

(5) 注記は、補足的に説明するときのみに用い、本文中のその箇所の右肩上に註1) 註2) のように書き本文の末尾と文献表の間に一括して番号順に記載する。

(6) 図・表は1枚の用紙に1つだけ書く。また図と表のそれぞれに一連番号をつけ、図1, 表3のようにする。(上記要項補足参照)

(7) 図の原稿は半透明のタイプ用紙または淡青色方眼紙に黒インキで明瞭に書くこと。写真は明瞭なものを提出すること。

(9) 図や表は本文に比べ大きな紙面を要する(本誌1ページ大のものは原稿用紙4.5の本文に当たる)から、その割合で本文に換算し全ページ数の中に算入すること。

(10) 参考文献の書き方は以下の原則による。

文献記述の形式は雑誌の場合には、著者名(発表年), 題目, 雑誌名, 巻号, 論文所在頁; 単行本の場合には、著者名(発表年), 書名, 版数, 発行所, 発行地, 参考箇所の頁の順とする。また記載は原則としてファースト・オーサの姓(family name)のABC順とする。なお, 上記要項補足参照。

(11) 本文が和文の場合には上記要項に準じ、著者名と所属名は和文でも記入し、和文要約は掲載用となる。

KYOTO JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION

ORIGINALS

- Tetsuya YOSHIDA et al. : Effects of dehydration and rehydration on exercise performance and thermal sensation during Judo practices on college students in summer 1
- Soichi ANDO et al. : Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes 7
- Yasuko HATASA et al. : Estimation of vital age in humans and influence of life-style on vital age 15
- Xihua LI et al. : Effects of Cistanche salsa and endurance exercise on skeletal muscle metabolism 25

Edited by **Kyoto Society of Physical Education**

Volume 15 / July 1999