ISSN 0912-3946

京都体育学研究

京都体育学会

第 17 巻
平成13年5月

等尺性筋力の増大および減少局面における筋・神経系活動

来 田 宣 幸*　　小 田 伸 午**

Neuromuscular activities during increasing and decreasing force of isometric contractions

Noriyuki KIDA, Shingo ODA

Abstract

The object was to investigate muscle activities during increasing and decreasing force of isometric contraction. Ten male subjects performed elbow flexion and extension with isometric force increasing linearly from zero to 70% maximal voluntary contraction (MVC) and immediately decreasing from 70%MVC to zero. Surface electromyographic (EMG) activities from the biceps brachii (BB) and triceps brachii (TB) were recorded. Force tremor root mean square (rms), EMG rms, EMG mean power frequency (MPF), and the peak value of cross correlation coefficients between agonist and antagonist EMGs were calculated for each 1000 ms period. Force tremor rms in the decreasing phase were higher than that in the increasing phase, while no significant increase in agonist EMG rms was found between both phases. Antagonist EMG rms in the decreasing phase was higher than that in the increasing phase. The cross correlation levels between agonist and antagonist EMGs in the decreasing phase were higher than those in the increasing phase. These results suggest that the increase in force tremor rms in the decreasing phase is caused by the synchronization of firing of motoneurons, not by the recruitment of the motor unit, and that agonist-antagonist muscle pairs are controlled as a single unit by a common central drive especially in the decreasing phase.

key word: isometric force, surface EMG, force tremor, agonist-antagonist muscle

I. 緒言

筋の発揮張力は、運動単位の動員と運動単位のインパルス発射頻度によって調節される[4, 16]。Moritani & deVries[22] およびLawrence & DeLuca[20] は、筋力を直線的に増大させると、筋電図の振幅値が増大し、運動単位は運動強度に応じて、細胞体の大きさの順に順序正しく動員されることを示した。また、筋電図の周波数分析では、Muroたち[26] は筋力を５段階のレベルで発揮させ、上腕二頭筋の筋電図における平均周波数

* 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*

(Mean Power Frequency; MPF）は筋力レベルが高くなるにつれて高い値を示すことを報告した。このことよりMuroたちは高い筋力レベルでは高い閾値の運動単位、すなわち速筋線維の動員により平均周波数が増大すると主張した。これらの筋力と筋電図活動の関係を検討した研究により、ヒトが筋力を漸増させる局面における運動制御は「サイズの原理」に従うことが明らかとなった。しかし、筋力の減少に伴う筋電図活動の変化に関する研究は非常に少なく、その運動制御機構については不明な点が多い。

筋力発揮中、筋力曲線には不随意的で周期的な揺れが含まれている。この揺れはforce tremorと呼ばれ、その生理学的な発生機序を探る研究がみられる。Elble & Randall[13]、Joyce & Raek[18]、Sakamotoたち[30]によると、等尺性の発揮張力が大きくなるとforce tremorの振幅値も増大し、これはサイズの大きな運動単位の動員を反映すると考えられている。また、Hagbarth & Young[14]、Arihara & Sakamoto[2]は、発揮張力を長時間一定に保つと、筋疲労によりforce tremorの振幅値は大きくなることを示し、また、数学的なモデルによる検討を通して、force tremorの振幅値は運動単位の動員および運動単位の発火の同期化を反映することを示唆した[2, 12, 30, 31]。以上のように、従来一定の筋力を保持するときのforce tremorに注目した研究は行われてきたが、筋力を減少させる局面におけるforce tremorに注目した研究はみられない。

Sherrington[33]はネコの特定の大脳皮質運動野を電気刺激することで、主働筋が活動すると同時に、拮抗筋が抑制され弛緩することを示し、相反神経支配の概念を確立した。以来、主働筋と拮抗筋の関係に多くの研究者の関心が寄せられてきた[5, 35]。ここで注目すべきは、拮抗筋の活動は相反抑制を受けるが、全く筋電図活動がみられないのではなく、わずかながら筋電図活動がみられることが報告されている点である。Yang & Winter[35]は、最大随意筋力（Maximal Voluntary Contraction; MVC）および50%MVC、30%MVCの等尺性肘伸展力を発揮したとき、発揮筋力レベルが高くなると拮抗筋である上腕二頭筋の活動も高くなると報告している。また、Bernardiたち[5]は等尺性肘屈曲力を3秒間で最大筋力までランプ式に増大させる課題を行わせ、拮抗筋である上腕三頭筋の振幅値が増大することを報告している。これらの研究より、筋力を増大および減少させる課題における神経系活動としては、相反神経支配による拮抗筋抑制だけでなく、主働筋と拮抗筋の共収縮活動が含まれることが推察される。

DeLuca & Mambrito[11]は指関節を固定させることで主働筋と拮抗筋の共収縮を行わせ、主働筋と拮抗筋における運動単位のインパルス発火頻度の相互相関を求めた。その結果、主働筋と拮抗筋の筋活動の間には非常に高い相互相関がみられ、このことよりDeLuca & Mambritoは、上位中枢は主働筋と拮抗筋に対して共通の運動指令を入力させ、別々の運動単位をひとつのユニットであるかのように興奮させていると主張した。筋力の増大と減少局面において、拮抗筋の活動レベルおよび主働筋と拮抗筋における共収縮活動の程度を検討した先行研究は非常に少ない。主働筋と拮抗筋の間に共通の運動指令が入力されるか否かを明らかにするための一方法として、主働筋と拮抗筋の筋活動の間における相互相関分析を行うことが有効と考えられる[24]。

本研究では筋力を直線的に増大させ直ちに減少させる課題を行わせ、筋力と筋電図活動およびforce tremorの分析から、筋力の増大局面と減少局面における運動単位の活動様相を比較した。また、主働筋活動と拮抗筋活動の関わりについて明らかにするために、筋力の増大局面と減少局面における主働筋と拮抗筋の筋電図活動の相互相関分析を試みた。

Ⅱ．研究方法

A．被験者

被験者は成人男子10名で、被験者の年齢、身長、体重はそれぞれ、22.3±6.0（平均値±標準偏差）歳、173.1±3.9cm、69.9±9.3kgであった。被験者の利き腕は全員右であった。

B．実験手順

被験者は座位姿勢をとり、体幹部を垂直に立て、前腕部をベルトで測定台に固定した。前腕部と体幹部の角度は90°とし、肘関節の角度は120°とした。前腕は最大回内位と最大回外位の中間位をとった[28]。

はじめに、被験者は試行間に60秒間の休息をとりながら、3秒間の最大肘屈曲力および最大肘伸展力発揮をそれぞれ3試行発揮した。3試行中の最大値を最大随意筋力とした。

被験者はオシロスコープ上に表示される筋力値を視覚的に追従することによって、等尺性筋力を直線的に5秒間で70%MVCまで増加させ、直ちに直線的に5秒間で0%MVCまで減少させた。肘屈曲力を発揮させる課題（肘屈曲課題）と肘伸展力を発揮させる課題（肘伸展課題）の2つの課題を行った。全被験者のうち半数は肘屈曲課題を先に行い、残りの被験者は肘伸展課題を先に行った。被験者は試行間に60秒間の休息をとりながら、各課題につき4試行ずつ行った。被験者は全員利き手である右腕で筋力発揮を行い、左腕は右腕と同じ関節角度で固定した。

C．データの記録

1．筋力

張力計（TU-BR; TEAC社製）から得られた筋力データを、1kHzのサンプリング周波数でデジタルレコーダー（DR-F3a; TEAC社製）に記録した[28]。

2．表面筋電図

上腕二頭筋（Biceps Brachii; BB）長頭と短頭の中間位および上腕三頭筋（Triceps Brachii; TB）外側頭から双極誘導法にて表面筋電図を導出した。それぞれ直径1mmの銀球電極（UL-3010;ユニークメディカル社製）を装着し、電極間距離は2cmとした。筋電図データを、1kHzのサンプリング周波数でデジタルレコーダー（DR-F3a; TEAC社製）に記録し[28]、パーソナルコンピュータにより、データ分析ソフト（DADiSP/PROver.4.0; アストロデザイン社製）を用いて、オフライン処理により分析を行った。

D．データ分析

1課題につき4試行を行ったが、1試行ごとに筋力データおよび筋電図データを分析し、4試行の平均値を各被験者の代表値とし、全被験者の平均値を求めた。筋力の切り返し時点を基準として1000msごとの区間に分け、Fig.1に示したように、各1000msの区間に増大局面をinc1からinc5、減少局面をdec5からdec1までの区間番号をつけた。筋電図の開始から筋力の立ち上がり開始までの間には遅れ時間がある（Electromechanical delay; EMD）[7, 27]。Norman & Komi[27] は等尺性の筋力を発揮する場合、上腕二頭筋

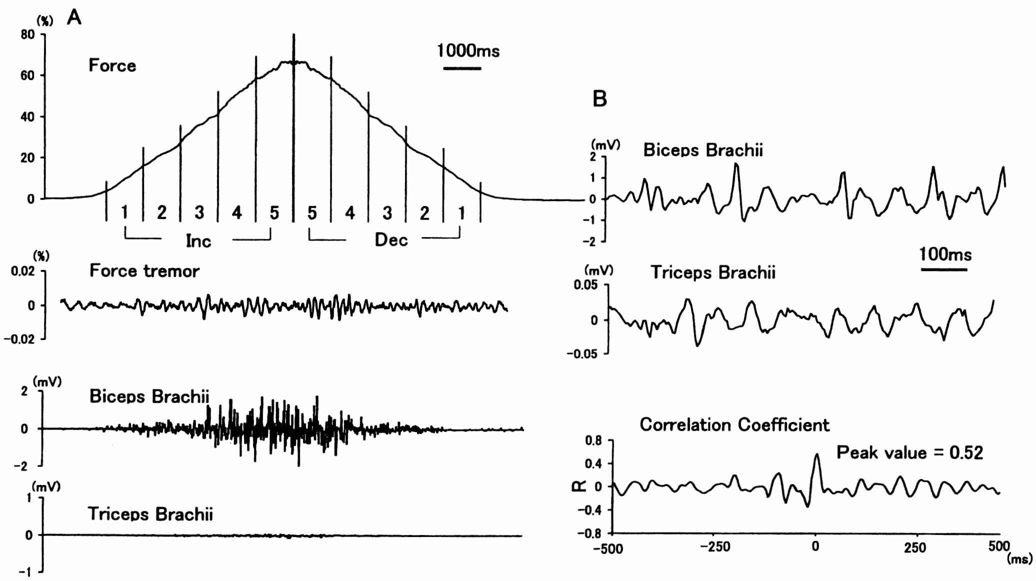


Fig.1 A typical set of data showing force, force tremor, biceps brachii EMG and triceps brachii EMG (A). A typical set of data showing biceps brachii EMG, triceps brachii EMG, and cross correlation coefficient (B).

のEMDは41ms、上腕三頭筋は20msであると報告している。EMDは弾性要素の伸展潜時が一要因であり[7]、本実験のように筋力の発揮中であれば、弾性要素はあらかじめ伸展されており、EMDはより短くなることが考えられる。それに加えて、今回は1000msの時間幅で筋電図の分析を行ったため、EMDの時間的影響は小さいと考えられる。したがって、本研究では筋力と同時刻における筋電図データを採用し、区間ごとに以下の通り分析を行った。

1．筋電図

筋電図活動については、平均振幅値（root mean square; rms）および平均周波数を求めた。主働筋のrmsについてはInc1の値を基準に正規化を行った。Moritaniたち[24]の方法に従い、相互相関分析を行った。主働筋と拮抗筋の筋電図より高速フーリエ変換を用い

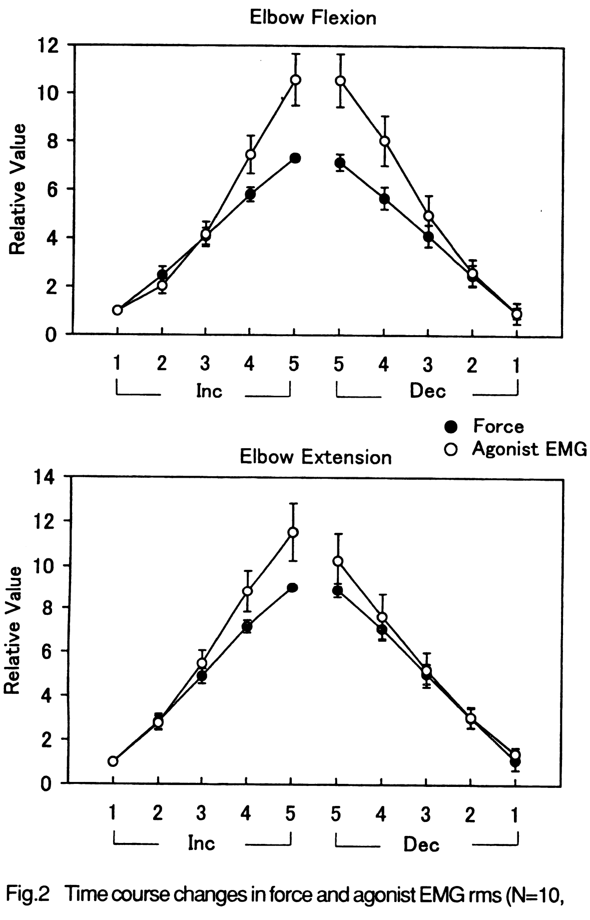


Fig.2　Time course changes in force and agonist EMG rms (N=10, mean+SE). upper: elbow flexion, lower: elbow extension

てクロススペクトルを求め、逆高速フーリエ変換を用いて相互相関係数を求めた（Fig.1）。その結果、時間遅れゼロ付近にピーク値が観察され、この値をそれぞれの区間において求めた[24]。

筋力の立ち上がり期、および増大から減少への切り返し時点は発揮筋力が目標とする値からずれやすい。そこで、筋力の立ち上がりおよび切り返しの影響を受けずに安定した筋力を発揮している区間として、Fig.2に示したinc2とdec2およびinc4とdec4の4区間における筋電図活動の平均値を求め、増大局面と減少局面の比較を行った。

2．force tremor

筋力曲線から低周波数成分を数値フィルター（1Hzのハイパスフィルター）によって除去し、force tremorを求め（Fig.1）、平均振幅値（rms）および平均周波数（MPF）を求め、inc2とdec2およびinc4とdec4における平均値について比較を行った。force tremorのrmsについてはInc1の値を基準にして正規化を行った。

E．統計処理

筋力の増大および減少に伴う筋力データおよび筋電図データの平均値の比較には、反復測定による分散分析を行い、5%水準を有意とした。また、増大局面においてはinc1、減少局面においてはdec1の値を対照としたDunnettのt検定による多重比較を行い、5%水準を有意とした。

増加局面と減少局面における筋電図活動の平均値の比較には、対のt検定を行い、5%水準を有意とした。

Ⅲ．結果

A．筋力

肘屈曲課題および肘伸展課題における筋力と筋電図の典型例を示した（Fig.1）。筋電図活動を増大局面と減少局面で比較する際、発揮している筋力が増大局面と減少局面で異なっていないことを確認する必要がある。分析区間inc2とdec2およびinc4とdec4における筋力を、増大局面と減少局面で比較した結果、肘屈曲課題および肘伸展課題ともに、発揮筋力の平均値には

差が認められなかった（Fig.3）。以後、inc2とdec2を発揮筋力レベルが低い場合、inc4とdec4を発揮筋力レベルが高い場合と表現する。

B．筋電図平均振幅値

1．主働筋

筋力発揮に伴う主働筋のrmsにおける平均値の変化をFig.2に示した。肘屈曲課題における上腕二頭筋、および肘伸展課題における上腕三頭筋のrms値は、筋力の増大に伴い増大し（BB; $F(4,36)=73.3$ $p<0.01$, TB; $F(4,36)=19.7$ $p<0.01$）、筋力の減少に伴い低下した（BB; $F(4,36)=79.8$ $p<0.01$, TB; $F(4,36)=18.1$ $p<0.01$）。

主働筋のrmsを増大局面と減少局面で比較すると、肘屈曲課題における上腕二頭筋では、発揮筋力レベルが低い場合および高い場合ともに、有意差は認められなかった（Fig.3下段）。一方、肘伸展課題における上腕三頭筋では、発揮筋力レベルが高い場合に、増大局面と比較して減少局面で有意に低い値を示した（$p<0.05$）。

2．拮抗筋

筋力発揮に伴う拮抗筋rmsの変化をFig.4に示した。肘屈曲課題における上腕三頭筋、および肘伸展課題における上腕二頭筋ともに、筋電図活動が観察されたが、それらのrms値は主働筋に対して10%程度と非常に低い値であった。肘屈曲課題および肘伸展課題ともに、筋力の増大に伴いrmsは増大し（TB; $F(4,36)=73.3$ $p<0.01$, BB; $F(4,36)=19.7$ $p<0.01$）、筋力の減少に伴いrmsは低下した（TB; $F(4,36)=79.8$ $p<0.01$, BB; $F(4,36)=18.1$ $p<0.01$）。

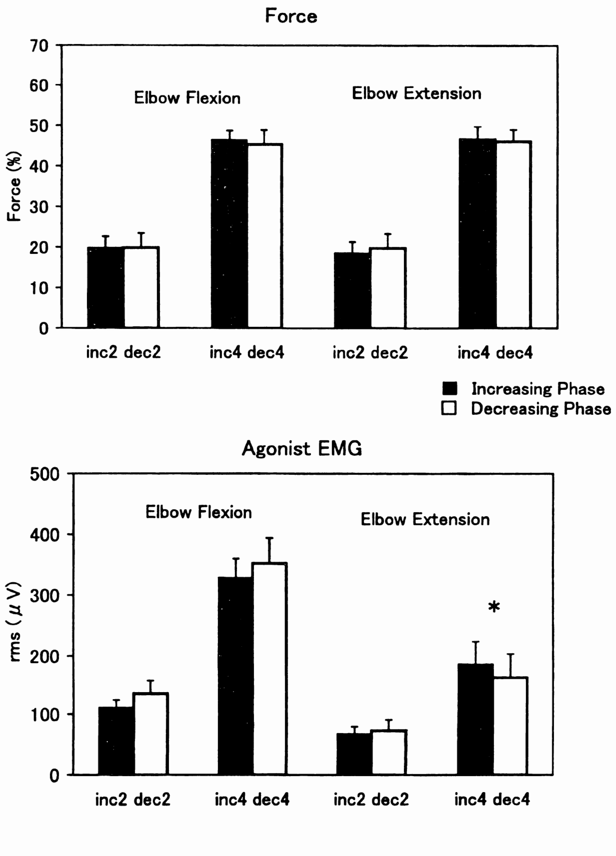


Fig.3 Comparison of force (upper) and agonist EMG rms (lower) between increasing and decreasing phases. (* $p<0.05$)

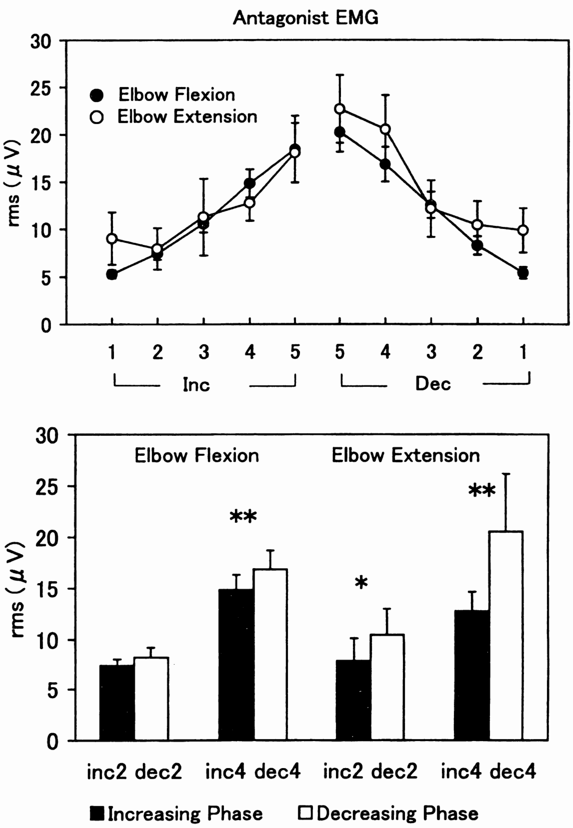


Fig.4 Time course changes in antagonist EMG rms (upper). Comparison of antagonist EMG rms between increasing and decreasing phases (lower). * $p<0.05$, ** $p<0.01$

拮抗筋のrmsを増大局面と減少局面で比較を行うと(Fig.4)、肘屈曲課題では発揮筋力が高い場合に、肘伸展課題では発揮筋力レベルが低い場合および高い場合ともに、増大局面と比較して減少局面のrmsが有意に高い値を示した。

C．筋電図平均周波数

1．主働筋

筋力発揮に伴う主働筋のMPFの変化をFig.5（上段）に示した。肘屈曲課題における上腕二頭筋、および肘伸展課題における上腕三頭筋ともに、MPFの値は発揮筋力の増大に伴い増大した（BB; $F(4,36)=4.15$ $p<0.01$, TB; $F(4,36)=3.31$ $p<0.05$）。また、肘屈曲課題では、発揮筋力レベルが低下するとMPFの値も低下した（BB; $F(4,36)=5.48$ $p<0.01$）。肘伸展課題では、減少局面におけるMPFの平均値に差は認められなかった（TB; $F(4,36)=0.33$ ns）。増大局面と減少局面で比較を行うと、肘屈曲課題において、発揮筋力レベルが高い場合に、増大局面と比較して減少局面のMPFが有意に低い値を示した（$p<0.01$）。

2．拮抗筋

拮抗筋におけるMPF値の変化をFig.5（下段）に示した。肘屈曲課題における上腕三頭筋、および肘伸展課題における上腕二頭筋ともに、筋力の増大局面でMPFの値は減少し（TB; $F(4,36)=63.5$ $p<0.01$, BB; $F(4,36)=3.47$ $p<0.01$）、減少局面で増大した（TB; $F(4,36)=45.0$ $p<0.01$, BB; $F(4,36)=2.25$ $p<0.05$）。これは、主働筋におけるMPF値の変化パターンとは反対の

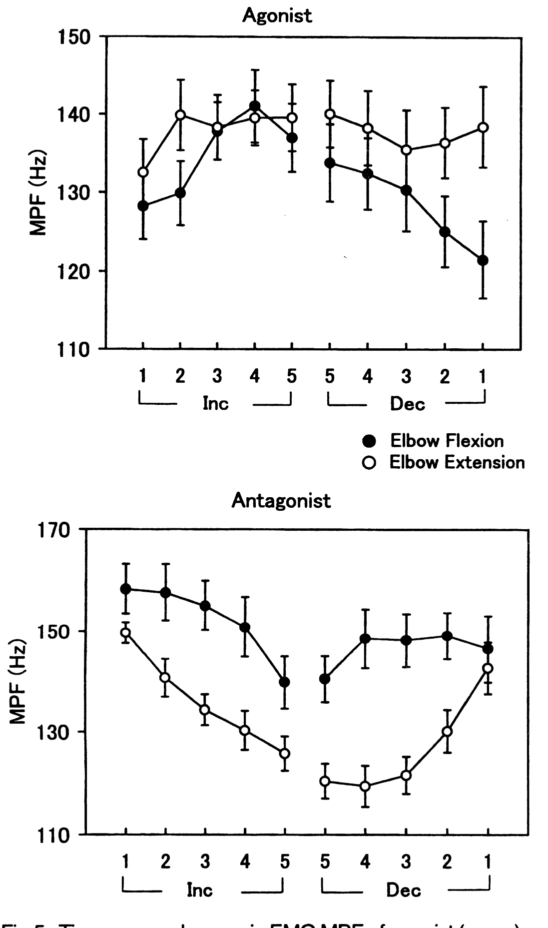


Fig.5 Time course changes in EMG MPF of agonist (upper) and antagonist (lower) EMG.

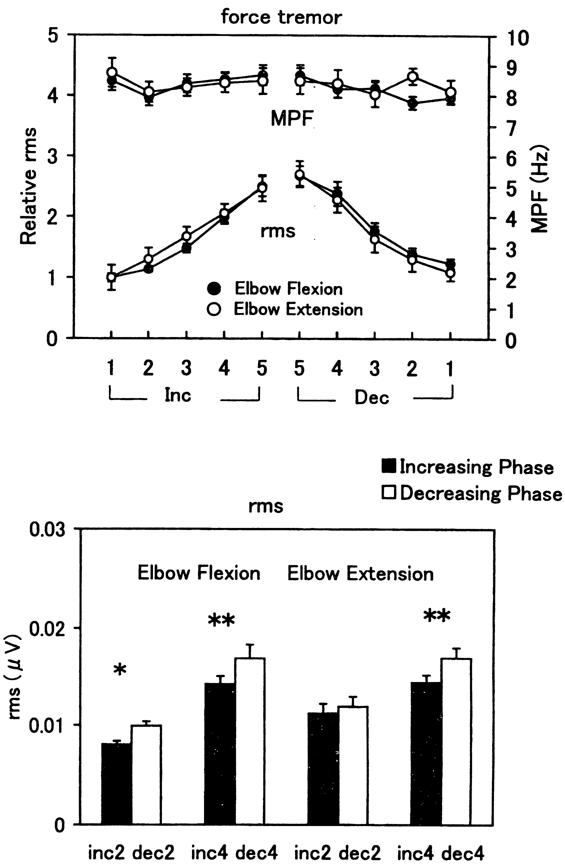


Fig.6 Time course changes in rms and MPF of force tremor (upper). Comparison of force tremor rms between increasing and decreasing phases (lower). * $p<0.05$, ** $p<0.01$

傾向であった。

D．force tremor

数値フィルターにより低周波数成分を除去したforce tremor（Fig.1）の平均振幅値（rms）および平均周波数（MPF）の平均値をFig.6（上段）に示した。force tremorのrmsは、肘屈曲課題および伸展課題ともに、筋力の増大に伴い増大し（肘屈曲; $F(4,36)=63.9$ $p<0.01$, 肘伸展; $F(4,36)=18.1$ $p<0.01$）、筋力の減少に伴い減少した（肘屈曲; $F(4,36)=33.6$ $p<0.01$, 肘伸展; $F(4,36)=26.5$ $p<0.01$）。

肘屈曲課題において、発揮筋力レベルが低い場合および高い場合ともに、減少局面におけるforce tremorのrmsが増大局面と比較して有意（$p<0.05$）に高い値となった（図6下段）。肘伸展課題では、発揮筋力レベルが高い場合において、減少局面のforce tremorのrmsが増大局面と比較して有意に高い値となった（$p<0.05$）。筋力の増大および減少に伴うforce tremorのMPFの平均値については、発揮筋力レベルの違いによって有意差は認められず、およそ8Hzであった。

E．主働筋と拮抗筋の筋電図相互相関

主働筋と拮抗筋における筋電図相互相関係数のピーク値をFig.7（上段）に示した。肘屈曲課題および肘伸展課題ともに、相互相関係数のピーク値は、筋力の増大に伴い増大した（肘屈曲; $F(4,36)=3.94$ $p<0.01$, 肘伸展; $F(4,36)=3.01$ $p<0.05$）。一方、減少局面では筋力レベルの違いによる筋電図相互相関係数のピーク値に差は認められなかった（肘屈曲; $F(4,36)=1.88$ ns, 肘伸展; $F(4,36)=1.84$ ns）。

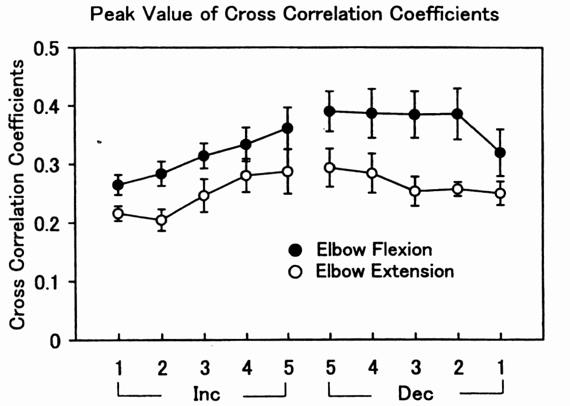
相互相関係数のピーク値を増大局面と減少局面で比較を行った（Fig.7下段）。肘屈曲課題では、発揮筋力レベルが低い場合および高い場合ともに、増大局面と比較して減少局面における相関係数のピーク値が有意に高い値を示した。また、肘伸展課題では発揮筋力レベルが低い場合に、増大局面と比較して減少局面における相関係数のピーク値が有意に高い値を示した。

Ⅳ．考察

A．主働筋筋電図活動

1．rms

本研究では、肘屈曲課題および肘伸展課題ともに筋力の増大に伴い、rmsの値が増大した。筋の張力発揮は、動員されている運動単位の数と運動単位のインパルス発火頻度によって調節される[4,16]。筋力発揮制御において運動単位の動員を中心に制御するのか、運動単位の発火頻度を中心に制御するのかは、筋の種類によってその制御方法が異なる[10]。DeLucaたち[9]は、上腕二頭筋および上腕三頭筋などの大きな筋群では、筋力の増加に伴い90%MVCまでは、主に運動単位の動員



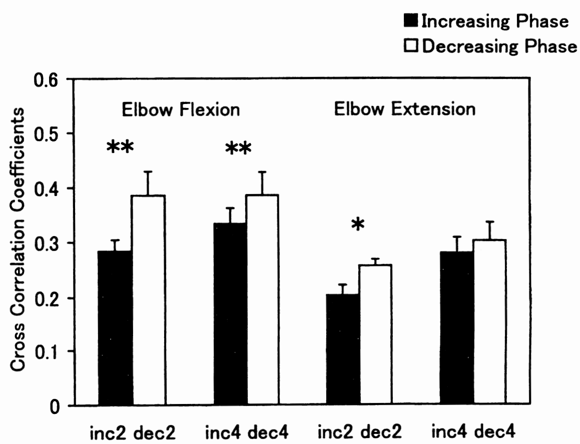


Fig.7 Time course changes in the peak values of cross correlation coefficients between biceps brachii and triceps brachii EMG (upper). Comparison of the peak values of cross correlation coefficients between increasing and decreasing phases (lower). * $p<0.05$, ** $p<0.01$

によって筋力の調節が行われることを明らかにした。本研究は70%MVCまでの出力範囲において実施されたことから、本実験における筋力発揮の増大および減少の調節は主に運動単位の動員および脱動員によると考えられる。筋電図rmsは運動単位の動員と運動単位の発火頻度様相の両者を反映するといわれており[3]、今回の実験の場合、筋力の増大に伴うrmsの増大および筋力の減少に伴うrmsの減少は、それぞれ主に運動単位の動員および脱動員を反映すると考えられる。

本研究では、肘屈曲および伸展課題の増大局面においてinc4（約50%MVC）の時点よりrmsの急激な増大が観察された。Komi & Buskirk[19]、Lawrence & De Luca[20]、およびMoritani & deVries[22]は筋力を直線的に増大させると、高い筋力レベルにおいて筋電図活動が急激に増大すると報告しており、本研究はこれらの結果に一致した。単一の筋線維から生じる活動電位の振幅の大きさは線維の直径に比例する[3]。速筋線維は、一般に直径が大きく[29]、運動単位の活動電位の振幅は遅筋線維と比較すると大きい。したがって、本研究においてInc4の時点より急激にrmsが増大したのは、速筋線維を支配する運動単位の新たな動員を反映するものと推察できる。

2．MPF

Muroたち[26]は，筋力を５段階のレベルで発揮させたときに、上腕二頭筋の筋電図におけるMPFは筋力レベルが高くなるにつれて高い値を示すことを報告した。また、Moritani & Muro[23]およびBromanたち[6]は、筋力を低いレベルから高いレベルまでグレーディングして出力した場合に、上腕二頭筋のMPFは80%MVCまでは直線的に増加すると述べている。本研究では、主働筋筋電図のMPFは発揮筋力の増大に伴い増大し、上記の先行研究に一致した。Moritaniたち[25]は、50%MVCにおける足底屈を５秒間発揮した場合、腓腹筋のタイプⅡb線維の割合と同筋から記録された表面筋電図のMPFの間に有意な正の相関が見られることを示した。また、MPFと筋線維の伝導速度の間には相関があり[1]、大きな運動単位の伝導速度は速いことが報告されている[32]。したがって、筋力の増大に伴うMPFの増大は、筋力レベルの増大に伴って高い閾値の運動単位、すなわち速筋線維の動員が増大したことによると考えられる。また、本研究の肘屈曲課題では、発揮筋力レベルが低下すると、それに伴ってMPFの値も低下した。これは活動していた動員閾値の高い運動単位から先に発火を停止したこと（脱動員）によるものと推察される。

B．force tremor

本研究において、筋力の増大に伴いforce tremorの振幅値が増大し、筋力の減少に伴いforce tremorの振幅値が減少した。Stiles & Randall[34]、Elble & Randall[13]、Joyce & Raek[18]、およびSakamotoたち[30]は、等尺性の発揮張力が大きくなるとforce tremorの振幅値も増大することを示した。彼らは、発揮張力の増大は大きな運動単位の動員によって制御され、発揮張力が増大するにしたがって新たに動員される大きな運動単位によるtwitchの振幅が大きくなり、そのためにforce tremorの振幅値も増大すると考察した。Elble & Koller[12]、Sakamotoたち[30, 31]、およびArihara & Sakamoto[2]は、数学的なモデルを用いてforce tremorの振幅値は運動単位の動員数の増大が一因であることを示した。前述の通り、本研究で実施した出力範囲では運動単位の動員と脱動員を中心にして制御されるものと考えられる[9]。したがって、今回の実験の場合、筋力の増大に伴うforce tremorの増大および筋力の減少に伴うforce tremorの減少は、それぞれ主に運動単位の動員数の増大および脱動員を反映すると考えられる。

本研究において、肘屈曲課題および肘伸展課題ともに発揮筋力レベルが高い場合において、force tremorの振幅値は増大局面と比較して減少局面で高い値を示した。Arihara & Sakamoto[2]は、運動単位の動員および運動単位の発火の同期によって、force tremorの振幅値が増大すると報告している。しかし、肘伸展課題における主働筋のrmsは、増大局面と比較して減少局面で有意に低い値を示し、肘屈曲課題では有意な差は認められなかった。したがって、減少局面では増大局面と比べて多くの運動単位が動員されているとは考えにくい。一方、本研究の肘屈曲課題では主働筋筋電図のMPFが増大局面と比較して減少局面で有意に低い値を示し、筋電図のMPFが低い値となる要因のひとつに運

動単位の発火の同期化が挙げられる[21]。したがって、本研究の減少局面において force tremor の振幅値が増大局面と比較して大きな値を示したのは、運動単位の動員数の影響ではなく、運動単位の同期によるものであると推察される。

tremorの振幅値は目標とする筋力レベルからのずれと考えることができ、筋力を減少させる局面でtremorの振幅値が大きいと言うことは、減少局面では正確に追従運動することが難しいことを意味する。今回の実験条件は、視覚情報を被験者に与えた者であり、したがって、視覚情報を元にした筋力減少の制御は同条件の筋力増大の制御に比較して難しいということが明らかとなった。

C．拮抗筋活動

肘屈曲課題および肘伸展課題ともに拮抗筋からも筋電図活動が観察された。しかし、拮抗筋からのrmsは主働筋に対して10%程度と非常に低い値であった。これは、相反神経支配により拮抗筋活動が抑制されたためと考えられる[33]。先行研究によれば、主働筋が活動する際に拮抗筋からは全く筋電図活動が見られないのではなく、わずかながら筋電図活動が見られることが報告されている[5, 15, 35]。Yang & Winter[35] は、30%MVC、50%MVC、100%MVCの等尺性肘伸展力を発揮したとき、発揮筋力レベルが高くなると拮抗筋である上腕二頭筋の活動も高くなると報告している。Hebert たち[15] は等尺性肘屈曲力を発揮したとき、筋力レベルが高くなると、拮抗筋である上腕三頭筋の筋活動も高くなるが、その活動レベルは主働筋活動の20%以下であると報告している。また、Bernardi たち[5] は等尺性肘屈曲力を3秒間で100%MVCまでランプ式に増大させる課題を行い、拮抗筋である上腕三頭筋のrms が増大することを報告している。

肘屈曲課題および肘伸展課題ともに、拮抗筋のMPFは筋力の増大局面で減少し、減少局面で増大し、主働筋における MPF 値の変化パターンとは反対の傾向であった。MPF の値は運動単位の動員[6, 33] や筋線維組成[25] を示すといわれているが、本実験における拮抗筋の活動は主働筋に対して非常に低い値であり、このために本研究の MPF の変化パターンが主働筋と拮抗筋で異なっていたことが推察される。今後、本実験で観察された拮抗筋活動と同程度の筋活動をランプ式筋力の主働筋として活動させた場合において、MPFの値が増大・減少局面でどのように変化するかについては検討する必要がある。

DeLuca & Mambrito[11] は指関節を固定させるため長母指屈筋と長母指伸筋を共収縮させたとき、運動単位のインパルス発火頻度が互いに共通して変動することを示した。その結果から、上位中枢より主働筋と拮抗筋に対して共通の運動指令が入力し、主働筋と拮抗筋の別々の筋がひとつのユニットであるかのように興奮すると主張した。Moritani たち[24] は3週間のパワートレーニングを行い、その前後で上腕二頭筋の長頭と短頭から筋電図を導出して相互相関係数を求めた。その結果、トレーニング後に相関係数のピーク値が高くなり、これはトレーニングにより運動単位活動の同期性が高まったことによると考察した。Carr たち[8] は、腹直筋を収縮させる課題を行わせ、左右の腹直筋から筋電図活動を導出して相互相関分析を実施した。その結果、有意な相関関係が認められ、大脳一側半球を磁気刺激すると両側の腹直筋から筋電図が誘発されたこととあわせて、上位中枢から左右の腹直筋へ共通の運動指令が入力すると考察した。これらの先行研究より、本研究の主働筋と拮抗筋の筋電図の相互相関係数ピーク値は主働筋と拮抗筋の共収縮活動の程度を示すことが示唆される。

本研究において、相互相関係数のピーク値は、肘屈曲課題および伸展課題ともに発揮筋力レベルが増大するにつれて高い値を示した。したがって、発揮筋力レベルが高くなるに伴い、中枢から屈筋と伸筋の両方の運動ニューロンを興奮させる共通の運動指令の入力が増大し、その結果、拮抗筋の筋活動が高まったものと推察できる。しかしこのとき、相反神経支配による拮抗筋活動の抑制が同時になされたため、観察された拮抗筋のrmsの値は主働筋のrmsに比べて小さな値を示したと考えられる。

減少局面では筋力レベルの低下に伴って相関係数のピーク値の低下は認められず、減少局面では相関係数ピーク値は高値を維持したままであった。さらに、増大局面と比較して減少局面における相関係数のピーク

値が有意に高い値を示した。このことは、筋力の減少局面では、増大局面と比較して、主働筋だけでなく拮抗筋に対して共通の入力をドライブさせる神経系活動がより著しく働いていたことを示唆する。このために、減少局面の拮抗筋rmsの値が、増大局面と比較して高まったものと考えられる。

減少局面における拮抗筋のrmsの値が増大局面と比較して高くなるのは、筋力を減少させる課題に神経系が慣れていないことがその一因として推測されるが、本実験で用いた筋力減少の課題をトレーニングすれば減少局面における拮抗筋活動が低下するかどうかについては今後の検討課題としたい。

V．総括

本研究は筋力の増大局面と減少局面の筋活動を比較した。10名の成人男子を被験者として、等尺性肘屈曲力および肘伸展力を目標筋力レベル（70%MVC）に対して、直線的に増大・減少させた。上腕二頭筋と上腕三頭筋から筋電図を導出し、1000msごとにforce tremorのrms、筋電図のrms、MPFおよび主働筋と拮抗筋における相互相関係数のピーク値を求めた。force tremorのrmsは増大局面と比較して減少局面で有意に高い値を示したが、主働筋のrmsでは、減少局面での有意な増大は認められなかった。拮抗筋のrmsは主働筋のrmsに比べて非常に低い値を示し、また、拮抗筋のrmsおよび相関係数のピーク値は、増大局面と比較して減少局面で有意に高い値を示した。これらの結果より、減少局面においては、運動単位の動員の増大ではなく、運動単位の発火の同期によってforce tremorのrmsが大きくなったものと推察される。また、筋力の減少局面では増大局面に比較して、主働筋だけでなく拮抗筋に対して共通の入力をドライブさせる神経系活動がより著しく働いたと推察される。

文献

1）Arendt-Nielsen, L., Mills, K. R. The relationship between mean power frequency of the EMG spectrum and muscles fibers conduction velocity. (1985), Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 60, 130-134.

2）Arihara, M., Sakamoto, K. Contribution of motor unit activity enhanced by acute fatigue to physiological tremor of finger. (1999), Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 39, 235-247.

3）Basmajian, J. V., De Luca, C. J. (1985) Muscles Alive, The Williams & Wilkins Company, Baltimore.

4）Burke, R. E., Edgerton, V. R. Motor units in animal muscle. (1975),Exer. Sport. Sci. Rev. 3, 31-81.

5）Bernardi, M., Solomonow, M., Nguyen, G., Smith, A., Baratta, R. (1996), Motor unit recruitment strategy changes with skill acquisition. Eur. J. Appl. Physiol. 74, 52-59.

6）Broman, H., Bilotto, G., DeLuca, D. (1985), Myoelectric signal conduction velocity and spectral parameters: influence of forc and time. J. Appl. Physiol. 58, 1428-1437.

7）Cavanagh, P. R., Komi, P. V. (1979), Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. Eur. J. Appl. Physiol. 42, 159-63.

8）Carr, L. J., Harrison, L. M., Stephens, J. A. (1994), Evidence for bilateral innervation of certain homologous motoneurone pools in man. J. Physiol. 475, 217-227.

9）DeLuca, C. J., LeFever, R. S., McCue, M. P., Xenakis, A. P. (1982), Behaviour of human motor units indifferent muscles during linearly varying contractions. J. Physiol. 329, 113-128.

10）DeLuca, C. J., LeFever, R. S., McCure, M. P., Xenakis, A. P. (1982), Control scheme governing concurrently active human motor units during voluntary isometric contractions. J. Physiol. 329, 129-142.

11）DeLuca, C. J., Mambrito, B. (1987), Voluntary control of motor units in human antagonist muscles: Coactivation and reciprocal activation. J. Neurophysiol. 58, 525-542.

12）Elble, R. J., Koller, W. C. Tremor, (1980), The Johnsons Hopkins University Press, Baltimor.

13）Elble, R. J., Randall, J. E. (1978), Mechanistic components of normal hand tremor. Electroencheph. Clin. Neurophysiol. 44, 72-82.

14）Hagbarrth, K. E., Young, R.R. (1979), Participation of the stretch reflex in human physiological tremor. Brain 102, 509-526.

15) Hebert, L. J., DeSerres, S.J., Arsenau, H. A. B. (1991), Cocontraction of the elbow muscles during combined tasks of pronation-flexion and supination-flexion. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 31, 482-488.

16) Henneman, E., Mendell, L. M. (1981), Functional organization of motoneurone pool and its inputs. Handbook of physiology, American Physiological Society, Bethesda, 423-507.

17) Henneman, E., Somjem, G., Carpenter, D. O. (1965), Functional significance of cell size in spinal motoneurons. J. Neurophysiol. 28, 560-580.

18) Joyce, G. C., Rack, P. M. P. (1974), The effects of load and force on tremor at the normal human elbow joint. J. Physiol. 240, 375-396.

19) Komi, P. V., Buskirk, E. R. (1970), Reproducibility of electromyographic measurements with inserted wire electrodes and surface electrades. Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 10, 357-367.

20) Lawrence, J. H., DeLuca, C. J. (1982), Myoelectric signal versus force relationship in differnt human muscles. J. Appl. Physiol. 54, 1653-1659.

21) Lippold, O. C. J., Redfearn, J. W. T., Vuco, J. (1960), The electromyography of fatigue. Ergonomics 3, 121-131.

22) Moritani, T., DeVries, H. A. (1978), Reexamination of the relationship between the surface integrated electromyogram and force of isometric contraction. Am. J. Phys. Med., 57, 263-277.

23) Moritani, T., Muro, M. (1987), Motor unit activity and surface electromyogram power spectrum during increasing force of contraction. Eur. J. Appl. Physiol., 56, 260-265.

24) Moritani, T., Muro, M., Ishida, K., Taguchi, S. (1987), Electropysiological analyses of the effects of muscle power training. J. Sports. Med. Sci., 1, 23-32.

25) Moritani, T., Gaffney, F. D. (1985) Interrelationships among muscle fiber types, electromyogram, and blood pressure during fatiguing isometric contraction. In: Winter, D. A et al. (eds.) Biomechanics Ⅳ -A, Human Kinetics, Illinois, 287-292

26) Muro, M., Nagata, A., Moritani, T. (1983), Analysis of myoelectric signals during dynamic and isometric contractions. Matsui, H., Kobayashi, K. Biomechanics-A. Human Kinetics Publishers, 432-439.

27) Norman, R. W., Komi, P. V. (1979), Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. Acta. Physiol. Scand. 106, 241-8.

28) 小田伸午、来田宣幸(2000), 握力と肘屈曲力の最大同時発揮における筋・神経系活動、体育学研究 45, 213-224.

29) Polgar, J., Johnason, M. A., Weightman, D., Applenton, D. (1973), Data on fibre size in thirty-six human muscles. J. Neurological. Sci. 19, 307-318.

30) Sakamoto, K., Itakura, N., Nishida, K., Zhou, L. (1993), Study of function of fingers by physiological tremor. J. Therm. Biol. 18, 665-669.

31) Sakamoto, K., Nishida, K., Zhou, L., Itakura, N., Seki, K., Hamba, S. (1992), Characteristics of physiological tremor in five fingers and evaluations of fatigue of fingers in typing. Ann. Physiol. Anthrop. 11, 61-68.

32) Solomonow, M., Baratta, R. (1990), The EMG-force relationships of skeletal muscle; dependence on contraction rate, and motor units control strategy. Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 30, 141-152.

33) Sherrington, C. S. , (1906) The integrative action of the nervous syustem. Yale University Press, New Haven.

34) Stiles, R. N., Randall, J. E. (1967), Mechanical factors in human tremor frequency. J. Appl. Physiol., 23, 324-330.

35) Yang, J. F., Winter, D. A. (1983), Electromyography reliability in maximal and submaximal isometric contractions. Arch. Phys. Med. Rehabil., 64, 417-420.

(2000 年 12 月 20 日受付、2001 年 2 月 28 日受理)

安静時呼気中一酸化炭素濃度と喫煙習慣の関係

長谷川 豪 志　　鳥 居 寛 範　　松 田 幸 三

Relationship between carbon monoxid concentrations in resting expired air and smoking habits

Hideshi HASEGAWA, Hironori TORII and Kouzou MATUDA

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between carbon monoxide(CO) concentrations in resting expired air and smoking habits. The 35 smokers and 161 non-smokers participated in this study. This study involved college students and members of staff. The CO concentrations in these subjects were measured using the Bedfont new micro smokerlyzer.

The results of the measurements in smoker and non-smoker groups are as follows.

A significant difference ($p<0.001$) of the CO concentrations in expired air between smokers(17.114±14.000ppm) and non-smokers(2.130±0.852 ppm)was observed.Of the smokers group, there were 11 students whose expired-air CO level was below 10ppm, although the level over 10ppm was generally used to identify a subject as smokers.

The daily cigarette consumption and the number of years smoking were significantly ($p<0.05$~0.001) correlated with nicotine/tar content in a cigarette. The CO concentration in resting expired-air in smokers was correlated with nicotine/tar content in a cigarette.

These results suggest that long-term heavy smokers like a higher nicotine/tar content of cigarette, which is associated with a higher CO concentration in resting expired-air in smokers.

As a member of this University, concerned with the health and physical education of the students, therefore I believe that we must seriously confront this problem and educate those who are professionally concerned as well as those who are the victims.

目　的

タバコの煙の中には、一酸化炭素（CO）、ニコチン、タール類等、約4000種類にも及ぶ化学物質が含まれている[1, 6, 13]。これらの中でもCOとニコチンは身体作業能力や呼吸循環機能に大きな影響を与える[2)]。

いわゆるタバコ煙中のCO濃度は20,000～60,000ppmであり、この数字は自動車の排気ガス中のCO濃度に匹敵する[3)]。肺に吸い込まれた煙中CO濃度は300～400ppmに低下する[3, 8)]が、たとえ低濃度とはいえ、COそのものが有毒ガスであることには、間違いない。

そしてCOは、喫煙により体内に入ると血液中のヘモグロビン（Hb）と結合してカルボキシンヘモグロビン（COHb）の形をとる。Hbは酸素（O_2）の運搬に重

京都産業大学：Kyoto Sangyo University　Kamigamo-Motoyama,Kita-ku,KYOTO,603-8555-JAPAN

要な役割を果たしているが、Hbへの親和性はO_2よりCOの方がはるかに強く、200～250倍とも言われる[3, 10, 15]。従ってタバコ煙にのって体内に入ったCOが多いと、それだけ血液中のO_2が減り、体内組織へのO_2供給が低下する。即ち、冠動脈性疾患、末梢動脈疾患、慢性の呼吸器疾患、さらには妊娠時の喫煙による胎児等へは、タバコ煙によるCOの影響[15]が特に懸念される理由である。

またニコチンは、容易に「ニコチン依存」を引き起こし[17]、このため一度の喫煙から長期・大量喫煙へ進んでいくと考えられる。このことからも、未成年者の喫煙問題は「ヒトの健康教育」を進める上でも、重要な柱である。今までは呼気中CO濃度に関して簡易的に測定が出来なかったが、軽量で小型のCO分析器が開発された。その機器を用いて、いくつかの報告がある[12, 18]。しかしそれらの報告は、喫煙者・非喫煙者の呼気中CO濃度、また喫煙習慣は、一日の喫煙本数と呼気中CO濃度の検討のみである。そこで今回我々は、喫煙者・非喫煙者の安静時呼気中CO濃度を測定し、先行研究における検討項目はもちろん、喫煙者の喫煙年数との関係も含め、またタバコの主要成分である表示ニコチン・タール含有量と安静時呼気中CO濃度の関係も検討を加えた。

方　法

対象は総人数196名である。内訳として某大学学生169名、教職員などの某大学関係者27名である（男性50名、女性146名）。喫煙の有無は喫煙者35名、非喫煙者は161名であった。虚偽申告を避けるために、対象は某大学学生、教職員及び某大学の出入り関係者に限定した。年齢は18歳～76歳であった。喫煙者には一日の喫煙本数そして喫煙年数また喫煙しているタバコ1本当たりの表示ニコチン・タールの含有量を質問して分類した。

測定時期は、大学生は5月、6月の講義時間中に実施した（1限：9：00～10：30、2限：10：40～12：10）。また関係者は前述の同時期の休憩時間（13：00～14：00）を利用して、実施した。測定は、教室に集合、着席をさせ、安静を保たせた。そして安静時呼気中CO濃度の意義、測定上の注意、喫煙者にはプライバシーは厳守する等を説明し、今回の測定に了解を得た。そして上記の喫煙に関する質問用紙を配布、記入させた。

安静時呼気中CO濃度の測定は、ニュー・マイクロ・スモーカーライザー（英国ベッドフォント社製）を用いて行った。この器具は密閉電気化学的センサーを使用しており、低濃度（0～500ppm）のCOを正確に検出できることで、方法は非常に簡単である。注意点については、まず被検者に大きく息を吸わせて、15秒の息こらえ後に、この器具の中にサンプリング・システムを通じてゆっくりと最後まで息を吐き出させることである。そして、検査終了後30秒以内にデジタル表示された肺胞気の最高CO濃度を読みとり、記録した。

また、喫煙者においては、安静時呼気中CO濃度が前回喫煙の直接的影響を受けるのを避けるために、前回喫煙から30分以上経過[12]してから、測定した。

統計学的解析は、相関分析についてはK.Pearsonの相関係数、両群間の比較についてはStudent t-testを用い、危険率5%以下を有意とした。

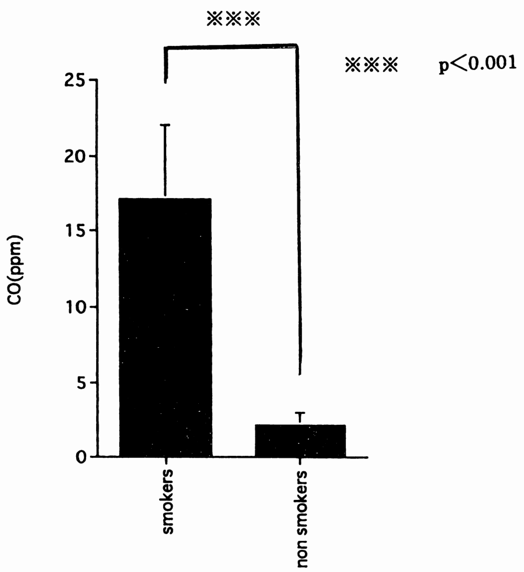


Fig.1 Comparison of carbon monoxide (CO) concentration in resting expired-air between Smokers (n=35) and Nonsmokers (n=161). Each error bar expressed standard deviation (SD).

成　績

喫煙習慣者群と非喫煙者群の安静時呼気中CO濃度を図1に示す。安静時呼気中CO濃度は非喫煙者群では2.130 ± 0.852ppm(mean ± SD)であるが、喫煙者群は17.114 ± 14.001ppmであり、喫煙者群の安静時呼気中CO濃度は有意に高く、非喫煙者群と喫煙者群の間に0.001%の有意な差が認められた。喫煙者群のなかで、安静時呼気中CO濃度が10ppm以下の喫煙者（学生）は11名であった。

図2は縦軸に喫煙者が喫煙しているタバコの1本当たりの表示ニコチン含有量を、横軸の左側に一日の喫煙本数、右側に喫煙年数を示す。一日の喫煙本数と、ニコチンが多いタバコの間に有意な相関が認められた（0.05%）。また喫煙年数とニコチンが多いタバコの間に有意な相関が認められた（0.001%）。図3は縦軸に喫煙者が喫煙しているタバコの1本当たりの表示タール含有量を、そして横軸の左側に一日の喫煙本数、右側に喫煙年数を示す。一日の喫煙本数と、タールが多いタバコの間に有意な相関が認められた（0.05%）。また喫煙年数とタールが多いタバコの間に有意な相関が認められた（0.001%）。図4は縦軸に喫煙者から測定した安静時呼気中CO濃度を、横軸の左側に一日の喫煙本数、右側に喫煙年数を示した。一日の喫煙本数と安静時呼気中CO濃度の間に有意な相関が認められた（0.01%）。また喫煙年数と安静時呼気中CO濃度にも有意な相関が認められた（0.001%）。図5の左側は縦軸にタバコの1本当たりの表示ニコチン含有量を、横軸に安静時呼気中CO濃度を、図5の右側は縦軸にタバコ1本当たりの表示タール含有量を、横軸に安静時

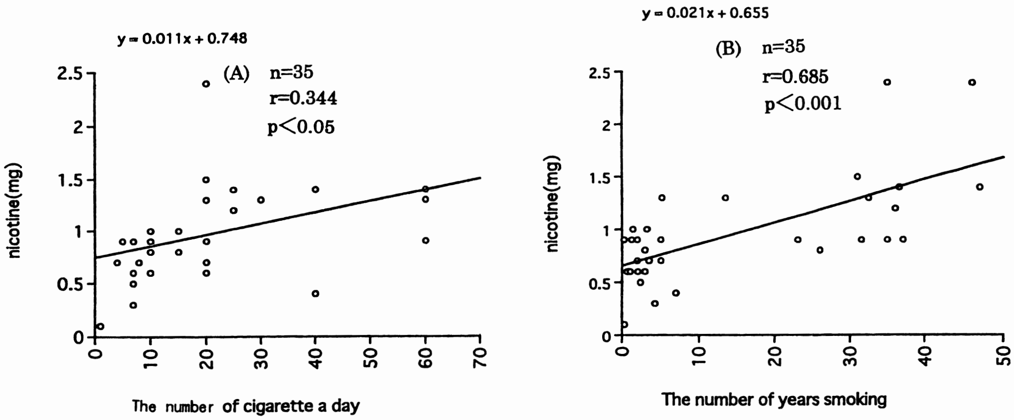


Fig.2 Relationship of daily cigarette consumption (A), and length of time smoking (B) with nicotine content printed on the side of each pack cigarette between smokers (n=35).

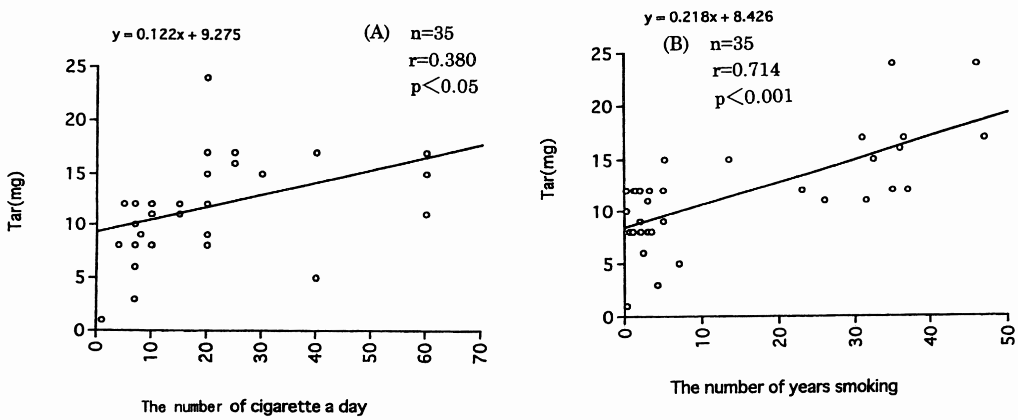


Fig.3 Relationship of daily cigarette consumption (A), and length of time smoking (B) with tar content printed on the side of each pack cigarette between smokers (n=35).

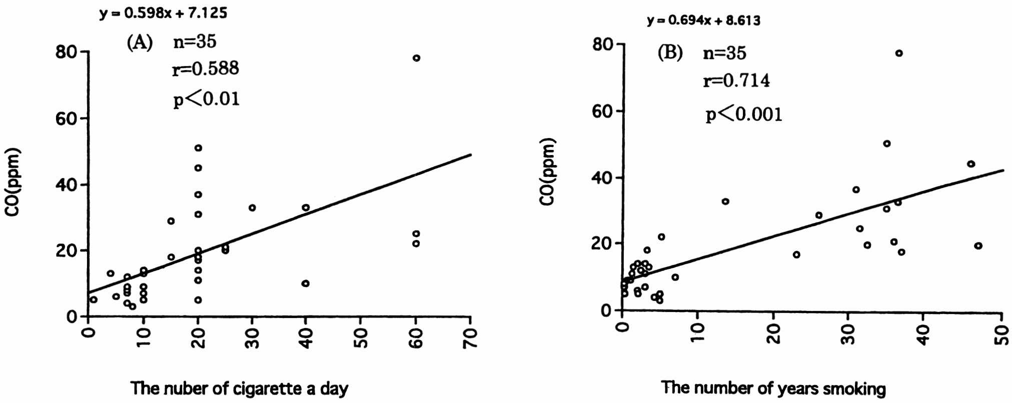


Fig.4 Relationship of daily cigarette consumption (A), and length of time smoking (B) with carbon monoxide (CO) concentration in resting expired-air in smokers (n=35).

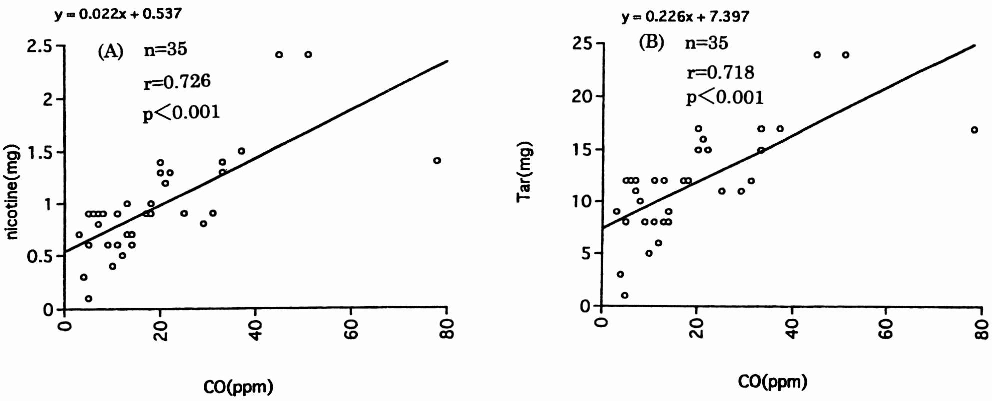


Fig.5 Relationship of carbon monoxide (CO), concentration in resting expired-air with nicotine (A) and tar (B) content printed on the side of each cigarette pack smoked (n=35).

呼気中CO濃度を示した。タバコ1本当たりの表示ニコチン含有量と安静時呼気中CO濃度の間に、0.001%の有意な相関が認められた。またタバコ1本当たりの表示タール含有量と安静時呼気中CO濃度の間にも、0.001%の有意な相関が認められた。

考　察

タバコの煙にはニコチン、種々の発ガン物質・発ガン促進物質、一酸化炭素（CO)、種々の線毛障害性物質、その他多種類の有害物質が含まれていることは、周知の事実である[13]タバコ煙中に含まれている種々の有害物質のうち、生理的に影響を及ぼす主な物質は粒子相に含まれているニコチンと気相に含まれているCOである[13]。

喫煙者は煙を吸っているから、炭素を含む物質が不完全燃焼する際に発生するCOを吸入することになる。COはCOHbを生成し、血液の酸素運搬能を阻害し、また酸素ヘモグロビン解離曲線を変化させて、組織での酸素遊離を抑制するので、組織での酸素不足がより強くなる。[3, 10, 15] すなわちCOはHbとの結合により喫煙者は酸素飽和度の低下を引き起こすことが考えられる[3]。

今回の安静時呼気中CO濃度測定で非喫煙者群は2.130 ± 0.852ppm（mean ± ＳＤ)、喫煙者群は1～78ppmと広い範囲に分布したが、17.114 ± 14.001ppm（mean ± SD)と先行研究とほぼ同値を示した[12, 18]。しかし喫煙者群の安静時呼気中CO濃度は非喫煙者群の約10倍に当たる（図1)。また安静時呼気中CO濃度が低値を示す喫煙者は一日の喫煙本数が少なかったり喫

煙年数が短かい喫煙者であった。一方高値を示す喫煙者は先行研究[12,18]と同じく一日の喫煙本数が増加すれば、安静時呼気中CO濃度も増加する。しかし著者らの結果から、安静時呼気中CO濃度が高値を示す喫煙者は、喫煙年数も長いという喫煙用量依存性が新たに明らかになった（図4）。また、タバコから出る低いレベルのCO濃度でも心臓病患者に、酸素不足を引き起こし心臓機能が衰え、仕事量も減る報告[2,4]もあり、タバコ煙中のCOは有毒ガスであり、循環機能にも良くないと考えられる[2,4]。

呼気中CO濃度に影響を及ぼす要因として考えられるのは、(1)喫煙本数、(2)喫煙年数、(3)最終喫煙後の時間、(4)タバコの吸い方（吸い込む程度、吸うピッチ、吸う長さなど）、(5)タバコの銘柄（ニコチン、タールの表示含有量）などがある。(1)(2)(3)(5)については、今回検討を加えた。また(4)については、アンケート項目として口腔まで、気管まで、肺の中まで吸い込むか、またタバコ1本を何分の1吸うのかなどを質問したが、もう少しデータとして検討する必要があり、今回は省略した。

また図2.3でも明らかなように、喫煙者が日常喫煙しているタバコの1本当たりの表示ニコチン・タール含有量と喫煙量（一日の喫煙本数・喫煙年数）との間に正の相関が見られた。一方、アメリカのタバコメーカーではニコチンの中毒性を認識した上でニコチン含有量を調整していた報告もある[19]。また低ニコチンタバコを吸ったとき体内に取り込むニコチン量は、パッケージ表示より、最高で8倍も多い報告もある[11]。今回は直接に生理的な測定、例えば唾液中や尿中のニコチン濃度を測定していないが、しかし喫煙年数が長ければ長いほど、喫煙するタバコ1本当たりの表示ニコチン・タール含有量が多くなっている（図2.3）。前述の報告[11,19]とあわせて考えれば、喫煙者はパッケージ表示量よりも、多い量のニコチン量を吸収していると示唆される。そして、喫煙におけるニコチンの役割即ち、ニコチン依存との関係は、ニコチンそのものが、明らかな精神作用をもっており、もうひとつは精神作用の内容が、多幸感に彩られている[16]ことから、喫煙年数が長くなるほど、高濃度のニコチン・タールのタバコを好む結果となり、ニコチン・タールを求めて喫煙が行われると考えられる。このことは、ニコチン効果への耐性であり[17]、タバコ消費量、すなわちニコチン摂取量が増えたため「ニコチン依存症」[17]になっていくと考えられる。そして今回、著者らの測定で明らかになった、表示ニコチン含有量の多い、また表示タール含有量の多いタバコを吸っている喫煙者は、安静時呼気中CO濃度も高い値を示していることから（図5）、様々の喫煙習慣関連疾患が増強されると考えられる[2,4]。著者らは、この測定から禁煙する者を一人でも出し、今後は、禁煙後の経過を検討していきたいと考えている。安静時呼気中CO濃度測定で、喫煙者かどうかの判定基準として10ppm以上を喫煙者、それ未満を非喫煙者と判定する基準が一般的に用いられている[9,14]。この判定基準から今回の測定で、10ppm以下の喫煙者が見られた。すなわち喫煙習慣年数が短い学生（11名）がこの値に該当する。アメリカでの研究から、教育水準が高ければ高いほど、また社会経済的地位が高ければ高いほど、喫煙率が低くなる報告[14]から考えあわせても、教育現場に従事する一員として喫煙の有害性から、禁煙教育・健康教育に取り組まなければいけないと考える。

参考文献

1) 浅野牧茂（1985）健康科学ライブラリー8. たばこの健康学. 第2章、たばこ煙の正体を探る.(3)主なたばこ煙中有害物質の吸収と体内運命. ②一酸化炭素（CO）. 大修館書店：東京. 初版、pp.28.

2) 浅野牧茂（1985）健康科学ライブラリー8. たばこの健康学. 第3章、これだけは知っておきたい－喫煙はからだの働きをいかに損なうか－②喫煙と心臓血管系の働き .pp.42 ～ 60. ⑥喫煙と運動 .pp.72 ～ 80. 大修館書店：東京. 初版.

3) 浅野牧茂（1980）最後の禁煙宣言、これだけ知ればたばこはやめたくなる. 第1章、たばこはあなたの体をむしばむ、毒物はニコチンとタールだけではない. 講談社：第1刷、pp.15.

4) 浅野牧茂（1998）Shutout Smoking. 日本教育新聞社：第1刷.

5) Dhams,T.et.al.（1990）たばこの一酸化炭素低レベルでも悪影響. 京都新聞朝刊、3月1日付.

6) Jordan Goodman.　和田光弘・森脇由美子・久田由佳子訳(1996)タバコの世界史.第1章、タバコとは何か、この奇妙な植物の植物学・化学・経済学.平凡社：初版第1刷、pp.17.

7) 長谷川豪志・田中信雄・今里正克・蔭山靖夫・火箱保之・星野光信・村上博巳・北條和明・芳田哲也 (1992) 喫煙習慣者における運動負荷時の動脈酸素飽和度の変動.体力科学41：pp.852.

8) Horsfield,K. (1981) Smoking and the lung.Scientific foundations of respiratory medicine (Scadding,J.G. & Cumming,G.,ed.), William Heinemann Medical Books Ltd.: London. pp.517.

9) Irving JM., M.Phil.,EC.Clark.,R.G.N.,Iain K.Crombie,B.Sc., and W.C S.Smith,M.P.H.,M.F.C.M. (1988) Evaluation of a portable measure of expired-air carbon monoxide. Prev. Med. 17：pp.109~115.

10) 石川清文 (1985) 第10章、産業衛生11.ガス中毒、Ⅱ－1、一酸化炭素.藤原元典・渡辺厳一・高桑栄松監修.総合衛生公衆衛生学.改訂第2版下巻.南江堂：pp.1006-1010.

11) Jarvis,M.et.al. (2001) 低ニコチンでも多い吸収量.京都新聞朝刊、2月15日付.

12) 川根博司・副島林造・沖本二郎・若松弘之・小島健次・平井紀之(1992)喫煙者における呼気中一酸化炭素濃度.保健の科学：pp.737～739.

13) 厚生省編(1993)喫煙と健康、喫煙と健康問題に関する報告書.第2版第Ⅱ部.喫煙の健康影響.財団法人健康・体力づくり事業財団：pp.23～46.

14) Louise M.Nett. (1990)禁煙・ニコチン依存症の治療－日本人医師のためのガイドライン－.日本胸部臨床49：pp.713～721.

15) 宮里勝政(1994)タバコはなぜやめられないか.二章、タバコ・ニコチン・脳.7.喫煙と身体疾患.岩波書店：第6刷、pp.70～71.

16) 宮里勝政(1994)タバコはなぜやめられないか.三章、アメリカのニコチン依存研究.(五) 喫煙におけるニコチンの役割.岩波書店：第6刷、pp.94.

17) 宮里勝政(1994)タバコはなぜやめられないか.四章、ニコチン依存の特徴.2.耐性.岩波書店：第6刷、pp.103～109.

18) 中村正和(1998)喫煙と呼気一酸化炭素-その測定の意義と実際-.呼気生化学.測定とその意義.小橋恭一編著.日本呼気病態生化学研究会.メデイカルレビュー社：第1版、pp.106～113.

19) 宣誓供述書 (1996) 中毒性認識し、ニコチン含有量を調整.京都新聞夕刊、3月19日付.

(2000年12月20日受付、2001年4月20日受理)

女子大学生の身体活動量と体構成および筋力の14年間における変化

新　矢　博　美*　　中　井　誠　一*　　芳　田　哲　也**

Changes of daily physical activity, body composition and muscular strength for female college students during fourteen years.

Hiromi SHIN-YA, Seiichi NAKAI and Tetsuya YOSHIDA

Abstract

The present study was performed to investigate the changes of daily physical activity, body composition and muscular strength for female college students during fourteen years. We measured height , body mass, body fat content (%Fat), lean body mass (LBM), back strength and grips strength, and daily energy expenditure for female college students in 1985 (n=185) and in 1999 (n=202), and compared these parameters between 1985 and 1999. The daily energy expenditure, back strength, grips strength, and LBM were lower but height and %Fat were higher in 1999 than those in 1985, while body mass was similar between both years. These results indicate that daily physical activity, body composition and muscular strength for female college students changed during fourteen years.

緒　言

定期的な運動の実施は、健康や体力の維持・増進に役立つことが広く知られている。しかし近年は、便利で快適な生活環境における生活様式の変化に伴い、日常の身体活動量が減少し、運動不足症や生活習慣病等の多発が問題となっている。また、若年期における運動経験や運動の習慣化が中高年女性の身体状況および健康状態に影響を及ぼすことが報告されている[24, 25]。高齢化社会における現代人にとって、若年期から健康的な生活習慣を確立することは、健康で質の高い生涯を送るための必至の条件であると考えられる。

1998年国民栄養調査結果では、女性の10代後半と20代で、BMIが18.5未満の「やせ」が19年前に比して大幅に増加し、全体の2割が「やせ」であると報告している[9]。女性のやせ願望がすすみ、小学生にまで及んでいるという報告もある[19]。また、青少年における体力・運動能力が年々低下傾向にあることも報告されている[3, 23]。松本ら[14]は身体活動と身体組成、安静時代謝量の関係、相川ら[2]は身体活動量と身体構成、栄養摂取量について、今井ら[6]は体脂肪率とライフスタイルについての報告など、女子大学生を対象として身体活動量と身体状況の実態を明らかにしようとしている。それらの研究では、身体運動量を運動部所属の有無、歩数と心拍数等で身体活動量を評価しており、エネルギー消費量を調査した報告ではない。健康のた

* 京都女子大学：Kyoto Women's University　35 Imakumano,Higasiyama-ku,Kyoto 605-8501, Japan
** 京都工芸繊維大学：Kyoto Institute of Technology　Matsugasaki,Sakyo-ku,Kyoto 606-8585, Japan

めの付加運動量としてエネルギー消費量が示されているので、身体運動量をエネルギー消費量で示すことは意義あることと考えられる。そこで、女子大学生の日常の身体活動量と体構成および筋力について、1985年と1999年に調査した結果を比較し、14年間における身体活動量と体構成および筋力の変化を明らかにした。

方　法

１．調査対象および調査期間

京都市内のＫ女子大学生（１・２回生）を対象として、1985年6月と1999年6月に、生活時間調査および体格・筋力測定を実施した。被験者数は1985年が185名（大学１回生、18.9±5.0歳）、1999年が202名（短大２回生、19.3±0.4歳）であった。

２．調査項目

調査項目は、生活時間調査と身長・体重・Body Mass Index（BMI）・皮下脂肪厚・体脂肪率（%Fat）・除脂肪体重（LBM）などの身体状況および筋力（背筋力・握力）であった。

１）生活時間調査

身体活動量として１日のエネルギー消費量を求めるために、自己記入法による生活時間調査を実施した。この調査は、起床時から翌日の起床時までの24時間の行動について、１分単位で日記式に自己記入する方法である。この行動記録から動作ごとの所要時間を求め、各動作のエネルギー消費量を用い、次式[7]より１日のエネルギー消費量を算出した。

$$A = Bm \times Tb \times W + \Sigma Ea \times Tw \times W$$

Ａ：１日のエネルギー消費量（kcal/日）

Bm：基礎代謝量（kcal/kg/分）

Tb：睡眠時間（分）

Ｗ：体重（kg）

Ea：各動作のエネルギー消費量（kcal/kg/分）

Tw：各動作の所要時間（分）

調査日は、両年ともに通常の授業期間中（土曜日・日曜日を除く晴天の日）の一日を選定した。

２）身体状況

生活時間調査期間中に身体状況調査日を設定し、以下の項目について計測を実施した。

①身長および体重（最小目盛り200g）を測定し、BMI（＝体重kg／身長m^2）を求めた。

②皮下脂肪厚は栄研式キャリパーを用い、国民栄養調査の方法[11]で上腕背部および肩甲骨下部を各部位３回測定し、それぞれ平均値を計測値とした。また、Brozekの式および長嶺らの式[7]から%Fatを求め、体重および%Fat値からLBMを求めた。上腕背部の測定は、肩と腕の力を抜き両腕を自然に下げた被験者の後方から右上腕背面の肩峰突起と肘頭との中間を立位にて測定した。また、肩甲骨下部は上腕背部測定と同様の姿勢で、被験者の後方から右肩甲骨下端の真下１～2cmの部位を測定した。

③背筋力および握力は、それぞれヤガミ社、KG－300およびDM－100（スメドレー式握力計）を用い、各２回測定した[17]。背筋力は平均値を、握力は左右の値のうち大きい方を計測値とした。

３．統計処理

各項目平均値の群間の比較にはunpaired t-testにより解析し、危険率５％以下を有意水準とした。

結　果

１．形態、エネルギー消費量および筋力の平均値±標準偏差

表１に、1985年と1999年の女子大学生の形態（身長、体重、BMI、%Fat、LBM）、１日のエネルギー消費量および筋力（背筋力、握力）について、それぞれ平均値±標準偏差を示した。

身長は、1985年が158.0±5.2cm、1999年が159.2±5.0cmであり、両年の平均値に差が認められ（$p<0.001$）、1999年が高値であった。しかし、体重は、1999年が50.1±5.8kg、1985年が50.0±5.7kgであり、有意差は認められなかった。また、BMI、LBM、背筋力、握力についてもそれぞれ両年の平均値に差が認められ、1985年に比して1999年が有意（いずれも$p<0.001$）に低値であった。%Fatについても1999年が24.8±4.5%、1985年が21.9±4.7%であり、両年の平均値に差が認められたが、1999年が有意（$p<0.001$）に高値であった。エネルギー消費量は、1999年は1,945±334 kcal/日、1985年は2,147±345kcal/日であり、両年の

平均値に有意差が認められ（p<0.001)、1999年が低値であった。

2．エネルギー消費量の分布

図1に、エネルギー消費量別人数の分布を調査年次ごとに示した。1985年と1999年ともに、1,400～3,200 kcal/日の範囲に分布した。しかし、4,000 kcal/日と3,600 kcal/日を示す例が各1例ずつみられた。1999年のエネルギー消費量別の例数は、1,800～1,999kcal/日は57例、2,000～2,199 kcal/日は54例で、全体の53.6％を占め、2,000kcal/日未満が最も多い結果となった。一方、1985年の分布範囲では、1,800～1,999kcal/日が20例、2,000～2,199 kcal/日が45例で、全体の34.8％であった。2,000kcal/日未満の分布は、1985年が72例で全体の38.9％であるのに対し、1999年は131例で、全体の64.8％を占め、1999年が低値の分布が多い傾向である。また、2,200 kcal/日以上の分布は、1999年が32例で全体の17.2％であるが、1985年が72例で全体の38.9％を占めており、1985年が高値に多く分布している。このようにエネルギー消費量は、全体的に1999年に比して、1985年の方が高値の分布が多くみられる。各年の平均値の比較では、前述のごとく統計的に有意差が認められ、その差は、1985年が202 kcal/日高値であった。

3．BMIおよび％Fat

前述の通り、BMIおよび％Fatの平均値は、両項目とも1985年と1999年の間に有意差（p<0.001）が認められ、BMIは1985年が、％Fatは1999年がそれぞれ高値を示した（表1)。また、BMIと％Fatの相関関係を調査年次別に示したものが図2である。1985年と1999年共に、両項目間には相関関係（1999年：r=0.638、p<0.001、1985年：r=0.487、p<0.001）が認められた。しかしその関係は、1999年は1985年に比して回帰直線の傾きが有意に大きく（p<0.01)、BMIが

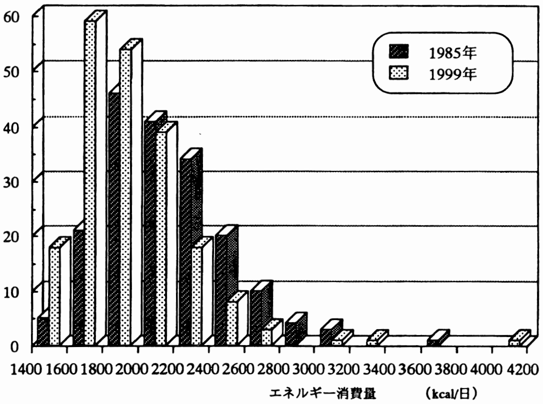


図1　女子大学生のエネルギー消費量別人数の分布

表1　女子大学生の形態，エネルギー消費量と筋力測定値

項目	1985年		1999年
例数（人）	185		202
年齢（歳）	18.9 ± 5.0		19.3 ± 0.4
身長（cm）	158.0 ± 5.2	***	159.2 ± 5.0
体重（kg）	50.0 ± 5.7		50.1 ± 5.8
BMI	20.0 ± 2.0	***	19.2 ± 3.6
%Fat（%）	21.9 ± 4.7	***	24.8 ± 6.0
LBM（kg）	39.0 ± 4.0	***	37.5 ± 3.3
エネルギー消費量(kcal/日)	2,147 ± 345	***	1,945 ± 334
背筋力（kg）	76.6 ± 15.6	***	68.4 ± 14.5
握力（kg）	29.3 ± 4.5	***	28.0 ± 4.5

値は平均±標準偏差

***：p < 0.001

BMI：Body mass index，%Fat：体脂肪率，LBM：除脂肪体重

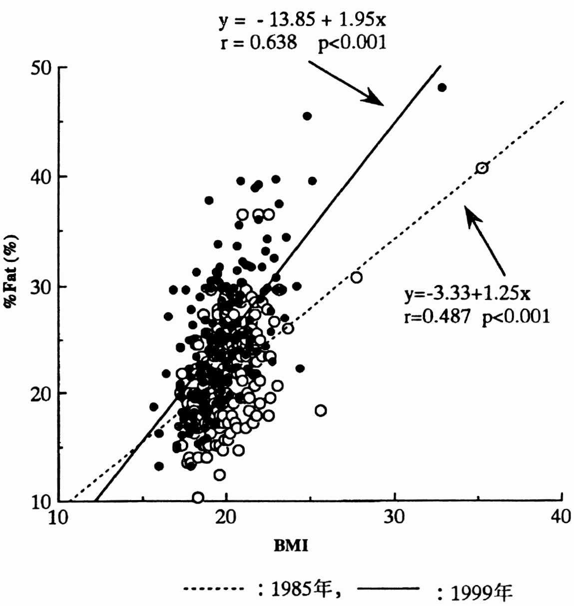


図2　BMIと%Fatの相関関係

低値でも％Fatが高値を示す傾向がみられた。また、LBMについても両年の平均値に差が認められ（$p<0.001$）、1999年が37.5±3.3kg、1985年が39.0±4.0kgであり、1985年が有意に高値であった。

考　察

本研究では、女子大学生の日常の身体活動量を、生活時間調査から求めた1日のエネルギー消費量とした。身体活動量の評価には、歩数、心拍数、酸素摂取量等から推定する方法があるが[1,15,18,20,21,22]、生活時間調査は、多数の被験者を対象とするには簡便な方法である。

図1に示したごとく、エネルギー消費量は全体的に1985年が高値に多く分布し、1999年の平均値は、1985年に比して1日平均202kcalの有意な低値が認められた。また体重は両群間に顕著な差違が認められなかったことから、1999年のエネルギー消費量の低下は身体活動量の低下に起因すると考えられる。中井ら[16]は、本研究と同様の調査方法により、1984年から1985年の女子大学生のエネルギー消費量が、日常、運動習慣のない非運動群で1,989±337kcal/日、運動習慣のある群で2,169±263 kcal/日であり、体育大学女子学生では、2,542±425 kcal/日であったことを報告している。本研究の被験者は、運動習慣の有無で分類しない一般の女子大学生であるにもかかわらず、エネルギー消費量の平均値が、1999年は中井ら[16]の非運動群より低値であり、1985年は運動群と近似している。このことからも、1999年の女子大学生による日常生活時の身体活動量の低下が考えられる。また、1985年当時と1999年当時の栄養所要量[12,13]はそれぞれ2,050kcal/日（生活活動強度Ⅱ）であるが、今回調査のエネルギー消費量は、1985年は2,147 kcal/日で所要量を上回った値となるが、1999年は1,945 kcal/日で所要量より低値であった。エネルギー消費量から生活活動強度指数[12,13]を求めると、それぞれ0.73（1985年）と0.56（1999年）となり1999年の活動量が低下していることが示される。

また、国民栄養調査結果で1998年、19歳女子は1,905 kcal/日のエネルギー摂取量が示されている。1985年は1人1日平均エネルギー摂取量は2,088 kcal/日（1998年は1,979 kcal/日）となっている。これは今回の消費量とほぼ同等とみられる。厚生省[10]は、健康のための付加運動量として100～200kcal/日を提唱している。今回、1999年の女子大学生によるエネルギー消費量の差違は1985年の値と比較して平均202kcal低く、さらに1999年の女子大学生は筋力やLBMは低く、％Fatは1985年の値に比較して高値を示した。今回調査した消費エネルギー量の差違が運動量の差によるものであれば、厚生省[10]の提唱する健康のための付加運動量を支持する結果となるであろう。

1999年の女子大学生は、1985年に比して身長は有意に高値を示したが、体重には差が認められなかった。また、BMIは低値であるが、％Fatが高値であり、体重に比して体脂肪量が多い結果であった。これはいわゆる隠れ肥満[5]と考えられ、1999年は、こうした隠れ肥満者が多い傾向がみられた。LBMについても、1985年に比して1999年が、有意に低値であった。これらのことから1999年の女子大学生による身体活動量（エネルギー消費量）の減少が％Fatを増加させ、LBMを減少させている可能性が考えられる。

最近の青少年の筋力については、柔軟性や持久性とともに年次的な低下傾向が報告されており[3,23]、筋力の低下は全国的な傾向といえる。堀居[4]は、特に背筋力の低下が、青少年の健康や体力に影響を及ぼすと述べている。本研究では、1999年のエネルギー消費量と背筋力および握力は1985年の値と比較して有意に低値を示したことから、身体活動量の低下がLBMを減少させて筋力を低下させているのかもしれない。また筋力やLBMは基礎代謝とも関連することが報告されている[8,14]ことから、基礎代謝の低下が身体活動量に影響を及ぼしている可能性も考えられる。

以上のように、1999年の女子大学生は、1985年に比して日常の身体活動量（エネルギー消費量）、LBMおよび筋力の低下、さらに％Fatの増加が認められたことから、女子大学生の体構成や身体活動量および筋力は14年間で変化していることが示唆された。日常の身体活動としては、スポーツ活動の他に、通学による歩行、家事やアルバイトによる労働等が考えられ、今後は日常の生活行動とエネルギー消費量、筋力、％

Fat、LBMの関係について検討が必要である。

結　語

女子大学生を対象に、1999年と1985年の身体活動量と体脂肪量、除脂肪体重および筋力を比較し、以下の結果が得られた。

1）1日のエネルギー消費量からみた身体活動量は、1999年が有意に低値であった。
2）身長は、1999年が有意に高値であったが、体重には差が認められなかった。しかし、%Fatは1999年が有意に高値であり、LBMは1985年が有意に高値であった。
3）背筋力および握力は、1985年が有意に高値であった。

したがって、女子大学生の身体活動量や身体状況は14年間で変化していることが示された。

本稿の一部は第55回日本体力医学会（2000年）において発表した。

文献

1) Acheson. K.J., Campbell. I.T., Edholm. O.G., Miller. D.S. and Stock. M.J.（1980）The measurement of daily energy expenditure－an evaluation of some techniques. Am. J. Clin. Nutr. 33：1155-1164.
2) 相川りゑ子・宮本宰世・橋本勲・八倉巻和子（1995）女子大生における身体活動が身体構成と栄養摂取量に及ぼす影響について．栄養学雑誌53：295-300.
3) 堀居昭（2000）子どもの「体力低下」をどう見るか．体育科教育48：22-25.
4) 堀居昭（2000）青少年の体力と運動不足病．日本体育大学スポーツトレーニングセンターBulletin（特集）9：89-103.
5) 藤瀬武彦・長崎浩爾（1999）青年男女における隠れ肥満者の頻度と形態的及び体力的特徴．体力科学48：631-640.
6) 今井一・熊谷佳代・杉森弘幸・松岡敏男・川岸興志男・三井淳蔵（1997）女子学生の体脂肪量とライフスタイル（運動と栄養）．教育医学42：202-208.
7) 伊藤孝（1998）現代生活と保健衛生（第2版）．篠原出版：東京．pp.72-78.
8) 樫村修生（1990）体構成成分を考慮した男性運動鍛錬者の基礎代謝．長野体育学研究4：11-18.
9) 健康・栄養情報研究会（2000）国民栄養の現状．第一出版：東京．pp.45-54.
10) 厚生省（1999）第六次改定日本人の栄養所要量．第一出版：東京．pp.10-12.
11) 厚生省公衆衛生局栄養課編（1987）昭和62年版国民栄養の現状．第一出版：東京．pp.10-49.
12) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編（1984）第三次改定日本人の栄養所要量．第一出版：東京．pp.8-33.
13) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編（1996）第五次改定日本人の栄養所要量．第一出版：東京．pp.8-52.
14) 松本義信・平川文江・小野章文・松枝秀二・守田哲郎・長尾光城・長尾憲樹（2000）身体活動に差がある女子大学生間の体組成および安静代謝量．体力科学49：603-608.
15) 中井誠一（1996）24時間心拍数による本学学生のエネルギー消費量．京都女子大学自然科学論叢28：3-11.
16) 中井誠一・田上憲二（1991）生活時間調査からみた女子大学生の消費熱量と皮下脂肪厚．京都女子大学自然科学論叢23：17-20.
17) 名取礼二・小川義男・横堀栄・木村邦彦編（1970）最新体力測定法．東京同文書院：東京．pp.217-218.
18) 西原照代・坂本美恵子・大下市子・高木達也（1999）歩数と睡眠時間よりエネルギー消費量と生活活動指数を概算する簡易式作成の試み．労働科学75：409-420.
19) 坂本元子（2000）望ましいダイエットのあり方．学校保健のひろば48別冊：66-69.
20) 齊藤愼一・海老根直之（2000）シンクロナイズドスイミング選手のトレーニング量と代謝量との関係～二重標識水法によるエネルギー消費量測定～．体育の科学50：780-785.
21) Spady. D.W.（1980）Total daily energy expenditure of healthy, free ranging school children. Am. J. Clin. Nutr. 33：766-775.
22) 臼谷三郎（1992）エネルギー消費量推定法、最近の動向．日衛誌47：881-889.
23) 東京都立大学体力標準値研究会（2000）新・日本人の体

力標準値2000. 不昧堂出版： 東京. pp.160-359.

24) 寄本明 (1998) 低周波超音波法からみた骨質と身体活動水準との関係. 滋賀県立大学国際教育センター研究紀要 3：203-209.

25) 寄本明 (1997) ウォーキング運動が中高年女性の生活習慣病危険因子に及ぼす影響. 滋賀県立大学国際教育センター研究紀要 2：153-161.

(2000年12月25日受付、2001年4月22日受理)

資　料

Electromyographic Study of Press to Handstand with Straight Body and Bent Arms on Rings

Takanori KIM

筋電図による吊輪のプレス倒立の解析

金　　尚 憲

要 約

吊輪の屈腕伸身力倒立という技を習得するための基礎的かつ詳細な資料を得るために,その技が筋電図を用いて分析され、この技実施中の肘、肩及び上肢帯の動作に関係する筋群の働きの機能的意味が、明らかにされた。今回の実験に参加した被験者は吊輪の屈腕伸身力倒立を減点なしで行うことが可能な6名の体操選手であった。得られた結果から、次のことが示唆された。

吊輪の屈腕伸身力倒立の動作前半において、肘関節と肩関節はいずれも積極的に伸展された。中盤から後半において、肩関節屈曲動作が、肘関節伸展動作に比較してより積極的に行われていた。僧帽筋上部と下部の相反的な放電様相は、自重に抗して身体を支えるため、肩甲骨は、この技の中盤において積極的に押し下げられ、後半において積極的に押し上げられていることを示した。全動作を通して、被験者は、終始、肩関節に内向きの力を積極的に入れていた。その内向きの力は、吊輪の倒立においては必須であったが、平行棒の倒立においては必要なかった。

Introduction

The Press to Handstand with straight body and bent arms on rings is one of the basic skills in artistic gymnastics. But it is not easy even for trained gymnasts to master the skill, because of the lack of strength of elbow, shoulder and shoulder girdle and/or incorrect muscular activities. So, the exact muscular training is necessary to master it. Schroder reported "The muscular strength is essential to result of weight lifting, artistic gymnastic or throw-put and jump in athletic sports. This apparently indicates that the muscular training in these sports is recognized to have a high assignment of all the training process(1969)." Hollmann reported " It is necessary for the special training in sports to have the knowledge of mechanism of exercise which makes good use of muscles(1980)." It is needed to find the character of unusual exercise, with a view to making the effective method of training for strength in artistic gymnastics. On this point, it is a useful way to analyze electromyography(EMG) during the exercise. Previous EMG studies in gymnastics were "An Electromyographic Study on Progress of the Acquisition of Proficiency in Gymnastic Kip(Okamoto, 1964), Electromyographic Study of the Giant Swing(Forward) on the Horizontal Bar(Yamashita, et,al. 1971) and so on (Kouno, 1961. Yamashita, et,al. 1971. Yata, 1973. etc.), while there have been little research on the EMG

高の原スポーツ研究所：Research Center for Sports, Takanohara　1-3-6 Ohginosato, Ohtsu, Shiga 520-0246 Japan

study of press to handstand on rings(Kim, 1984).

The purpose of this study is to elucidate the functional significance of the activity in the muscle concerning the movement of elbow, shoulder and shoulder girdle and to reexamine and furthermore consider the previous research by Kim(1984).

Method

Subjects were six gymnasts who were expert at the skill. They were active players gymnastic competition for 8 to 15 years.

EMG recordings were made by means of 13 channel electroencephalography(San-ei Instrument Co., Japan) using surface electrodes. For this investigation, a total of 10 muscles concerning elbow, shoulder an shoulder girdle were chosen according to previous report(Kim, 1984) as follows.

1, Latissmus dorsi (LATISMUSDOR.)
2, Anteior deltoide (DELT. ANT.)
3, Posterior deltoide (DELT. POST.)
4, Claviclar portion of pectoralis major (PECT. CL.)
5, Abdominal portion of pectoralis major (PECT. AB.
6, Long head of triceps brachii (TRICE. BRA. LO.)
7, Lateral head of triceps brachii (TRICE. BRA. LA.)
8, Long head of biceps brachii (BICE. BRA. LO.)
9, Upper part of trapezius (TRAP. UP.)
10, Lower part of trapezius (TRAP. LOW.)

By adjusting the amplification of each channel in the electroencephalography, maximum discharge of each muscle was made by doing the maximum agonistic movement. A side view motion was filmed with Bolex cinecamera(24 frames/sec or 32 frames/sec). The signal of the motion picture was synchronized with the EMGs during gymnasts' performances. The experimental movement was divided into 5 stages as shown in Figure 1.

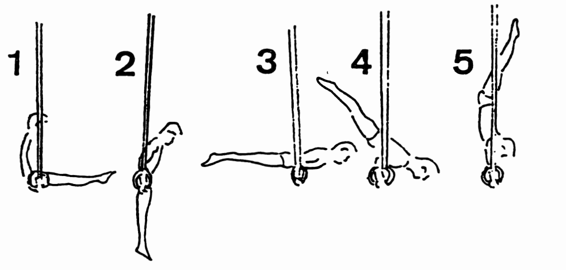


Figure 1. An illustration for experimental movement divided into 5 stages

The first stage ; just as the lower extremities went down from L-support. 2nd ; the straight line between hip and ankle joint reached vertical plane. 3rd ; the line reached horizontal plane. 4th ; the line between shoulder and hip joint was in 45 degrees from horizontal plane. 5th ; the subject was in handstand.

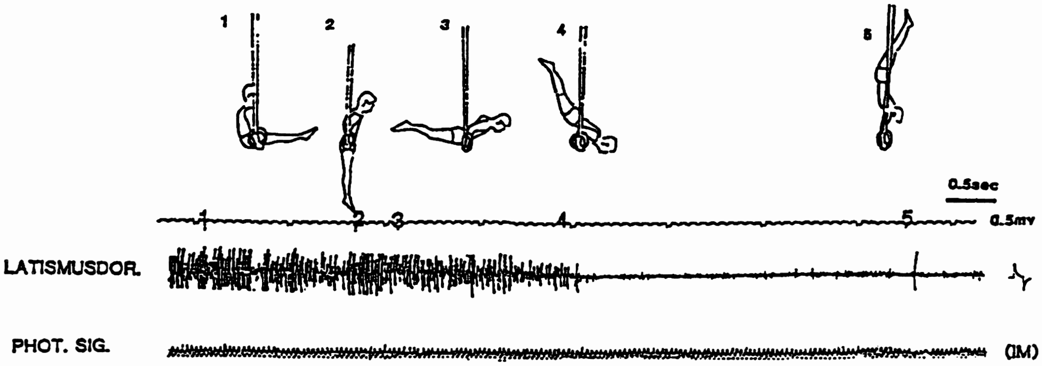
Additionally, the handstand posture on parallel bars was checked under the same experimental procedure as that on rings.

Result and Discussion

Shoulder joint

Figure 2 shows an experimental datum on the discharge pattern of muscles located at the shoulder joint during the performance. There were marked discharges of LATISMUSDOR as a primary shoulder extensor and slight discharges of DELT ANT of mono-articular muscle as a shoulder flexor from 1st to 2nd. From 2nd to 5th, on the other hand, marked discharges of DELT ANT were shown and that of LATISMUSDOR much diminished. Marked discharges of Pectoralis major as a primary shoulder horizontal adductor were observed during the all the motions. So, there were marked discharges in PECT AB during the first half and in PECT CL during the later one as shown in Figure 2. However, only slight discharges of DELT POST as a primary shoulder horizontal abductor were shown during all the motions.

These findings showed that the shoulder joints were actively extended from 1st to 2nd, flexed from 2nd to 5th, and subjects exerted positive strength toward inside with both arms throughout the movement.



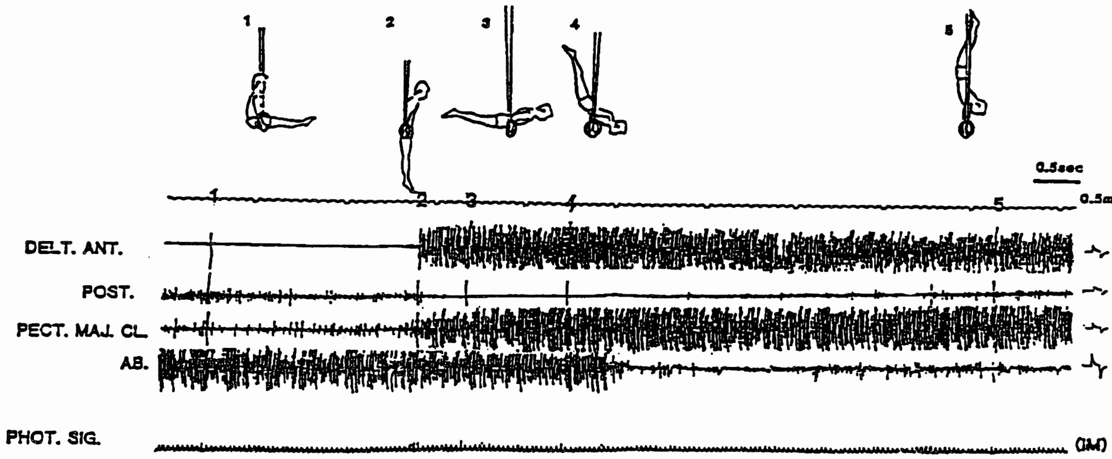


Figure 2. Representative EMG recordings of experimental results concerning muscles located at the shoulder joint of the subject IM.

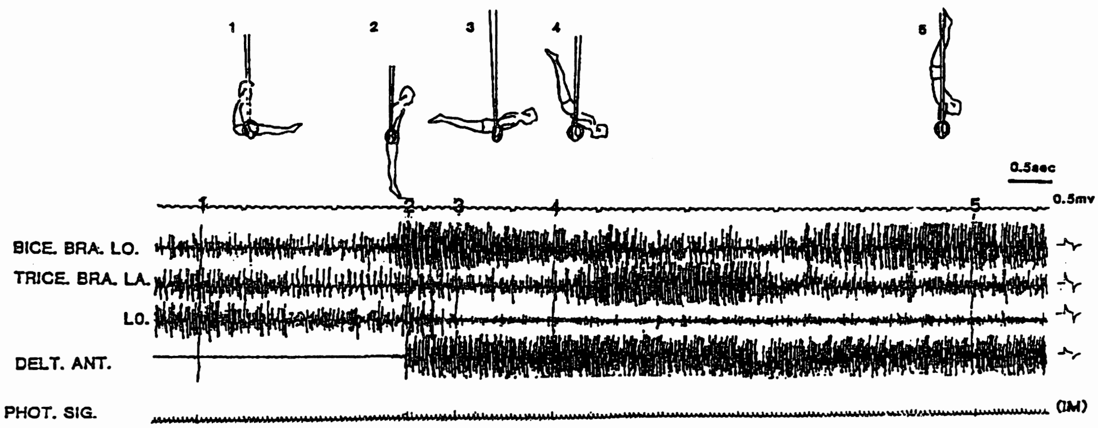


Figure 3. Representative EMG recordings of experimental results concerning muscles located at the elbow and shoulder joint of the subject IM.

Elbow and Shoulder joints

As shown in Figure 3, the marked discharges in TRICE BAR LA of mono-articular muscle as a primary elbow extensor indicated that the elbow joint was actively extended from 2nd to 5th.

The discharge patterns in BICE BRA LO and TRA BRA LO, antagonistic pairs of bi-articular muscles at

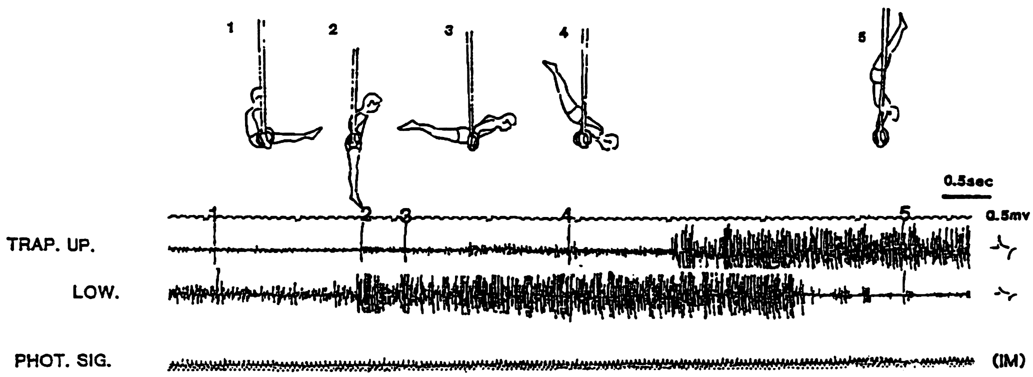


Figure 4. Representative EMG recordings of experimental results concerning muscles located at the shoulder girdle of the subject IM.

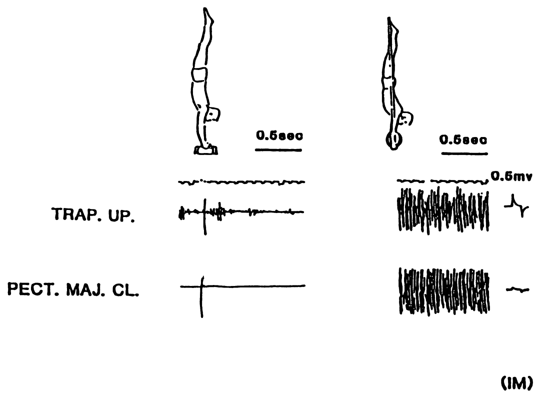


Figure 5. Representative EMG recordings of the handstand on rings(right panel) and on parallel bars(left panel) of the subject IM.

elbow and shoulder joint, were reversed as shown in Figure 3. That is, some discharges in BICE BRA LO as elbow and shoulder flexor were shown from 1st to 2nd, and noticeable increase of discharges after 2nd.

From the previous fundamental experiments about "The mechanism of generation and transmission of the resultant force in combined movement", and "EMG activities in mono-and bi-articular muscles during bi-articular movement"(Yamashita et,al. 1983, 1988, 1995), the discharge pattern observed after 2nd stage suggests that the movement of shoulder flexion was always more active than that of elbow extension during the push movement of upper extremities at the press to handstand, whereas shoulder and elbow extensions were performed simultaneously from the visual view.

Shoulder girdle

From the 2nd to the middle of 4th and 5th stages, marked discharges of TRAP LOW and slight discharges of TRAP UP were observed as shown in Figure 4. After the middle of 4th and 5th, on the contrary, marked discharges of TRAP UP and slight discharges of TRAP LOW were shown. Previous investigators reported TRAP LOW which lifted the trunk by Scapula depressing in chinning posture, TRAP UP which pushed up the trunk by Scapula elevating in handstand posture(Duvall, 1959. Nemessuri, 1963. Yamashita, 1974). These findings show that Scapula was actively depressed in the middle phase of this exercise and was actively elevated in the later phase to support the body antigravitationally.

The Difference between handstand on rings and on Parallel Bars

Figure 5 shows the recording of the handstand on rings and parallel bars. These exercises were performed under the same experimental condition on the same subjects. The discharge pattern in the handstand on rings is exactly different from that on the parallel bars. That is, marked discharges of TRAP UP and PECT CL were shown in handstand on rings, whereas these muscles had only slight discharges or almost no discharges on the parallel bars. It is suggested that noticeable activity of PECT CL and TRAP UP in handstand on rings positively takes part in shoulder

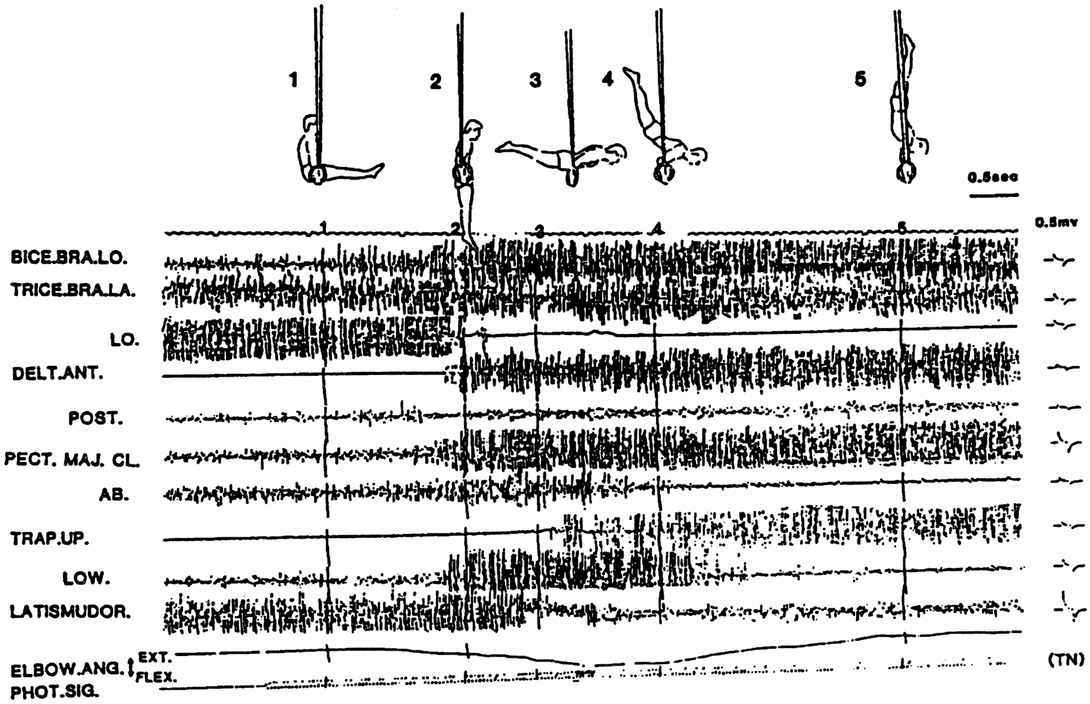


Figure 6. Representative EMG recordings of experimental results concerning muscles located at the elbow, shoulder and shoulder girdle of the subject TN.

adduction associated with upward rotation of Scapula at the position of fully elevated arms to hold a position stationary. The results suggest that both movements of shoulder adduction and upward rotation of Scapula are to work aggressively during handstand on rings, and are not necessary on the parallel bars.

The findings on a case of a subject IM were described above. The results on the other five subjects were similar to those of the subject IM, as shown in Figure 6 and 7 of the subject TN.

Conclusion

From the discharge pattern of the EMGs in elbow, shoulder and shoulder girdle observed in this experiment, the movements of elbow and shoulder extension were actively exerted from 1st to 2nd stage, and the shoulder flexion was more active than that of elbow extension from 2nd to 5th stage during pressing to handstand with straight body and bent arms on rings. Scapula was aggressively depressed from 2nd to the middle of 4th and 5th stage and was positively elevated to the finish of the performance. Throughout the motion, the subjects always exerted positive strength toward inside at the shoulder joints.

Further, the strength toward inside was essential to handstand on rings, but unnecessary on parallel bars.

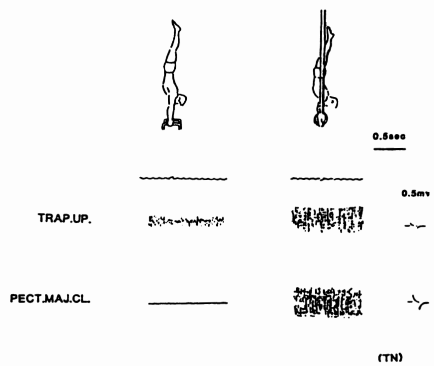


Figure 7. Representative EMG recordings of the handstand on rings(right panel) and on parallel bars(left panel) of the subject TN.

References

1) Duvall, E.N.(1959) KINESIOLOGY: The Anatomy of Motion. Prentice-Hall,Inc. New York.
2) Hollmann,W. and Hettinger,Th.(1980) Sportmedizin-Arbeits und Traingsgrundlagen: F.K. 2.Aufl. *Schattauer* Verlarg. Stuttgart-New York.
3) Kim,T.(1984) *Kyoutodaigaku taisoukyougikenkyuu. Taimus. Kindenzu karamita taisoukyougino tikarakeinowaza (turiwano puresutourituno kaiseki) :pp.185-201. in Japanese*
4) Kouno, N. (1961) *Taisoukyougi no kindenzuniyoru kenkyuu, Taiikugaku kenkyuu 5-4: pp.154-164. in Japanese*
5) Nemessuri, M.(1963) Funktionelle Sportantoie. Sportverlarg. Berlin.
6) Okamoto, T.(1964) An Electromyographic Study on the Progress of the Acquisition of Proficiency in Gymnastic Kip. Yamaguchi Idaisanken Nenpou 12: pp.40-45
7) Schröder, M.L.(1969) Merkmale eines sportartspezifischen Krafttrainings. Theorie und Praxis der Köperkultur 11: pp.992-1001
8) Yamashita, N., K.Takagi, and T.Okamoto.(1971) Electromyographic study of the giant swing(forward) on the horizontal bar. Research Journal of Physical Education 15-2: 93-102.
9) Yamashita,N., K.Takagi, and M. Kumamoto.(1971) *Turiwaundou niokeru Jyuujikenshui no kindenzuteki kenkyuu, in Japanese.* Research Journal of Physical Education 15-2: pp.93-102
10) Yamashita, N., M.Kumamoto.(1974) Functional Mechanism of the Muscles of the Shoulder and Shoulder Girdle in the Lengthened and Shortened Chinnings. Research Journal of Physical Education 18-5: pp.261-268.
11) Yamashita, N., M.Kumamoto, Y.Tokuhara, and F. Hashimoto. (1983) *Joushino oshidousa niokeru tikaranohatugen・dentatukikouto ichikansetu oyobi nikansetukingunno katudouyousikitono kannkei in Japanese* Jpn.J.Sports Sci 2: pp.318-324.
12) Yamashita, N.(1983) *EMGno Biomechanics eno ouyou "Nikannsetukinno houdenn pataan" sono Tokuisei in Japanese.* Jpn.J.Sports Sci 2: pp.717-727
13) Yamashita, N.(1988) EMG activities in mono-and bi-articular thigh muscles in combined hip and knee extension. Eur.J.Appl. Physiol 58: pp.274-277
14) Yamashita, N.(1995) *Kidenzuto undouseigyo sosite undouseika in Japanese.* Jpn.J.Sports Sci 14: pp.99-106
15) Yata, S. (1973) Electromyographical Study on the Handstand. *Oosakakyouikudaigaku kiyou Dai22kan daiIVbumon: pp.215-233 in Japanese.*

(2000年12月25日受付、2001年5月1日受理)

平成13年5月31日発行

京都体育学会だより No.24

1．平成12年度事業報告

（1）学会の開催

1）第129回学会（2000/12/16、京都外国語大学、参加者30名）

研究発表5題：

1．英国におけるスポーツ観戦動機について　辻　浅夫他（京都外国語大学）

2．北海道における観海流の伝播に関する研究

－黎明期の創成高等小学校を中心として－　中森　一郎（大谷大学）

3．南アフリカのラグビー　中村　樗（花園大学）

4．利用者特性からみた公共スポーツ施設の現状　清田　美絵（京都教育大学）他

5．「日本マラソン強さの根拠」

－過去20年間の世界・日本レベルの記録変遷の分析から－　岡尾　惠市（立命館大学）

話題提供「プレオリンピック会議とオリンピック」　野村　照夫（京都工芸繊維大学）

2）第130回学会および総会（2001/3/17、京都教育大学、参加者30名）

研究発表5題：

1．高校運動クラブにおけるメンタルコンディショニングに関する事例研究的アプローチ：

チーム・個人別にみた指導プランとの関連性　川合　英之（京都府立鳥羽高校）他

2．体育教師-生徒間にみられる社会的影響過程の分析：教師の社会的勢力を規定する諸要因

岡　奈補子（京都教育大）

3．柔道原理に関する問題点について　徳田　眞三　（京都教育大学）

4．公共スポーツ施設利用者の利用状況：利用者の満足度からの分析　清田　美絵（京都教育大学）

5．力学量から見た後転倒立　金　尚憲（高の原スポーツ研究所）他

（2）講演会の開催

1）2000/7/27、京都大学、参加者50名

演題："Substrate Utilization in man" ～ the Lactate Shuttle ～

演者：George A. Brooks 教授（アメリカ合衆国カリフォルニア大、バークレー校）

司会：田口貞善（京都大学）

2）2001/3/10 みやこめっせ 学会員参加者30名（京都市と共催、一般市民170名参加）

演題：『ミレニアム京都の健康と運動セミナー』

・生活習慣病における運動の役割　森谷　敏夫（京都大学）

・京にみる散歩道、心とからだのリフレッシュ・鴨川河畔　田口　貞善（京都大学）

・栄養で予防できる生活習慣病、地球を歩いて見つけた長寿の秘訣　家森　幸男（京都大学）

（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）2000/6/30、京都大学

議題：「京都体育学研究」編集委員会に関する申し合わせ事項（昭和60年7月13日）の第2条と第3条を以下のように改正した。

第2条

旧：編集委員会は編集委員5名で構成する。

新：編集委員会は編集委員10名で構成する。

第3条

旧：編集委員は役員の中から理事会で選出する。

新：編集委員は理事会で選出する。

2）2000/9/8、京都大学

議題：京都体育学研究の編集委員会メンバーとして以下の5名を追加委嘱すること に決定した。

石倉忠夫（同志社大、心理）、伊坂忠夫（立命館大、バイオメカニクス）、芳田哲也（京都工繊大、生理）、米田祐子（同志社女子大、生理）、和田尚（京都教育大、心理）

3）2000/12/16、京都外国語大学

議題：平成13年度の活動方針（学会開催とシンポジウム）

4）2001/3/10　みやこめっせ

議題：平成12年度事業および決算報告、会計監査報告、平成13年度事業計画および予算案、会員動向、総会の議案等

（5）学会誌（第16巻）の発行の件

2．平成12年度決算報告【別紙2】

3．会計監査報告

4．平成13年度事業計画

1）第131回学会（総会）光華女子短期大学　（学会大会は総会を含めて年1回の開催で、充実をはかる）

2）シンポジウム2回を予定。学会自主企画の学術シンポジウムと京都市との共催で行なう市民還元型シンポジウムの継続発展をはかる。シンポジウムの開催に際して、必要な場合は特別会計の有効利用が承認された。

3）京都体育学研究　第17巻の発行（平成13年5月発行予定）

4）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13年度予算【別紙3】

6．その他

1）会員の動向

2000/3/18 現在　310 名（京都体育学会のみ 19 名）

2001/3/17 現在　296 名（京都体育学会のみ 16 名）

（入会者 7 名、退会者 21 名）

【別紙１】専門分科会報告

1．発育発達専門分科会（世話人：小島広政）

期日：平成１２年７月４日

場所：京大会館

演題：ヒトを含む霊長類の老化現象における指標の縦断的評価

演者：中村榮太郎（京都大学）

2．運動生理専門分科会（世話人：小田伸午）

期日：平成１２年３月２４日（土）　午後２時から４時

会場：京都大学大学院人間・環境学研究科地下大講義室

演題：共通テーマ；運動と体温

1）スポーツ現場における体温研究：中井誠一（京都女子大学）

2）運動時体温上昇に与える着衣の影響：芳田哲也（京都工芸繊維大学）

3）体温調節能の発育・老化特性：井上芳光（大阪国際女子大学）

3．バイオメカニクス専門分科会（世話人：野村照夫）

テーマ：バイオメカニクスの研究動向

期日：平成１３年３月２６日

場所：京都工芸繊維大学

演題：1）移動開始機構解析のための実験方法の工夫：山下秀輝・梶谷宙志・山下謙智（京工繊大）

2）動きに関する主観的情報の研究：野村照夫（京工繊大）

4．体育社会・心理学専門分科会（世話人：横山勝彦）

期日：平成１３年３月５日

場所：同志社大学今出川校地　博遠館３０５教室

演者：宮本好宣（横浜ベイスターズ編成部スカウト）

演題：プロ野球における選手契約について

5．体育指導専門分科会（世話人：浜崎　博）

第５１回　体育指導部会

期日：平成１２年７月１５日（土）

場所：安田研修庵

1）京都市内小学生から高校生までの活動量と身体組成に関する実態調査

2）今後の活動方針

第５２回　体育指導部会

期日：平成１３年３月２４日

場所：安田研修庵

1）児童・生徒の活動量の総括について

2）今後の活動方針について

体育指導部会として下記の研究発表を行った

1）日本体力医学会第５５回大会

期日：平成１２年９月２１日

場所：富山

内容：児童の活動量は休日に減少する

2）日本体育学会第５１回大会

日時：平成１２年１０月９日

場所：奈良女子大学

内容：体育授業の削減は児童の活動量を低下させる

6．体育原理・体育史専門分科会（世話人：岡尾恵市）

期日：平成１３年３月２４日（土）

場所：立命館大学衣笠学舎国際ミュージアム

演題：1）近代ドイツの結社について、有賀郁敏（立命館大学）

2）創設以来の国際オリンピック委員（IOC）名簿一覧について、岡尾恵市（立命館大学）

3）その他　専門分科会の運営について

7．体育経営管理専門分科会（世話人：中比呂志）

期日：平成１３年３月４日（日）　午前９時３０分～１２時３０分

会場：京都教育大学 B棟２階 第１号館　非常勤講師控室

演題：1）スポーツ観戦者とリーグ運営

～バスケットボール及びバレーボールの日本リーグを対象として～

松田　卓巳（京都教育大学）

2）大学におけるスポーツ傷害の特徴及び健康管理体制に関する研究

立花　美保（京都教育大学）

3）地域に根ざした運営を模索しはじめた市民チームの現状とその問題点

山田　浩司（京都教育大学）

4）公共スポーツ施設における利用者満足と利用状況

清田　美絵（京都教育大学）

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（年会費8000円、京都体育学会会費2000円）を日本体育学会事務局へ納入して下さい。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

入会の手続きについて

日本体育学会に入会した方は自動的に京都体育学会会員になります。日本体育学会入会手続き用の書類をお送りしますので、必要事項を記入してご返送下さい。新会員の方は自動振込手続きをとって下さい（入会金1000円、年度会費8000円、京都体育学会会費2000円、その他専門分科会会費）。京都体育学会のみの入会希望の方は、指定の書類に記入の上、庶務にお送り下さい。会費2000円を、上記の講座に振り込んで下さい。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、すべて京都体育学会事務局にありますので、必ず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

論文募集

「京都体育学研究」第18巻の論文を募集します。投稿規定・執筆要項に従って投稿して下さい。平成13年12月末日迄に投稿された論文で受理されたものが第18巻に掲載されることになります。会員皆様の投稿を編集委員会はお待ちしております。

論文投稿先（編集委員会連絡先）：

〒610-0394　京田辺市多々羅都谷1-3
同志社大学京田辺校地教務事務室体育係気付　藤田　登
TEL 0774-65-7510　FAX 0774-65-7519

【別紙2】

平成12年度京都体育学会　会計報告

平成13年3月17日現在

1.収入総額　714,937円　　2.支出総額664,617　円　　3.差引残高　　50,320円
※（次年度へ繰り越し）

収入の部

費　目	予　算　額	収　入　額	比較増減	摘　　要
会　費	540,000円 (2,000×270)	本部より 496,000円 (2,000×248) 132,000円※ (2,000×66) 2,000円（学生会員2名分） 1,930円（川原書店）	+91,930円	※97年度分1名 98年度分13名 99年度分22名 00年度分25名 01年度分3名 02年度分2名
繰　越　金	25,565円	25,565円	0	
特別会計	80,000円 50,000円	 50,000円 6,500円（入会金500×13） 942 円（三菱銀行口座解約）	−73,058円	 学会本部より
合　計	695,565円	714,937円	+19,372円	

支出の部

費　目	予　算　額	執　行　額	差し引き残高	摘　　要
補助金合計 内訳 定例会 総会 特別企画 分科会	197,000円 90,000円 15,000円 50,000円 42,000円	147,000円 90,000円 15,000円 0 42,000円	−50,000円	 (45,000×2) (6,000×7)
会議費	25,000円	2,580円	−22,420円	庶務・編集関係
事務費	20,000円	22,877円	+2,877円	庶務・会計関係
通信費	70,000円	73,440円	+3,440円	庶務・編集・会計
印刷費	370,000円	418,320円	+48,320円	学会誌（Vol.16）
予備費	13,565円	400 円（振込用紙印字料）	−13,165円	
次年度への繰り越し		50,320円	+50,320円	
合　計	695,565円	714,937円	+19,372円	

会計担当　長谷川豪志㊞　小島広政㊞
以上、相違ありません。　　会計監査　大山　肇㊞　伊坂忠夫㊞

備考：特別会計（平成13年年3月19日現在）3,485,671円
(2,500,000円　平成1年2月16日買付　2月公社債投信)
(300,000円　平成2年3月13日買付　3月公社債投信)

【別紙３】

京都体育学会　平成13年度予算

収入の部

内訳

繰越金	50,320円	
会　費	540,000円	（2,000 × 270）
特別会計	50,000円	（学会本部より）
	50,000円	（寄付等）
合計	690,320円	

支出の部

内訳

補助金	177,000円	
	60,000	定例会・総会
	45,000	シンポジウム等
	30,000	特別企画
	42,000	分科会（6,000 × 7）
会議費	20,000円	
事務費	20,000円	
通信費	55,000円	
印刷費	410,000円	（学会誌 vol.18）
予備費	3,820円	
合計	690,320円	

備考：特別会計（平成13年度３月19日現在）

3,485,671円

（2,500,000円　平成１年２月16日買付公社債投信）

（　300,000円　平成２年３月13日買付公社債投信）

話題提供

プレオリンピック会議とオリンピック

野　村　照　夫（京都工芸繊維大学）

オリンピックが開催される直前からオリンピック開催中にかけて、京都工芸繊維大学の国際交流基金の援助を受け、オーストラリアのスポーツ事情について接する機会に恵まれた。そこで、オーストラリアで開催されたプレオリンピック会議、オリンピック事情をはじめ、スポーツ環境、スポーツ研究環境などに関する話題を提供する。

プレオリンピック会議

オリンピック開会の直前に、ブリスベンでプレオリンピック会議が2000年9月7日から12日に開催された。IOCやUNESCO等が主催し、オーストラリア・スポーツ医学会、国際スポーツ科学・体育会議、オーストラリア健康・体育・レクリエーション会議が、運営にあたった。セッションの構成は、生体科学、スポーツ医学、教育学、栄養学、健康増進、理学療法、社会学、心理学など広領域に渡った学際的な会議であった。キーノートレクチャー12題、招待講演23題、シンポジウム39題、口頭発表392題、ポスター発表357題が行われた。口頭発表のほとんどが、PCのプレゼンテーション・ソフトを利用したものであった。これは、発表者受付で、ディスクを提出し、会場にリンクされたサーバーに登録される。発表会場では、そのファイルを呼び出し、実行するといった手順であった。発表者は、直前まで、資料の変更が可能であり、作成コストも非常に安い。また、運営側では、ファイルが一括管理できる。返却の手間が省略できるなどの長所が見られた。したがって、これからの発表形式の大きな流れであると思われる。わが国の大学や会議場でも、PCのプロジェクターを備えるところが増えてきており、LANの構築も急速に進んでいる状況を鑑みると、わが国の学会でもその対応が望まれる。

筆者は、口頭発表（Pedagogyの分野でIndividual sportsのセッションで、Comparison of freestyle race between elite junior and senior swimmersについて報告）した。水泳、体操、トライアスロン、テニス、陸

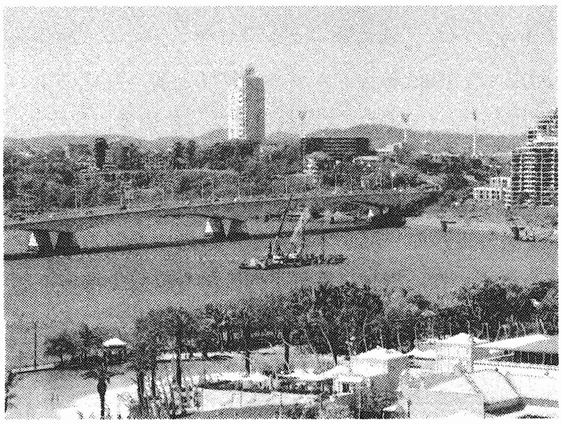


写真１　ブリスベン

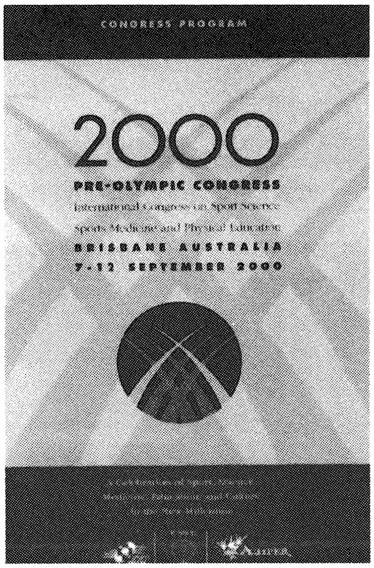


写真２　プレオリンピックコングレス

上など対象とする競技種目にこそ違いは見られたものの研究上の貴重な助言及びヒントが得られた。また、座長(Pedagogyの分野のMonitoringに関するセッション)も担当し、イギリス、チェコ、韓国、オーストラリアなどの体育や運動発達に関す評価法が報告され、カリキュラムの相違や国情の差異はあるものの、客観的な評価尺度の作成、運用についての活発な意見交換

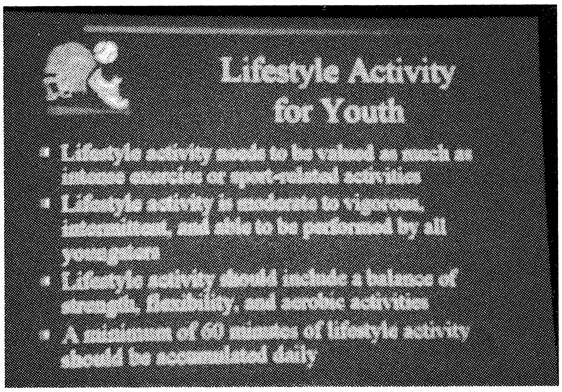


写真3　PCによるプレゼンテーション

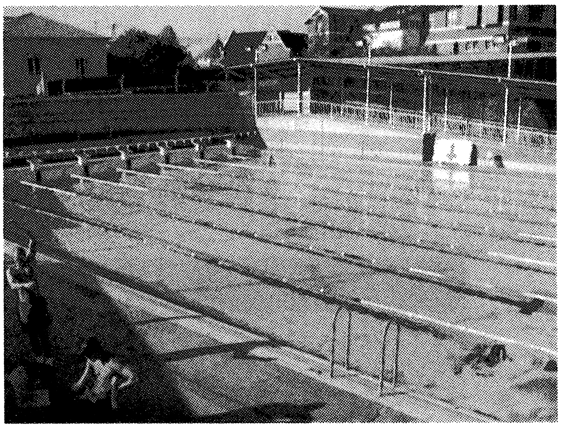


写真4　学校のプール開放

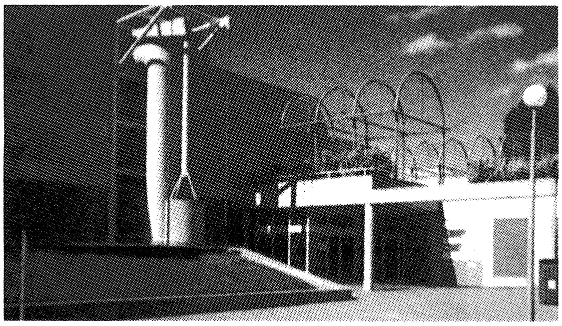


写真5　オーストラリア・スポーツ研究所

がなされた。合屋(愛教大)、奥野(防衛大)、吉村(中央大)などの諸先生をはじめ、日本人発表者もポスター発表を含め多数にのぼり、フロアで引っ切り無しに質疑応答に追われていた。国際学会では、癖のある英語が多く(私も含めて)コミュニケーションがネイティブ同士のように円滑には進まないが、ゆっくり話す、じっくり聴くという姿勢が重要であると体感された。

スポーツ環境

ブリスベンでの低料金による学校のスポーツ施設開放は、学校体育施設を多く有するわが国のスポーツ振興事業の参考となるものであった。市民プールだけでなく、公立高校・大学の屋外温水プールを2AU$程度で一般人が利用できた。利用目的すなわちLap Swimming(往復泳)かLeisure Swimmingかによって、どの施設を使うかが選択できる点は、利用者のニーズに答えた実用的なシステムであると思われる。アルバイト学生の受付・プール監視、コースロープ吊り下げ式のプールの仕切り板など、低コストの日常的なスポーツ施設として有益であると思われた。安全に関しては、諸注意が掲示されているものの、基本的にOwn Riskで、安全管理に関する認識の違いも痛感した。また、これらの施設を使い、アメリカやドイツのオリンピック競泳チームが直前合宿していたのもその施設が、競技力向上から市民の健康増進まで幅広く利用可能であることを示唆している。

スポーツ研究環境

キャンベラにあるオーストラリア・スポーツ研究所(AIS)は、1985年からスポーツ科学と選手強化の中心的役割を担ってきた。大阪教育大学の生田泰志先生が、在外研修中だったので見学させていただいた。バイオメカニクスの研究施設は、実験用ドームが作られており、屋外走路の一部が実験用ドームの中を通るように作られていた。機械・電気工作工房も自前で持っており、手作りの装置や機材が所狭しと置かれていた。必要に応じた迅速なハード対応が可能な点は、わが国での研究環境を考える上でも考慮すべき問題であると思われる。選手強化と研究を同時に担っているため、

プールに常設されている牽引装置のように実験設備であっても、トレーニングに利用できる配慮もなされていた。これらの施設や運用方法はわが国の今秋正式スタートする国立スポーツ科学センターにも大いに参考になるとおもわれる。しかし、この研究所はシドニーオリンピック後の活動縮小が計画されており、技師の解雇や研究者の流出がすすむなど予算的苦悩が伺えた。AISもアメリカ合衆国のオリンピックセンターも単に強化と研究だけを担っているだけでなく、選手・コーチの啓蒙、市民への説明などサービス機関としての役割も背負っている。必然的に業務内容は膨大な量に及ぶが、スタッフの拡大には限度がある。国立大学の独立行政法人化が問題になっているわが国でも、業務内容や範囲と構成人員のバランスを考慮していかないとこれらの機関が抱えている問題をなぞる形になりかねないことが懸念される。

オリンピック事情

オリンピックゲームでは、数々の素晴らしいパフォーマンスが発揮された。ブリスベンやキャンベラでは、サッカーの予選リーグが開催され、スタンドは超満員に膨れ上がっていた。オーストラリアでは、サッカーはメイン競技ではないが、素晴らしいプレーへの賞賛は、国境を越えてスタンドを揺すっていた。

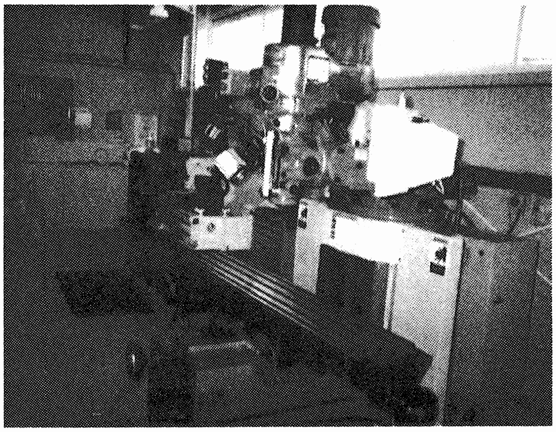


写真7　実験工房

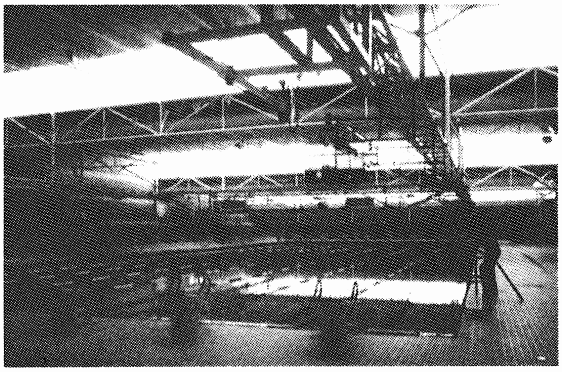


写真8　牽引装置

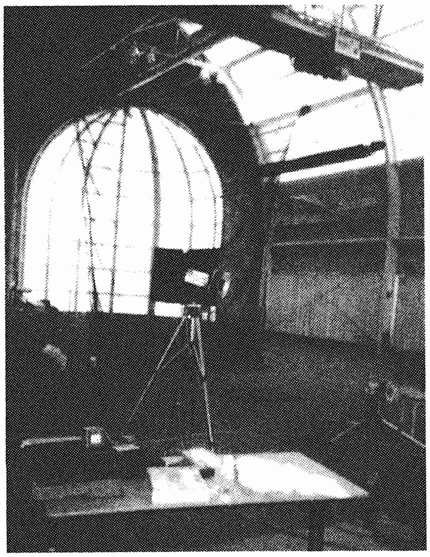


写真6　実験用ドーム

写真9　聖火

しかし、日本の応援団に目を向けると、自国を応援する熱意は、メダル獲得も辞さないほどの勢いであったが、他国の試合中には会場外に溢れ出し、見向きもしない態度が目立っていたことから、スポーツを観る目の国際化がまだまだ浸透していないことが伺われた。

研究面では、競技分析プロジェクトが多数立ち上げられており、水泳のレース分析についてオーストラリアのシステムを会場で見ることができた。キャットウォークにカメラを設置し、競技に支障が出ず、より鮮明な映像を得る工夫、昼夜兼行の分析作業により早いフィードバックを行うシステムは、わが国で展開しているレース分析にも大いに参考になった。ただ、データの精度の観点から見ると、十数年ノウハウを積み上げてきたわが国のデータチェックシステムの方が、遥かに精度が高く、正確であることが伺われた。

オリンピックの運営に関しては、競技場のみならず、ダウンタウンでもチケットが購入できるシステムをとり、前売り予約チケット発券と当日券の発券ブースを分けるなどの工夫が見られたが、チケットセンターの混雑が予想を上回り、所定のブースでは処理しきれない状況が多々見られた。また、クレームへの対応も迅速とはいえなかった。多くの人々が世界中から集まるイベントは、そうそう経験できることがないので、運営側の苦慮も伺われた。次期開催国への申し送り事項なども末端部署に至るまで、引き継がれれば、よりスムーズな運営がなされるものと期待される。種目により入場料の格差が20倍にも達し、人気の競技＝高額という商業ベースの中で行われ、選手のためのみならず、一種の博覧会的イベントとして多くの観客を動員して行われていた。確かに、その国の歴史や文化を織り交ぜたイベントを五輪会場で紹介することは国際友好や理解を助ける上で意義のあることである。しかし、そ

写真10　サッカー予選リーグ

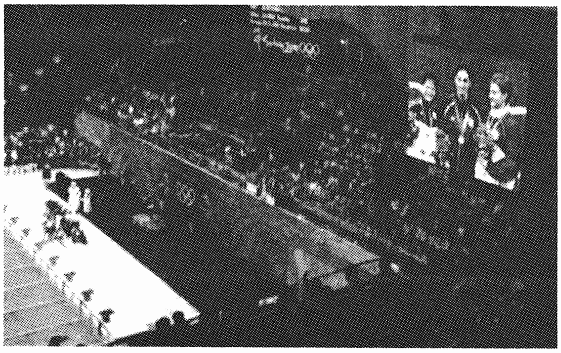


写真11　水泳競技

写真12　入場チケット

写真13　博覧会的オリンピック

れらの多くは観客のために用意されたものであり、参加選手が、より高いパフォーマンスを発揮するための配慮とは言いがたいものもある。拡大しつづけていくオリンピック大会のコンセプトを明確にすること、観客のための企画運営と競技のための企画運営を調整することなどの必要性が示唆される。

活動報告

"Substrate Utilization in Man" ～ The Lactate Shuttle ～

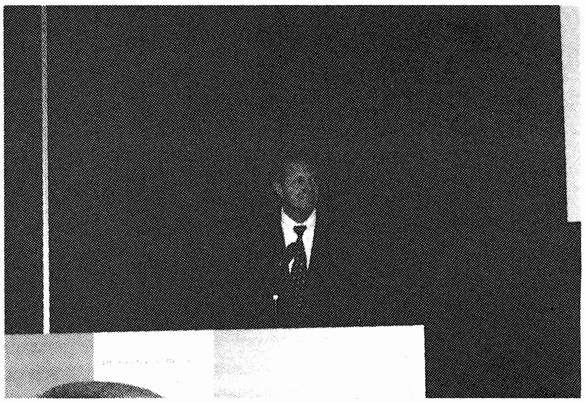
講演者：George A. Brooks 教授

（Univ. of Calif., Berkeley, Dept. of Integrative Biology）

田　口　貞　善（京都大学大学院人間・環境学研究科）

平成12年７月に開催された第８回日本運動生理学会と第16回日本バイオメカニクス学会合同大会（全日空ゲートタワーホテル大阪）に招待講演で来日されたGeorge A. Brooks教授を京都に招いて、京都体育学会でセミナーを７月27日に開催した（京都大学大学院人間・環境学研究科 地下大講義室において）。

Brooks教授は現在、University of California, Berkeley, Department of Intergrative Biologyの教授であり、これまでの先生のご研究は180編以上の論文に発表されています。研究は、一貫して筋代謝についてであり、lactate metabolismについての研究であります。中でも先生は「Lactate Shuttle」の考えをベルギーのリュージュで開かれた1984年の第１回国際比較生理・生化学学会（First International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry）で発表されて以来、乳酸が終末の代謝老廃産物ではなく、十分なaerobic条件下でも生産され、エネルギー源として利用されるという理論で、乳酸は主要なgluconeogenicな前駆体であるという考えを示されました。これはA.V.HillやO.Meyerhofが「筋における熱発生や乳酸生成と酸素との相関関係」のノーベル賞受賞対象となった発見を覆す新たな知見であり、大きな貢献であります。この考えが認められるまでいろいろの角度から多くの実験がなされ、もちろん他の多くの研究者もこの仮説を証明するための研究を行ってきたわけですが、これらの成果は1991年のACSMのシンポジウムで"Current Concepts on IN Lactate Exchange"として大成され、またその後の研究を含め、確立するまでの研究経過は昨年のMedicine and Science in Sports and Exerciseに"Intra-and extra-cellular lactate shuttles"と題してreviewされています。又、最近はIntra-myocyte lactate shuttleの新しい考えを提案され、さらにmitochondriallactate (monocarboxylate) transportersについて研究が進められています。これらの一連の研究を親切にご説明いただき、身近に拝聴できたことは会員の皆様とともに感激するものでありました。



講演中のジョージ・ブルックス教授

活動報告

ミレニアム京都の健康と運動セミナー

寺　田　光　世（京都教育大学）

第8回京都シティーハーフマラソンの関連事業のひとつとして「ミレニアム京都の健康と運動セミナー」と銘打つ講演会が3月10日に開催された。

この講演会は京都市、京都体育学会、京都シティーハーフマラソン実行委員会の3者共催および佐川印刷株式会社の協賛のもとで、マラソン前日の「みやこめっせ」での開会式に先立って同会場第1ホールで開催され、一般市民170名と本学会員30名が参加し、有意義な事業になった。

本事業の開催に至るまでの経過としては、平成11年度の理事会において、まずシンポジウム企画委員会を組織し、この委員会が学会年次事業としてのシンポジウムの企画にあたった。学会の学術的成果を少しでも一般市民に還元できるような行事が必要であるとの意見が委員から出され、市民スポーツイベントに連携させることや、スポーツと健康に関連させた内容が適当であるとし、シティーハーフマラソン関連事業にすることを京都市に申し入れた。京都市からもこの企画に賛同を得ることができ、この事業を共催する運びになった。

講演テーマと講師は、(1)生活習慣病における運動の役割（京都大学、森谷敏夫氏)、(2）京にみる散歩道（その1）心とからだのリフレッシュ・鴨川河畔（京都大学、田口貞善氏)、(3）栄養で予防できる生活習慣病、～地球を歩いて見つけた長寿の秘訣～（京都大学、家森幸夫氏）の3題であり、森谷氏は特に運動の果たす予防医学的効果をとりあげられ、田口氏は京都市内の散歩コースの設定と散歩時のカロリー消費、心拍数、血圧を、そして家森氏は脳卒中、心臓病、ガンにならないための食事についてお話された。

当日の時間の関係から講演終了後にフロアーで質問を受ける形になったが、多くの聴衆から質問が出され、講演内容に対する大きな反響を実感することができた。

後日、市民スポーツクラブに所属する58歳の主婦の方から企画委員の岡尾氏のもとへ手記が届けられので、ここで原文のまま紹介したい。

「高齢化が進んで行くので、いつまでも元気で生活が出来る様にと、昨年10月頃より週3回1時間程4人で歩いています。その時パンフレットを見て、森谷先生、田口先生、家森先生の生活習慣病における運動、心とからだのリフレッシュ等をお聞きして少しでも参考にしていきたいと思い参加しました。生活習慣における運動の中で、私達がとりあえず歩くと言う事は良いことと聞き、出来るだけ長く続けられる様にとついつい年と共に体が動くのが大変になりがちなので気をつける様にと思った。食事にしても出来るだけ食塩分を控えめにして老後痴呆にならない様に注意していきたいと思いました」

講師の先生方、京都市の関係各位、ならびに支援下さった学会内外の方々のお陰をもって有意義な事業を開催することができ、心からお礼を申し上げます。なお、13年度以降についても開催の可能性を引き続き検討することになっています。諸先生方のご意見を聞かせていただければ誠に幸いです。

「生活習慣病における運動の役割」

応用生理学教室 教授　森谷敏夫、Ph.D., FACSM
（京都大学大学院人間・環境学研究科）

超高齢化社会を急速に迎えつつある我が国では、悪性新生物（癌）と心臓・血管系疾患（心筋梗塞、脳梗塞、脳卒中など）および痴呆症が益々問題になってきます。その他に、糖尿病、骨粗鬆症、高血圧、高脂血症（高コレステロール血症）、肥満症などの成人病に罹る人が益々増加し続けているのが現状です。厚生労働省は、これらの成人病を「生活習慣病」と位置づけ、国民に啓蒙しようと試みているところです。言い換えれば、遺伝的素因に不適切な生活習慣（食事、運動、休養）が複雑にからんで発生する病気が従来からいわれていた成人病の本体であることを明確にしたわけです。特に「運動不足病」とも言われるこれら生活習慣病は、高度な機械文明の発達した国々に顕著に認められることから、別名「サミット病」とも呼ばれています。

誰よりもこの運動不足病に悩まされるのが宇宙飛行士です。無重力にさらされる宇宙飛行士の生理的な変化を地球にいる間にシミュレーション（疑似実験）して予めどんな変化が体に起こるのかをアポロ計画の前に行った有名な完全休養実験の結果では、呼吸循環器系の機能を示す最大酸素摂取量（約30％低下）、最大心拍出量（約26％低下）、最大換気量（空気を肺に取り込む量、30％低下）の著しい機能低下が起こることがわかったのです。通常、これらの心臓循環系の機能は、20歳頃をピークとしてその後、加齢とともに毎年約１％ずつ低下する事がわかっています。この様に考察しますと完全休養を３週間行った青年の心臓循環器系の機能水準は、一気に30歳近くも“老化”したことなります。また、体重がゼロの状態になってしまう無重力の世界では、心臓の大幅な機能低下、骨粗鬆症、糖尿病、肥満、自律神経失調症などの症状が現れることが知られています。

中高齢者が骨粗鬆症、軽度の脳梗塞、その他の疾患で入院・看護されベッドで完全休養の状態になって、すでに老化で弱っている心臓循環系の機能が更に低下し、ついには今最も社会的問題になってきている“寝たきり老人”や“痴呆症”になってしまう可能性がいかに強いか納得できるでしょう。また、中年男・女性に見られる肥満は糖尿病、高血圧症、虚血性心臓疾患、脳血栓などの起因になるだけでなく、肥満度が高いほどいろいろな病気に罹りやすく、短命であることはよく知られた事実です。これは肥満に起因する高血圧状態が続くと、血管壁に大きな圧力がかかり動脈硬化を起こしやすくするためです。動脈硬化は血管壁に脂肪やカルシウムの沈着、潰瘍形成、出血、線維化などの病変によって引き起こされるものです。また運動不足で脂肪のだぶついた高コレステロール血症では、血液の粘稠性（粘度）が高くなり、血液が凝固しやすくなるので、脳梗塞の原因になる血栓（血の固まり）形成を促進します。それ故、高血圧と肥満を同時に合併すると、脳血管障害、特に脳血栓を起こす危険性が高くなるので、将来的には脳血管性痴呆の出現にも大きく関係してくる可能性が強くなってきます。

脳血管性痴呆の多くは脳卒中や小さな多発性の脳梗塞によるものであり、この様な脳血管障害を予防することが、ボケの予防上もっとも確実な方法であると考えられます。ボケを誘発する脳血管障害は、ほとんど例外なく脳の血管の老化によるものなので、脳の動脈硬化の最も代表的な危険因子である、高血圧症と高脂血症（高コレステロール血症）にならないような生活・食・運動習慣を保つことがボケの予防はもちろん、その他の成人病を予防することになります。

ハーバード大学のパッフェンバーガー博士らの研究や８万人以上の女性を対象にしたマンソン博士らの研究で、習慣的運動の継続が心筋梗塞、糖尿病などの病

気にたいして統計学的にも明らかにその危険度を軽減することが示されています。興味深いことに、糖尿病の場合、遺伝的要因（家族歴）、肥満、高血圧症などの発症の危険因子が高い人ほど運動の予防医学的効果が顕著に現れていることです。

ギリシャ時代のヒポクラテスから継承された治療医学は病気になって初めて診断して治療をする患者を前提としてきました。しかし心筋梗塞、脳梗塞その他の病気に罹り、一命を取り止め、懸命のリハビリをしても体や言葉が自由にならず余生を過ごす人々も現実にはたくさんおられるわけです。

21世紀の超高齢化・超運動不足社会を迎えるに当たって医学は一大転換期にさしかかっています。それは患者を前提としない医学です。患者になって初めて役に立つ医学ではなく、健康なうちに役立つ予防医学の発展が今後の大きな社会的ニーズになるでしょう。

「生きている時は元気に、死ぬ時はポックリと」を実現するには、人生の早い時期から罹らなくてもよい病気には罹らないように予防することが最も大切です。からだが中途半端に元気な時に大病を患うと、辛く、長～い長～い闘病生活を強いられることになります。健康にまったく無関心で、暴飲暴食、「俺は太く短く逝くんや」といっても、今はそう簡単に死ねないのです。医学の進歩で、若い時にポックリ死ぬことは大変難しいのが現状です。積極的に健康を管理して寿命がくるまでは元気に生活して、お迎えがくればポックリ逝けるようにするのが21世紀の医学、予防医学なのです。

京にみる散歩道（その1）
心とからだのリフレッシュ・鴨川河畔

田　口　貞　善（京都大学大学院人間・環境学研究科）

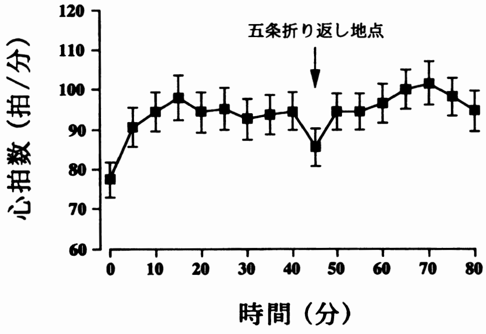
昨今、ウオーキング（いきいき散歩）の奨励で中高年者の健康・体力の増進を計ろうという試みが盛んである。その根拠には散歩は中高年にとって安全で十分にエアロビックとしての生体負荷が望むことができ、関節等にかかる負荷も少なく外科的な障害が起こり難いという利点がある。また、数名で会話をしながら運動できるという「コミニケーション軽運動」で、コミニケーション文化を大切にする中年女性にとっては運動を習慣化する上では散歩の役割は大きい。

そこで、今回の「ミレニアム京都の健康と運動セミナー」の計画主旨に沿い、京都体育学会と京都市文化局市民スポーツ振興室との共同で健康を総合的に増進するような推薦「散歩コース」を思索してみようと、その第一歩として散歩中の血圧、心泊數、推定消費カロリーを京都大学総合人間学部小田研究室と大学院人間・環境学研究科田口研究室で測定することにした。散歩道は京都人の最も親しみのあるの鴨川河畔を選んだ。出発点は鴨川の東側、川端東一条であり、河畔を南下し、五条通までのコースを往復することとした。この往復距離は平均歩行速度（75～80m／分）から約7000mであり、時間にして約80分を要した。健康に必要な一日の最低身体活動量は約300消費キロカロリーに相当し、1週間で約2000消費キロカロリーとなる。このウオーキングに要した消費カロリーは時間と距離から約320キロカロリーに概算できる（4キロカロリー／分×80分）。逆に300キロカロリーに相当する散歩道を設定したわけである。

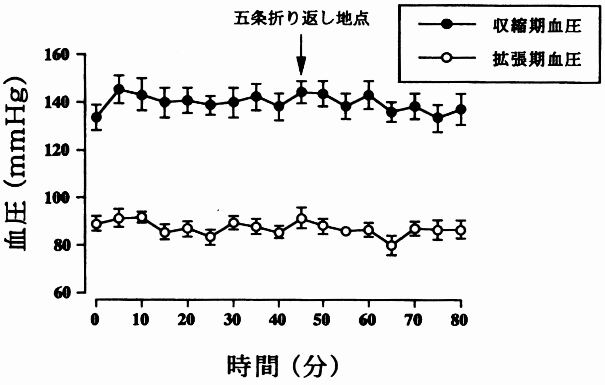
セミナーでは鴨川河畔を中心に話を進めたが、この河畔で測定を行う前に予備実験として、「京大から哲学の道」、多少、強度がきつい「八坂神社から二年坂を上っての清水寺」のコースを選び、測定を行った。両コースで貴重な資料を得たが、景観は大変良く心理的

リラックスが期待できたが、両コーストとも全国的に知られた観光地であり、人が多すぎ、混雑で、ストレスフルで散歩の生理的好影響が半減し、朝夕の時間帯に制限される難点多しのコースと考えられ、本測定には鴨川河畔を選定した。

鴨川河畔で得られた資料で先ず心拍数をみると、往路ではウオーキング開始から15分まで急激に上昇し、約95拍／分に達する。その後この水準を維持された。時間は45分を要している。復路では歩行速度が少し速くなり、約20分間、心拍数は継続して上昇し、20分後には約100拍／分に到達している。往路にくらべて、10分ちかく所要時間も短くなり、運動強度は増加し、分当たりの消費カロリーは多くなったが、総消費量は往路にくらべあまり変化しかった。しかし、血圧の反応はほとんど全体を通して一定していて、約140mmHgであり、運動中の中高年に観られる運動性急激反応もなく、安全性が確認された。中高年での運動実施に当たり、心拍変動より血圧の急激な上昇を伴わない運動処方が大切であるが、散歩の良さは血圧反応からも明らかである。また、せせらぎの音、対岸に見る長閑な語らい、古き歴史を思い巡らすこんな一時は疲れた自律神経系を癒し、その調整をしてくれそうである。事実、森林浴と人工気候室では同じ物理的気候条件であってもストレスホルモンであるコルチゾールの濃度は森林浴の方が低いという報告がある。また、タイワンヒノキ材油の吸入による血圧反応をみるとオイゲノールに比べて血圧がより低下し、また心拍数の上昇も少ない。このように散歩による効果は単なるエネルギー消費量による生体負荷としての効果だけではなく自律神経系への調整という現代人の働き者への安らぎとして役割は大きい。この実験を進めるにあたりオムロン株式会社から簡易血圧・心拍数測定器を借用した。ここに謝意を表します。



鴨川河畔ウォーキング中の心拍数変化



鴨川河畔ウォーキング中の血圧変化

京都体育学研究　第17巻　平成13年5月

栄養で予防できる生活習慣病、地球を歩いて見つけた長寿の秘訣

家　森　幸　男（京都大学大学院人間・環境学研究科）

健康と長寿は人類の永遠の夢である。筆者たちは、脳卒中を遺伝的に100%おこすラットを開発し、動物実験を重ねた結果、たとえ遺伝素因があっても、栄養さえよければ、脳卒中に生涯ならずにすむという事実を明らかにした。このことを人間で確かめるために、筆者はWHO（世界保健機関）による国際共同研究を提案し、1985年より世界数十カ国を回って、世界の様々な集団の疾患と栄養との関係の調査を行なってきた。高血圧のないアフリカのマサイ族や、コーカサスやシルクロードの人々、中国の広州の人々などの研究から、高血圧の少ない地域の人々は、食塩の摂取が少ないことが明らかになった。また、食塩の害を打ち消すカリウムを野菜や果物からとる必要性が浮かび上がってきた。長寿国である日本のなかでもとくに沖縄は平均寿命が国内でも長いが、これは、沖縄の食生活が、世界の中でもとくに優れているためであった。沖縄の人々が好んで食べる魚（魚油のDHA）、大豆（胚軸のイソフラボン）、海藻（わかめの食物繊維）などが、それぞれ、高血圧を防止し、骨のカルシウム含有量の低下を抑え、コレステロール値の上昇を防ぐ効果をもたらしていた。

日本人にとっては、風土の恵みともいえる伝統食の魚、大豆、海藻をこれらとよくあう主食のご飯とともに食べ、それに加えて新鮮な野菜、果物をとっておけば、脳卒中、心臓死を少なくして、寝たきりも痴呆も予防し、確実に長寿を楽しむことができるのである。

京都体育学会会則

昭和27年7月5日　制定施行
昭和37年6月9日　改正
昭和41年6月6日　改正
昭和49年4月1日　一部改正
昭和54年4月1日　一部改正
昭和55年4月1日　一部改正
昭和60年4月1日　一部改正
昭和62年4月1日　一部改正
平成5年4月1日　一部改正
平成9年4月1日　一部改正
平成10年4月1日　一部改正

1．総　　則

1．この会を京都体育学会（Kyoto Society of Physical Education）と称する。この会は日本体育学会京都支部を兼ねる。

2．この会は体育に関するあらゆる科学的研究をなし，体育学の発展を図り，体育の実践に寄与することを目的とする。

3．この会に専門分科を置くことができる。

2．会　　員

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。

5．会員は正会員および購読会員とする。正会員には学生会員をおくことができる。正会員になるには正会員の紹介と理事会の承認を要する。

3．機　　関

6．この会の運営は次の機関による

(1)　総　会　　(2)　役員会　　(3)　理事会

7．通常総会は毎年1回これを開き，当日の出席会員をもって構成する。
総会は正会員中より役員として会長（1名），副会長（2名），理事（若干名）および監事（2名）の選出を行うほか，役員会の提出する重要事項を議決する。
総会は会長が招集する。

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。

9．役員会が必要と認めた場合，または会員の要求があって理事会が適当と認めた場合には，臨時総会を開くことができる。

10．役員会は会長（会長事故があるときは副会長）がこれを招集し，会の運営方法を審議する。

11．理事会は理事長および会計理事（2名）と庶務理事（1名）を選出する。理事会は会務を処理する。

12．役員の任期は2ケ年とする。ただし重任を妨げない。

13．総会および役員会の議事は出席者の過半数をもって決する。

4．事　　業

14．この会の目的を達成するために次の事業を行う。

(1)　学会の開催　　(2)　研究会，講演会等の開催

(3)　機関誌「京都体育学研究」の刊行

(4)　その他この会の目的に資する諸事項

15．研究会は毎年１回以上これを開き，研究成果の発表を行う。

16．機関誌「京都体育学研究」の編集は編集委員が担当する。

5．会　　計

17．この会の経費は次の収入によって支出する。

(1)　会員の会費　　(2)　事業収入　　(3)　他より助成金および寄附金

18．会費の額は別に記す。名誉会員は会費を免除する。

19．この会の会計年度は毎年４月１日より翌年３月末日とする。

6．附　　則

20．この会の事務局は原則として理事長の所属する学校に置く。

21．この会の会則は総会の議決により変更することができる。

22．この会則は，平成10年４月１日から実施する。

記

会費　(1)　正会員年額　　2,000円

講読会員年額　1,000円

(昭和62年４月１日より)

なお、日本体育学会会員は定められた会費がこれに加わる。

京都体育学会事務局

〒612-0863　京都市伏見区深草藤森町１

京都教育大学　寺田光世　研究室

Tel．075-644-8288

Fax．075-645-1734（事務室）

郵便振替口座番号　01070-7-23829

加入者名　京都体育学会

＊退会・転出・転入・通勤先変更・転居等については，日本体育学会事務局へ直接届けると共に，京都体育学会事務局か、庶務（P52）までご連絡ください。

京都体育学会専門分科会規程

昭和41年　制定
昭和42年　一部改正
昭和43年　一部改正
昭和49年　一部改正
昭和54年　一部改正
昭和58年　一部改正
昭和62年　一部改正

1．体育に関する専門分野の研究推進のため，京都体育学会（以下本会という）会則第3条の規定によって専門分科会（以下分科会という）を置く。
2．分科会は原則として，専門分野を同じくする10名以上の本会会員をもって組織し，世話係を選出する。
3．分科会は世話係および分科会会員名簿を本会会長に提出し，役員会の承認をえて成立する。
4．分科会は，年数回その専門分野について研究会を開き，その成果を毎年支部学会において報告しなければならない。
5．各分科会には年6,000円を補助する。

専門分科会	世話人	連絡先
発育発達	小島広政	京都産業大学体育教育研究センター（TEL 075-701-0277） 事務室（TEL 075-701-0266） 〒603-8555　北区上賀茂本山
運動生理	小田伸午	京都大学総合人間学部（TEL 075-753-6876） 〒606-8501　京都市左京区吉田二本松町
バイオメカニクス	野村照夫	京都工芸繊維大学繊維学部（TEL 075-724-7741） 〒606-8585　京都市左京区松ケ崎御所海道町
体育社会・心理	横山勝彦	同志社大学（TEL 0774-65-7510） 〒610-0394　綴喜郡田辺町多々羅都谷1-3
体育指導	浜崎　博	京都薬科大学（TEL 075-595-4675） 〒607-8414　京都市山科区御陵中内町5
体育原理・体育史	岡尾恵市	立命館大学（TEL 075-464-1111） 〒603-8577　京都市北区等持院北町
体育経営管理	中　比呂志	京都教育大学（TEL 075-644-8280） 〒612-0863　京都市伏見区深草藤森町1

「京都体育学研究」編集委員会に関する申し合せ

平成12年6月30日改正

1．編集発行の責任者は会長である。

2．編集委員会は編集委員10名で構成する。

3．編集委員は理事会で選出する。

4．編集委員長は編集委員の互選による。

5．審査員は編集委員会が依頼した会員があたる。

6．論文の寄稿を受けた場合、編集委員会は郵送消印日付の寄稿論文受領書を寄稿者あてに送付する。
掲載の可否は後日通知する旨を付す。

7．編集委員会の決定事項は理事会に報告する。

8．申し合せ事項を変更する時は理事会にはかる。

移動による変更がありましたら、下記の所までお知らせ下さい。

〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町　京都大学 総合人間学部　小田伸午(庶務理事)
電話 075-753-6876　FAX 075-753-6734　E-mail: oda@life.h.kyoto-u.ac.jp

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。

(2) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 本文が欧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。

「京都体育学研究」編集委員会　〒610-0394　京都府京田辺市多々羅都谷1-3
同志社大学京田辺校地　教務事務室体育係気付
TEL 0774-65-7510　FAX 0774-65-7519

「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，かつ未公刊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・写真などと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。

京都体育学会役員

名誉会員	川畑愛義	（京都大学名誉教授 日本生活医学研究所）	
	末利博	（京都教育大学名誉教授）	
	万井正人	（京都大学名誉教授）	
	竹内京一	（京都教育大学名誉教授）	
顧問	山田敏男	（京都工芸繊維大学名誉教授）	
	蜂須賀弘久	（京都教育大学名誉教授）	
	倉敷千稔	（同志社大学名誉教授）	
	伊藤稔	（京都大学名誉教授）	
	川井浩	（京都大学名誉教授）	
会長	田口貞善	（京都大学）	
副会長	藤田登	（同志社大学名誉教授）	
	中村榮太郎	（京都大学）	
理事	岡尾恵市	（立命館大学）	
	小田伸午	（京都大学）	……庶務理事
	小島広政	（京都産業大学）	……会計理事
	寺田光世	（京都教育大学）	……理事長
	中井誠一	（京都女子大学）	
	野原弘嗣	（京都教育大学）	
	長谷川豪志	（京都産業大学）	……会計理事
	浜崎博	（京都薬科大学）	
	八木保	（京都大学名誉教授）	
	山下謙智	（京都工芸繊維大学）	
監事	大山肇	（京都外国語大学）	
	伊坂忠夫	（立命館大学）	

編　集　後　記

「京都体育学研究」第17巻をお届けします。第17巻は、原著論文3編、資料（論文）1編の計4編となりました。

ご存知のことと思いますが、「日本体育学会」の欧文名称が“Japan Society of Physical Education, Health and Sport Sciences”となり、「体育学研究」の名称も“Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences”となりました。なにも日本体育学会に追従する必要はさらさらありませんが、一考してみてもよいのではないかとも思っております。もし、お考えがあれば是非おきかせ下さい。又、21世紀に向けて、Originalityに満ちた論文の投稿を強く願っております。

（藤田　登）

京都体育学研究　第17巻

平成13年5月26日印刷

平成13年5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**

〒612-0863 京都市伏見区深草藤森町1

京都教育大学　寺田光世研究室 気付

KYOTO JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION

ORIGINALS

MATERIALS

Edited by Kyoto Society of Physical Education

Volume 17 / May 2001