

## 公開講座受講者の運動負荷試験における 脈拍数, 血圧および重心動揺の変化

丸 田 和 夫\*  
斉 藤 昭 彦\*  
伊 橋 光 二\*  
岩 崎 富 子\*  
藤 原 孝 之\*

Changes of the Sway of Center of Gravity, Blood Pressure,  
and Pulse Rate during Load of Exercise in Participants of  
Extension Lectures.

### Summary

The purpose of this study were to investigate the changes of the sway of center of gravity (SCG), blood pressure (BP), and pulse rate (PR) during load of exercise to participants of extension lectures.

Fourteen subjects, four men and ten women, participated in this study. The subjects range in age were from 23 to 77 years with a mean age of 49.4 years.

The load of exercise were performed by ascent and descent of standard stairway. SCG, BP, and PR were measured before and after load of exercise. Measurements of SCG were taken for 30 seconds by using a Gravicorder (SG-1, ANIMA).

The results were obtained as follows.

1) PR was shown statistical significance in after load of exercise than resting state.

2) Systolic BP was slightly increased after load of exercise, however, no significant differances were found befor and after load of exercise in diastolic BP and mean BP.

3) SD AREA of SCG was slightly increased, however, this did not reach statistical significance.

4) RMS of SCG was shown statistical significance in after load of exercise than resting state.

These results suggest that the participants of extension lectures were comparatively healthy subjects from physical fitness points of view, besides, it should be useful data for physical therapy on clinical cases of poor level of physical fitness.

---

\* 信州大学医療技術短期大学部理学療法学科

## はじめに

昭和60年度信州大学医療技術短期大学部公開講座が「心と身体の健康」というテーマで昭和60年9月7日から11月9日まで毎週土曜日の午後10回にわたり、一般市民20名の参加を得て行われた。

今年度の講座は理学療法、作業療法両学科で担当し、理学療法学科では「身体の健康について」のテーマを講義と実習を取り入れて行った。

その際、著者らは実習に参加した受講者を対象として、通常の日常生活において用いられている階段昇降を行わせ、その運動負荷前後で脈拍数、血圧および重心動揺を測定した。今回はそれらの測定値の変化について検討した結果を報告する。

## 対 象

受講者20名の内訳は表1に示した。性別では男性5名、女性15名、計20名である。年齢別では20歳代3名、30歳代3名、40歳代6名、50歳代4名、60歳代1名、70歳代3名であり、その平均年齢は47.1歳であった。

表1 受 講 者

受講者番号	性 別	年 齢	受講者番号	性 別	年 齢
1	女	52	11	女	24
2	女	41	12	女	60
3	女	47	13	女	44
4	女	51	14	男	38
5	女	45	15	男	77
6	女	33	16	男	73
7	女	45	17	女	23
8	女	26	18	女	35
9	男	48	19	女	57
10	女	51	20	男	72

住居別では松本市8名、南安曇郡4名、東筑摩郡3名、北安曇郡1名、長野市1名、上田市1名、塩尻市1名、大町市1名であった。また職業別では国勢調査職業分類（大分類）<sup>8)</sup>でみると、専門的・技術的職業従事者12名、管理的・事務的職業従事者2名、主婦4名、無職2名であった。

運動負荷試験の対象者は受講者20名中14名であり、23歳から77歳までの平均年齢49.4歳の男性4名、女性10名であった。

## 方 法

運動負荷試験は当学科校舎内の通常の階段（段差 20cm，19段/階）を利用して行った階段昇降は4階から1階まで一度降りた後，さらに続けて1階から4階まで昇るという方法を採用した。

脈拍数は橈骨動脈にて触診法により，血圧は水銀血圧計を用いて上腕動脈にて聴診法によりそれぞれ測定した。重心動揺は重心動揺計（マイコン重心計 ANIMA，SG-1）を用いて測定した。その際，被験者には前方1.5m，高さ1.5mの位置の指標を注視させ，開眼での安楽開脚立位を30秒間とらせた。

測定のプロトコールはまず階段昇降前に5分間安静座位をとらせ脈拍数，血圧を測定した後，次に重心動揺を測定した。その後，速やかに階段昇降を行わせ，終了後は直ちに脈拍数，血圧および重心動揺を再び測定した。なお，階段昇降の際には可及的に被験者自身のペースを守らせるよう配慮した。

## 結 果

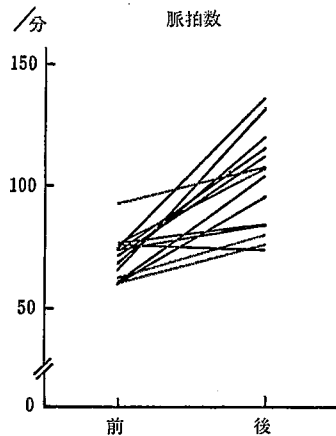


図1 脈拍数の変化

### 1 脈拍数

運動負荷前後における脈拍数の変化は図1に示した如くである。運動前安静時の脈拍数は1例を除いて他の13例では60—70/分代で，平均値で見ると $69 \pm 8.5$ /分であった。一方，運動後では $102 \pm 19.9$ /分で，運動後の脈拍数は運動前値に比べて有意に増加した（ $P < 0.01$ ）。

### 2 血圧

図2—aは運動負荷前後における収縮期血圧の変化を示したものである。運動開始前の値は全例とも100—150mmHgにあり，その平均値は $126 \pm 14.9$ mmHg

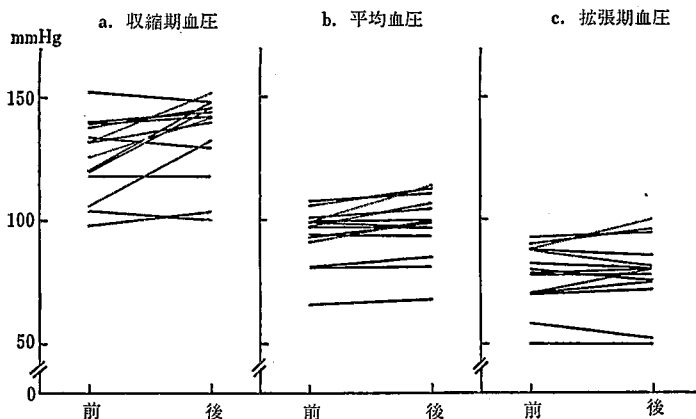


図2 血圧の変化

であった。運動後では14例中10例が上昇、1例が不変、3例が下降した。その平均値は  $135 \pm 15.8$  mmHg であった。運動前後における収縮期血圧は運動後上昇する傾向を示したが有意の差はみられなかった。

一方、拡張期血圧の変化は図2-cに示した。運動前の平均値は  $79 \pm 11.0$  mmHg であり、運動後の変化では6例が上昇、2例が不変、5例が下降した。その平均値は  $80 \pm 12.7$  mmHg であり、運動による有意の変化はみられなかった。

また、図2-bはその平均血圧の変化についてみたものである。運動前の平均値は  $94 \pm 11.4$  mmHg で、運動後  $98 \pm 12.6$  mmHg となったが、運動前後での有意差はみられなかった。

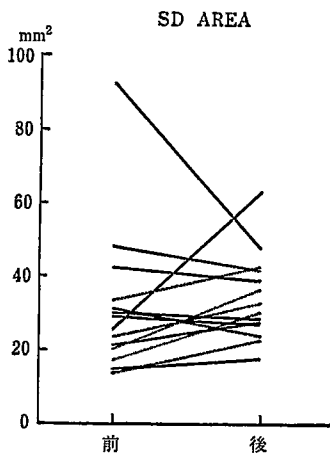


図3 重心動揺集中面積 (SD AREA) の変化

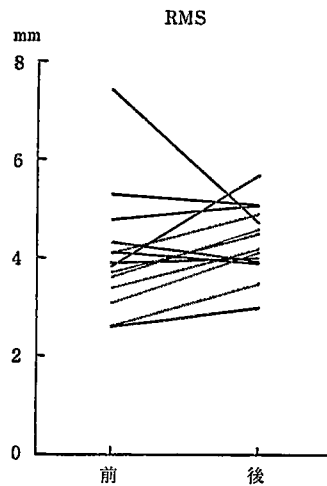
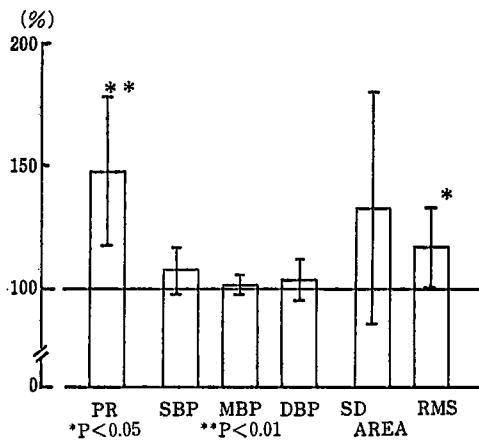


図4 重心動揺実効値 (RMS) の変化



PR: 脈拍数 SBP: 収縮期血圧  
MBP: 平均血圧 DBP: 拡張期血圧

図5 各測定値の変化率

(変化率は運動前を100として算定)

### 3 重心動揺

重心動揺の測定値は重心動揺集中面積 (SD AREA) および重心動揺実効値 (Root Mean Square : RMS) で示した。SD AREA は重心変化の平均値を中心とした度数の68.3%が含まれている部分のみの面積を示したものである。また RMS は重心動揺波形を周期的な波形とみなし、取り込んだ波形の二乗の平均の平方根であらわしたものである。

運動前後における SD AREA の変化は図3に示した。運動前値で 92.1

mm<sup>2</sup> という大きな値を示した1例はスミルノフの棄却検定法にて標本集団から除去した。したがって運動前後におけるSD AREAの平均値の差の検定は残りの13例で行った。その結果、運動前のその平均値は26.7±9.8mm<sup>2</sup>であった。また運動後では8例が増加、5例が減少し、その平均値が33.4±11.8mm<sup>2</sup>となり、SD AREAは運動により軽度ながら増加する傾向を示したが、有意の差はみられなかった。

一方、図4はRMSの変化についてみたものである。その比較検定は運動前で7.4mmの高値を示した1例をスミルノフの棄却検定法で標本集団から除去し、残りの13例で行った。その結果、運動前の平均値は3.79±0.75mmであった。運動後では10例が増加、3例が減少し、その平均値が4.35±0.71mmとなり、RMSは運動により運動前値に比べて有意に増加した(P<0.05)。

#### 4 各測定値の平均変化率

図5は脈拍数、血圧、重心動揺それぞれにおいて、運動前値を100とした運動後の変化率を求め、その平均値を示したものである。各測定値の平均変化率(%)は脈拍数では149±30.0、血圧では収縮期血圧108±9.6、拡張期血圧102±7.0、平均血圧104±4.0、重心動揺のSD AREA 133±47.0、RMS 117±17.0であった。

## 考 察

### 1 対象について

対象は年齢が20歳代から70歳代までの幅広い年齢層にわたっており、女性の数が男性に比べて圧倒的に多かった。またその60%近くが松本市、南安曇郡在住者であった。しかもその職業をみても、事務的職業従事者や専門的・技術的職業従事者が多く、農林業や労務作業従事者等の職種の参加者が皆無であった。

これは今回の公開講座の受講者が普段健康づくり運動等に職業として関与している人や健康意識の高い人達であった可能性が大きく、かなり偏った集団がその対象となったことを示していると思われる。

### 2 運動負荷試験について

運動負荷試験にはMasterの2段階法、エルゴメータやトレッドミルを用いた方法などが一般的に行われている<sup>4,6)</sup>。これは運動負荷量を定量的に設定することができるため、臨床的検査や生理学的実験等における測定検査法としては有用な方法である。ところが、臨床の場面では実際の日常生活動作における具体的な運動による反応から適切な運動量を経験的に判断しなければならないことがよく起こる。とくに理学療法領域では重度に体力が低下した患者を対象にした時、日常生活動作の運動負荷に対する反応を体力の指標としなければならないことが少なくない。

体力(physical fitness)は一般的には精神的なものから身体的なものまで幅広く、健康を維持するために必要な能力であり、それは行動体力と防衛体力の要素に分けられ、行動体力はさらに形態的要素を考慮した体格、体型や機能としての筋力、持久力、敏捷性、平

衡能、協調能等に分けられる<sup>6)</sup>。

そこで、今回は実際の日常生活において用いられている階段昇階動作を運動負荷とし、その際の反応を行動体力の指標としたのである。

### 3 脈拍数について

運動時の循環機能の状態を簡便に表わす方法として、脈拍数の測定が一般的によく用いられている<sup>9)</sup>。しかし脈拍数は疾病や精神心理的な影響をうけやすく、とくに安静時にはその傾向が大きいとされている<sup>7)</sup>。

運動による脈拍数の変化は運動強度や種類によって異なるが、おおむね運動開始後直ちに増加する。ところが、それは軽度の運動の場合には循環機能の能力に応じて、しばらくすると常値に達する。しかし、強度の運動の場合には次第に増加しつづけ最後にはオールアウト（人体持久作業の最大限度で作業放棄に至る状態）に達してしまう<sup>1)</sup>。

このような運動による脈拍数の増加は酸素摂取量の増加と有意に相関するため、運動中に測定した脈拍数からその時の酸素摂取量を推定することが可能である<sup>11)</sup>。したがって、測定された脈拍数によって様々な動作時の運動負荷量を予測することができる<sup>11)</sup>。しかし運動によって脈拍数が増加する反応は運動強度によって異なるとともに個体差が大きく、同一強度の運動負荷を行った場合でも体力の違いによりその反応が著しく異なることがある。

今回の成績では運動前の脈拍数は14例中13例が60～70/分代の範囲にあったが、1例のみ90/分代を示した。この被験者は20歳代の若年女子であった。運動後の脈拍数については運動前の値に比べて有意に増加し、その平均変化率でも49%近い増加を示したが、バラツキが大きくなっている。これは運動負荷に対する循環器系の反応の個体差や階段昇降時における個々人のペースの違いによって生じたものであると思われる。

### 4 血圧について

運動が血圧に対して与える影響は運動強度や時間だけでなく、被験者の身体状況や環境条件などによっても異なるとされている<sup>7,9)</sup>。血圧は一般的には運動の強さに比例して収縮期血圧が著しく上昇するが、運動終了後では速やかに下降する。一方拡張期血圧の変化は比較的軽度である<sup>3,5)</sup>。

しかし、これは40歳代ぐらいの年代までのものに対してみられる反応であり、低体力者、高血圧者および中高年者などでは健常者やスポーツ鍛練者などに比べて運動中の血圧上昇度が大きく、運動終了後の血圧降下度が著しいとされている<sup>1,10)</sup>。とくに収縮期血圧が160 mmHg を超える高血圧患者ではその傾向が著しいため、運動の実施に際しては充分注意する必要がある<sup>10)</sup>。また喫煙による影響なども指摘されており、その場合には運動終了後の著明な拡張期血圧の低下が問題にされている<sup>9)</sup>。

今回の著者らの成績では運動中に血圧測定を行っていないため、運動前後における反応から検討せざるを得ないが、まず運動前の安静時収縮期血圧が160mmHg以上の値を示したものはひとりもいなかった。次に運動前後における血圧の変化では収縮期血圧で運動後軽度上昇する傾向を示したが有意の変化はみられず、さらに拡張期血圧、平均血圧いず

れにおいても有意の変化はみられなかった。このように対象者の運動による血圧の反応はそれ程著明ではなかった。

### 5 重心動揺について

起立時の重心動揺が様々な条件による影響をうけやすいということは既に明らかにされている事実である。起立姿勢の維持は随意運動、迷路・視覚器および自己受容器などによる立ち直り反応や平衡反応、抗重力筋緊張、小脳機能などの働きにより微妙に制御されている<sup>12)</sup>。猪飼<sup>12)</sup>は起立時の身体動揺(頭頂部)曲線を記録して、運動負荷した後では、それがかえって安定化する傾向にあるとしている。

しかし、今回の著者らの成績では運動後の重心動揺は運動前に比べて RMS で17%程増加し有意差が認められた。一方 SD AREA では33%程増加する傾向を示したが、両者間にはバラツキが大きく有意差はみられなかった。これは本研究では呼吸数の測定が行われていないため、断定するには慎重を要すると思われるが、運動後は脈拍数の増加とともに酸素摂取量が増大するため呼吸数が増える。したがって、循環器系の機能低下のあるものでは同一の運動負荷であっても機能低下のないものに比べて呼吸数や脈拍数が容易に増加しやすく、それに伴って重心動揺が運動後増加するのではないかと思われる。このように本研究の対象となった受講者では前述の脈拍数の増加率からみて呼吸数や脈拍数の影響はあっても極めて軽度であったと推察される。

以上のように、実際の日常生活動作において用いられている階段昇降という運動負荷をある一定の集団に対して行い得られた成績は今後、低体力者の理学療法での general conditionig exercise (全身調整訓練)などの基礎的データとして充分役立つものと思われる。

## ま と め

昭和60年度信州大学医療技術短期大学部公開講座の受講者20名の中から14名を対象に実際の日常生活で用いられている階段を利用して運動負荷試験を行った結果、次のような成績が得られた。

1 脈拍数では運動前安静時の平均値が $69 \pm 8.5$ /分であったが、運動後では $102 \pm 19.9$ /分となり、その平均変化率(%)も $149 \pm 30.0$ となり、運動後の脈拍数は運動前に比べて有意に増加した ( $P < 0.01$ )。

2 血圧については、収縮期血圧では運動前が $126 \pm 14.9$ 、運動後が $135 \pm 15.8$ 各 mmHg となり、拡張期血圧では運動前が $79 \pm 11.0$ 、運動後が $80 \pm 12.7$ 各 mmHg となった。また平均血圧では運動前が $94 \pm 11.4$ 、運動後が $98 \pm 12.6$ 各 mmHg であり、それらの平均変化率(%)をみてもそれぞれ $108 \pm 9.6$ 、 $102 \pm 7.0$ 、 $104 \pm 4.0$ となり運動後の血圧は収縮期血圧で軽度ながら上昇する傾向がみられたものの、拡張期血圧、平均血圧を含めいづれにおいても有意の変化はみられなかった。

3 重心動揺の変化は SD AREA では運動前が $26.7 \pm 9.8$ 、運動後が $33.4 \pm 11.8$ 各

mm<sup>2</sup> となり, RMS では運動前が $3.79 \pm 0.75$ , 運動後が $4.35 \pm 0.71$ 各mm となった。またその平均変化率(%)は SD AREA で $133 \pm 47.0$ , RMS で $117 \pm 17.0$  となり, 運動後の RMS では運動前に比べて有意に増加した ( $P < 0.05$ )。しかし SD AREA では運動後増加する傾向を示したが有意の変化はみられなかった。

## 文 献

- 1) Anderson KL : The Cardiovascular System in Exercise. In Falls HB (ed) : Exercise Physiology. Academic Press, New York 1968, 79-127
- 2) 青木純一郎 : 運動生理学, 理・作・療法15(10) : 879-884, 1981
- 3) Åstrand P-O (浅野勝己訳) : 運動生理学, 大修館書店, 1976 pp.83-185
- 4) 道場信孝 : トレッドミルによる循環機能の評価, 理・作・療法13(8) : 507-513, 1979
- 5) Goss JE : Cardiovascular Adaptation to Sustained Aerobic Exercise. In Appenzeller O, Atkinson R (ed) : Sports Medicine. Urban and Schwarzenberg, Baltimore 1981, 163-175
- 6) 松浦義行 : 体力測定法, 朝倉書店, 1983 pp.151-158
- 7) 宮村実晴 : 心臓と心拍出量. 猪飼道夫 (編)「身体運動の生理学」, 杏林書院 1973, pp.113-162
- 8) 仲村英一・他 (編) : 国民衛生の動向. 厚生指標31(9) : 508, 1984
- 9) 小野三嗣 : 運動の生理科学. 朝倉書店, 1978
- 10) 小野三嗣 : 運動ストレスと適応力, からだの科学 115 : 90-95, 1984
- 11) 田村康二・他 : トレッドミル亜最大運動負荷試験における「目標心拍数」の意義について, 心臓11(4) : 383-390, 1979
- 12) 矢部京之助 : 運動の制御. 猪飼道夫 (編)「身体運動の生理学」, 杏林書院, 1973, pp.54-107

(1985年9月30日 受付)