

身体トレーニングによる高血圧者の血圧変化と体重変化の関係

Relationships between changes of blood pressure and changes of body weight due to physical training in the hypertension

片岡幸雄¹⁾, 生山 匡²⁾, 和田光明³⁾, 佐野裕司⁴⁾, 小山内博⁵⁾

Yukio KATAOKA, Tadashi IKUYAMA, Mituaki WADA, Yuji SANŌ
and Hiroshi OSANAI

研究目的

高血圧症が脳、心血管系疾患の重要な危険因子であることは広く認められている。最近では、脳卒中の死亡率は減少の傾向にあるものの高血圧性疾患の受療率は依然として増加の傾向にある。このことは、重症高血圧性疾患にたいする薬剤の効果が生存率を高めるために大きく貢献した反面、中、軽症高血圧症にたいする根本的な対策が未だ十分でないことを示しているものと考えられる。

このような背景のなかで、近年、トレーニングが高血圧症の改善に有効であるとする報告が多くなってきたことは注目される^(4, 7, 9, 14, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 39, 45, 47, 49, 51, 52, 56)。

これらの研究の背景には、近年の生活態様の変化が血液循環の悪い状態をつくり出しそれを補う適応規制の現れの一つとして高血圧症が起こってくるという側面があることを示し、そうした対策の一つとして血液循環の改善を目的とした持久的トレーニングを継続することによって高血圧症を改善しようとする考え方が生まれてきたものと言ってよいであろう。

著者らもこれまでに、身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果として次のような点を報告してきた。

1) 身体トレーニングには収縮期血圧では略110 mmHg, 拡張期血圧では略70 mmHgの血圧水準へ収斂させる効果があり⁽²⁴⁾ しかも、その血圧水準は①脳や心疾患の発作発生率が最も少ないこと^(15,16), ②採集、狩猟民族の人々の血圧に類似していること^(3, 10, 27, 33, 42, 57), ③死亡率が少ない血圧範囲であること⁽⁴⁰⁾ ④長寿者の血圧に類似していること⁽³⁷⁾ ⑤老人の高い生存率を示す血圧水準に類似していること⁽⁵⁵⁾ などから、この結果は理想的な血圧水準への収斂効果といえること^(28, 29), また、2) 高血圧症の改善に歩行やランニングなどの持久的トレーニングが有効でありその改善の程度は運動条件によって著しく異なり総運動時間と密接な関係をもつことを示してきた^(22,30)。しかし一方では厳密な意味での運動の効果を否定する報告も散見される。その理由として、重症度などの主体側の要因や運動条件の違いばかりでなく、肥満を伴う高血圧者の食事療法による減量の際に多くの例で血圧の降下が観察されること^(1, 6, 13, 19, 32, 35, 43, 46, 48, 54, 58) が要因となっているように思われる。

しかしながら、体重が減少したにもかかわらず血圧の降下が認められない例も報告されており、体重減少と血圧の降下との関係はそれほど単純なものではないと考えられる。これまでの報告は肥満高血圧者だけを対象としたものであり、非肥満高血圧者については明らかにされていない。そこで、本研究の目的は肥満者および非肥満者を含めた中高年男女高血圧者の身体トレーニングにともなう血圧の変化と体重の変化との関係について明らかにすることである。

1) 千葉大学

2) 財)健康・体力づくり事業財団

3) 東横学園女子短期大学

4) 東京大学

5) 健康づくり研究会

研究方法

対象は東京都立多摩スポーツ会館を継続的に利用している血圧降下剤を服用していない中高年高血圧者69名である。その内訳は男子は20名(平均41.1±9.59歳)、女子は49名(平均45.3±6.34歳)である。

被験者は、トレーニングの開始あたって身長、体重、皮下脂肪厚(上腕部、背、腹部、%FAT)、肺機能検査(努力性肺活量、一秒量、一秒率その他)、尿検査(潜血、糖、蛋白、PH)、血圧(開眼開口、閉眼開口、深呼吸10回、膝屈伸20回の4種⁽²¹⁾)、加速度脈波⁽⁵⁰⁾、健康調査、運動実施状況、及び医師による面接を実施した。

血圧は10-15分程度の安静を保ったのち測定し、開眼閉口及び閉眼閉口の状態で行われた値の最低値を採用した。高血圧の判定はWHOの基準に基づきトレーニング前に測定された週一回の血圧値を少なくとも3週間分平均した値の拡張期血圧が95mmHg以上の者を採用した。トレーニング後の判定もこれに準じた。

トレーニング期間は3か月間であった。トレーニングの内容はスポーツ会館では徒手体操、ランニング、体幹筋運動として背そらし及び背伸ばし、レクリエーション、など約1時間30分である。自宅でのトレーニングは、ランニングが主であり、そのほか上記の体操など随意であった。其の間のトレーニングの内容はスポーツ会館では指導後トレーニングカードに記録させ、また自宅で実施した内容については週1回の面接時に確認のうえ聴取し記録させた。

体重は週1回の面接時に精度50gのバネ計りを用いて、毎週ほぼ同様の着衣で測定させた。トレーニングによる血圧の低下の増減は平均血圧(脈圧/3+拡張期血圧)の変化量で示した。

結 果

1) トレーニングによる平均血圧の変化量と体重の変化量の関係(図1, 図2, 図3)

被験者全体で両者の関係(図1)は $r = .339$ ($p < 0.01$)で、弱い正の相関関係が認められた。両者の関係はトレーニング前の形態によって異なる傾向が認められたので肥満度別に検討した。すなわち「肥満度20%未満群」(図2)と「肥満度20%以上群」(図3)では、両者の関係は全く異なり、前者では $r = 0.114$ で全く相関関係は認められなかった。しかし後者では $r = 0.618$ ($p < 0.001$)で比較的高い正の相関関係が認められた。

このことから、トレーニングによって体重減少に伴って血圧が低下する現象はおもに過体重の高血圧者群にのみ観察され、非過体重の高血圧者の場合では、その傾向は認められなかった。

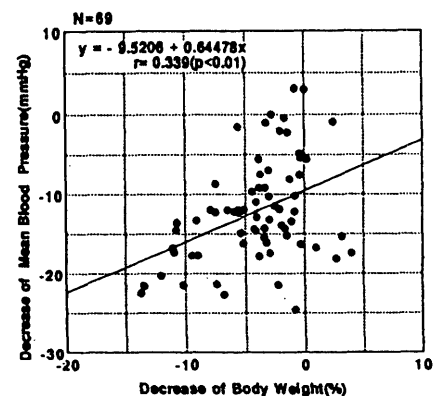


図1 トレーニングに伴う体重の変化量と平均血圧の変化量との関係

2) トレーニング前の肥満度別にみたトレーニングによる「平均血圧の変化量」, 「体重の変化量」並びに「一週間当りの平均ランニング時間」の相互関係(図2~図4)

「肥満度20%以上群」(図3)では、「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係は、上述したように有意な正の相関関係が認められた。「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は $r = -0.624$ ($p < 0.001$)で高い有意な負の相関関係が認められ一週間当りの平均ランニング時間が多いほど血圧の降下が大きかった。

「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は $r = -0.333$ ($p < 0.05$)で弱い負の相関関係が認められた。すなわち一週間当りの平均ランニング時間が長いほど体重の減少が大きかった。

一方、「肥満度20%未満群」(図2)では、「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係は、上述したように有意な相関関係は認められなかった。「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」との関係は、 $r = -0.832$ ($p < 0.001$)高い有意な負の相関関係が認められ一週間当りの平均ランニング時間が多いほど血圧の

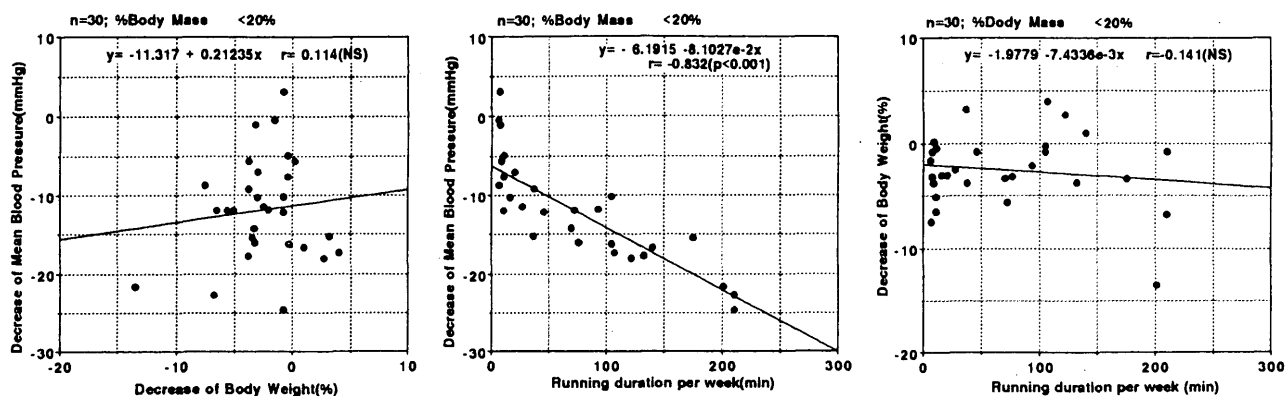


図2 トレーニングに伴う「平均血圧の変化量」「体重の変化量」及び「一週間当りの平均ランニング時間」の相互関係（肥満度20%未満群）

左：「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係
 中：「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係
 右：「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係

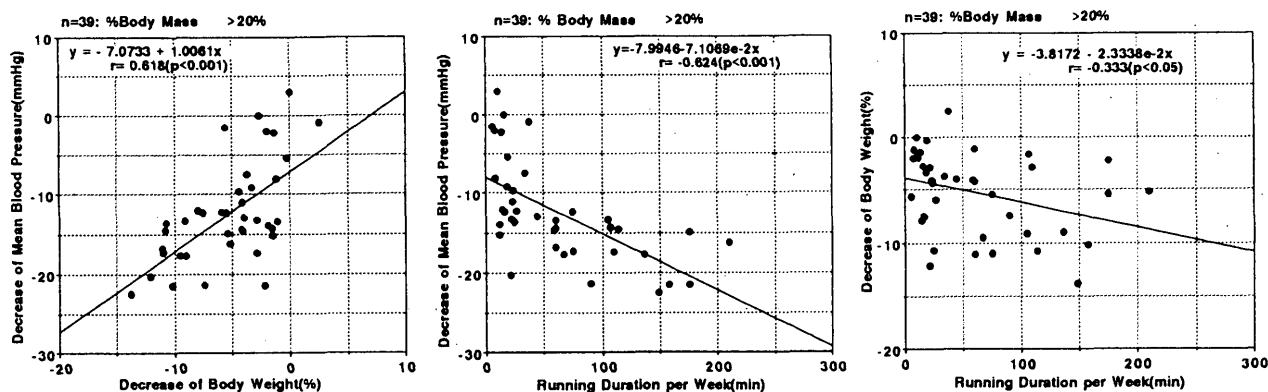


図3 トレーニングに伴う「平均血圧の変化量」「体重の変化量」及び「一週間当りの平均ランニング時間」の相互関係（肥満度20%以上群）

左：「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係
 中：「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係
 右：「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係

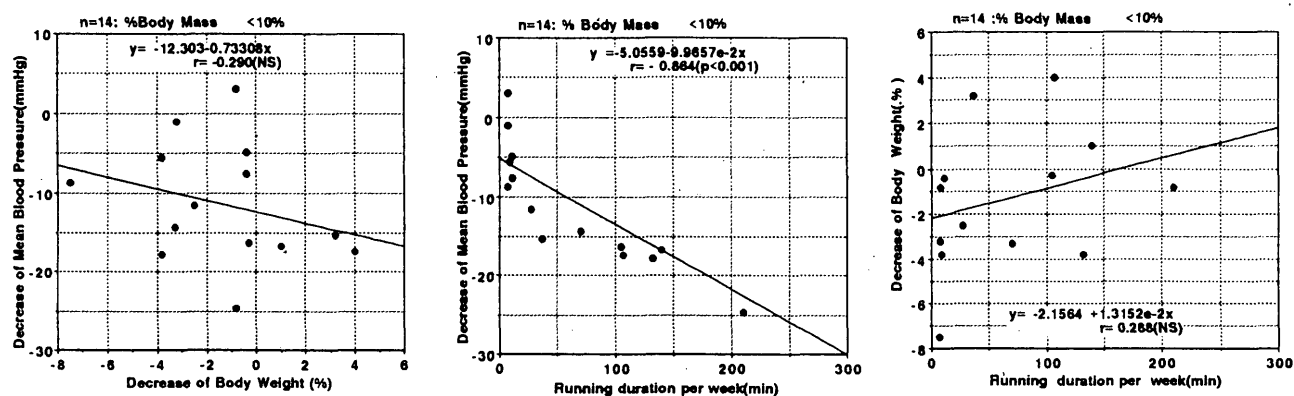


図4 トレーニングに伴う「平均血圧の変化量」「体重の変化量」及び「一週間当りの平均ランニング時間」の相互関係（肥満度10%未満群）

左：「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係
 中：「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係
 右：「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係

降下が大きかった。

「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は、 $r = -0.141$ で有意な相関関係は認められなかった。

さらに「10%未満群(図4)を抽出してみると、「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係は、 $r = -0.290$ で有意ではないが逆に負の相関関係を示した。「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は、 $r = -0.864$ ($p < 0.001$) で高い有意な負の相関関係が認められた。「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は $r = 0.288$ で逆に正の相関関係を示した。

結局、トレーニングによる「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係はトレーニング前の肥満度が大きい群では正の相関関係を示し、小さい群では無相関あるいは負の相関関係の傾向を示した。そして、「平均血圧の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」との関係は肥満度に関係なくいずれの群においても有意な高い相関関係を示し一週間当りのランニング時間が長いほど血圧の降下は大きかった。このことは高血圧の改善には運動時間が重要な要因となっていることを示している。

一方、「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係は、肥満度が大きい群では負の相関関係を示し、運動量の増大につれて体重は減量する一方、肥満度が小さい群では逆に正の相関関係を示す方向であり、運動量の増大につれて体重は増加する傾向を示した。

3) 3ヶ月間の身体トレーニング前後の体重、血圧の変化並びに運動条件(表1, 表2)

トレーニング開始前において、体重は「肥満度が20%未満群」に比して「肥満度が20%以上群」で多かったが、収縮期血圧及び平均血圧では逆に「肥満度が20%未満群」の方が有意に高かった。3ヶ月間のトレーニング後では体重、収縮期血圧、拡張期血圧並びに平均血圧はいずれの群でも有意な低下を示した(いずれも、 $p < 0.001$) (表1)。

Table 1 Changes in body weight and blood pressure after physical training for three months in the group of under and over 20% of % Body Mass

| Measures | | Group of under 20% of % Body Mass (n=30) | | Group of over 20% of % Body Mass (n=39) | Difference |
|-----------------------------------|---|--|--|---|------------|
| Body Weight Before (Kg) | | 54.2 | | 66.5 | *** |
| | | 7.91 | | 10.21 | |
| After | | 52.7 *** | | 62.7 *** | |
| | | 7.39 | | 9.61 | |
| Blood pressure (systolic) mmHg | B | 157.7 | | 150.6 | * |
| | | 15.54 | | 12.73 | |
| A | | 142.9 *** | | 136.0 *** | |
| | | 13.31 | | 10.77 | |
| Blood pressure (diastolic) | B | 102.1 | | 100.5 | NS |
| | | 4.39 | | 5.05 | |
| A | | 91.8 *** | | 89.5 *** | |
| | | 5.98 | | 6.42 | |
| Blood pressure (mean) | B | 120.7 | | 117.2 | * |
| | | 6.71 | | 6.14 | |
| A | | 108.8 *** | | 105.0 *** | |
| | | 7.25 | | 6.72 | |

Note: 1) % Body Mass = $(BW - SBW) / SBW \times 100$, $SBW = (\text{body height} - 100) \times 0.9$

2) *, ** and *** indicates significant differences at the level of $p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$ respectively.

3) NS indicates no significance.

3ヶ月間のトレーニング中の運動の条件は、ランニング直後の心拍数が「肥満度20%以上群」の方が「肥満度20%未満群」に比して有意に高い水準（ $p < 0.05$ ）であった以外は1回当たりのランニング時間、実施頻度、及び一週間当たりのランニング時間で両群で有意な差は認められなかった（表2）。

Table 2 Heart rate after running, mean duration of a bout of running, mean times per week of running practice and running duration per week on average while physical training for three months in the group of under and over 20% of % Body Mass

| Measures | Group of under 20% of % Body Mass (n=30) | | Group of over 20% of % Body Mass (n=39) | | Difference |
|------------------|--|------|---|------|------------|
| | Mean | SD | Mean | SD | |
| Age | 47.1 | 7.40 | 42.8 | 7.88 | * |
| (Kg) | | | | | |
| % Body Mass | 8.1 | 9.50 | 32.4 | 9.90 | *** |
| Heart rate | 130.9 | | 136.5 | | * |
| immediately | 12.49 | | 10.94 | | |
| after running | | | | | |
| Mean duration | 18.4 | | 18.8 | | NS |
| of a bout of | 6.55 | | 7.56 | | |
| running (min) | | | | | |
| Mean times | 3.3 | | 3.0 | | NS |
| per week of | 2.67 | | 2.20 | | |
| running practice | | | | | |
| Running duration | 69.8 | | 60.1 | | NS |
| per week on | 67.09 | | 55.91 | | |
| average (min) | | | | | |

Note: 1) % Body Mass = $(BW - SBW) / SBW \times 100$, $SBW = (body\ height - 100) \times 0.9$

2) *, ** and *** indicates significant differences at the level of $p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$ respectively.

3) NS indicates no significance.

考 察

トレーニングによる高血圧症の改善の是非については、これまで、効果ありとする報告^(4, 7, 9, 14, 17, 21-23, 26, 28-30, 39, 47, 49, 52)と効果を見出せないとする報告^(24, 45)がある。

運動による降圧効果を論ずる時、2つの大きな要因を考えなければならない⁽³⁰⁾。一つは家族歴等の遺伝的要因、高血圧の期間、血圧降下剤の種類とその服用期間、高血圧の重症度、食生活、運動及び睡眠を含めた生活態様の状態、血液循環の状態、体組成などのトレーニングを実施する個体側の問題である。他の一つは運動の期間、種類、運動の強度、時間、頻度、食事の条件などの個体側が実施するトレーニングに関わる条件の問題である。各々の因子を複雑に絡み組みあわせてトレーニングの効果を論じる必要があることはいうまでもない。

運動条件との関係については、著者らは⁽³⁰⁾血圧降下剤を服用していない中、軽症の中老年男女高血圧者を対象に自由なトレーニング条件のもとにおいて平均血圧の増減量が総運動時間と密接な関係があり、総運動時間の大きいほど平均血圧の降下量は大きくなることを報告した。そしてランニングの場合では中等度の強さ（相対強度で50-75%）で、一回の運動時間は15-20分、頻度は一週間あたり2-3回の運動条件が降圧効果の最少条件となることを明らかにした。さらに、歩行においても⁽²²⁾同様に総運動時間に比例して降圧効果が期待できること、またランニングと同じ程度の降圧効果を期待するには略3倍の運動時間が必要であることを報告した。このことは運動による降圧効果を論じる場合、運動条件が重要な要因であることを示している。

一方、個体側の問題についてはあまりにも多くの因子が絡んでおり今後の研究にまたなければならない。

体重の問題は個体側の問題であると同時にトレーニングに伴う食事の条件が関係している。血圧と体重の関係については、これまで、過体重の者は正常体重の者に比べて血圧が高い傾向にあることが報告されている。^(8, 36, 53) また、肥満高血圧者が食事制限による体重減量を行った際に多くの例で血圧が低下するという報告がある。^(1, 6, 13, 19, 32, 35, 43, 46, 48, 54, 58)

体重減少に伴って血圧が低下するという事実は厳密な意味での身体トレーニングによる血圧改善効果に関する否定的意見の根拠の一つともなっているように思われる。しかしながら、同時に肥満高血圧者が食事制限を行って体重減量したにもかかわらず血圧が低下しなかった場合も報告されている^(1, 35)。このことは体重減少と血圧の関係が単純な関係ではないことを示している。たとえば、戦時において、食糧事情が悪化した際、体重が減少しそれに伴って血圧も降下したが、戦後になって体重が回復しても血圧はなお低いレベルにとどまっていたことが報告されている⁽³⁴⁾。一般的には、肥満は身体活動の不足による相対的過食と強く関連していることは明白であるから、食事量制限によって体重が減少したのみでは必ずしも循環の改善（血圧低下）が期待できないことがあったとしても矛盾はない。

本研究では トレーニング前に過体重の者では体重の減少に伴って血圧は降下を示し、従来の研究の結果と一致した^(1, 4, 11, 16, 35, 38, 41, 48)。しかし過体重でない者では逆に体重が増加傾向にあるにもかかわらず血圧は降下する傾向があった。そしていずれの群でも平均血圧の変化量は一週間当りの平均ランニング時間と高い負の相関関係を示し、血圧の改善に運動量が重要な因子となっていることを示している。

また過体重の者では体重の変化量と一週間当りの平均ランニング時間の関係は負の相関を示し、一方、過体重でない者では、有意でないものの逆に正の相関を示し運動量の増加に伴って体重は増加する傾向を示した。このことは過体重者では運動量の増加が体重減少因子となっているが、過体重でない者では運動量の増加が体重増加因子となっている可能性を示したものと見える。

本研究では参加者にたいして運動はできるだけ空腹の時にマイペースの強度^(30, 31)で実践することを基本的考え方として指導したので、若干の食事量の制限が塩分摂取量の減少に関連し血圧降下に結び付くといった一般的な考え方^(11, 12)も可能かもしれない。しかし戦時における結果⁽³⁴⁾は血圧がすべて食塩といった単一の因子のみで影響されるものでないことを示している。つまり戦時における血圧の低下が体重減少にともなう食塩摂取量と密接に関連するとすれば、戦後になって食糧の増加に伴えば食塩摂取量も多くなると考えるのが一般的であるから、体重が増加すれば血圧も上昇すると考えるのが普通である。しかし血圧は低い水準にとどまっていたのであり、このことは肉体的活動の増加は明らかに循環器の働きを改善し良好な状態を維持することから考えると、戦後になっても生活環境の悪化から身体の活動性が相対的に増大していたことにより血圧が低い水準にとどまっていたと考える方が理解しやすい。また、食塩摂取量が変わらない条件下で行った減量プログラムにおいて肥満者の血圧が低下することも明らかにされている^(46, 58)。

体重減量と血圧の低下に関連するであろう因子として、これまで、1) 著しい肥満者では標準カフを用いると直接法に比して7～14 mmHg 過大に評価される⁽³⁸⁾。したがって、減量すると血圧は正常に評価されるから血圧は低下したことになるといった誤差の問題。2) 肥満者では心拍出量や循環血液量が増加しているので⁽²⁾減量するとそれらが減少する。著しい肥満者では細胞外液は増加しており、空回腸バイパス手術後では細胞外液は正常に減少し⁽⁵⁾体重の減少とともに血圧も低下を示した⁽⁵⁴⁾と報告されている。3) 食塩摂取量を一定にして低カロリーの減量で血圧が低下した報告⁽⁵⁸⁾では減量中の血圧の低下に伴い血中レニン活性が減少し、また低カロリー中はアルドステロンが減少しているという。空回腸バイパス手術後では体重減少が著しいが、その際にも血中レニン活性とアルドステロンは低くなっているという⁽⁴⁴⁾。4) トレーニング後において^(51, 56)、また低カロリーで減量中の低炭水化物の摂取が⁽²⁵⁾血中カテコラミンの低下を引き起こす、などが考えられている。

本研究の結果は、単に体重減量の道程だけでなく増量の道程をたどっていずれも血圧が低下したのが特徴であり、血圧降下の機構が肥満者の生理の側面だけからではかならずしも説明できない。体重増量に伴う血圧低下の機構については今後検討する必要があるものの、身体トレーニングの継続が、神経、ホルモンの適度な釣合いの結果として、食事、睡眠などを含めた生活様式を変化させ、その結果として、全身の循環状態が改善されて血圧が一定の水準に向い維持されていくものと考えてよいであろう。

体重が身体トレーニングによって過体重の者は減少し、痩せ型の者では増加する傾向は従来の報告と同様の結果であった⁽²⁰⁾。肥満者においても適度なトレーニングによってかえって食事量が増加する場合もあるが運動量を増加し継続することによって体重は減少するのが一般的な反応であろう。過体重の者はエネルギーの貯蔵能が非過体重の者に比して良好であるとの考え方もできる。それは消化吸収能の面で効率のよい身体であると考えよいものであろう。その意味では非過体重の者がトレーニングによって体重が増加したことは自覚症状からみた「胃腸の調子が良くなった⁽⁴¹⁾」など消化吸収能が良好な状態に変化したことに伴う摂取量の増加が考えられる。加速度脈波からみた全身末梢循環の改善^(41, 50)や自覚症状からみた「よく眠れるようになった」など睡眠効率の改善⁽⁴¹⁾が認められたことを考えると、その背景としては代謝に関わる種々のホルモン等の分泌バランスの改善などが推測される。

身体トレーニングによって体重は重い者は減少し軽めの者はむしろ増量する傾向を示しながら、いずれも高血圧は改善する方向に変化したことは、著者らがすでに報告した身体トレーニングによって安静血圧が高かった者は降下し、低かった者は上昇を示し収縮期血圧は略110 mmHgと拡張期血圧は70 mmHgに収斂するという事実⁽²⁹⁾と考え併せると大変興味深い事実である。つまり、太り過ぎも、痩せすぎも、いわば高血圧や低血圧と同様に正常とはいえない状態であると考えてよいので、これが身体トレーニングによって体重も血圧も一定の方向に収斂されてくるということは、人間の生活態様における食事、運動、睡眠といった要因がうまくバランスがとれるようになり、かつ良い血液循環状態が維持されるようになった結果であることを示しているように思われる。それは、視点をかえるならば、より自然な生態系においては体の活動は基本的には糧を得ようとする活動であることを考えると、体重が適正になり、血圧も良い水準に変化してゆくということは、糧を求めるための最も適した身体状態へ適応していくということを意味するものであろう。

総 括

降圧剤を服用していない中高年高血圧者69名(男子20名,女子49名)を対象にして、3ヶ月のトレーニングによる血圧の変化と体重の変化との関係をトレーニング前の肥満度別に検討した。結果はつぎのようにまとめられる。

1) 体重, 収縮期血圧, 拡張期血圧並びに平均血圧は「肥満度20%未満群」並びに「20%以上群」において、3ヶ月間のトレーニング後ではいずれも有意な低下を示した($p < 0.001$)。3ヶ月間のトレーニング中の運動条件は、ランニング直後の心拍数が「肥満度20%以上群」の方(平均 136.5 ± 10.94 拍/分)が「肥満度20%未満群」に比して(平均 130.9 ± 12.49 拍/分)が有意に高い水準($p < 0.05$)であった他は、1回当たりのランニング時間, 1週間当たりのランニング実施頻度, 及び一週間当たりのランニング時間で両群で有意な差は認められなかった。

2) トレーニングによる血圧の変化量と体重の変化量との関係は、被験者全体では $r = 0.339$ ($p < 0.01$)と弱い正の相関の傾向を示した。しかしトレーニング前の「肥満度20%以上群」では $r = 0.618$ ($p < 0.01$)で有意な正の相関関係を示したのに対して「肥満度20%未満群」では $r = 0.114$ と全く相関関係は認められなかった。

3) 3ヶ月間のトレーニングに伴う「平均血圧の変化量」, 「体重の変化量」並びに「一週間当たりの平均ランニング時間」の相互関係について、トレーニング前の肥満度別にみると、肥満群(肥満度20%以上)では、[平均血圧の変化量]と「体重の変化量」の関係は前述したように有意な比較的高い正の相関関係が認められた。[平均血圧の変化量]と「一週間当たりの平均ランニング時間」の関係は $r = -0.624$ ($p < 0.001$)高い有意な負の相関関係が認められた。[体重の変化量]と「一週間当たりの平均ランニング時間」は $r = -0.333$ ($p < 0.05$)と負の相関関係を示した。

非肥満群(肥満度20%未満)では、[平均血圧の変化量と体重の変化量]の関係は前述したように有意な相関関係は認められなかった。[平均血圧の変化量]と「一週間当たりの平均ランニング時間」は $r = -0.832$ ($p < 0.001$)と高い負の相関関係が認められた。[体重の変化量と一週間当たりの平均ランニング時間]の関係は $r = -0.141$ で有意な関係はみとめられなかった。さらに「10%未満群」を抽出してみると、「平均血圧の変化量」と「一週間

当りの平均ランニング時間」の関係は、 $r = -0.864$ ($p < 0.001$) で他と同様に高い有意な負の相関関係が認められた。「平均血圧の変化量」と「体重の変化量」の関係は他の群とは異なって $r = -0.290$ と有意ではないが負の相関関係を示した。「体重の変化量」と「一週間当りの平均ランニング時間」の関係では、有意ではないが逆に $r = 0.288$ で正の相関関係を示した。

結 語

以上の結果から、高血圧者のトレーニングに伴う血圧の変化と体重の変化の関係は肥満者群では正の相関関係を示し、体重の減少に伴って血圧は低下を示した。一方非肥満者の場合では逆に負の相関関係を示す傾向にあり体重が増加を示しながら血圧は低下を示した。そして、いずれの場合においてもトレーニングに伴う血圧の変化量は一週間あたりの運動時間と高い相関関係を示し、ランニング時間が多い者ほど血圧の低下は大きかった。

参考文献

- 1) Adlersberg D., Coler H. R. and Laval J(1946):Effect of weight reduction on course of arterial hypertension. J. Mt. Sinai Hosp. 12:984~992
- 2) Alexander J. K and Peterson K. L (1972):Cardiovascular effects of weight reduction. Circulation 45(3): 310~318
- 3) Barnicot N. A., Bennet E. J., Woodburn J. C., Pilkington T. R. E. and The late Antonosis A. (1972): Blood pressure and serum cholesterol in Hadza of Tanzania,. Human Biology 44:87-116
- 4) Boyer L. and Kasch W(1970): Exercise therapy in hypertensive men. J. A. M. A. 211(10):1668~1671
- 5) Brochner-Mortensen J., Rivkers H and Balslev I(1980): Renal function and body composition before and after intestinal bypass operation in obese patients. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 40:695~702
- 6) Brozek J., Chapman C. B. and Keys, A(1948):Drastic food restriction-effect on cardiovascular dynamics in normotensive and hypertensive conditions- J. A. M. A 137(18):1569~1574
- 7) Choquette G. and Ferguson R. J(1973): Blood pressure reduction "borderline" hypertension following physical training. Canad. Med. Assn. J. 108:699~703
- 8) Chiang B. N., Perlman L. V. and Epstein F. H (1969): Overweight and hypertension-A Review- Circulation XXXIX: 403~421
- 9) Chrastek J., Adamirova J., Kriz V., Boudava L., Krizek V., Benes K., Kavankova M., Fabryova D. and Souckova V(1974): Testing the cardiorespiratory capacity and training in hypertension disease stage 2. Rev. Czechoslovak. Med. 20(20):58~75
- 10) Cruz-coke R., Etcheverry R. and Nagl R. (1964): Influence of migration on blood pressure of Easter Islanders. Lancet 1:697-699.
- 11) Dahl L. K (1958): The role of salt in the fall in blood pressure accompanying reduction in obesity. N. Engl. J. Med. 258:1186~1192
- 12) Dahl, L. K (1972): Salt and hypertension. Am. J. Clin. Nutr. 25:231~244
- 13) Fletcher A. P (1954): The effect of weight reduction upon the blood pressure of obese hypertensive women. Quart. J. Med. XXIII(91):331~345
- 14) 福田市蔵, 黒川義澄 (1986): 本態性高血圧の治療-運動療法-. 日本臨床 44: 597~606
- 15) 福田安平 (1970): 脳卒中, 心発作発生の疫学的研究-発生機序について-. (財)労働医学研究会 (刊)
- 16) 福田安平 (1978): 脳卒中, 心発作発生の疫学的研究-管理と生活の影響-. (財)労働医学研究会 (刊)
- 17) 橋本 勲, 樋口 満, 山川喜久江, 鈴木慎次郎 (1981): 日常の定期的運動の血圧上昇抑制因子の研究-強制と自由運動の違いがラットの血圧に及ぼす影響- 体力科学 30: 206~213

- 18) Hanson J. S. and Nedde W. H. (1970): Preliminary observation on physical training for hypertensive males. *Circulation Res.* XXVI and XXVII:49~53
- 19) Heyden S (1978): The Workingman's Diet II. Effect of weight reduction in obese patients with hypertension, diabetes, hyperuricemia and hyper-lipidemia. *Nutr. Metab.* 22:141~159
- 20) 池上晴夫, 水本千恵子, 油座信男 (1978): 8ヶ月の激しい運動が体組成及び体力に及ぼす影響に関する研究. *体力科学* 28: 34~46
- 21) 今野広隆, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 渡辺 剛, 川村協平, 西田明子, 小山内博 (1985): 身体トレーニングによる高血圧症改善の予後予測のための血圧測定法について. *体力研究* 59: 27~39
- 22) 今野広隆, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 渡辺 剛, 川村協平, 西田明子, 小山内博 (1985): 歩行トレーニングが高血圧症改善に及ぼす効果. *体力科学* 34: 474
- 23) 神宮純江, 高橋紀子, 生田純男, 今村英夫, 進藤宗洋, 田中宏暁 (1983): 軽症高血圧における習慣的運動の降圧効果. *心臓* 15 (5): 513~519
- 24) Johnson W. P. and Grover J. A (1967): Hemodynamic and metabolic effects of physical training in four patients with essential hypertension. *Canad. Med. Assn. J.* 96:842~846
- 25) Jung R. T., Shetty P. S., Barrand M., Callingham B. A. and James W. P. T (1979): Role of catecholamines in hypotensive response to dieting. *Brit. Med. J.* 1:12~13
- 26) 鎌田哲朗, 椎名 進, 板垣晃之, 漆原彰, 瀬山房江 (1978): 軽症高血圧・糖尿病に対する運動療法の効果—企業における健康管理のころみ— *日本医事新報* 2815: 27~32
- 27) Kammer B. and Lutz W. P. W. (1960): Blood pressure in Bushman of the Kalahari Desert. *Circulation*, 22: 289-295
- 28) 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 小山内博 (1977): 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究. *体力研究* 36: 52~66
- 29) 片岡幸雄, 佐野裕司, 生山 匡, 和田光明, 今野広隆, 荒尾 孝, 川村協平, 小山内博 (1982): 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究 (第二報)—身体トレーニングによる安静時血圧の収斂効果— *体力研究* 51: 1~10
- 30) 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 今野広隆, 川村協平, 小山内博 (1983): 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究 (第三報)—高血圧症改善のための運動条件の検討— *体力研究* 55: 41~54
- 31) 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 今野広隆, 川村協平, 渡辺 剛, 西田明子, 小山内博 (1985): 中高年高血圧者の長時間ランニングに伴う血圧変動. *体力研究* 60: 13~24
- 32) Keys A., Henschel A. and Taylor H. L (1947): The size and function of the human heart at rest in semi-starvation and in subsequent rehabilitation. *Am. J. Physiol.* 150:153~169
- 33) Lowenstein F. W (1961): Blood pressure in relation to age and sex in the Tropics and Subtropics. A review of the literature and an investigation in two tribes of Brazil Indians. *Lancet* 1: 389-392
- 34) Lups S. and Franke C. (1947): On the changes in blood pressure during the period of starvation (September 1944 to May 1945) and after the liberation (May 1945 to September 1945) in Utrecht Holland. *Acta. Med. Scand.* CXXXVI fase VI:450~458
- 35) Martin, L. (1952): Effect of weight reduction on normal and raised blood pressures in obesity. *Lancet* 2:1051~1053
- 36) Miall W. E., Bell R. A. and Lovell H. G. (1968): Relation between change in blood pressure and weight. *Brit. J. Prev. Med.* 22:73~80
- 37) 永堀善作 (1978): 長寿の秘訣—ビルカバンバ報告— *フジ経営情報センター*
- 38) Nielsen P. E. and Janniche H. (1974): The accuracy of auscultatory measurement of arm blood pressure in very obese subjects. *Acta. Med. Scand.* 195:403~409

- 39) 大島寿美子, 鈴木慎次郎 (1976): 高血圧自然発症ラットの血圧に及ぼす運動の影響. 栄養学雑誌 34 (3): 109~114
- 40) 太田 怜 (1965): 血圧とは何か. からだの科学 1: 88-94
- 41) 小山内博, 片岡幸雄, 生山 匡, 佐野裕司, 今野廣隆, 渡辺 剛, 西田明子, 和田光明, 川村協平他 (1986) 多摩スポーツ会館に於ける健康づくりの理論と実際. 東京都教育振興財団, 多摩スポーツ会館
- 42) Prior I. A. M., Grimle, J., Harvey H. P. B., Davidson F. and Lindsey M. (1968): Sodium intake and blood pressure in two Polynesian population. N. Eng. J. Med. 279: 515-520
- 43) Ramsay L. E., Ramsay M. A., Hettiarachchi J., Davies D. L. and Wincheter J. (1978): Weight reduction in a blood pressure clinic. Brit. Med. J. 22:244~245
- 44) Rask-Madsen J., Bruusgaard A., Munck O., Nielsen M. D. and Worning (1974): The significance of bile-acids and aldosterone for the electrical hyper-polarization of human rectum in obese patients treated with intestinal bypass operation. Scand. J. Gastroent. 9:417~426
- 45) Ressel J., Chrastek J. and Jandova R. (1977): Hemodynamics effects of physical training in essential hypertension. Acta. Cardiol. 32:121~133
- 46) Reisin E., Abel R., Modan M., Silverberg D. S., Eliahou H. E. and Modan B. (1978): Effect of weight loss without salt restriction on the reduction of blood pressure in over weight hypertensive patients. N. Engl. J. Med. 298:1~6
- 47) Roman O., Camuzzi A. L., Villalon E. and Klenner C. (1981): Physical training program in arterial hypertension. A long-term prospective follow-up. Angiology 67:230~243
- 48) Salzano J. V., Gunning R. V., Mastopaulo T. N. and Tuttle W. W (1959): Effect of weight loss on blood pressure. J. Am. Diet. Assn. 34:1309~1312
- 49) Sannerstedt R., Wasir H., Hemming R. and Werko L. (1973): Systemic hemodynamics in mild arterial hypertension before and after physical training. Clin. Sci. Mole. Med. 45:145s~149s
- 50) 佐野裕司, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺 剛, 西田明子, 小山内博 (1985): 加速度脈波による血液循環の評価とその応用. 労働科学 61 (3): 129~143
- 51) 清水 明, 荒川規矩男 (1984): 高血圧の運動療法と対肥満療法医学のあゆみ 130 (13): 1081~1084
- 52) 鈴木慎次郎, 大島寿美子 (1977): 高血圧自然発症ラットの血圧に及ぼす運動の影響 (第二報) - 自由運動および強制運動について - 体育科学 5: 89~95
- 53) Stamler R., Stamler J., Riedlinger W. F., Algera G. and Roberts R. H. (1978): Weight and blood pressure-Findings in hypertension screening of 1 million Americans-. J. A. M. A 240(15):1607~1610
- 54) Stokholm K. H., Nielsen P. and E. Quaade F. (1982): Correlation between initial blood pressure and blood pressure decrease after weight loss. Intl. J. Obesity 6:307~312
- 55) 寺沢富士夫, 藤井 潤, 池田正男 (1969): 老年者高血圧症の特徴 日老医誌 6 (1) 65~71
- 56) 戸嶋裕徳, 熊谷英一郎 (1984): 高血圧の治療-減塩療法, 運動療法- 日本臨床 42 (2): 190~196
- 57) Truswell A. S., Kennelly B. M., Hansen J. D. L. and Lee R. B. (1972): Blood pressure of Ikung bushman in Northern Botswana. Am. Heart J. 84(1)5-12
- 58) Tuck M. L., Sowers T., Dornfeld L., Kledzk G. and Maxwell M. (1981): The effect of weight reduction on blood pressure, plasma renin activity and plasma aldosterone levels in obese patients. N. Engl. J. Med. 304:930~933