

軽症高血圧女性に対する運動療法の有用性

—観察期間中の運動療法 vs. 薬物療法+運動療法—

盧 昊成*¹ 田中 喜代次*² 中垣内 真樹*¹ 松下 昌之助*³ 檜山 輝男*⁴

I はじめに

近年、食生活の改善や身体活動の習慣化を基礎とした生活様式 (lifestyle) の適正化は、本態性高血圧 (essential hypertension) 者に降圧効果をもたらす、との報告が多くなされている。高血圧を放置すると脳・心臓・腎臓などに合併症をもたらす可能性の高まることが明らかにされており、その予防・治療あるいは罹患後の管理は、冠動脈疾患や脳血管障害による死亡の抑制のためにも極めて重要である¹⁾²⁾。また、軽症に分類される境界域高血圧であっても、正常血圧に比べるとその危険性の大きいことが指摘されている³⁾⁴⁾。本来、軽症高血圧は標的臓器障害の軽い状態であるため、まずライフスタイルの歪みを是正し血圧をコントロールすると同時に、心血管系危険因子の除去に努めることが大切であろう。非薬物的手段の中でも、運動は単に血圧を下げるのみならず、同時に低体力・高脂血・高血糖・肥満など多くの危険因子状態の是正に寄与する^{5)~9)}ことから、薬物療法にない特長を有する。

血圧測定を繰り返してゆくと、収縮期血圧 (systolic blood pressure) も拡張期血圧 (diastolic blood pressure) も低下することが多い。ある人を高血圧と診断し治療の必要性を決める前には、血圧の高値が持続しているのか、あるいは血圧が上昇傾向なのかを明らかにしておく必要がある⁹⁾。つまり、高血圧に対して薬物治療か非薬物治療かは治療以前の血圧測定値に基づ

いて決まるものであるから、ある程度の監視期間が必要である。その期間中、運動療法を行なうことによって降圧効果が得られることも十分考えられる。仮に降圧効果が顕著でなくても総合的な健康度・体力水準は向上しうる。

II 目的

本研究の目的は、①初診時の軽症高血圧に対して、院内監視型運動療法を施し、観察期間中の非薬物療法の意義を明らかにすること、②軽症高血圧者に対して、運動療法と薬物療法を併用すると、どのような介入効果が得られるかを評価することである。

III 方法

(1) 対象者

対象者は、茨城県内に在住し、運動習慣のない35~57歳の本態性高血圧女性17名で、通院患者 (n=6) のほか、運動療法教室に応募してきた者 (n=11) である。循環器専門病院などにおいて1~4回の受診を経て、医師が降圧薬を処方しなかった8名を運動療法群 (運動群; 48.4±4.0歳, 150.6±6.8 mmHg/91.4±4.0 mmHg) とした。これらは、本人が運動教室への参加意志を持ち、原則としてその主治医が4カ月間降圧薬を処方しない (観察期間とする) ことを承認した者である。

一方、1~7年間にわたって降圧薬を服用し

* 1 筑波大学体育科学系助手 * 2 同助教授・先端学際領域研究センター * 3 東取手病院循環器科医長 * 4 同院長

てきた外来患者で、4週間の観察期間中に拡張期血圧が105mmHg未満の9名を選び、薬物療法+運動療法群（薬物+運動群； 51.4 ± 4.8 歳、 153.0 ± 5.4 mmHg/ 94.4 ± 3.8 mmHg）に分類した。血圧値の推移を検討する際には、運動療法前と運動療法後における降圧剤の服用状況进行分析が必要である。本研究では、研究期間中に投薬内容の変更がなかったことを確かめた。薬物+運動群の服用薬物は、①カルシウム拮抗剤〔ニフェジピン（アダラート）：10 mg/日， $n=3$ ；塩酸シルチアゼム（ヘルベッサ）：30～60 mg/日， $n=3$ 〕，②アンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害剤〔マレイン酸エナラプリル（レニベース）：5 mg/日， $n=2$ 〕，③ β 遮断剤〔塩酸カルテオロール（ミケラン）：5 mg/日， $n=2$ 〕，④交感神経中枢抑制剤〔メチルドパ（アルドメット）：125～250 mg/日， $n=1$ 〕であり、朝1回の服用であった。

すべての対象者は、それぞれの循環器専門医からメディカルチェックを受け、総合所見から二次性高血圧が否定されたWHO分類Ⅰ～Ⅱ期の患者である。対象者に対しては、個別に研究の目的、内容と併せて運動の有効性と危険性についての説明を行ない、研究協力の承諾を得た。

（2）各項目の測定

身体組成は、セルコ製のインピーダンス計（SIF-891）を利用して生体電気抵抗法¹⁰⁾¹¹⁾により評価することとし、体脂肪率や除脂肪組織量を求めた。血清脂質測定のための採血は、12時間の絶食のもとで行なった。総コレステロール（TC）は酵素法（COD-DAOS法）、高比重リポ蛋白コレステロール（HDL-C）は沈殿法（PEG-COD-DAOS法）にて、トリグリセライド（TG）はグリセリン消去法（GPO-DAOS法）により、日立736-60Eを用いて分析した。また、低比重リポ蛋白コレステロール（LDL-C）は、TGが400 mg/dl未満であることを確認した上で、Friedewaldら¹²⁾の式（ $TC - HDL-C - TG/5$ ）から推定値として求めた。なお、ヘマトクリット（Hct）はCoulter Counter S-Plus IIにより自動血球計数器法で分析した。行動体力要素の中

で、敏捷性を反映する反復横とび、平衡性の指標である閉眼片足立ちは、一般的な方法に従って測定した。

血圧は、あらかじめ排尿させ、Riva-Rocci型水銀血圧計（カフ幅12 cm，長さ22 cm）を用い、20～30分の椅座位安静の後に3回実施し、平均値を採用することとした。血圧の測定は運動療法の開始後、1週間ごとに16回にわたって行なった。運動負荷テスト日における血圧の測定時刻は午前9時～10時とした。運動負荷時の血圧の測定には、運動負荷用血圧監視装置（コーリン製STBP-780）を用い、原則として2分間隔で測定した。

（3）運動負荷テスト

自転車エルゴメータ（Monark818E）を用い、最初に0 wattでウォームアップを2分間、以降1分ごとに15 watts（60 rpm一定）ずつ増やす多段階漸増負荷法により、最大運動（symptom-limited maximal work）を行なわせた。

各負荷に対する呼吸循環系諸量の反応はMijnhardt製の代謝測定装置（Oxycon α ）により分析し、換気量、酸素摂取量、二酸化炭素排出量、呼吸交換比などをコンピュータによる自動的演算処理に基づいて出力した。

また、乳酸性閾値（lactate threshold：LT）を決定するために運動中の血液は、各負荷の終了間際（つまり各分の55～59秒）に約1 mlずつ正中肘皮静脈より採取した。LTの決定は対数変換法（log-log transformation法）により行ない、LTに相当する酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2LT}$ ）を求めた。

また、運動終了間際に得られた $\dot{V}O_{2peak}$ を求めた。 $\dot{V}O_{2max}$ が得られたと判定できる例もあったが、本研究では $\dot{V}O_2$ の最大値を $\dot{V}O_{2peak}$ と定義した。

運動中は絶えず心電図、心拍数、血圧などの変化を監視し、臨床的に異常のないことを確かめた。運動負荷テストにおける運動の中止基準は、本人が疲労困憊に達したとの判断で中止を望んだ場合のほか、運動の継続が困難な高度の息切れ、胸痛、顔面蒼白、収縮期血圧の急激な

上昇 (250 mmHg) または負荷中の低下 (10 mmHg以上), 進行性のST低下または上昇 (2 mm以上), 心室性期外収縮の頻発¹³⁾などで医師の判断により運動の継続が危険とされる症状の出現とした。本研究の運動負荷テストでは, 危険な症状の出現は皆無であった。

(4) 運動療法プログラム内容

運動療法プログラム内容は, 高血圧者を対象とした先行研究⁷⁾⁹⁾を参考に, 院内監視型運動として90~120分/日, 平均2日/週, 自己監視型運動として30~60分/日, 平均2~3日/週を作成し, 両者を4カ月間指導した(表1)。自己監視型運動ではLT水準を著しく超えないように指示した。LT水準を運動強度としたのは, より長時間の運動を維持し, 筋細胞内で顕著な代謝性アシドーシスを生起させないことを意図したためである。主な運動内容は, 徒手体操, 固定式自転車駆動, 歩行運動, 無理のないボール運動や筋力運動, ストレッチなどである。

また, 食事・栄養については特に食塩摂取量

表1 監視型運動療法プログラムの内容

1. ウォームアップとしての徒手体操, ストレッチ	15~20 min
2. 連続的な自転車駆動 ¹³⁾ ; 無酸素性閾値水準	30~40 min
3. 筋力強化運動 ²³⁾ , 柔軟運動	20~30 min
4. クールダウン, ストレッチ	10 min

注 1) 血圧と心電図(無線方式)の測定を併行
2) 心拍数のチェックを併行(必要に応じて心電図測定を付加)
3) RPE(自覚的運動強度)のチェックを併行

表2 運動群と薬物+運動群の運動療法に伴う形態および身体組成, 呼吸循環諸量の変化

	運動群 (n=8)		薬物+運動群 (n=9)	
	運動前	運動後	運動前	運動後
形態および身体組成				
年齢, 歳	48.4±4.0		51.4±4.8	
身長, cm	157.6±5.2		152.3±2.8	
体重, kg	57.7±5.6	56.4±6.0	58.6±7.0	57.4±6.9
BMI, kg/m ²	23.2±1.4	22.5±1.6	25.2±2.6	24.8±2.6
体脂肪率, %	30.4±1.9	27.9±2.4*	32.3±3.7	27.3±5.0*
体脂肪量, kg	17.4±2.2	14.0±4.0	19.1±3.9	15.9±4.2
除脂肪体重, kg	40.2±5.4	42.4±5.3	39.4±3.8	41.1±3.4
呼吸循環諸量				
SBP, mmHg	150.5±6.3	141.8±5.9*	153.0±5.4	146.0±4.7*
DBP, mmHg	91.4±3.7	87.4±4.3	94.1±3.6	90.6±13.0*
安静時心拍数, beats/min	76.9±6.7	69.0±9.7*	75.3±9.2	72.0±8.2
$\dot{V}O_{2LT}$, ml/kg/min	13.8±2.9	16.9±2.9*	15.4±3.1	17.2±2.6
$\dot{V}O_{2peak}$, ml/kg/min	23.9±3.3	28.1±2.9*	24.4±6.0	28.4±4.2*
FEV _{1.0} , l	2.48±0.4	2.58±0.4	2.21±0.2	2.21±0.3

* $P<0.05$ SBP: 収縮期血圧, DBP: 拡張期血圧, FEV_{1.0}: 1秒量

を変えないことを基本原則とし, 「食事や日常活動のあり方に関する注意事項, 高血圧に関する知識」といった指導を1カ月間に1~2回の頻度で対象者全員に対して行なった。

(5) データの分析

各検査項目について平均値と標準偏差を求めた。運動療法プログラム開始前と同プログラム終了時の平均値の差の検定は, 対応のあるt-testにより行なった。相関関係はピアソンの相関分析により検討した。統計的有意水準は5%に設定した。

IV 結 果

4カ月間の運動療法前後で測定を行なった結果, 体重はわずかな減少にとどまったが, 体脂肪率は両群とも有意に減少した。

収縮期血圧は運動群と薬物+運動群の両群に有意な低下がみられ, 平均値でみると, 運動群で8.7 mmHg (5.8%), 薬物+運動群で7.0 mmHg (4.6%)の低下を示した。拡張期血圧の低下は薬物+運動群4.0 mmHg (4.4%)と有意であったが, 運動群3.5 mmHg (3.7%)では有意でなかった。図1には, 運動療法前から運動療法後にかけての血圧の個人別の変化を, 第6次米国高血圧合同委員会基準(JNC-VI)⁶⁾による

分類に従って示した。

両群とも血圧が低下し, 正常血圧域の方向に向かって変化した。

安静時心拍数は両群ともに運動開始後徐々に低下し始め, 4カ月後にはE群で有意に低下した(運動群, 10.3%; 薬物+運動群, 4.4%)。

運動療法前後における自転車エルゴメータ負荷テストでの結果, 運動群は $\dot{V}O_{2peak}$ と骨

格筋の有酸素性代謝能力を反映する $\dot{V}O_{2LT}$ に有意な増加、薬物+運動群では $\dot{V}O_{2peak}$ に有意な増加がみられた(表2)。両群ともTCとLDLCは低下傾向を、HDLは上昇傾向を示した。運動群のHctが有意に低下したが、その他はいずれも有意な変化が認められなかった。

運動療法の前と後に

においては立位体前屈のみ一般人の平均値¹⁴⁾とほぼ同じであり、多くの体力項目が運動療法前で普通または劣ると判定された。しかし、運動療法後には運動群の立位体前屈と上体反らし、反復横とび、閉眼片足立ちが有意に増加した(表3)。

V 考 察

高血圧者に対して血圧を下げるという目的には、一般に薬物療法が奨められ、実際に多くの症例でそれが可能である。しかし、薬物療法のみが高血圧に起因する合併症を防いで豊かな生活を営むことに貢献し、生活の質(QOL)を向上させる手段かどうかは明らかでない。身体運動を継続することによって、一部の高血圧者の安静時血圧が改善するとすれば、そのような者に対しては日常生活において運動習慣の形成をいかに確保させるかが重要な鍵となる。たとえば、仮に薬物療法を採用するほど血圧が高くない(高血圧が持続しない)患者であっても、高血圧と診断されることによって不適切なライフスタイルを改善すれば、それは個人の健康利益(health benefit)に結びつくことになる。

降圧薬療法の適応となる血圧値に見解の相違はあるものの¹⁵⁾¹⁶⁾、WHO/ISH⁶⁾やJNC-CI⁶⁾は「血圧が常に150/95 mmHg以上の患者の大部

表3 運動群と薬物+運動群の運動療法に伴う血液成分、体力要素の変化

	運動群 (n=8)		薬物+運動群 (n=9)	
	運動前	運動後	運動前	運動後
血 液 成 分				
総コレステロール, mg/dl	251.1±38.3	220.9±33.0	255.5±45.4	239.9±30.3
HDLコレステロール, mg/dl	57.7±10.8	55.1±11.6	64.1±18.3	64.8±15.4
LDLコレステロール, mg/dl	157.1±28.1	136.6±15.1	169.2±44.8	156.2±26.6
中性脂肪, mg/dl	124.6±46.2	116.0±46.6	110.6±50.7	95.6±46.0
動脈硬化指数	2.72±0.4	2.48±0.4	2.64±1.1	2.41±0.8
ヘマトクリット, %	42.3±1.8	38.4±1.5*	42.5±2.7	41.7±1.9
体 力 要 素				
握 力, kg	27.0±4.9	29.0±4.4	25.1±6.8	26.6±5.3
立 位 体 前 屈, cm	10.5±1.2	13.1±2.8*	10.7±7.8	14.1±5.5
伏 臥 上 体 反 らし, cm	37.6±8.5	45.5±4.6*	34.2±6.2	39.2±10.4
垂 直 跳 び, cm	30.4±6.0	31.0±4.6	28.4±7.7	31.3±6.0
反 復 横 と び, 回	31.3±2.8	35.4±2.7*	30.8±5.0	35.3±2.6*
閉 眼 片 足 立 ち, s	19.2±19.4	41.6±16.7*	18.5±20.5	37.9±15.1*

注 *p<0.05

分は治療すべきであるが、140~149/90~94 mmHgで、他の心血管系疾患の危険因子や標的臓器障害がない場合は非薬物治療を待ってもよい」としている。

従って、軽症高血圧で規則的な運動が可能な場合、降圧薬治療の前段階に非薬物療法の一つとして運動療法を先行させることは適当であると考えられる。また、運動を習慣化させることの狙いは、単に降圧効果を期待するだけではなく、体力の増強、日常生活における行動範囲の拡大を通して真の社会的復帰を達成することである。

そこで本研究では、初診時の軽症高血圧者に対して院内監視型運動療法を指導し、非薬物療法の意義を明らかにすること、および運動療法と薬物療法を併用すると治療中の高血圧者にどのような介入効果が得られるかを評価することを目的とした。

(1) 身体組成

運動療法前において、運動群は標準体重¹⁴⁾を平均4.2 kg (7.3%)、薬物+運動群は平均5.4 kg (9.2%) 上回る肥満傾向者または過体重傾向者であった。運動療法を開始して4カ月間後に体重と生体電気抵抗法から求めた体脂肪量と体脂肪率はそれぞれ運動群で3.4 kg, 2.5%、薬物+運動群で3.2 kg, 5.0%減少し、除脂肪組織量はそれぞれ2.2 kg, 1.6 kg増加することを認

めた。

肥満と高血圧との密接な相関関係は従来より観察されており¹⁷⁾、体重超過の高血圧者の場合、減量すれば心血管系の危険因子も有意に減少する¹⁸⁾という。本研究で採り入れた運動療法では、高血圧者の体脂肪量は明らかに減少するものの、筋肉量は顕著に増加しないと推察できる。従って、標準体重を大きく上回る高血圧者には、定期的な運動によるエネルギー消費量の増大とともにエネルギー摂取量の制限を含んだ適切な減量プログラム（栄養処方）を個人ごとに策定する必要があると考えられる¹⁸⁾。

(2) 血圧

高血圧の予防や改善のための介入手段として、有酸素性運動の有用性が報告され^{7)8)19)~21)}、正常血圧の集団でも収縮期血圧を約 4.4 ± 6.6 mmHg、拡張期血圧を 3.2 ± 3.2 mmHg低下させることになるという指摘²¹⁾がある。

本研究では、運動種目として自転車駆動、速歩、軽球技などを選び、運動負荷テストで得られたLT水準に相当する自覚的運動強度(RPE)、心拍数などを強度の参考基準に設定し、週2回、運動時間90~120分の院内監視型運動療法を4カ月間にわたって行なった。一般に週3~5回の運動が望ましいとされていること

から、週2~3回は自宅で自己統制型運動を実施するよう指示した。個人差はあるが、自己統制型運動の実施頻度は平均3回/週となった。その結果、運動群で収縮期血圧(8.7 mmHg, $P < 0.05$) および拡張期血圧(4.0 mmHg) が低下し、Hagberg²⁰⁾が、高血圧者に対する有酸素性運動の効果について報告した25の縦断的研究をmeta-analysisした結果とほぼ同様であった。

Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group²²⁾は、正常高値の場合には血圧を経過観察し、血圧を下げるための生活様式について指導すべきであって、薬物療法はほとんど必要としないと述べている。つまり、本研究の運動群の場合、高血圧という初期の診断結果があったからといって、すべての者が薬物療法の対象となるわけではないといえる。

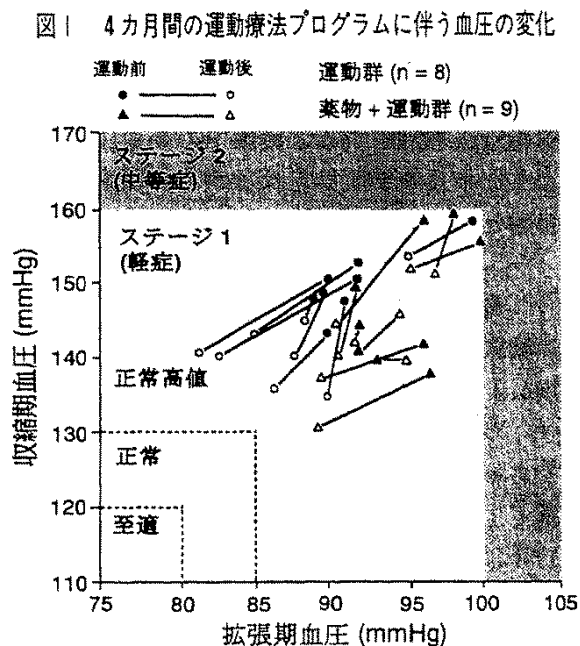
薬物+運動群で収縮期血圧(7.0 mmHg)、拡張期血圧(3.5 mmHg)が有意に低下($P < 0.05$)したことは、拡張期血圧が90mmHg以上の高血圧者を対象に運動と薬物の併用療法により血圧の低下、投薬の種類や量が減少したとするCadeら¹⁹⁾の興味深い報告を支持する結果となった。その降圧幅は大きいといえるが、運動療法そのものによる降圧効果以外に薬物に対する感受性が改善したことも考えられる。

本研究では投薬量や種類を変えない状態で運動療法を事故なく実施できたことから、降圧薬を服用している高血圧者に対しても運動療法を行なうことにより投薬の減量や中止に至らせる可能性の高いことが示唆される。

JNC-VI⁶⁾では、1997年に血圧の分類基準を変更した。この新規分類は、身体への危険度に及ぼす影響力という視点に基づいて作成されたものである。図1に示したように、両群とも収縮期血圧および拡張期血圧の両方または一方が正常血圧域の方向に向かって変化したことから、高血圧の発生危険度、さらには心血管系疾患に至る危険度も改善できたことが示唆される。

(3) 運動耐容能

一般に $\dot{V}O_{2peak}$ の初期値が低ければ運動トレーニング後の改善率は大きいとされるように、



4 カ月間にわたる運動療法後に運動群の $\dot{V}O_{2peak}$ は 23.9 ± 3.3 から 28.1 ± 2.9 ml/kg/minへ、薬物+運動群の $\dot{V}O_{2peak}$ は 24.4 ± 6.0 から 28.4 ± 4.2 ml/kg/minへといずれも有意に上昇した。このことから、本研究で用いた運動療法プログラムは、最大に近い作業時の呼吸循環系機能の向上にも有用であるといえる。

血圧は心拍出量と末梢血管抵抗の積として定義されるが、Clausen²³⁾は、運動プログラムの効果として最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max}$)の増加と末梢血管抵抗の低下が $r=0.87$ の相関関係にあったことを報告している。本研究でも $\dot{V}O_{2peak}$ が顕著に増加したことから、末梢血管抵抗の低下がもたらされ、降圧がみられたものと推測できよう。特に薬物+運動群の6名はカルシウム拮抗剤を服用しており、この場合、運動負荷による血圧の上昇度を抑制するが、心拍数や $\dot{V}O_{2max}$ にほとんど影響を与えないので、本研究のように有酸素性運動を行なう高血圧者には適している²⁴⁾。

運動負荷によって血圧と心拍数を上昇させ、 $\dot{V}O_{2max}$ を低下させるという報告²⁵⁾があるが、 β 遮断剤を服用していた2名においても約3.7 ml/kg/minの上昇が認められた。骨格筋の有酸素性代謝能力を反映する指標であることが示唆されている $\dot{V}O_{2LT}$ も、両群とも有意に増加した。 $\dot{V}O_{2LT}$ や $\dot{V}O_{2peak}$ にみられたような顕著な増加には、運動トレーニングの継続による酸素利用系の適応(骨格筋内のミトコンドリア量、酸化系酵素活性、毛細血管密度などの増加)とそれに付随する乳酸の酸化的除去能の亢進が推察される²⁶⁾。

(4) 血清脂質諸指標および体力テスト

運動はTC, LDLC, HDLCなどの脂質代謝に望ましい変化をもたらすとされており²⁷⁾。冠危険因子の改善に役立つ可能性が高いが、今回の成績では有意な変化は認められなかった。HDLCの改善には運動量(強度×時間×頻度×期間)のさらなる増加が必要と思われる。TCおよびLDLCはほとんど変化がなく、TGは平均値の上で15 mg/dl ($P<0.05$) ほど減少した(表

3)。動脈硬化指数(atherogenic index)は統計学的に有意でなかったものの、運動療法前より運動療法後で低くなった。このことは、一定期間にわたる運動療法の効果によるものと考えられるが、栄養摂取などとの関連分析も必要である。

体力テストの結果、運動療法前ではすべての項目について同性同年齢の標準値¹⁴⁾を下回る者が運動群で6人、薬物+運動群で4人みられたが、運動療法後に運動群で柔軟性としての立位体前屈と上体反らし、敏捷性を反映する反復横とび、平衡性の指標である閉眼片足立ち、薬物+運動群で反復横とび、閉眼片足立ちに有意な向上が認められ、ほとんど全員が標準値を上回るようになった。この向上には体重や体脂肪率の低下および除脂肪組織量の増加が影響を及ぼしていると考えられるが、その他に呼吸循環系機能や神経・筋機能など身体諸機能全般にわたる改善が関与しているものと推察される。

VI ま と め

運動不足状態の高血圧者が適切な院内運動療法プログラムに参加するとともに自己管理のもとで運動を実施すれば、降圧効果が得られ、総合的な健康度・体力水準も改善できたと思われる。また、運動療法がもたらす効果は、総合的にみて薬物の使用・不使用にかかわらず、同等であったことから、運動療法の有用性ならびに運動療法と薬物療法を併用することの有用性が示唆される。このことは、他の有疾病者においても運動の習慣化が健康に有益な効果をもたらすことを示唆するものであり、運動の意義が認められるといえよう。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、メディカルチェックアップ、運動負荷テスト、運動指導の監視など全面的にご協力いただきました東取手病院のスタッフの方々、および筑波大学の大学院生に感謝の意を表します。また、本研究は、平成10年度筑波大学学内プロジェクト「本態性高血圧者

に対する運動療法の有用性」により行なわれた
ものであります。

文 献

- 1) MacMahon S, Peto R, Cutler J et al : Blood Pressure, Stroke, and Coronary Heart Disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure : prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. *Lancet*, 1990 ; 335 : 765-74
- 2) Stamler J, Neaton JD, Wentworth DN : Blood pressure (systolic and diastolic) and risk of fatal coronary heart disease. *Hypertension*, 1989 ; 13 : 2-12
- 3) Kannel WB : Hypertension and the risk of cardiovascular disease. In : Laragh JH and Brenner BM. (ED) *Hypertension : pathophysiology, diagnosis, and management*. New York, Raven Press, 1990 ; 101-117
- 4) Sagie A, Larson MG, Levy D : The natural history of borderline isolated systolic hypertension. Framingham Heart Study. *N Engl J Med*, 1993 ; 329 : 1912-1917
- 5) Guidelines Sub-Committee of the World Health Organization/International Society of Hypertension Mild Hypertension Liaison Committee : 1993 Guidelines for the Management of Mild Hypertension, Memorandum from a WHO/ISH meeting, *WHO Bulletin*, 1993 ; 71 : 503-517
- 6) Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure : The sixth report of the joint national committee on detection, evaluation, and treatment of high blood pressure (JNC-VI). *Arch Intern Med*, 1997 ; 157 : 2413-2445
- 7) 盧昊成, 田中喜代次, 竹田正樹ら : 本態性高血圧症女性に対する運動療法の血圧および活力年齢への効果. *体力科学*, 1996 ; 45 : 91-100
- 8) Nho H, Tanaka K, Kim HS et al : Exercise training in female patients with a family history of hypertension, *Eur J Appl Physiol*, 1998 ; 78 : 1-6
- 9) Tanaka K, Takeda M, Hayakawa Y et al : Aerobic exercise lowers biological age of middle-aged and elderly patients with coronary heart disease or hypertension. In : *Physical Activity, Aging and Sports. Volume III : Towards Healthy Aging-International Perspectives-Part 1. Physiological and Biomedical Aspects*. (Ed) by S. Harris, H. Suominen, P. Era, and W. Harris, Center for the Study of Aging, New York, 1994 ; 235-245
- 10) Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T et al : Validation of body composition assessed by bioelectrical impedance analysis. *Jpn J Appl Physiol*, 1990 ; 20 : 321-330
- 11) Tanaka K, Nakadomo F, Watanabe K et al : Body composition prediction equations based on bioelectrical impedance and anthropometric variables for Japanese obese women. *Am J Hum Biol*, 1992 ; 4 : 739-745
- 12) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS : Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in palasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*, 1972 ; 18 : 499-502
- 13) Lown B, Wolf M : Approaches to sudden death from coronary heart disease. *Circulation*, 1971 ; 44 : 130
- 14) 日丸哲也, 青山英健, 永田 晟 : *健康体力評価・基準値事典*, きょうせい, 1991
- 15) Alderman MH : Blood pressure management : individualized treatment based on absolute risk and the potential for benefit. *Ann Intern Med*, 1993 ; 119 : 329-335
- 16) Swales JD : Guidelines on guidelines. *J Hypertens*, 1993 ; 11 : 899-903
- 17) Langford HG, Davis BR, Blafox D et al : Effect of drug and diet treatment of mild hypertension on distolic blood pressure. *Hypertension*, 1991 ; 17 : 210-217
- 18) 中西とも子, 檜山輝男, 渡邊 寛ら : 運動+食事療法による成人女性の身体組成の変化の妥当性—BI法と皮下脂厚法の比較—. *臨床スポーツ医学*, 1998 ; 15 : 1047-1053
- 19) Cade R, Mars D, Wagemaker H et al : Effect of aerobic exercise training on patients with systemic arterial hypertension. *Am J Med*, 1984 ; 77 : 785-790
- 20) Hagberg JM : Exercise, Fitness, and Hypertension. In : *Exercise, Fitness, and Health : A Consensus of Current Knowledge*. (Ed) by Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR and McPherson BD. *Human Kinetics*, 1990 ; 455-466
- 21) Kelly G, Tran ZV (1995) : Aerobic exercise and normotensive adults : a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 27 : 1371-1377
- 22) Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group : The effects of nonpharmacologic interventions of blood pressure of persons with high normal levels : results of the Trials of Hypertension Prevention, phase I. *J A M A*, 1992 ; 267 : 1213-1220
- 23) Clausen JP : Circulatory adjustments to dynamic exercise and effects of physical training in normal subjects and in patients with coronary heart disease. *Prog Cardiovas Dis*, 1976 ; 18 : 459-495
- 24) Bouckaert J, Lefebvre R, Pannier JL : Effects of diltiazem and atenolol on exercise performance in man. *J Sports Exerc*, 1989 ; 29 : 240-244
- 25) Stewart KJ, Effron MB, Valenti SA et al : Effects of diltiazem or propranolol during exercise training of hypertensive men. *Med Sci Sports Exerc*, 1990 ; 22 : 171-177
- 26) 田中喜代次, 渡邊 寛, 檜山輝男ら : 冠動脈硬化性心疾患患者の活力年齢および院内個別監視型運動療法の効果. *動脈硬化*, 1992 ; 20 : 597-603
- 27) Haskell WL : The influence of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in health and disease. *Acta Med Scand*, 1986 ; 711 : 25-37