

# 運動負荷時の血圧反応からみた高血圧者に対する運動の効果

片岡 幸雄<sup>1</sup>、佐野 裕司<sup>2</sup>、西田 明子<sup>3</sup>、藤田 幸雄<sup>1</sup>、小山内 博<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学教養部、<sup>2</sup>東京大学教養部、<sup>3</sup>東横学園女子短期大学、<sup>4</sup>健康づくり研究会

## Effect of exercise program for the hypertensive on blood pressure during exercise (Case study)

Yukio KATAOKA<sup>1</sup>, Yuji SANO<sup>2</sup>, Akiko NISHIDA<sup>3</sup>

Yukio FUJITA<sup>1</sup> and Hiroshi OSANAI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>The College of Arts and Sciences, Chiba University

<sup>2</sup>The College of Arts and Sciences, University of Tokyo

<sup>3</sup>Toyoko-gakuen Women's Junior College

<sup>4</sup>Study group for Health Development

### Abstract

In order to improve hypertension, two hypertensive middle aged persons participated to Tama Training Program. Heart rate and blood pressure during pedalling exercise were measured through the process of training program to evaluate the improvement of blood pressure due to exercise program. Tama Exercise program consists of jogging and 50 back flexion and 30 back extension. The results obtained as common features in two cases are summarized as follows:

1) Resting blood pressure improved from hypertensive level to normal level by practicing exercise program. Quitting exercise program, however, re-raised blood pressure.

2) Pattern of increasing heart rate and blood pressure during pedalling exercise was remarkably improved by practicing exercise program. Regarding increasing pattern of pulse pressure during pedalling, the response changed from the pattern that increases pulse pressure by elevating systolic pressure to the pattern that increases pulse pressure by declining diastolic pressure with increasing exercise

3) From the above mentioned findings, it can be considered that improvement of blood pressure response during exercise indicates really improvement for hypertension due to exercise program because the depression of increase in systolic pressure during exercise lightens the strain to the vessels.

### はじめに

身体トレーニングが高血圧者の安静時の血圧低下に有効であることが報告されている<sup>(2,4,5,13,15)</sup>。このことは、血圧降下剤の服用について議論のある中・軽症高血圧者の予防と改善を考えるうえで、はきわめて意義のあることである。

身体トレーニングによって安静時の血圧が低下することは、基本的には末梢循環の改善による全身循環のバランスの良好なる方向への改善が起きた結果であると推察される。このことは同時に運動負荷時の循環反応にも良好な変化を期待できると考えられる。しかしながら、この点に関して

は、否定的な報告もみられる<sup>1)</sup>。そこで、本研究では、継続的な身体トレーニングを行って安静時血圧の降下を示した高血圧者の運動に対する血圧の変化について検討した症例報告をする。

## 研究 方 法

対象は東京都立多摩スポーツ会館の利用者であり、みずからの意志で身体トレーニングの実施を希望して来館した中高年高血圧者2名である。対象者は身体トレーニングを開始する前に、健康調査等の問診、形態測定(身長、体重、%fat)、尿検査(潜血、糖、蛋白、pH)、肺機能検査(努力性肺活量、1秒量、その他)、血圧(安静時、深呼吸後、膝屈伸後)、末梢循環検査(加速度脈波)等の多摩スポーツ会館方式ヘルスチェックを受けた。トレーニングの内容は基本的にはランニングを中心に、背そらし及び背のばしの体幹運動である。特にランニングはこれまでの報告<sup>5,10)</sup>から、血圧の降下に有効であることが報告されている。対象者は1-2週間毎にスポーツ相談員による面接をうけた。

血圧の測定は、15-20分の安静の後、日本コーリン社製自動血圧計を用い、次の4種類の条件で測定した。開眼閉口(以下A条件と略す)、閉眼閉口(以下B条件と略す)、深呼吸10回直後(以下C条件と略す)及び膝屈伸20回直後(以下D条件と略す)である。また、負荷時の血圧測定はモナーク社製の自転車エルゴメーターを用いて1段階3分間として、漸増方式で行った。

## 結 果

### 症例1(56歳、男性)

#### 1) トレーニング開始時の状況

当スポーツ会館の健康体力づくり教室の参加を希望して、開始前のメディカルチェックを受けた。問診によると、当時の運動実施状況は毎朝テレビ体操15分、朝夕に犬の散歩で3km歩く程度であった。食生活は肉類を好み、酒は毎日飲んでた。

健康調査では「視力の減退」、「血圧の上昇」をのぞいて他はなし、当日の検査結果は次のとおりであった。身長156.1cm、体重62.0kg、肥満度23%、皮下脂肪厚、腕8.0mm、背15mm、推定体脂肪率13%、尿検査は、潜血、蛋白、糖、いずれもマイナス、pH5、安静時脈拍68拍/分、血圧(収縮期/拡張期)は安静時(A)164/96mmHg(B)164/94mmHg、(C)138/86mmHg、(D)166/92mmHg、1時間後の再検査時(A)150/100mmHg、(B)148/100mmHg、(C)144/98mmHg、(D)178/100mmHgでいずれも高かった。肺機能は努力性肺活量3.26ℓ、1秒率70%、%肺活量は98%、運動器検査(筋、脊椎骨圧痛テスト)では僧帽筋及び脊柱起立筋圧痛程度+、下肢の浮腫+、脊椎骨圧痛点3ヶ所、加速度脈波はD波形で不良、運動負荷テスト(1週間後)では図3に示したように心拍数の上昇にたいして血圧の上昇程度が大きく、心拍数140拍/分前後の水準で血圧は195-200/105-110mmHgまで上昇を示した。この症例に対して、合同トレーニングではなく、自宅トレーニングを勧めた。トレーニングの内容は朝食を抜いて、午前中に30分程度の軽いジョギングを行うことを勧めた。同時に毎月1回の割でカウンセリングを受けることを条件とした。

被験者 Y, X (56歳 男 身長156cm)

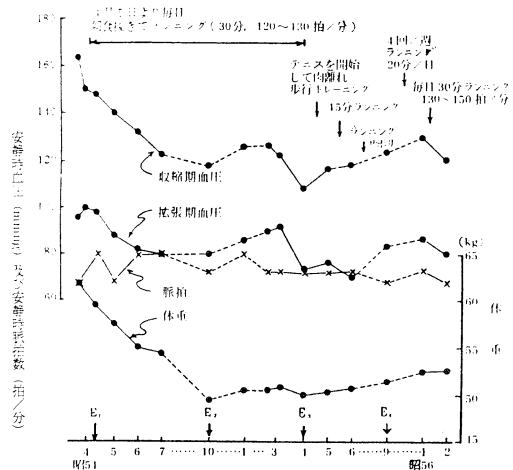


図1 高血圧者のトレーニングに伴う安静時血圧と体重の変化(症例1)

## 2) トレーニング中の経過

図1はトレーニングに伴う血圧と体重の変化を示したものである。4月以来週に6-7回、ジョグ後の脈拍数は120-130拍の強度でジョギングを実施した。10月には、体重は当初64kgから49.8kgまで14.2kg減少した。血圧は118/72mmHgの正常範囲にまで降下を示した。10月以降は冬季でもあり、体重、血圧ともに若干の上昇を示したが、1年後の4月には体重は50kg前後、血圧は108/72mmHgの水準であった。その後、一時、肉離れなどのアクシデントがあって、歩行トレーニングを行ったものの、血圧は116-118/70-76mmHgの範囲を維持した。その後冬季に入ってやや上昇のパターンを示している。体重も同様に微増している。

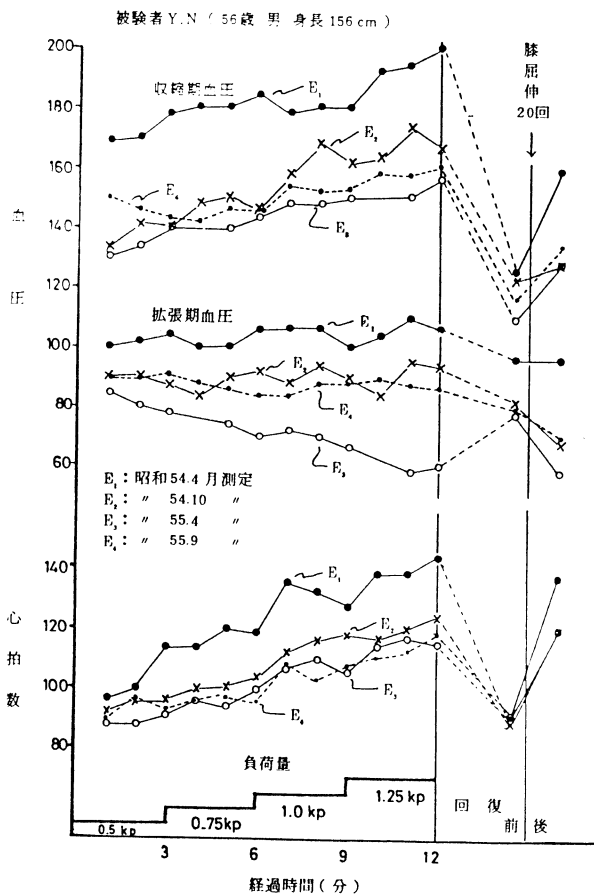


図2 高血圧者のトレーニングに伴う同一運動負荷に対する血圧および心拍数の変化(症例1)

図2はトレーニング実施中に行った自転車エルゴメーター負荷時の血圧と心拍数の変化を示したものである。測定時期は図1に示した(Eサイン)ように比較的季節的に似ている4月と9-10月を選んだ。4回の測定条件はまったく同一であった。しかし、被検者のトレーニング状態が異なっていた。つまりE1-E3まではトレーニングが継続されていた時であり、E4は肉離れのアクシデントで7-9月の夏期にジョギングを中断した後であった。血圧及び心拍数はE1からE3に向かって順次同一負荷に対して低い水準で推移している。なかでも拡張期血圧は負荷の増大につれてむしろ低下を示している。E4では心拍数はE3と殆ど差はないが、血圧ではむしろE2に近くっており、中でも拡張期血圧ではもはや低下の傾向を示していない。自転車エルゴメーター負荷5分後、膝屈伸20回を行ったところ、血圧はE1では収縮期は上昇、拡張期は不変であったが、トレーニングにつれて収縮期血圧の水準は低くなり、逆に拡張期血圧は降下を示すようになった。これらの結果を血圧と心拍数との相対的变化からみると

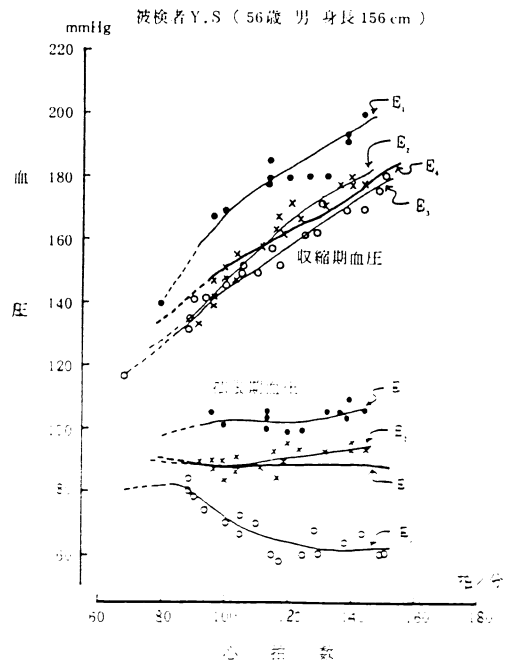


図3 高血圧者のトレーニングに伴う運動負荷時の血圧と心拍数の関係(症例1)

(図3)、トレーニング前では同一心拍数に対する血圧の水準は収縮期、拡張期ともに最も高かったが、トレーニングに伴って、同一心拍数にたいして低い血圧水準で対応していることがわかる。とくに拡張期血圧の低下は明瞭であった。

症例2 (50歳、女性)

1) トレーニング開始時の状況

当スポーツ会館の健康体力づくり教室の参加を希望して、開始前のメディカルチェックを受けた。身長145.3 cm、体重49.1kg、皮脂厚は上腕部25mm、背部23mm、合計48mm、推定% fat 26%、尿検査は潜血、蛋白、糖いづれもマイナス、PH 5。肺機能は%肺活量106%及び1秒率88%でいづれも正常範囲、末梢循環の評価としての加速度脈波は安静時脈拍80拍/分程度の時、[D] 評価で悪い。脊椎骨圧痛テストでは5ヶ所、斜角筋圧痛+で良好ではなかった。当日の血圧はA) 134/104mmHg、B) 134/100mmHg、C) 124/98mmHg、であり、拡張期が高かった。2週間後に再検査の結果、A) 146/100 mmHg、B) 146/108mmHg、C) 138/92mmHg、であり、同様に高い血圧を示したが、深呼吸後の拡張期血圧は前回よりやや低下を示した。30分後の再検査では、A) 158/110 mmHg、B) 150/102mmHg、C) 144/100mmHgであり高い血圧水準が持続した。しかしこれらの期間中の安静時心拍数が100-104拍/分と頻脈であったことからその後経過を観察した。約1ヶ月後、心拍数が80拍/分の時でも血圧はA) 136/98mmHgであり明らかに高かった。しかし本人の申告によると、以前はむしろ低血圧であったという。10ヶ月前から医師から貧血と診断され造血剤を服用しており、問診では愁訴が多く息切れ、疲れ安い、肩が凝る、動機がする、などを訴えた。

この症例は合同トレーニングの参加を許可されたが、要観察グループに編入され、毎週1回の面接、ヘルスチェックを義務づけられた。運動プログラムはジョギング20分、体幹部のトレーニン

グとして、背そらし50回、背のばし30回をゆっくりしたペースで行わせた。症例1の場合と同様に運動の実施は朝食をとらないで行うことを指導した。自宅でのトレーニングの場合も同様の条件で午前中に実施するように指導した。

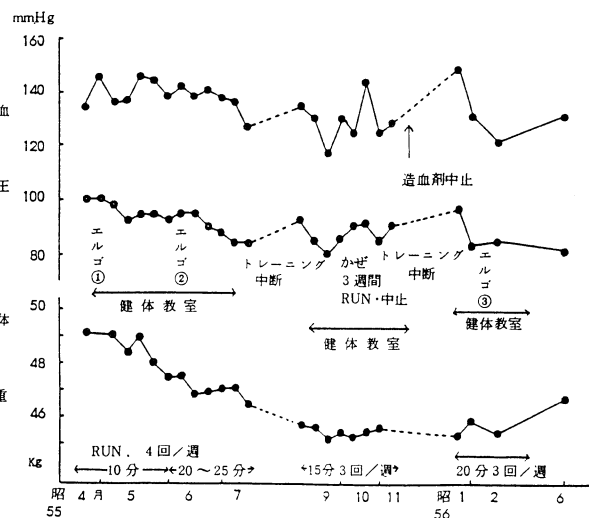


図4 高血圧者のトレーニングに伴う安静時血圧と体重の変化(症例2)

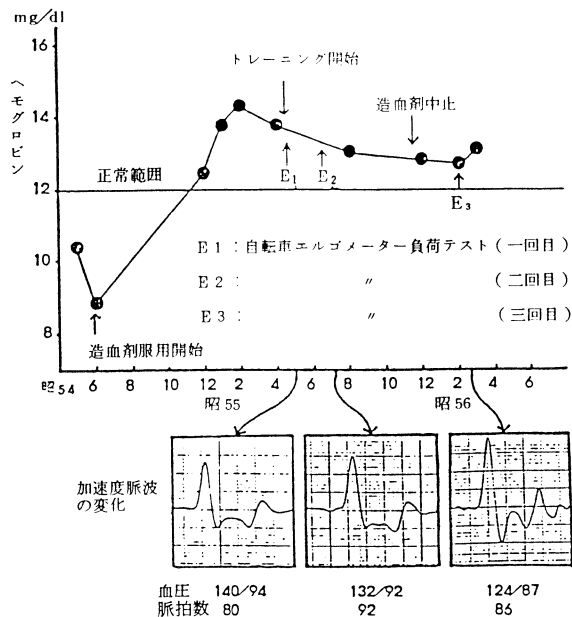


図5 高血圧者のトレーニングに伴うヘモグロビン濃度と加速度脈波の推移(症例2)

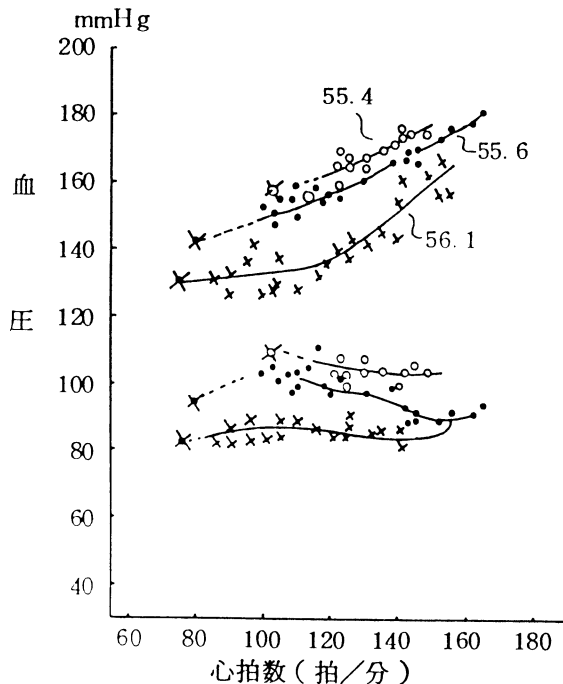


図6 高血圧のトレーニングに伴う運動負荷時の血圧と心拍数の関係 (症例2)

## 2) トレーニング中の経過

図4はトレーニングに伴う血圧と体重の変化を示したものである。週1回のスポーツ会館でのトレーニングを含めて週4回のトレーニングを実施した。第1回目の健康体力づくり教室参加中は体重49.1kgから46.2kgまで減少を示した。体重の減少と対応して血圧、特に拡張期血圧も順次低下を示し、7月には128/84mmHgの正常範囲に低下を示した。血圧はその後トレーニングの中断によって上昇を示すものの、トレーニングの再開によって再び低下する傾向を示している。体重は其间、45-46kgの範囲に安定した。図5はトレーニングに伴うヘモグロビンと加速度脈波の変化を示したものである。ヘモグロビン濃度はトレーニングに伴って順次減少した。トレーニング開始1-2ヶ月間では加速度脈波はD評価であり、未だ末梢循環の改善は認められない。この症例は造血剤の服用がむしろ循環を悪くし、血圧を上昇させたものと考えられる。拡張期血圧も90mmHgの水準を超

えている。しかし第2回目の健康体力づくり教室終了後に造血剤の服用を中断したあたりから、(体重45.5kg、血圧124/87mmHgあたり)、加速度脈波はB評価となり良好な末梢循環を示すようになった。このことはトレーニングに伴う運動時の血圧と心拍数の変化(図6)からもその変化が推察できる。つまり症例1と同じように、3回目の変化では1及び2回目の変化に比して、同一心拍数に対して収縮期、拡張期血圧ともに低い水準で対応できるようになっている。

## 考 察

身体トレーニングによって安静時血圧の降下を示した報告は近年多くみられる<sup>2,4,5,13,15)</sup>。否定的な報告もあるが、大概においては運動は血圧の安定に貢献すると考えてよいであろう。しかしその降下の程度に関しては、被検者側の条件や運動の条件によって大いに異なることはすでに著者らが指摘したところであり、特に運動条件は血圧降下におおきく影響する<sup>10)</sup>。基本的には血圧の降下の程度は運動時間の長さ按比例するといつてよいであろう。本症例において、トレーニング開始3ヶ月間の1週間あたりの運動時間は、症例1では210分、症例2では前半が40分、後半では80分-100分であった。著者らは週2-3回以上、一回あたり15-20分以上、1週間あたりの運動時間では50-60分以上の条件が高血圧者の運動による血圧降下の最小条件となることを報告した<sup>10)</sup>。この条件に照らすと、本症例の条件は血圧降下の条件に適合するものであった。運動の強度についてはランニング後の脈拍数では130拍/分前後であり、高血圧者の一過性の長時間運動<sup>11)</sup>において、またトレーニング効果<sup>10)</sup>の面からも血圧の降下が有効に期待できる強度であったといえる。

体重と血圧の関係をみると運動開始初期では両者は相伴って減少しているが、体重が安定期になると、両者は対応せず、血圧は身体活動の程度と関連する傾向になることは興味深い。これまで

のおおきの報告では肥満高血圧者では運動によって明らかに両者は相関して変化するが、非肥満高血圧者では相関せず、やせ型の人ではむしろ体重が増加しながらも運動によって血圧が降下していることが報告されている<sup>8)</sup>。このことは血圧の降下に運動量が深く関係することを意味している<sup>8)</sup>

身体トレーニングによって安静時血圧が降下しても、運動中にたいする血圧反応は改善されていないとの報告もある<sup>1)</sup>が、このことはトレーニングによってどの程度の血圧の改善を有効とするかの問題である。単に血圧の降下量だけを問題にするのではなく、正常血圧あるいは理想血圧の水準に注目すべきであり<sup>7)</sup>、かつ運動時の血圧の変化や末梢循環の状態<sup>10)</sup>との関係からも吟味すべきであると考えられる。

運動負荷時の血圧反応はトレーニングの経過に伴って、同一負荷に対しては低いレベルで対応するようになり、同一心拍数に対しても血圧は低い水準で対応できるようになる。つまりPRP（収縮期血圧\*心拍数）は低下を示した。また、トレーニングに伴って同一負荷量に対して、同じ脈圧量を確保するのに収縮期血圧を上げて対応する老人型脈圧保持パターン（非鍛練型）<sup>9,12)</sup>からむしろ拡張期血圧を下げて脈圧を確保しようとする若年型脈圧保持パターン（鍛練型）<sup>9,12)</sup>に変化したことは運動による高血圧の改善を評価する場合、興味深い事実である。著者らは<sup>3,6,9,12)</sup>これまで横断的にみた場合、よくトレーニングされた者では運動時の血圧反応は拡張期血圧を低下させて、脈圧を確保しようとするのにたいして非トレーニング者あるいは高齢者では収縮期血圧は上昇させて運動中の脈圧を確保しようすることを報告した。本症例にみられた変化は横断的变化が縦断的变化として認められたことであり、運動負荷にたいする血管系への負担を軽減する方向への変化の現れであると考えてよいものである。また加速度脈波の変化からみても、同時に良好な波形へ変化しており運動によって末梢循環の改善が期待できたことを

想定させるものである。今後、運動負荷時の血圧反応と加速度脈波<sup>10)</sup>の変化の関係から運動による高血圧改善の指標を考えることが必要である。

## 参 考 文 献

- 1) 江橋 博ほか：高血圧症の改善された中高年者における運動時循環調節の機序、体力研究、45、16-34、1980
- 2) 今野広隆ほか：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 1985
- 3) 生山 匡ほか：中高年、青年長距離鍛練者及び一般青年の運動時の血圧変動、体力研究、42、34-45、1979
- 4) 鎌田哲朗ほか：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ころみ—日本医事新報 2815：27-32 1978
- 5) 片岡幸雄ほか：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、1977
- 6) 片岡幸雄ほか：リズム運動によるトレーニングを実施する中年婦人の運動負荷にたいする血圧及び心拍数の変化、千葉体育学研究 3、4-6、1979
- 7) 片岡幸雄ほか：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れん効果—体力研究 51：1-10、1982
- 8) 片岡幸雄ほか：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5報）—降圧効果と体重減少の関係—体力科学 31（6）1982
- 9) 片岡幸雄ほか：安静時並びに運動中の血圧反応に及ぼすエアロビックリズム運動のトレーニング効果、千葉体育学研究 5、14-23、1983
- 10) 片岡幸雄ほか：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 1983

- 11) 片岡幸雄ほか：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、1985
- 12) 小山内博ほか：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、1986
- 13) Roman. O,A. et al: Physical training program in arterial hypertension, A long-term prospective follow-up, Cardiology 67:230～243,1981
- 14) 佐野裕司ほか：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、1985
- 15) 清水 明ほか：高血圧の運動療法と対肥満療法、医学のあゆみ 130（13）：1081～1084、1984

(1991年12月31日受付)