

高齢者の血圧管理における有酸素運動の意義に関する研究

永井 信雄

1 緒 言

血圧は、疾病による上昇のみでなく、日常の生活活動、精神的ストレスなどにより容易に変動する。そのために個人の正しい測定値を得るためには、継続的な長期間の変動を観察する必要がある。これらの正しい血圧測定に関しては、永井¹⁾が種々考察を加えており、身体運動は血圧変動の大きな要因となっており、習慣的な運動は血圧の低下に有効であることを合わせて報告している。

血圧は加齢とともに、収縮期・拡張期血圧が高くなり、その要因として末梢血管抵抗圧の上昇が上げられ、その主因は、末梢血管の動脈硬化による、内径の狭小であることが究明されている²⁾³⁾⁴⁾。血圧が異常に上昇すると、高血圧症と診断され、臨床医学的な治療が必要になり、降圧剤などが処方されることになる。

しかし、末梢血管の狭小は、血流量を低下させ、そのために、体組織への栄養素・酸素の供給量が減少する。生体はこの内部現象に対応し、生理機能の維持のため、心臓の拍出圧を高め、血流量を増加させている。したがって、その生理機能の維持を抑制し降圧をさせることにより、筋肉、大脳などの血流量は減少し、器官は正常な機能を維持できず、行動や情動に異常が認められる結果を招来させている。

さらに近年の高齢者の増加により、血管障害による疾病が増加し、老人医療費補助、介護補助などの国費支出の増大による社会問題が派生し、すでに、老人医療費の引き上げなどの対策が実施されている。

このことから、厚生省においては、成人病とくに虚血性心臓病、脳血管障害の誘因となっている高血圧症、糖尿病、高脂血症などの予防対策として健康づくりのための運動所要量を発表し、運動による健康の維持を推奨している。このことは厚生省が医学的対症療法のみではなく、原因療法としての、運動の効果も認めていることになる。

有酸素運動の呼吸循環系に対する改善効果に関する報告は多い⁵⁾⁶⁾⁷⁾。有酸素運動は、運動強度が低く、運動中にエネルギーの供給が可能であり、長時間安全に運動できる特徴をもつ。厚生省の健康維持の為の運動指針では、20分の歩きの運動を推奨している⁸⁾、最近流行の歩く運動、エクササイズウォーキングである。

本研究は、長期間にわたりジョギングを実施している著者の運動が 有酸素運動に該当しているか、運動量を変化させることによる、血圧への影響などについての検索を試みたものである。

長期間にわたるジョギングの実施はすべて計画的に、科学的な分析を加えながら行われたものではなく、多分に習慣性の強いものであり、結果から推察し判断する面も多分に含まれている。そのうえ対象者が1名であるために、客観性に欠ける面もあるが、高齢者の血圧管理に運動を導入し、成果を得ているので、報告する。

2 方 法

本研究の対象者は69歳の高齢男子である。長期間の血圧測定値に変動をあたえる運動の質と量の関連について検討を加えた。

血圧測定に使用した機器は、家庭においてはオムロン・デジタル自動血圧計・HEM-705CPを使用し、可能な限り機器による記録を残し、旅行などには携帯に便利なシチズン・電子血圧計・CH-301Bにより、また、日常の心拍数の測定は、POLA VANTAGE XL使用し、18時間の動態をモニターし、ジョギング中の心拍数の変動も測定した。ジョギング中の歩数は山佐社製カロリーメートを使用している。

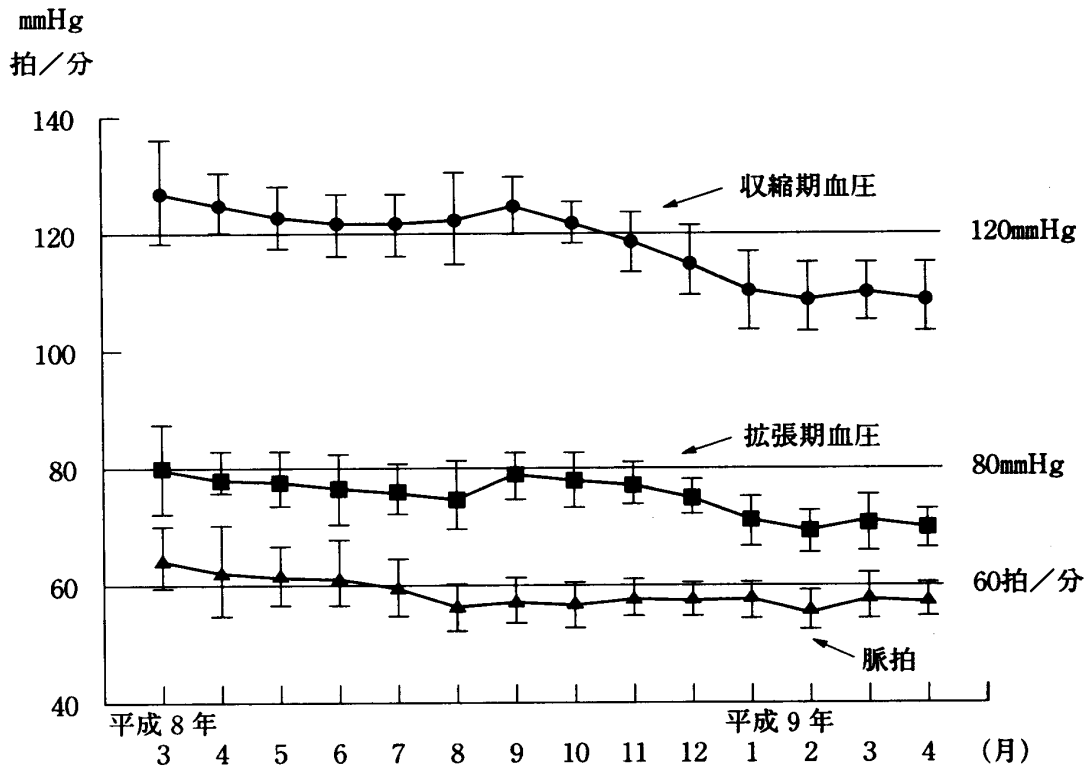
最大酸素摂取量については、自転車エルゴメーターによる漸増法でオールアウトまで追い込み、労研式ガス分析により測定した。68歳の測定値は、コンビ社製・エアロバイク800によるPWC75%HRmaxテストによる測定値である。

測定された数値間の差異はtテストにより、項目間の相関は相関係数を算出し、有意性について検討した。

3 結果と考察

1) 月間の血圧平均値の変動

平成8年3月より平成9年4月までの、13ヶ月間の収縮期血圧平均・拡張期血圧平均及び脈拍平均を図-1に示してある。図から、明らかに平成8年11月より収縮期血圧は120mmHg、拡張期血圧80mmHg以下に下降していることが分かる。血圧平均の高い平成8年9月の収縮期



図一 1 月別血圧・脈拍平均値

血圧平均 $124.6\text{mmHg} \pm 5.19$ 、拡張期血圧 $78.5\text{mmHg} \pm 3.98$ となっており、この値を平成9年1月の収縮期血圧平均 $109.8\text{mmHg} \pm 6.67$ 、拡張期血圧 $70.6\text{mmHg} \pm 4.40$ と比較し、その差をtテストにより検討した結果は、ともに $P < 0.001$ の高い有意性が認められた。このことは、特に薬剤による血圧降下や栄養摂取の配慮などを行わずに、血圧が低下していることから、血圧低下に運動が関与していることが推察できる。

対象者の年齢68歳該当の日本人の平均血圧は、収縮期 154mmHg 、拡張期血圧 87mmHg と比較するといずれの月の測定値も極めて低い値であることがわかる⁹⁾。

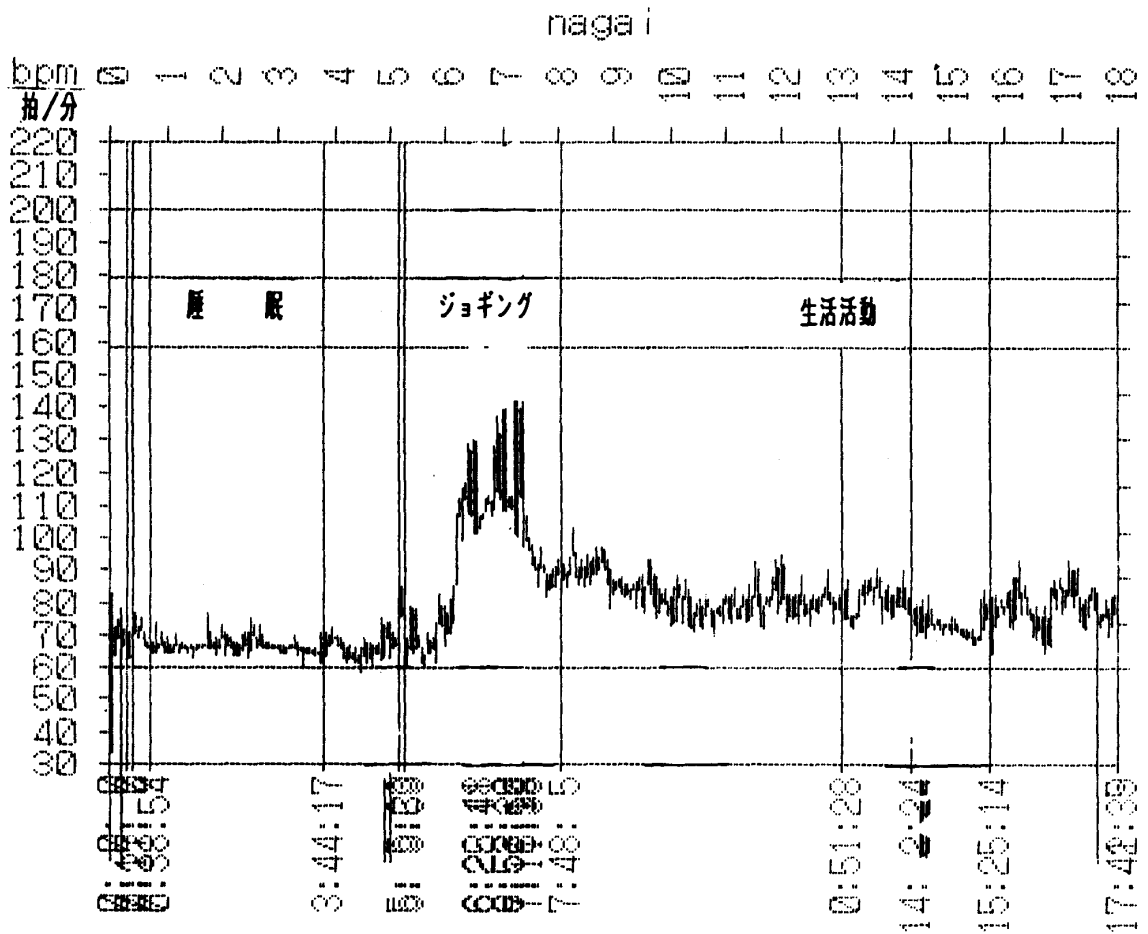
そこで、この血圧低下の原因が運動の質や量によるものであるかの検討が必要になる。

2) 有酸素運動の検討

呼吸循環機能向上に有効な運動は有酸素運動であることは多くの報告により証明されている。そこで習慣的に実施しているジョギングが有酸素運動に適合しているかの検討を試みた。

図一2は平成9年5月26~27日のジョギングを含む、18時間の心拍数の動態を示している。図から、ジョギング中の心拍数は110~140拍/分の間で変動していることが分かる。

有酸素運動の強度は、最高心拍数の55~85%の間にあり、通常個人の推定最高心拍数は、 $\langle 220 - \text{年齢} \rangle$ の式で算出される¹⁰⁾。この式から対象者の推定最高心拍数を算定すると、 $\langle 220 -$



図一2 一日の心拍数の変動
実施日 平成9年5月26～27日

68=152拍/分) となる。この値から、有酸素強度条件55～85%の心拍数を求めると、83.6～129.2拍/分となり、対象者のジョギング中の心拍数は、やや高いことになる。しかし、この推算式は個人の安静時の心拍数に対する配慮が欠如しており、体力の個人差が無視される恐れがある。そこで、対象者の安静時心拍平均約55拍/分を152拍/分から減じ、運動による心拍数の増加を求めると、97拍/分となる。この値の、55-85%は53.4-82.5となり、安静時心拍数にこの値を加えると、55%強度で108.4拍/分85%強度では137.5拍/分となり、対象者のジョギングは、ほぼ有酸素運動強度条件に適合していることが分かる。この算出方法はカルボネン方式と呼ばれている。

さらにこのことについて、エアロバイクの体力テスト時の心拍数からも検討を加えた。体力テストは、PWC75%HRmax強度、すなわち、身体作業能力の75%で行われものであり、この時に得られる心拍数も最高心拍数の75%に相当することになる。テストで得られた心拍

数は、140拍/分である。したがって、最高心拍数は175拍/分となる。この値から、有酸素の強度条件である、 $55 \cdot 85\%$ を求めると、それぞれ96.3拍/分、148.8拍/分となりこの方法においても、対象者のジョギング中の心拍数は、有酸素運動の条件に合致することになる。以上の考察から、習慣的に実施しているジョギングは有酸素運動の範囲にあると判定できる。

体重の減量を求める運動処方は、有酸素運動においての乳酸の発生しない、最大酸素摂取量の50～60%の強度であると言われている¹¹⁾。この強度の運動でのエネルギー供給源は、脂肪質が2/3、糖質が1/3であり、したがって、過剰な脂肪が燃焼され、減量が効果的に行われる。対象者のジョギングは、ほぼ60%の運動強度であることから、脂肪を主として燃焼させていると推定できる。平成9年6～8月の間の対象者の体重平均は $62.5\text{kg} \pm 0.16$ と極めて変動が少ないことから、有酸素運動が体重の維持管理に有効な手段であることも分かる。

さらに、有酸素運動の効果の判定には、通常、最大酸素摂取量の増加が指標とされている¹²⁾¹³⁾。したがって、有酸素運動と証明されたジョギングを、長年にわたり実施している対象者の、最大酸素摂取量は当然一般人と比較し優れていることが予測される。

そこで、過去の最大酸素摂取量、45歳から測定の中絶があるが68歳までの測定値について検討を加えた。その結果を表一1に示した。重要な値は最終の68歳の測定値である。この値をクーパーの体力5段階区分による50歳以上V・非常にすぐれている $43.1\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ と比較して、優れた値であり、30歳未満のV・ $51.6\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ 以上に該当する値である¹⁴⁾。

また、日本人の標準値では¹⁴⁾、68歳 $28.3\text{ml/kg} \cdot \text{min} \pm 5.0$ となっており、対象者の測定値は極めて優れていることが分かる。

68歳の測定値 $61.4\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ は10回測定した平均値であり、誤差は少ないと推定している。この結果から、明らかに習慣的に長期間実施した有酸素運動の効果が実証されていると考察できる。この測定値は対象者の上限であろうと推察され、トレーニングにより何歳までこの

表一1 加齢による最大酸素摂取量の推移

年齢 (歳)	$\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg·min)	測定条件
45	41.4	モナークエルゴ 漸増負荷 オールアウト 労研式ガス分析
46	36.1	同 上
47	38.3	同 上
50	48.2	同 上
51	45.2	同 上
68	61.4	コンピエアロバイク800 PWC75%HRmax

値が維持できるかは、今後の研究課題であり、高齢者のトレーニングによる体力維持の方向を示すものとして意義があると考えている。

さらに、エアロバイクテストにおいて20歳台の負荷強度でも、対象者の判定は6段階評価の、5・すぐれていると判定されていることから、体力の老化を、運動により阻止できる好例になると推察される。

3) 運動量と血圧の相関の検討

図一1によれば、平成8年11月から平均血圧は低下し、以後、平成9年1月～4月までは、ほぼ横這いの状態を示している。

そこで、平成8年10月より9年1月までの運動量を、月別ジョギング時の総歩数で検討を加えた。その結果は表一2に示してある。この結果から、明らかに11・12月は運動量が多いことがわかり、このことが、血圧の低下を招来させているかの検討がさらに必要となる。

そこで、運動量の血圧に対する影響を検索するために、意図的に運動量を減少させること

表一2 ジョギング月別総歩数及び実施回数
平成8～9年

月	総歩数	1回平均	実施回数
10	87,452	14,575.3	6
11	195,468	16,289.0	12
12	266,016	15,648.0	17
1	207,736	15,979.7	13

表一3 月別総走行時間及び平均時間
平成9年

月	総走行時間 (分)	一回平均時間 (分)	標準偏差 (分)	走行回数 (回)
1	846	70.5	27.98	12
2	1198	99.8	29.22	11
3	990	110.2	31.73	9
4	660	110.0	54.57	6
5	274	54.8	26.67	5
6	206	68.7	21.06	3
7	796	88.4	15.76	9
8	890	89.0	28.52	10

を試みた。運動量は、運動の強度、運動実施時間及び頻度の3要素の総合として表される。即ち、最大運動に対する%強度、その強度での運動継続時間、その運動を週何回行うかの頻度、によって決定される。そこで、運動の実施回数を減じ、運動時間を短くし、運動量を3月から6月まで減少させ、血圧に対する影響を観察した。その後、7月から運動量を元の状態に戻している。運動の量を示す月別走行総時間、月別運動の実施回数を表-3に示してある。さらに、平成9年1月から8月までの月別平均血圧の推移を表-4に示してある。

運動の実施回数、月別運動総時間と収縮期血圧と拡張期血圧のあいだの関係を相関係数により検討した。

その結果を図-3、図-4に提示してある。この結果は予測された影響より、さらに明確に出現し、月間総走行時間と収縮期血圧は $P < 0.01$ の負の有意の相関、月別実施回数とは $P < 0.1$ の相関が認められた。このことから、有酸素運動の適合強度における、運動実施時間の長

表-4 血圧・脈拍の月別平均値

平成9年1月~8月

月	収縮期血圧 (mmHg)		拡張期血圧 (mmHg)		脈 拍 (拍/分)		ランニング 回/日
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
1	109.8	6.67	70.6	4.40	57.4	3.34	12/31
2	108.4	5.43	68.5	3.68	55.4	3.04	11/28
3	109.8	5.13	70.3	4.85	58.0	3.91	9/31
4	108.5	5.84	69.1	3.39	57.2	2.99	6/30
5	120.3	7.73	74.9	4.46	55.0	3.98	5/31
6	118.6	4.47	73.4	2.28	53.6	1.51	3/30
7	114.4	6.81	69.1	6.77	56.7	2.47	9/31
8	112.3	6.33	71.5	4.18	57.2	2.40	10/31
平均	112.8	4.31	70.9	2.10	56.3	1.40	8.1/30.4

対象者69歳男子 (9年8月69歳) N.N

<註> 60~69歳平均 収縮期血圧 145.6 拡張期血圧 84.2mmHg

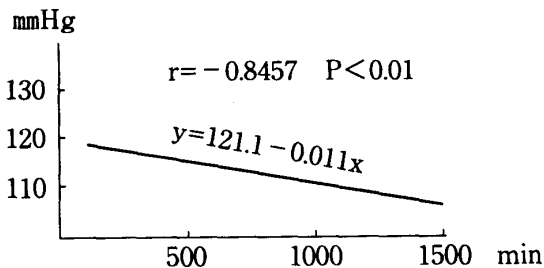


図-3 総走行時間と収縮期血圧の相関

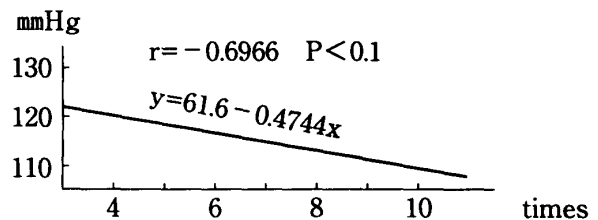


図-4 月別実施回数と収縮期血圧の相関

短、および、実施回数の多少は、血圧の高低に影響を与え、特に、収縮期血圧に有効な効果を与えることが考察された。以上を総括すると、対象者の血圧を安全圏内に管理するための運動量は、月平均実施回数は9回以上、実施時間は900分(15時間)、1回の走行時間は、60～120分の間にあることが判明した。

従来、有酸素運動の効果を検討する運動負荷は、4～8週間の短期間であり長期間にわたる検討は行われていない¹⁵⁾¹⁶⁾したがって、本研究と対比して検討する資料が見当たらないために、独断的考察のおそれもあると推察している。

この強度は長期間の鍛錬された対象者に適合しているものであり、一般の人にはこの強度での運動は推奨できないと思われる。年齢相当の有酸素運動の安全な範囲で、歩き、走りの運動を無理のない継続時間で、楽しんで実施することを推奨する。特に高齢者にこのような血圧管理に効果が認められていることから、有酸素運動の若年からの継続的实施は、運動の習慣化を形成させ、動脈硬化を予防し、成人病の予防対策としてのより高い効果が得られると推察できる。そして、このことは健康科学の生涯学習の実践であると結論づけられる。

4 要 約

以上の研究は、以下のように要約される。

- 1) 対象者の実施しているジョギングは、有酸素運動の量の条件に適合している。
- 2) 運動量が少なくなると、収縮期血圧は有意に高くなることが確かめられた。
- 3) 対象者の有酸素運動の血圧の正常値の維持に対する効果的運動量は、最大運動時の60%強度で、1ヶ月900分(15時間)以上、頻度は1ヶ月9回以上である。しかし、この運動量は鍛錬者に適合されるものである。

以上であるが、対象者はジョギングとともにウエイトトレーニングも実施しているため、有酸素運動と無酸素運動が、相乗的に作用し、血圧の正常値維持に対し好影響を与えていることについても、今後究明する必要がある。

参考文献

- 1) 永井信雄 高齢者の日常生活における血圧及び脈拍変動の諸因子に関する研究 和洋女子大学紀要 第37集 p. 129～141 1997
- 2) 住吉昭信 動脈硬化とは からだの科学 178 日本評論社 p. 14～17 1994
- 3) 渡辺尚彦 血圧はウソをつく ネスコ p. 188～189 1997
- 4) ハロルド・メロヴィッチ 石川 旦ら訳 健康と運動 ベースボールマガジ社 p. 25～27

1993

- 5) K・H・クパー 広田公一ら訳 エアロビクス ベースボールマガジン社 p. 54~55 81~103
1972
- 6) 芳賀脩一 有酸素運動のトレーナビリティ 真興交易医書出版部 p. 109~131 1990
- 7) 伊藤 朗 運動処方 曜曜社出版 p. 96~149 1994
- 8) 厚生省健康増進栄養課監修 日本人の栄養所要量 第一出版 p. 172~175 1994
- 9) 松田幸次郎 生理学体系 III 医学書院 p. 603~606 1969
- 10) AFAA 永井信雄訳 エアロビクス：理論と実際 AFAA JAPAN p. 6~7 1988
- 11) 伊藤 朗 図説・運動生理学入門 医歯薬出版 p. 123~128 1990
- 12) 石井喜八ら 健康運動実践指導者用テキスト 健康・体力づくり財団 p. 144~148 1996
- 13) オストランド 浅野勝巳訳 運動生理学 大修館書店 p. 280~288 1976
- 14) 東京都立大学体育学研究室 日本人の体力標準値 第四版 p. 236~241 1989
- 15) 中嶋英昭 永井信雄 小川新吉 女子学生の持久性トレーニング 体育学研究第19巻第2号
日本体育学会 p. 107~115 1974
- 16) 石河利寛 清水達雄 永井信雄 佐藤 佑 女子大学生における最大酸素摂取量の35、50、65および80%強度でのトレーニング効果について 体育の科学 第2巻 p. 207~217 1974

(本学教授)