

5 分間歩行後における脈拍数・血圧および ダブルプロダクトの変化

—仙台市健康増進センター 750 人の調査—

伊藤 智華*¹, 佐々木裕子*², 無江 季次*³

Changes in Heart Rate, Blood Pressure and Double Products after 5 Minutes Walking
Exercise

— A Study of 750 Persons who visited Sendai Health Promotion Center —

ITOH Chika, SASAKI Yuko, MUE Suetsugu

In this study the relationship between exercise intensity(100m/min) and the hemodynamics(heart rate(HR), blood pressure(BP) and double products(DP)) after 5 minutes of walking was examined in 750 persons(320 males and 430 females, ages between 20 to 58 years old). It was found that increments in heart rate and blood pressure were varied between sexes and among age groups. For both sexes and for each age group no significant difference in increment in HR was found; however, the mean systolic and diastolic BPs significantly increased, especially in elderly women. The DP tended to increase in all age groups and for both sexes but women in their 50s showed higher increases than women in their 20s. This result suggests that 5 minutes walking is sufficient to show an increase in systolic blood pressure(SBP) and DP for older women.

Key words : walking exercise, Heart rate, Blood pressure, Double Products.

要 旨

健康増進施設に運動を目的として訪れた男女を無作為に抽出して、ウォーキング前後の脈拍数、血圧を測定し、その変化から、5分間歩行の各年代における運動強度とその循環動態変化との関係を検討した。その結果、脈拍数、血圧の増加は、性・年齢によって一様ではないことが示された。男女とも各年代で、運動後の脈拍数の変化(ΔHR)に有意な差は見られなかったが、高齢者女性においては血圧を増加させた。5分間歩行は、男性や若年者にとっては、循環

動態を大きく変化させない運動量であったが、50代女性においては、収縮期血圧を増加させ、冠血流量増加の指標であるダブルプロダクトを有意に増加させた。

1. はじめに

近年、生活習慣病予防のための運動として手軽なウォーキングが特に勧められている。日常生活の中での基本動作であるウォーキングの健康維持増進に対する効果は、すでに確認されており¹⁾²⁾、特に中高年者のウォーキングは、最

* 1 仙台市健康増進センター

* 2 仙台大学大学院スポーツ科学研究科福祉学科領域

* 3 仙台大学

初に推奨される運動であるといわれている。しかし、運動を勧める際、中高年者でこれまで運動習慣を持たなかった者や運動不足の者、疾患を有する者に対しては、適切な運動処方あるいは運動強度の設定が必要となる。

運動指導の現場では、一般的な運動強度の設定には、カルボネン法³⁹⁾ $\{(220 - \text{年齢} - \text{安静時心拍数}) \times (\text{パーセント}) + \text{安静時心拍数}\}$ が用いられている⁴⁾。一方、心拍数（以下 HR）と収縮期血圧（以下 SBP）の積であるダブルプロダクツ（Double Products, 以下 DP）は、冠動脈血流量の増加の指標であり、心臓の酸素消費量に比例しているといわれている。すなわち運動前後の DP の変化をみることにより、各人の運動能力をチェックし、また安全に運動が出来るかどうかの判断が可能となることが予測される。

本研究は、健康増進施設に運動を目的として訪れた男女を無作為に抽出して、ウォーキング前後の HR、血圧（以下 BP）を測定し、HR、BP および DP の変化から、5 分間歩行の各年代における運動強度とその循環動態変化との関係をより明らかにすることを目的とした。

2. 対象と方法

(1) 対象

健康増進施設に運動を目的に訪れた 20～58 歳までの男女 750 名（平均年齢 35.6 歳±標準偏差 11.3 歳）を対象とした。

(2) 方法

1) 5 分間歩行

上記の対象者に、室内 150 m トラックで、速度誘導灯（MODEL- BG、セノー社製）を使用し、時速 6km（100m/分）の歩行運動（はや歩きのペースでのウォーキング）を 5 分間行った。トラックの室温は 22 度、湿度は 48～50% に設定した。

2) 身体計測

身長および体重は、ボディーメジャー（TK-I1868c、竹井機器工業社製）で測定した。身長と体重から Body Mass Index (BMI) を求めた。HR と BP は全自動血圧計（BP-203RV II、日本コーリン社製）により、座位で歩行前と歩行直後に測定した。

(3) 検定

5 分間歩行前後に測定した HR、SBP、拡張期血圧（以下 DBP）、DP を男女別、年代別（20・30・40・50 代）4 群に分けて比較した。男女別平均値の比較には、student's t- 検定を

表 1 歩行前の対象者身体状況

人数 (人)	750	320	430
性別	全 体	男 性	女 性
統計量	平均値 (± SD)	平均値 (± SD)	平均値 (± SD)
年齢 (歳)	35.6 (± 11.3)	35.8 (± 11.3)	35.4 (± 11.4)
身長 (cm)	162.6 (± 8.4)	169.7 (± 6.0)	157.3 (± 5.5)
体重 (kg)	59.6 (± 10.8)	67.5 (± 9.4)	53.7 (± 7.5)
BMI	22.4 (± 3.1)	23.4** (± 2.9)	21.7 (± 3.0)
収縮期血圧 (mmHg)	122 (± 16)	129** (± 15)	117 (± 15)
拡張期血圧 (mmHg)	73 (± 31)	76** (± 10)	71 (± 40)
脈拍数 (beat/min)	79 (± 13)	79 (± 14)	79 (± 12)
ダブルプロダクツ	9710 (± 2237)	10207** (± 2411)	9340 (± 2023)

t- 検定 *p<0.05 **p<0.01

用い、歩行前後の差には対応のある t- 検定を、 $p < 0.05$ とした。
 各年代間の比較には Scheffe's F の方法でおこなった。統計解析には、ソフトパッケージ SPSS for Windows を使用し、有意差は

表 2 男女別年代別結果

男性

年代	20 代		30 代		40 代		50 代		分散分析
人数 (人)	119		86		65		50		
統計量	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	
身長 (cm)	171.0	(± 5.2)	171.0	(± 5.4)	168.8	(± 6.3)	165.3	(± 6.2)	**
体重 (kg)	67.3	(± 10.3)	68.9	(± 9.9)	68.4	(± 8.1)	64.1	(± 7.2)	**
BMI	23.0	(± 3.3)	23.5	(± 3.1)	24.0	(± 2.5)	23.4	(± 2.1)	n.s
SBP 歩行前 (mmHg)	127	(± 13.7)	130	(± 14.5)	131	(± 16.2)	128	(± 14.5)	n.s
DBP 歩行前 (mmHg)	73	(± 9.2)	77	(± 9.4)	80	(± 10.8)	77	(± 10.1)	*
HR 歩行前 (beat/min)	81	(± 15.6)	82	(± 14.0)	75	(± 13.4)	75	(± 11.4)	**
DP 歩行前	10269	(± 2468)	10691	(± 2432)	9926	(± 2536)	9593	(± 1899)	n.s
SBP 歩行後 (mmHg)	135	(± 18.0)	137	(± 16.8)	140	(± 20.4)	137	(± 17.1)	n.s
DBP 歩行後 (mmHg)	78	(± 11.5)	80	(± 10.2)	83	(± 11.6)	82	(± 9.5)	*
HR 歩行後 (beat/min)	90	(± 16.1)	88	(± 14.8)	85	(± 13.8)	85	(± 15.1)	n.s
DP 歩行後	12321	(± 3107)	12159	(± 2965)	11965	(± 2760)	11714	(± 2681)	n.s
Δ SBP (mmHg)	9	(± 13.4)	7	(± 14.3)	9	(± 14.0)	9	(± 13.7)	n.s
Δ DBP (mmHg)	5	(± 8.4)	7	(± 8.2)	5	(± 6.8)	4	(± 9.0)	n.s
Δ HR (beat/min)	10	(± 11.1)	6	(± 10.0)	10	(± 10.6)	11	(± 10.1)	n.s
Δ DP	2051	(± 2150)	1468	(± 2234)	2039	(± 1773)	2121	(± 1832)	n.s

分散分析 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

女性

年代	20 代		30 代		40 代		50 代		分散分析
人数 (人)	177		94		94		65		
統計量	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	
身長 (cm)	159.0	(± 5.7)	158.0	(± 5.2)	156.1	(± 4.5)	153.5	(± 4.8)	**
体重 (kg)	53.2	(± 8.0)	53.5	(± 7.8)	54.8	(± 5.9)	54.0	(± 7.7)	n.s
BMI	21.0	(± 2.7)	21.4	(± 2.7)	22.5	(± 2.3)	22.9	(± 3.0)	**
SBP 歩行前 (mmHg)	114	(± 14.1)	118	(± 14.7)	118	(± 14.2)	121	(± 15.0)	*
DBP 歩行前 (mmHg)	67	(± 9.0)	69	(± 8.9)	71	(± 9.0)	72	(± 9.8)	**
HR 歩行前 (beat/min)	80	(± 13.0)	81	(± 11.3)	79	(± 10.8)	77	(± 8.4)	n.s
DP 歩行前	9210	(± 2189)	9603	(± 2015)	9336	(± 1886)	9323	(± 1743)	n.s
SBP 歩行後 (mmHg)	124	(± 14.8)	128	(± 16.2)	133	(± 18.6)	137	(± 18.6)	**
DBP 歩行後 (mmHg)	72	(± 8.9)	75	(± 9.4)	77	(± 10.7)	79	(± 10.6)	**
HR 歩行後 (beat/min)	96	(± 16.2)	95	(± 15.0)	95	(± 14.1)	94	(± 14.3)	n.s
DP 歩行後	12033	(± 2986)	12339	(± 2960)	12797	(± 3177)	12922	(± 3032)	n.s
Δ SBP (mmHg)	9	(± 11.9)	11	(± 12.4)	15	(± 14.2)	16	(± 13.3)	**
Δ DBP (mmHg)	5	(± 7.6)	6	(± 9.2)	4	(± 8.5)	4	(± 7.6)	n.s
Δ HR (beat/min)	16	(± 12.0)	14	(± 12.2)	17	(± 11.2)	17	(± 12.0)	n.s
Δ DP	2823	(± 2187)	2736	(± 2328)	3461	(± 2482)	3599	(± 2544)	*

分散分析 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

3. 結 果

(1) 歩行前の対象者の身体状況

表1に歩行前の対象者の身体状況を示した。男女の年齢の平均はほぼ同じであり、BMIの平均値では男性が有意に高く、女性はややスリムな傾向が見られた。SBPおよびDBPから見るとほぼ正常血圧者が選ばれ、さらにDPの平均値も男性が有意に高値ではあったが、HRに差は見られなかった。

(2) 性・年代別 歩行前後の変化

表2に男女別の歩行前および歩行後のHR、BPおよびDPの変化を年代別に示した。HR、SBP、DBP、DPは、男女とも歩行後に有意 ($p < 0.01$) に増加した。

(3) 性・年代別 変化率

表2に男女別の歩行後の変化 (Δ HR, Δ SBP, Δ DBP, Δ DP)を示した。

(4) 脈拍数

男女とも各年代間でも、歩行後のHRの変化 (Δ HR) に差は見られなかった。

(5) 収縮期血圧および拡張期血圧

男性では、各年代ともSBPおよびDBPが歩行後に増加したものの、年代間の Δ SBPおよび Δ DBPに有意な差は見られなかった。男性のSBPおよび Δ SBPは、各年代間で差は見られなかったが、DBPの増加 (あるいは Δ DBP) は歩行後に有意な差を認めた。

女性では、各年代ともSBPは歩行後増加した。特に、50代女性の Δ SBPは、20代女性に比較して有意 ($p < 0.01$) の増加を示した。DBPは運動後に増加したものの、 Δ DBPは

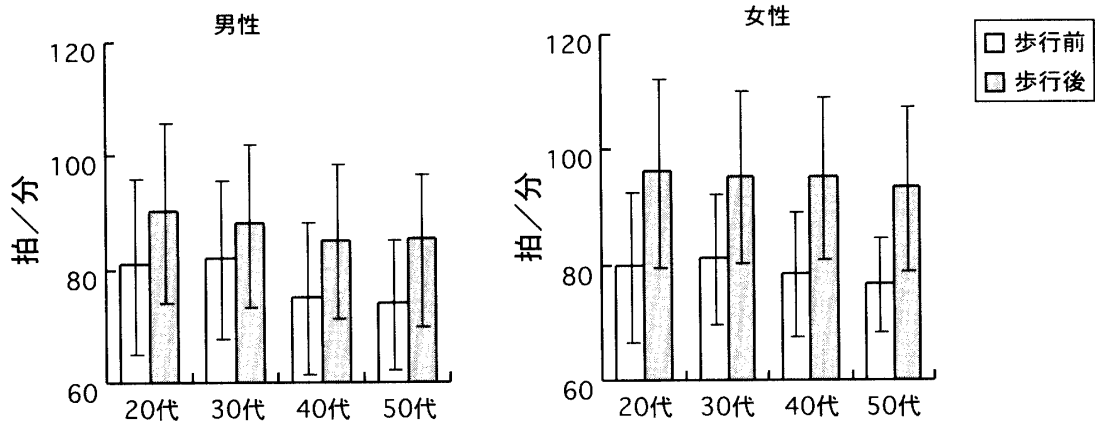


図1 脈拍数の変化

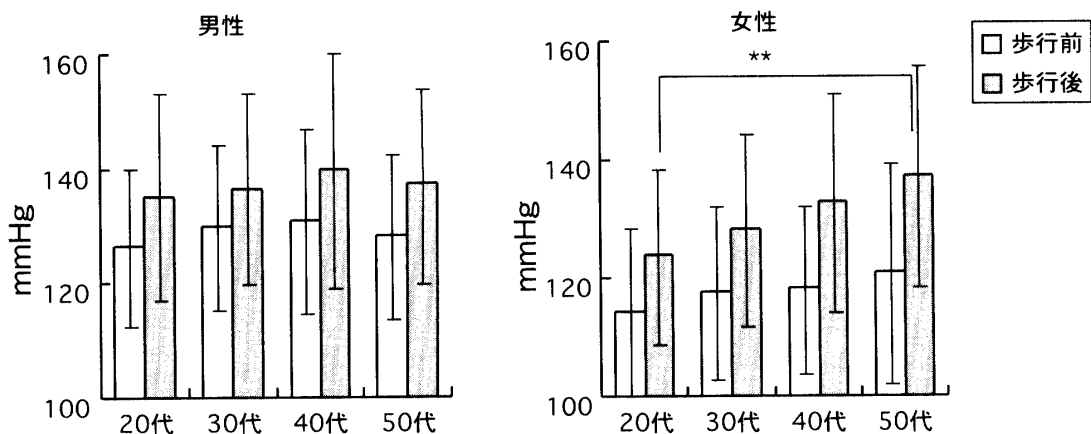


図2 収縮期血圧の変化

分散分析 ** $p < 0.01$

有意の変化ではなかった。

(6) ダブルプロダクツ

男性のDPおよびDPの変化率（以下 Δ DP）は、各年代で歩行後増加したが、有意の変化ではなかった。女性のDPも各年代で運動後増加した。女性の Δ DPは加齢とともに上昇する傾向がみられ、50代女性では20代の女性に比較して有意（ $p < 0.05$ ）に増加を示した。

4. 考 察

本研究において、5分間歩行は、男女とも各年代において、歩行後にHR、BRをそれぞれ増加させた。DPもほぼ全例において上昇が見られ、5分間歩行により冠血流量が増加したことが示唆された。

年代別の分析をすると、5分間という軽い運動を負荷しても、HR、BRの増加は、性・年齢によって様ではないことが示された。特に50代の女性では、SBPが20代の女性よりも有意に増加し、5分間歩行は、この年代の女性の運動としては循環動態を変化させる程度の運動量であったことがうかがわれた。

DBPは、SBPに比較して全年齢において増加が少なく、年代間でも統計的有意差がみられなかった。このことは、5分間歩行は末梢血管抵抗が増加しない程度の運動であったことを示している。すなわち、5分間歩行運動は、等張性運動であり等尺性運動に比べて末梢血管抵抗を増加させにくく⁵⁾、またウォーキングは主として下肢筋群の運動であることが、末梢血管抵抗を減少させたためと考えられる。

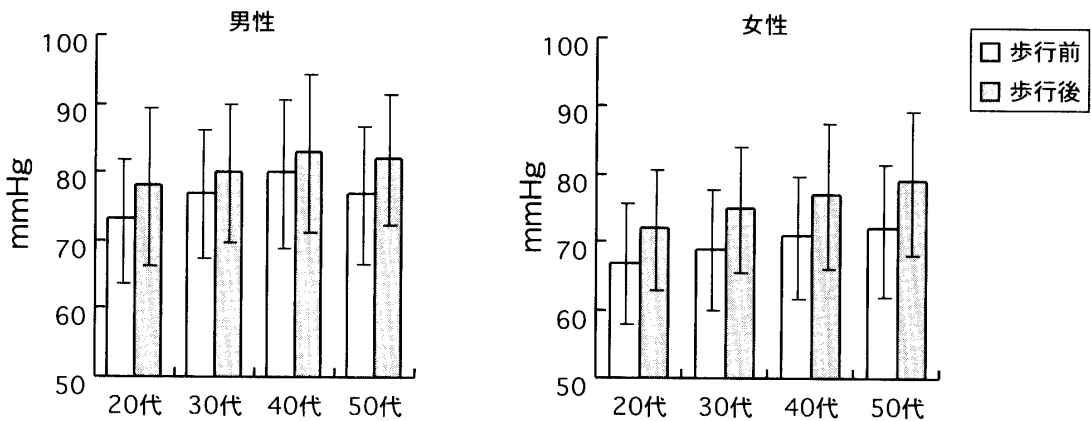


図3 拡張期血圧の変化

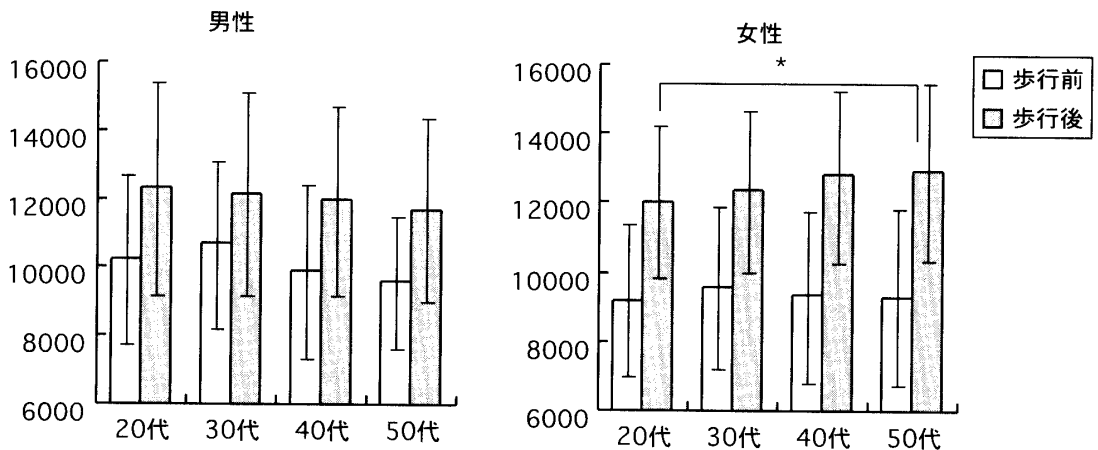


図4 ダブルプロダクツの変化

分散分析 ** $p < 0.05$

DPの変化では、女性が加齢とともに上昇する傾向が見られ、50代が最も増加した。すなわち女性では、運動後のHRの増加が各年代で差がなく、50代女性のSBPのみが20代女性に比較して有意の増加を示した。したがって、このDPの増加はHRの増加よりも、SBPの増加をより反映したものと考えられる。このことから、特に高齢者ではBPの増大を把握せずに、HRのみで運動処方することは問題である⁶⁾と考えられる。特に中高年者ではHRのみの運動処方を行なうと、BPが増大しやすい対象者では危険な場合も考えられた。このように中高年者では、HRより血圧が増大しやすいので、中高年の運動処方や運動強度の設定には、BPを加えることが必要と考えられる。

本研究の対象者は積極的に運動に参加しようという人々がほとんどであり、歩行前の身体状況の平均値から明らかなように、BMIも標準にかかなり近く、ほぼ正常血圧の人々が選ばれた。また、男女とも平均年齢が近いので、次の研究では男女を直接比較することを計画している。

5. 結 語

5分間歩行は、男性や若年者にとっては、循環動態を大きく変化させない運動量であったが、高齢者女性においては、冠血流量増加の指標であるDPを有意に増加させた。このように運動量は各年代ごとにきめ細かに設定することが必要であり、HRのみにて運動強度を設定することは問題があり、BPの測定を加えた新しい運動強度の設定が待たれる。本研究では、運動前後のDPの変化をみることにより、各人の運動能力をチェックし、また安全に運動が出来るかどうかの判断が可能となりうることが示唆された。

【参考・引用文献】

- 1) Hakim AA, et al: Effects of walking on mortality among nonsmoking retired men. *N Engl J Med* 1998; 338:94-99
- 2) 水村真由美 (1998) 歩行習慣と健康, 寿命一歩く習慣のある人の方が健康で長生きである。臨床スポーツ医学 vol.15 No.9 : 975-979
- 3) Karvonen, M.J. et al: The effects of training on heart rate. : A longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 35:307,1957
- 4) 上村史朗, 藤本伸一, 他 : 運動強度の評価を目的とした心拍数利用の妥当性, 臨床スポーツ医学 ; vol. 14, No. 11, 1211-1215, 1997
- 5) 川久保 清, :運動療法処方の実際、高血圧の治療 新しい時代を迎えて *medicana*Vol 34(4) : 620-622.
- 6) 武者春樹、小澤 敦、その他 : 高齢者における心拍数評価, 臨床スポーツ医学 ; vol. 14, No. 11, 1229-1233, 1997

謝 辞

本稿を終えるにあたり、仙台市健康増進センター職員の方々に謝意を表します。

(平成13年11月12日受付,平成13年11月22日受理)