地域在宅高齢者における運動習慣の継続と心拍数の縦断変化

吉田 祐子¹⁾ 熊谷 修²⁾ 杉浦 美穂¹⁾
古名 丈人¹⁾ 吉田 英世¹⁾ 金 憲 経¹⁾
新開 省二²⁾ 渡辺 修一郎³⁾ 鈴木 隆雄¹⁾

EFFECT OF EXERCISE ADHERENCE ON LONGITUDINAL CHANGES IN HEART RATE AMONG COMMUNITY-DWELLING ELDERLY

YUKO YOSHIDA, SHU KUMAGAI, MIHO SUGIURA, TAKETO FURUNA,
HIDEYO YOSHIDA, HUNKYUNG KIM, SHOJI SHINKAI,
SHUICHIRO WATANABA and TAKAO SUZUKI

Abstract

Background: High heart rate (HR) has been associated with an increased risk of cardiovascular disease and mortality due to all causes. The present study was conducted to examine the effect of exercise adherence on longitudinal changes in resting heart rate among a population of community-dwelling elderly.

Methods: The subjects were 133 men and 209 women aged 65 and older who participated in a baseline survey in August 1992 and were subsequently followed annually for 8 years. Resting HR was measured in the sitting position. The independent variable was the longitudinal change in differences of HR (Δ) from 1996 to 2000. Dependent variables were age, heart rate, smoking habit, TMIG index of competence score, and states of exercise adherence during the period 1992-1996.

Results: Multiple regression analysis showed that heart rate in 1996 and smoking in men, and heart rate, TMIG index of competence score, and exercise adherence during the period 1992-1996 in women were significantly associated with longitudinal change in HR.

Conclusion: Exercise adherence reduced the increase in HR of elderly women. These results suggest the importance of exercise adherence in elderly women.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2005, 54: 295~304)

key word : Heart rate, longitudinal change, community-dwelling elderly, exercise adherence

I. 緒 言

わが国の高齢者数は増加の一途をたどり、高齢者の QOL や健康寿命の延伸に関心が向けられている。高齢者の生活機能は体力により規定される部分が大きく、健康で自立した生活を送るためには、体力の維持は欠かせない要素の一つである^{1,2)}。そのため、普段から運動習慣を身につけ身体活動量を高く維持することが重要であり、地域における保健施策の提案にあたっては、高齢期の体力低下を遅延さ

せる手段やシステムの開発が急務である。

これまでの報告では、高齢者の体力指標として、筋力、バランス能力、および、歩行機能などを取り上げ、歩行能力が IADL や死亡の予測因子であること¹⁾、転倒発生の予測因子²⁾であることが確認されており、体力が高齢期における健康状態の予測因子であることが示されている。

一方、体力指標として心拍数もあげられる。心拍数は心肺機能や身体活動量との相関も高く、運動強度の設定などに幅広く用いられている^{3,4)}。また、

¹⁾ 東京都老人総合研究所 疫学・福祉・政策研究グループ
〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2

²⁾ 東京都老人総合研究所 地域保健研究グループ
〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2

³⁾ 桜美林大学大学院 国際学研究科 老年学専攻
〒194-0294 東京都町田市常盤町3758

Department of Epidemiology and Health Promotion, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

Department of Community Health, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

Major in Gerontology, Graduate School of International Studies, Obirin University

高い心拍数が高齢期の心疾患の発生や心疾患による死亡, および, 高齢女性における骨折発生のリスクを高める独立した危険因子であることが示されている^{5~12)}. すなわち, 心拍数は高齢期の健康状態を規定する要因の一つであり, 心拍数の関連要因を探索することは大きな意義があると考えられる.

また, 安静時心拍数は持続的な運動により徐脈化するが, これは運動が自律神経系に作用し副交感神経優位になることに起因することが先行研究で説明されている^{13~18)}. このように心拍数は運動の実施により影響を受けることが報告されている.

しかしながら, 先行研究における健康指標と心拍数の関係についての報告では, 心拍数を独立変数として取り扱っているものが多く^{5~12)}, 加えて, 心拍数の縦断的な変化に及ぼす因子について検討した報告は少ない. 本研究は, 地域在宅高齢者を対象に加齢に伴う心拍数の縦断変化に及ぼす運動習慣の継

続状況の影響について明らかにすることを目的とした.

Ⅱ. 対象と方法

A. 対象

対象は秋田県南外村に在住する65歳以上の高齢者であった. 調査対象である秋田県南外村は県中央の山間にある農村であり, 農業を主な産業としている. 90年の国勢調査に基づく人口は5136名(男性2446名, 女性2690名)であった. 本研究の対象は1992年の6月1日時点で特別養護老人ホーム入所者を除く65歳以上の村内に在住する高齢者934名(男性375名, 女性559名)である. ベースライン調査は1992年に実施され, 同様の調査方法を用いた追跡調査は4年後の1996年, および8年後の2000年に実施された.

ベースライン調査の参加状況と追跡調査時の転帰

Table 1. Number of participants during the follow-up period.

	Men (%)	Women (%)	Total (%)
Baseline survey in 1992 Subjects	375	559	934
Respondents	300 (80.0)	448 (80.1)	748 (80.1)
Follow-up survey in 1996*			
Respondents	230 (76.7)	372 (83.0)	602 (80.5)
Rejects	1 (0.3)	0 (0.0)	1 (0.1)
Institutionalized	10 (3.3)	15 (3.3)	25 (3.3)
Long-term absent	1 (0.3)	4 (0.9)	5 (0.7)
Death (cumulative)	41 (13.7)	39 (8.7)	80 (10.7)
Other, home visit	17 (5.7)	18 (4.0)	35 (4.7)
Short-term absent	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Follow-up survey in 2000*			
Respondents	190 (63.3)	314 (70.1)	504 (67.4)
Rejects	0 (0.0)	1 (0.2)	1 (0.1)
Institutionalized	9 (3.0)	18 (4.0)	27 (3.6)
Long-term absent	3 (1.0)	20 (4.5)	23 (3.1)
Death (cumulative)	98 (32.7)	90 (20.1)	188 (25.1)
Other	0 (0.0)	1 (0.2)	1 (0.1)
Short-term absent	0 (0.0)	2 (0.4)	2 (0.3)
Unknown	0 (0.0)	2 (0.4)	2 (0.3)
Subjects of this analysis	133 (44.3)	209 (46.8)	342 (45.7)

* % = (number followed up/respondents in 1992) × 100

を table 1 に示した。1992年のベースライン調査には同年村内在住の男性375名中300名(参加率80.0%)、女性559名中448名(参加率80.1%)の計748名が参加した。1992年のベースライン調査参加者748名(男性300名、女性448名)における追跡調査参加率は1996年時で男性76.7%(230名)、女性83.0%(372名)、2000年時で男性63.3%(190名)、女性70.1%(314名)であった。ベースライン調査参加者748名の追跡期間中の死亡数は、1996年までに男性41名(13.7%)、女性39名(8.7%)の計80名(10.7%)であり、2000年までには男性98名(32.7%)、女性90名(20.1%)の計188名(25.1%)が確認された。

本研究における分析対象者は、1992年に実施されたベースライン調査参加者748名のうち、1992年から1996年の運動の実施状況が欠測し、また1996年および2000年の心拍数データに欠測値がある402名、ペースメーカー使用者4名を除いた男性133名(平均年齢 73.7 ± 4.2 歳)、女性209名(平均年齢 74.3 ± 4.5 歳)とした。

本研究は、東京都老人総合研究所の長期プロジェクト研究「中年からの老化予防総合的長期追跡研究」の一環として行われており、調査方法、ならびにその項目等については先行論文¹⁹⁾に詳細に記載されている。また、本研究は当研究所の倫理委員会の審査を経て実施され、対象者には研究の主旨と個人情報保護について十分な説明を行い、研究協力の同意を得た。

B. 分析項目

本研究の分析項目は、基本属性として性、年齢、医学的健診項目として、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数、血清アルブミン、総コレステロール、HDLコレステロール、降圧剤の使用状況(あり、なし)、心電図所見(正常範囲、要経過観察、要精査)、身体機能の項目として、握力、通常歩行速度、最大歩行速度を取り上げた。その詳細については先に報告している^{1,2,19,20)}。

また、聞き取り調査項目から、高次生活機能の指標である老研式活動能力指標(13点満点²¹⁾、生活習慣の状況を飲酒状況、喫煙状況、および一日に吸う本数、運動習慣を取り上げ、飲酒状況については「飲む」、「やめた」、「以前から飲まない」、喫煙状況については「吸う」、「やめた」、「以前から吸わない」、

運動習慣については「運動している」「運動していない」に分類し聞き取りを行った。

運動については種目を問わず本人が運動と認識している身体活動とした。また運動習慣についての回答は「運動している」「運動していない」の二つを設けているが、分析にあたり、運動習慣の継続状況を把握するため、1992年、1994年、1996年を通して運動習慣の設問に対して「運動していない」と回答している場合を「運動なし」、「運動している・運動していない」が混在する場合は「運動中断」、1992年から1996年を通して「運動している」と回答があった場合を「運動継続」の3群に再分類し解析を行った。

心拍数は座位にて安静ののち、自動血圧計(日本コーリン、BP-103i)を用いて約5分間隔で二回測定した。測定には、技術経験とともに習熟した看護師があたり、測定には細心の注意を払った。安静状態を考慮し、解析では二回目の測定値を用い解析を行った。

C. 統計解析

1996年における主要変数の比較のうち、質的変数については χ^2 検定、連続量、および1996年から2000年における心拍数の変化量の検定には、運動習慣継続状況(群)を要因とする一元配置分散分析を用い、F値が有意の場合にはLSD法による多重比較検定を行った。1996年から2000年の心拍数の差の検定には群別にpaired T-testを用いた。心拍数の縦断変化に運動習慣が影響するか否かについては重回帰分析を用いて検討した。分析にあたり、従属変数には1996年から2000年までの心拍数の変化量、独立変数には1992年から1996年までの運動習慣の継続状況を取り上げ、さらに、基本属性として年齢、生活機能レベルを調整するため老研式活動能力指標総合点、1996年時点の心拍数の水準の差を調整するために心拍数、交絡因子を調整する目的で、喫煙習慣、降圧剤の使用状況、心電図所見、いずれも1996年時の変数を取り上げた。

心拍数には明らかな性差が認められるため²²⁾、解析は男女別に実施した。統計学的有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

table 2 に主要変数として1996年の年齢, 体格指数, 収縮期血圧, 拡張期血圧, 総コレステロール, HDL コレステロール, 血清アルブミン, ヘモグロビン A1c, 握力, 歩行速度, 老研式活動能力指標得点, 飲酒習慣, 喫煙習慣, 運動習慣, 降圧剤, 心電図所見を示した. 男性の平均年齢は 73.8 ± 4.2 歳, 女性は 74.3 ± 4.5 歳であった.

1996年の各変数を table 3-a, table 3-b に示した. 男性では年齢のみで有意差がみられ, 運動なし群に比べ運動中断群で高かった($p < 0.05$). 女性では, また, 通常歩行速度, および, 最大歩行速度に有意差が見られ, 運動なし, 運動中断に比べ運動継続が高かった(それぞれ $p < 0.05$).

男女別に平均心拍数を群間で比較したところ, 女性のみで有意差が見られた(table 4). 1996年の心拍数は, 運動なし群, 運動継続群に比べ運動中断群で有意に高かった($p < 0.05$). 2000年の心拍数は, 運動継続群に比べ, 運動なし群, 運動中断群で高かった($p < 0.05$).

次いで, 平均心拍数を1996年と2000年で比較すると, 全体の平均心拍数は女性のみで有意差がみられ, 1996年に比べ2000年で高かった($p < 0.001$). また, 運動習慣別に平均心拍数を比較すると, 女性の運動なし群で1996年より2000年が高かった($p < 0.001$).

1996年から2000年における4年間の心拍数の変化量を群間で比較すると, 女性のみで有意差がみられ, 運動なし群(4.3 ± 10.6 拍/分の増加)に比べ, 運動中断群(0.3 ± 10.9 拍/分の減少), 運動継続群(1.2

Table 2. Characteristics for participants in 1996.

	Men (n=133)	Women (n=209)
Age (years; mean $\pm$ SD)	73.8 ± 4.2	74.3 ± 4.5
Body mass index (kg/m^2 ; mean $\pm$ SD)	22.4 ± 2.8	23.1 ± 3.4
Systolic blood pressure (mmHg; mean $\pm$ SD)	142.5 ± 21.9	144.5 ± 22.9
Diastolic blood pressure (mmHg; mean $\pm$ SD)	77.5 ± 10.3	76.5 ± 10.5
Total cholesterol (mg/dl; mean $\pm$ SD)	171.9 ± 31.3	199.9 ± 32.2
HDL cholesterol (mg/dl; mean $\pm$ SD)	50.1 ± 12.7	52.3 ± 13.2
Serum albumin (g/dl; mean $\pm$ SD)	4.02 ± 0.21	4.14 ± 0.20
HbA1c (%; mean $\pm$ SD)	5.7 ± 0.6	5.8 ± 0.7
Hand grip (kg; mean $\pm$ SD)	33.3 ± 6.2	21.2 ± 4.6
Normal walking speed (m/s; mean $\pm$ SD)	1.20 ± 0.22	1.06 ± 0.25
Maximum walking speed (m/s; mean $\pm$ SD)	1.91 ± 0.37	1.57 ± 0.36
TMIG-Index of Competence score (score; mean $\pm$ SD)	12.1 ± 1.3	11.3 ± 2.0
Current drinking (%)		
current	61.7	19.6
past	11.3	4.8
never	27.1	75.6
Current smoking (%)		
current	35.3	1.9
past	28.6	1.0
never	36.1	97.1
Regular physical activity (%)		
sedentary	78.2	83.3
regularly	21.8	16.7
Hypotensive drug use (%)		
use	40.6	41.6
non-use	59.4	58.4
Electrocardiography (%)		
normal	36.1	34.9
need for follow-up	45.9	45.9
need for detailed examination	18.0	19.1

Table 3-a. Comparison of characteristics for men between the groups in 1996.

	State of exercise		
	sedentary (n=94)	sedentary /regularly (n=22)	regularly (n=17)
Age (years; mean $\pm$ SD)	73.2 $\pm$ 3.8	75.5 $\pm$ 6.0	74.9 $\pm$ 3.2 *
Body mass index (kg/m ² ; mean $\pm$ SD)	22.2 $\pm$ 2.8	22.1 $\pm$ 2.8	24.0 $\pm$ 2.8
Systolic blood pressure (mmHg; mean $\pm$ SD)	140.5 $\pm$ 21.7	150.2 $\pm$ 24.9	143.9 $\pm$ 17.3
Diastolic blood pressure (mmHg; mean $\pm$ SD)	76.4 $\pm$ 9.8	80.4 $\pm$ 12.3	79.5 $\pm$ 9.4
Total cholesterol (mg/dl; mean $\pm$ SD)	172.0 $\pm$ 30.5	172.9 $\pm$ 36.1	170.1 $\pm$ 30.7
HDL cholesterol (mg/dl; mean $\pm$ SD)	50.7 $\pm$ 12.9	48.0 $\pm$ 13.0	49.3 $\pm$ 11.7
Serum albumin (g/dl; mean $\pm$ SD)	4.02 $\pm$ 0.21	4.00 $\pm$ 0.25	4.02 $\pm$ 0.15
HbA1c (%; mean $\pm$ SD)	5.74 $\pm$ 0.58	5.61 $\pm$ 0.50	5.66 $\pm$ 0.51
Hand grip (kg; mean $\pm$ SD)	33.5 $\pm$ 6.2	31.7 $\pm$ 6.5	34.1 $\pm$ 5.4
Normal walking speed (m/s; mean $\pm$ SD)	1.22 $\pm$ 0.22	1.10 $\pm$ 0.21	1.21 $\pm$ 0.19
Maximum walking speed (m/s; mean $\pm$ SD)	1.93 $\pm$ 0.38	1.78 $\pm$ 0.34	1.97 $\pm$ 0.32
TMIG-Index of Competence score (score; mean $\pm$ SD)	12.1 $\pm$ 1.2	11.9 $\pm$ 1.7	12.3 $\pm$ 0.8
Current drinking (%)			
current	58.5	63.6	76.5
past	9.6	22.7	5.9
never	31.9	13.6	17.6
Current smoking (%)			
current	36.2	27.3	41.2
past	28.7	22.7	35.3
never	35.1	50.0	23.5
Hypotensive drug use (%)			
use	35.1	54.5	52.9
non-use	64.9	45.5	47.1
Electrocardiography (%)			
normal	37.2	40.9	23.5
need for follow-up	45.7	36.4	58.8
need for detailed examination	17.0	22.7	17.6

*p<0.05 sedentary/regularly>sedentary

±9.8拍／分の減少)で有意に変化量が少なかった (p<0.05)(table 4)。

1996年から2000年の心拍数の変化に運動習慣が関連するか否かを明らかにするため重回帰分析を行った(table 5)。分析モデルの決定係数(R²)は、男性0.270、女性で0.165であった。分析の結果、女性のみで運動習慣が有意な関連を示し(p<0.01)、運動習慣が持続している場合に心拍数の増加が抑制されていた。

Ⅳ．考 察

心拍数は健診などで広く用いられている医学指標であり、測定方法も簡便である。また、心拍数は様々な疾病や死亡の予測因子であり、心拍数の増加に伴いそのリスクは増大することが報告されている^{5~12)}。しかし、心拍数が健康状態を知る上での有用な予測因子であることは報告されているが、心拍数の縦断変化に影響する因子についての報告は少

Table 3-b. Comparison of characteristics for women between the groups in 1996.

	State of exercise		
	sedentary (n=158)	sedentary /regularly (n=30)	regularly (n=21)
Age (years; mean±SD)	74.1±4.4	75.0±5.2	74.6±4.0
Body mass index (kg/m ² ; mean±SD)	23.2±3.4	23.3±3.5	22.5±3.3
Systolic blood pressure (mmHg; mean±SD)	143.5±22.1	150.8±23.7	143.3±27.4
Diastolic blood pressure (mmHg; mean±SD)	75.9±10.3	80.1±11.7	75.3±9.5
Total cholesterol (mg/dl; mean±SD)	200.7±33.6	201.1±28.5	192.1±26.5
HDL cholesterol (mg/dl; mean±SD)	52.6±13.5	49.4±12.1	54.2±12.6
Serum albumin (g/dl; mean±SD)	4.14±0.21	4.14±0.17	4.13±0.18
HbA1c (%; mean±SD)	5.77±0.72	5.75±0.61	5.92±0.81
Hand grip (kg; mean±SD)	20.8±4.6	22.0±5.3	23.1±2.9
Normal walking speed (m/s; mean±SD)	1.04±0.24	1.08±0.29	1.22±0.20 *
Maximum walking speed (m/s; mean±SD)	1.54±0.35	1.57±0.37	1.83±0.32 *
TMIG-Index of Competence score (score; mean±SD)	11.3±2.0	11.2±2.5	11.8±1.1
Current drinking (%)			
current	19.6	23.3	14.3
past	3.8	13.3	0.0
never	76.6	63.3	85.7
Current smoking (%)			
current	1.9	0.0	4.8
past	0.0	3.3	4.8
never	98.1	96.7	90.5
Hypotensive drug use (%)			
use	39.9	46.7	47.6
non-use	60.1	53.3	52.4
Electrocardiography (%)			
normal	37.3	20.0	38.1
need for follow-up	43.7	63.3	38.1
need for detailed examination	19.0	16.7	23.8

*p<0.05 regularly>sedentary, sedentary/regularly

ない。そこで、本研究では、地域に在住する高齢者を対象に縦断的に実施した調査結果をもとに、運動習慣の継続が心拍数の縦断変化に影響するか否かについて検討した。

本研究では、1992年から1996年における4年間の運動状況を把握し、さらにその後4年間の心拍数の縦断変化への影響について検討を行った。その結果、男女ともに全体の平均心拍数は1996年に比べ2000年で高く、加齢に伴い増加を示した。また、運動習慣

の継続状況別に1996年および2000年の平均心拍数、1996年から2000年までの心拍数の変化量を比較すると、女性のみで、群間に有意差が見られた (table 4)。さらに、心拍数の縦断変化と運動習慣の関連を検討するため、心拍数に影響する因子を調整因子として投入し重回帰分析を実施したところ、女性において運動習慣の継続が心拍数の変化量に影響し、運動が心拍数の縦断的な増加を抑制することが示された (table 5)。本研究で得られた結果は、女性において

Table 4. Longitudinal changes of heart rate between 1996 and 2000.

		State of exercise			
		Total (n=133)	sedentary (n=94)	sedentary /regularly (n=22)	regularly (n=17)
Men	1996	70.5±11.5	70.0±10.6	73.5±11.6	69.5±15.4
	2000	72.1±12.0	71.5±12.2	77.1±11.7	69.5±10.5
	Δ	1.6±12.0	1.4±12.3	3.5±10.4	0.06±12.8
		State of exercise			
		Total (n=209)	sedentary (n=158)	sedentary /regularly (n=30)	regularly (n=21)
Women	1996	73.1±10.5	72.8±10.1	77.1±12.0	69.9±9.9
	2000	76.2±12.9	77.1±13.2	76.8±13.1	68.7±8.1
	Δ	3.1±10.6	4.3±10.4	-0.3±10.9	-1.2±9.8

(mean±SD, unit : beat/min)

†††p<0.001 Comparison of longitudinal change in heart rate.

*p<0.05 sedentary/regularly>sedentary, regularly

**p<0.05 sedentary, sedentary/regularly>regularly

***p<0.05 sedentary>sedentary/regularly, regularly

Table 5. Multile regression analysis for differences in heart rate from 1996 to 2000.

	Men	Women
	β	β
Age	0.060	-0.102
Heart rate	-0.440 ***	-0.226 ***
TMIG-index score	-0.020	-0.224 **
Hypotensive drug use	0.053	0.092
Electrocardiography	-0.030	0.119
Current smoking	0.185 *	0.061
State of exercise	0.005	-0.171 **
R ²	0.270	0.165

Relationship of exercise from 1992 to 1996 and the longitudinal change in differences of heart rate(Δ)from 1996 to 2000, adjusted for age, heart rate, TMIG-index score, hypotensive drug use, electrocardiography, and current smoking in 1996.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

過去の運動習慣の継続が、その後の心拍数の縦断変化に作用していることを示した。

本研究では1996年から2000年で縦断的な心拍数の増加が見られた。心拍数と加齢に伴う変化についてはいくつか報告がなされている。1～74歳を対象にした横断研究²²⁾、および、18～79歳を対象にした

横断研究では、加齢に伴う心拍数の変化はないことが報告されている²³⁾。また、10～99歳を対象にした横断研究では、加齢に伴い心拍数は低下することが報告されている²⁴⁾。また、これとは対照的に、64歳以上を対象にした縦断調査では加齢に伴い心拍数は増加することが報告されている²⁵⁾など結果は一

致しない。これは、研究の方法や対象の違いが考えられるが、この点については今後明らかにしていく必要がある。

先行研究によると持続的な運動の継続により、心拍数が低下することが報告されている^{13~18)}。これは持続的な運動が自律神経活動に影響し、副交感神経優位になることに起因する。これら先行研究の多くは、運動強度や頻度、期間を厳密に調整し、一定強度以上の運動条件で実施される laboratory-based による報告が多い。また、自己管理型の運動の影響について報告されている中高年者を対象とした在宅型のトレーニングの実施による検討では、中強度の運動でも心肺機能は改善し、安静時の心拍数は低下することが報告されている²⁶⁾。このように、心拍数の低下には持続的な運動のみではなく、自己管理型の運動でも心肺機能に影響を及ぼすことが示されている。

本研究は長期縦断研究であり、研究のデザインは先行研究と異なる。また、運動の種類や強度、頻度なども一定ではない。しかし、ベースラインの1992年から1996年までの運動習慣の継続状況別に1996年、および2000年の心拍数の差を比較すると、女性においてのみ、運動なし群では心拍数の増加がみられたが、運動中断群、運動継続群では増加は認められず、運動が心拍数の経時的な変化に影響していることが示された。さらに、年齢や心拍数に影響する因子を調整した上で分析を行っても、運動習慣の継続は4年間後の心拍数に影響を及ぼしており、運動の効果は比較的長期にわたり継続することが示された。これは高齢期における運動効果の重要性を示す知見であり、さらに精査する必要がある。

また、心拍数に対する運動の影響は女性のみで確認された。これは、男性に比べ女性の体力レベルが相対的に低く、より効果的に運動の継続状況が心拍数の増加の抑制に作用したことが考えられる。本研究では、運動の継続状況別に体力指標についても比較を行った。その結果、女性における歩行速度は、運動なし群、運動中断群に比べて運動継続群で高い値を示したが、男性ではこの差は認められなかった。つまり、本研究で用いた運動習慣は女性での加齢に伴う体力低下を抑制できる運動強度であり、よって、女性で見られたような運動効果を男性で得るためには、さらに強度や頻度の高い運動の実施が必要であ

ることが考えられる。この点については今後検討すべき点である。

他方、男性では、ベースラインの喫煙状況が心拍数の変化に影響しており、喫煙がある場合に心拍数の増加を抑制していた。一般的に喫煙により心拍数は影響を受け、安静時心拍数は非喫煙者より喫煙者で高い^{22,27,28)}という本研究の結果とは対極の報告が多い。喫煙に伴う心拍数の増加については、エピネフリンの増加や β -adrenoceptor の低下²⁹⁾、交感神経活動の増加や副交感神経活動の低下など、喫煙により心拍調節機能が鈍化することに起因すると報告されている。また、喫煙による死亡リスクの増加はこの心周期のアンバランスにより引き起こされるなど³⁰⁾、喫煙が心機能に悪影響を及ぼすことが報告されている。喫煙が心拍調節機能に何らかの影響を及ぼしていることが考えられるが、本研究の結果の機序について言及することは難しい。

本研究の限界点についてであるが、まず、心拍数は服薬や心疾患などにより影響を受けたため、それらのケースを排除して解析を実施することが望ましい⁷⁾。しかし、高齢者は降圧剤使用や不整脈などのケースが非常に多く、本研究では、降圧剤使用者、不整脈者などは除かず、分析にあたっては調整因子として降圧剤使用の有無、さらに、健診における心電図所見を投入した上で解析を行った。

次に、対象地域では1996年から栄養に関する介入事業を実施し、介入により地域の栄養状態は改善している。このことをふまえると保健行動の変化による体力レベルの変化も考えられるが、介入の内容は一部の高齢者に講話を開くなど軽度なため、本研究における解析ではその影響はわずかであると考えられる。

また、運動強度についてであるが、本研究で用いた運動習慣は、面接調査において回答者本人が「運動」と自覚するものとし聞き取りを実施した。本研究では、散歩・体操についても「ふだん散歩や軽い体操をしていますか」と別項目で聞き取りしているが、本研究の「運動習慣」には含まれていない。同地区を対象に実施された先行研究³¹⁾によると、聞き取り調査から「散歩・体操」群、「スポーツ」群、「運動なし」群を分類し、各種運動能力テストの結果を合算し算出された得点を比較している。その結果、「スポーツ」群でその得点は最も高く、「運動なし」

群と「散歩・体操」群では、有意な相違がみられないことが報告されている。これらの結果から、本研究における「散歩・体操習慣」は体力に影響しない強度と判断し、身体活動の強度を一定レベル以上にするため「運動習慣」には含まずに解析を行った。

また、運動の内容であるが、1992年の運動の内容は87%がゲートボールであり、半数が週に2～4日の運動頻度であると報告されている³¹⁾。このように、本研究の運動は、種目、強度、頻度ともに一定ではないが、運動の効果が確認され、長期的な運動の継続がその後の心拍数の増加を抑制したことが考えられる。

V. 結 語

本研究の結果、女性のみで長期的な運動の継続は其後の心拍数に影響し、運動の効果は比較的長期にわたり持続することを示していた。地域に在住する高齢者を対象にした健康促進活動の展開には、運動は欠かせない取り組みの一つである。本研究の結果は、心拍数を指標とした高齢期の健康の維持には運動が重要であることを再現し、高齢期の健康の維持には運動を積極的に取り入れていくことの重要性を示すものであった。また一方で、女性で認められた運動の効果が男性ではみられないことから、男性高齢者においては一定強度以上の運動実施が必要であることが考えられた。本研究で得られた心拍数を指標とした運動習慣の影響については、今後介入研究により検証していく必要がある。

謝 辞

本研究は東京都老人総合研究所プロジェクト「中年からの老化予防総合的長期追跡研究」の一環として行われた。本研究の実施にあたり秋田県南外村の皆様、また、東京都老人総合研究所疫学・福祉・政策研究グループ、地域保健研究グループの方々、他関係者各位に感謝申し上げます。

(受理日 平成17年5月16日)

参 考 文 献

- 1) 杉浦美穂, 長崎 浩, 古名丈人, 奥住秀之, 地域高齢者の歩行能力—4年間の縦断変化—, 体力科学, (1998), 47, 443-452.
- 2) Takao Suzuki, Hideyo Yoshida, Hunkyung Kim, Walking speed as a good predictor for maintenance of I-ADL among the rural community elderly in Japan :

- A 5-year follow-up study from TMIG-LISA. Geriatrics and Gerontology International(2003) 3, S1-S82.
- 3) Strath SJ, Swartz AM, Bassett DR Jr, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. Med Sci Sports Exerc(2000) 32, S465-70.
- 4) American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Med Sci Sports Exerc(1998) 30, 975-91.
- 5) Seccareccia F, Pannozzo F, Dima F, Minoprio A, Menditto A, Lo Noce C, Giampaoli S. Heart rate as a predictor of mortality : the MATISS project. Am J Public Health(2001) 91, 258-63.
- 6) Fujiura Y, Adachi H, Tsuruta M, Jacobs DR Jr, Hirai Y, Imaizumi T. Heart rate and mortality in a Japanese general population : an 18-year follow-up study. J Clin Epidemiol(2001) 54, 495-500.
- 7) Kado DM, Lui LY, Cummings SR ; Study Of Osteoporotic Fractures Research Group. Rapid resting heart rate : a simple and powerful predictor of osteoporotic fractures and mortality in older women. J Am Geriatr Soc(2002) 50, 455-60.
- 8) Benetos A, Thomas F, Bean K, Albaladejo P, Palatini P, Guize L. Resting heart rate in older people : a predictor of survival to age 85. J Am Geriatr Soc(2003) 51, 284-5.
- 9) Chang M, Havlik RJ, Corti MC, Chaves PH, Fried LP, Guralnik JM. Relation of heart rate at rest and mortality in the Women's Health and Aging Study. Am J Cardiol(2003) 1, 1294-9.
- 10) Perk G, Stessman J, Ginsberg G, Bursztyn M. Sex differences in the effect of heart rate on mortality in the elderly. J Am Geriatr Soc(2003) 51, 1260-4.
- 11) Benetos A, Rudnichi A, Thomas F, Safar M, Guize L. Influence of heart rate on mortality in a French population : role of age, gender, and blood pressure. Hypertension(1999) 33, 44-52.
- 12) Reunanen A, Karjalainen J, Ristola P, Heliovaara M, Knekt P, Aromaa A. Heart rate and mortality. J Intern Med(2000) 247, 231-9.
- 13) Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A, Onodera S. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. Med Sci Sports Exerc(2001) 33, 1496-502.
- 14) Wilmore JH, Stanforth PR, Gagnon J, Rice T, Mandel S, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C. Heart rate and blood pressure changes with endurance training : the HERITAGE Family Study. Med Sci Sports Exerc(2001) 33, 107-16.
- 15) A. Levy WC, Cerqueira MD, Harp GD, Johannessen KA, Abrass IB, Schwartz RS, Stratton JR. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. Am J Cardiol.

- (1998) **15**, 1236-41.
- 16) 山元健太, 高橋康輝, 吉岡 哲, 小野寺 昇, 宮地元彦, 持久的トレーニングに伴う安静時徐脈と自律神経系調節との関係, 体力科学, (2001), **50**, 613-624
 - 17) Leicht AS, Allen GD, Hoey AJ. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during rest and exercise. *Can J Appl Physiol*(2003) **28**, 898-909.
 - 18) Gregoire J, Tuck S, Yamamoto Y, Hughson RL. Heart rate variability at rest and exercise : influence of age, gender, and physical training. *Can J Appl Physiol*. (1996) **21**, 455-70.
 - 19) 柴田 博, 鈴木隆雄, 下中順子, 中年からの老化予防プロジェクト (TMIG-LISA) の概要, 中年からの老化予防・総合的長期追跡研究 (TMIG-LISA), 東京都老人総合研究所, (1997), 9-21.
 - 20) 古名丈人, 長崎 浩, 伊藤 元, 橋詰 謙, 衣笠 隆, 丸山仁司, 都市および農村地域における高齢者の運動能力, 体力科学, (1995), **44**, 347-356.
 - 21) 古谷野 亘, 柴田 博, 中里克治, 芳賀 博, 須山靖男, 地域老人における活動能力の測定 老研式活動能力指標の開発, 日本公衆衛生雑誌, (1987), **3**, 109-114.
 - 22) Gillum RF. Epidemiology of resting pulse rate of persons ages 25-74 data from NHANES 1971-74. *Public Health Rep*(1992) **107**, 193-201.
 - 23) Monahan KD, Dinunno FA, Tanaka H, Clevenger CM, DeSouza CA, Seals DR. Regular aerobic exercise modulates age-associated declines in cardiovagal baroreflex sensitivity in healthy men. *J Physiol*. (2000) **1**, 263-71.
 - 24) Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate : relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol*(1998) **1**, 593-601.
 - 25) Tasaki H, Serita T, Irita A, Hano O, Iliev I, Ueyama C, Kitano K, Seto S, Hayano M, Yano K. A 15-year longitudinal follow-up study of heart rate and heart rate variability in healthy elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*(2000) **55**, 744-9.
 - 26) Marshall P, Al-Timman J, Riley R, Wright J, Williams S, Hainsworth R, Tan LB. Randomized controlled trial of home-based exercise training to evaluate cardiac functional gains. *Clin Sci*(2001) **101**, 477-83.
 - 27) Gerhardt U, Hans U, Hohage H. Influence of smoking on baroreceptor function : 24 h measurements. *J Hypertens*(1999) **17**, 941-6.
 - 28) McVeigh GE, Morgan DJ, Finkelstein SM, Lemay LA, Cohn JN. Vascular abnormalities associated with long-term cigarette smoking identified by arterial waveform analysis. *Am J Med*(1997) **102**, 227-31.
 - 29) Laustiola KE, Kotamaki M, Lassila R, Kallioniemi OP, Manninen V. Cigarette smoking alters sympathoadrenal regulation by decreasing the density of beta 2-adrenoceptors. A study of monitored smoking cessation. *J Cardiovasc Pharmacol*(1991) **17**, 923-8.
 - 30) Srivastava R, Blackstone EH, Lauer MS. Association of smoking with abnormal exercise heart rate responses and long-term prognosis in a healthy, population-based cohort. *Am J Med*(2000) **109**, 20-6.
 - 31) 衣笠 隆, 長崎 浩, 地域高齢者の余暇身体活動と健康状態及び機能的状態との関連, 中年からの老化予防・総合的長期追跡研究 (TMIG-LISA), 東京都老人総合研究所, (1997), 59-72.