

る自動車改造に関する陸運局認可の制限があつて、これまで障害者用自動車の開発や普及を遅らせてきた。そのために、障害者個々の障害特性に対応した改造システムとなっていないのが現状である。また、自動車改造やチェックに対して助言できるリハビリテーションスタッフも少なく、そのほとんどが各都道府県の公安委員会で行う適性試験による判定に委ねられる。公安委員会で行われている適性試験も合否の判定基準が各地区により異なり、高次脳機能障害者などで身体機能障害がない場合は、チェックできずに免許更新が簡単にできている。

今後、より安全な自動車運転機構の開発と身体機能の状態に適合した自動車改造の処方や、脳血管障害者に見られるような高次脳機能障害、高齢者を含む痴呆者の評価チェック基準を見直す必要がある。安全に運転するという観点から、再度、警視庁、各都道府県公安委員会、リハビリテーションを中心とする医療部門のスタッフによる運転能力の可否を、明確に判断する

研究機関が必要である^{3,7,8)}。

文 献

- 1) 橋倉一裕：日本の免許制度について。総合リハ3：539-545, 1975.
- 2) 森 尚雄：自動車運転のために運転能力判定用機器開発に関する研究報告書。日本自動車工業会交通対策委員会・編、日本自動車工業会、東京、1975.
- 3) 畑中伸三：障害者ドライビング周辺の法知識。理・作・療法19：359-368, 1985.
- 4) 中村 雄：Driver Training. 理・作・療法7：730-734, 1973.
- 5) 初山泰弘：身体障害者と自動車。総合リハ9：783-789, 1981.
- 6) 土嶋政宏：身体障害者自動車の改造。理・作・療法17：349-351, 1983.
- 7) 土嶋政宏：自動車運転のシミュレーション訓練。日本義肢装具学会誌15：304-308, 1999.
- 8) 大喜多潤：障害者ドライビングの問題点。理・作・療法19：369-376, 1985.

地域在宅高齢者の身体栄養状態の低下に関連する要因

熊谷 修^{*1}, 柴田 博^{*2}, 湯川 晴美^{*3}

^{*1} 東京都老人総合研究所地域保健研究グループ, ^{*2} 桜美林大学大学院, ^{*3} 國學院栃木短期大学

Predictors of Nutritional Decline in Well-nourished Community-living Elderly People

Shu Kumagai^{*1}, Hiroshi Shibata^{*2} and Harumi Yukawa^{*3}

^{*1} Community Health Research Group, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology :

^{*2} Obirin University Graduate School ; ^{*3} Kokugakuin Tochigi Junior College

The predictive factors of nutritional decline in well-nourished functionally competent community-living elderly people were investigated, based on a two-year longitudinal study (1994-1996). The subjects were well-nourished, with a mean serum albumin level > 4.0g/dl (men, 4.17g/dl; women, 4.25g/dl), and functionally competent elderly people (61 men and 194 women) aged 67 years and over (mean age, 72.3 years) living in a rural area (Nangai village, northern Japan). Potential confounding factors were simultaneously investigated at the baseline, and predictive factors for serum albumin decline ($\geq 0.2\text{g/dl}$) over the 2-year study were subjected to a multiple logistic regression analysis.

The respective average levels of serum albumin decline for the men and women were 0.08 and 0.10g/dl over the 2-year period. The decline of serum albumin was positively and independently associated with hospitalization within one year (3.16 relative risk (RR), 95% confidence interval (CI); 1.13-8.81, a fall within one year (2.21 RR, 95% CI; 0.89-5.45), a low level of leisure-time activity (never or sometimes, 2.17 RR, 95% CI; 0.98-4.82), and limitation to high-level functional capacity (instrumental self-maintenance score < 5; subscale of Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence, 2.68 RR, 95% CI; 0.95-7.77). These four factors had a synergistic effect on the serum albumin decline; relative to the reference group with no one applicable factor, RR of the groups with at least one and two applicable factors were respectively 1.83 (95% CI; 0.76-4.42) and 7.12 (95% CI; 2.41-21.01), after adjusting for potential confounders.

The results suggest that physical inactivity accelerated the decline of nutritional status with advancing age in well-nourished functionally competent community-living elderly people.

Jpn. J. Nutr. Diet., 63 (2) 83~88 (2005)

Key words : longitudinal study, albumin, nutritional decline, functionally competent elderly person

はじめに

高齢期は、本質的に疾病とは全く異なる身体変化である老化によってもたらされる身体機能の低下が、健康状態に大きな影響を及ぼす。老化の進行には、身体的、および社会心理学的要因が関連している。地域高齢者の縦断研究^{1,2)}は、身体栄養指標である血清アルブミンの低い群の余命が短いことを示している。さらに、Jensenら³⁾は、血清アルブミンの低いことが生活機能障害のリスクを高めることを示している。すなわち、身体栄養状態は老化の規定要因となる。高齢者の良好な身体栄養状態を維持する介入手段の開発を急がなければならない。

高齢者を対象とした老人保健法に基づく基本健康診査で、血清アルブミン測定を取り入れ実施する自治体が出始めている。身体の栄養状態の水準を知るための有用な手段であり、低栄養状態、あるいは低下し始めている高齢者をスクリーニングし、改善のために集中介入する群を特定するのに役立つ。

加えて、杉山ら⁴⁾は、低栄養チェックリストを提案している。採用されているスクリーニング項目は、生活機能障害のある群とない群の血清アルブミン値3.5g/dl以下の低栄養罹患率の比較などに基づいており、採血することなく低栄養状態に陥っている高齢者を簡易特定する

キーワード：縦断研究、血清アルブミン、栄養状態の低下、自立高齢者

(連絡先：熊谷 修 〒339-8539 岩槻市馬込1288 人間総合科学大学人間科学部健康栄養学科 電話 048-749-6111 FAX 048-749-6105)

表1 ベースライン調査の参加状況と追跡調査時の転帰(人)

調査	転帰	男性	女性	全体
1994年調査対象者		347	531	878
	参加者	333	488	821
1996年追跡調査	参加者	285	441	726
	入院入所	10	13	23
	長期不在	0	7	7
	死亡	35	27	62
	拒否	1	0	1
	不明	2	0	2
	解析対象		61	194

注) 喫煙習慣ならびに飲酒習慣を中止したと回答した者は解析対象から除外された。

のに有効と考えられる。

しかし、血清アルブミン測定ならびに低栄養チェックリストのいずれの方法も、結果をスクリーニングしている。一方、結果のスクリーニングだけでなく、身体栄養状態が良好な地域在宅高齢者が将来、低栄養状態に陥るリスクを把握し、低栄養状態に至らないようにするための介入手段を開発することも必須と考えられる。地域で独立した生活を営んでいる自立高齢者が、要介護に至らないよう予防するための活動に貢献するものであり、その意義は高いと考える。

地域在宅高齢者の身体栄養状態低下の規定要因を示した長期縦断研究は、わが国にはこれまでなかった。そこで、本研究の目的は自立高齢者が将来、低栄養になるリスクを知る手段の開発に向け、身体栄養状態が良好な地域在宅の自立高齢者を対象に縦断調査し、栄養状態低下の予知因子を探索することにある。

対象と方法

調査対象は、秋田県南外村に在住する67～99歳の高齢者全員878名(男性347名、女性531名)である。ベースライン調査は1994年7月、追跡調査は1996年7月に行われ、観察期間は2年間である。ベースライン調査の参加状況、ならびに2年後の追跡調査時の転帰を表1に示した。ベースライン調査には821名が参加し、参加率は93.5%であった。ベースライン調査参加者の追跡調査参加率は88.4%であった。2年間の追跡期間に62名が死亡した。

総合健康調査は医学調査と面接聞き取り調査で構成されており、調査項目は先行論文に詳述されている⁵⁾。身体栄養状態の指標変数は、血清アルブミンとした。栄養状態が良好な地域在宅の自立高齢者の低栄養リスクを把握することを目的としたため、解析対象者は、ベースラ

イン調査で自転車、車、バス、電車を使って1人で外出できると回答し、かつ血清アルブミン値が4.0g/dl以上の者とした。身体栄養状態低下の関連要因の解析は、2年間の血清アルブミン値の0.20g/dl以上の低下の有無を従属変数とする強制投入法による多重ロジスティック回帰分析によった。

独立変数はベースライン調査に基づき、基本属性として性(1. 男性, 2. 女性)、年齢(暦年実数)、同居家族人数(1. 4人以上, 2. 3人以下)、心理学的要因として抑うつ度(Geriatric Depression Scale: GDS短縮版による測定, 得点実数)、健康度自己評価(1. 健康ではない, 2. 健康である)、食品摂取習慣として食品摂取多様性スコア(実数)⁶⁾、身体医学要因としてベースラインの血清アルブミン値、体の痛み(1. ある, 2. ない)、過去1年間の転倒既往(1. ない, 2. ある)、過去1年間の入院の有無(1. ない, 2. ある)、咀嚼能力自己評価(1. 噛みにくいものがある, 2. 何でも噛める)、嗜好習慣として飲酒習慣(1. 飲む, 2. 以前から飲まない)、喫煙習慣(1. 吸う, 2. 以前から吸わない)、ライフスタイル要因として定期的な運動習慣(1. ある, 2. ない)、趣味やけいこごとの実施(1. する, 2. しない(時々するを含む))、高次生活機能の自立度水準として老研式活動能力指標⁷⁾の「手段的自立得点」(1. 5点満点, 2. 5点未満)、同「知的能動性得点」(実数)、同「社会的役割得点」(実数)を取り上げた。

なお、嗜好習慣に関して、喫煙習慣の中止者は中止後に以前から吸わない者に比べ体重が増加する⁸⁾こと、および飲酒習慣の中止者は以前から飲まない者より生命予後が悪い⁹⁾ことなどが先行研究で示されている。したがって、本研究ではこれら嗜好習慣の中止者を以前から習慣のない者に含めるのは妥当ではないと考え、喫煙習慣ならびに飲酒習慣を中止したと回答した者は解析対象から除外した。その結果、解析対象数は、上述した条件を備え、変数データが完備した男性61名、女性194名である。

本研究は、財団法人東京都高齢者研究・福祉振興財団東京都老人総合研究所倫理審査要綱に基づいた倫理委員会審査を受け許可されており、調査対象者本人からはインフォームド・コンセントを得て行われた。

結 果

表2に、分析対象の独立変数として取り上げた各変数のベースライン時の状況を示した。平均年齢は、男性71.8歳、女性72.5歳であった。ベースライン時の血清アルブミン値の平均は男性、女性おのおの4.17, 4.25g/dlであった。2年間の血清アルブミン低下量の平均は、男性0.08, 女性0.10, 全体で0.09g/dlであった。老研式活

表2 解析対象の特徴

項目	男性 (n = 61)	女性 (n = 194)	全体 (n = 255)
平均年齢 (歳)	71.8 (4.3)	72.5 (4.5)	72.3 (4.5)
血清アルブミン値 (g/dl)	4.17 (0.16)	4.25 (0.17)	4.23 (0.17)
血清アルブミン低下量 (g/dl)	0.08 (0.19)	0.10 (0.18)	0.09 (0.18)
抑うつ度 (GDS得点 (点))	7.7 (5.5)	8.6 (4.7)	8.4 (4.9)
老研式活動能力指標			
総合点 (点)	12.1 (1.1)	11.6 (1.7)	11.7 (1.6)
〈下位尺度〉			
手段的自立 (点)	5.0 (0.22)	4.8 (0.6)	4.9 (0.5)
知的能動性 (点)	3.7 (0.5)	3.7 (0.5)	3.7 (0.6)
社会的役割 (点)	3.7 (0.5)	3.7 (0.7)	3.7 (0.6)
手段的自立得点 (5点未満, %)	4.9	12.4	10.6
食品摂取多様性スコア (点)	6.11 (2.25)	6.25 (2.15)	6.25 (2.18)
健康度自己評価 (健康である, %)	78.7	79.4	79.2
転倒既往 (1年以内, →ある, %)	4.9	14.4	12.2
体の痛み (ある, %)	52.5	68.6	64.7
咀嚼能力 (かめる, %)	60.7	48.5	51.4
飲酒習慣 (ある, %)	68.9	19.6	31.4
喫煙習慣 (ある, %)	54.1	1.0	13.7
定期的運動 (する, %)	19.7	14.4	15.7
入院の有無 (1年以内, →ある, %)	3.3	11.9	9.8
趣味 (よくする, %)	24.6	25.8	25.5
同居家族人数 (4人以上, %)	70.5	66.5	67.5
手段的自立 (4点以下, %)	4.9	12.4	10.6
血清アルブミン低下者 (0.2g/dl以上, %)	32.4	34.0	33.7

注) 表中の () は、標準偏差。

表3 血清アルブミン値の0.2g/dl以上の低下の関連要因

独立変数	相対危険度	95%信頼区間
性 (1. 男性, 2. 女性)	0.57	0.20-1.64
抑うつ度 (GDS得点 (点))	1.01	0.94-1.09
年齢 (歳)	0.99	0.92-1.07
健康度自己評価 (1. 健康ではない, 2. 健康である)	0.94	0.47-2.29
食品摂取多様性スコア (点)	0.97	0.83-1.13
転倒既往 (1. ない, 2. ある (1年以内))	2.21*	0.89-5.45
体の痛み (1. ある, 2. ない)	0.84	0.42-1.65
咀嚼能力 (1. 噛みにくい, 2. 何でも噛める)	1.1	0.58-2.10
喫煙習慣 (1. 吸う, 2. 以前から吸わない)	0.9	0.27-3.00
飲酒習慣 (1. 飲む, 2. 以前から飲まない)	0.75	0.36-1.56
定期的な運動習慣 (1. する, 2. しない)	1.41	0.58-3.46
ベースラインの血清アルブミン値 (g/dl)	337.43***	43.22-2634.21
入院の有無 (1. ない, 2. ある (1年以内))	3.16**	1.13-8.81
趣味やけいこごと (1. する, 2. しない (時々するを含む))	2.17*	0.98-4.82
同居家族人数 (1. 3人以下, 2. 4人以上)	1.43	0.76-2.71
手段的自立 (1. 5点満点, 2. 5点未満)	2.68*	0.95-7.77
知的能動性 (点)	0.81	0.74-1.47
社会的役割 (点)	0.81	0.64-1.79
モデルカイ二乗値		65.6***

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

注) 解析対象数は男性61名, 女性194名, 計255名。分析方法は、強制投入法による多重ロジスティック回帰分析である。

動能力指標総合点の平均点は男性12.1, 女性11.6, 全体で11.7点であった。血清アルブミンが0.20g/dl以上低下した者の割合は, 男性で32.4, 女性で34.0, 全体33.7%であった。

表3に, 強制投入法による多重ロジスティック回帰分析の結果を示した。「1年以内の転倒」, 「1年以内の入院」, 「趣味やけいこごと」をしない, 「および」老研式活動能力指標手段的自立得点5点未満」が有意確率10%未満で0.20g/dl以上の血清アルブミン低下を促していた。さらに, 4項目相互の副次的作用の有無について分析した結果, いずれの項目にも該当しない群を基準とした時, いずれか1項目該当群の相対危険度は1.83, 2項目以上該当群で7.12であり, 2項目以上該当群における関係は有意であった。

考 察

わが国の都市部高齢者集団の縦断研究では, 70歳高齢者の10年間の血清アルブミンの低下量平均値は, 0.20g/dlであることを示している¹⁰⁾。また, 本解析対象の2年間の血清アルブミンの低下量平均値は, 全体で0.09g/dlであった。さらに, 解析対象の老研式活動能力指標総合点の平均は, 男性12.1, 女性11.6, 全体で11.7点であり, 高次生活機能の自立度水準が高い集団であった。したがって, 本研究で従属変数として取り上げた2年間の0.20g/dl以上の血清アルブミン低下は, 地域在宅の自立高齢者の加齢による平均的低下を逸脱した急速な身体栄養状態の低下を意味していると考えられる。

多重ロジスティック回帰分析の結果, 「1年以内の転倒」, 「1年以内の入院」, 「趣味やけいこごと」をしないこと, および老研式活動能力指標「手段的自立」の水準の高次生活機能障害が血清アルブミンの加齢低下を凌駕

表4 血清アルブミン0.2g/dl以上低下の4つの
関連要因*の該当項目数群ごとの相対危険度

得点群	相対危険度	95%信頼区間	有意水準
いずれにも該当しない群 (n=49)	1.00	—	—
1項目該当群 (n=148)	1.83	0.76-4.42	p=0.18
2項目以上該当群 (n=58)	7.12	2.41-21.0	p=0.001

* 4つの関連要因とは, 表3に示したとおりベースラインの血清アルブミン値を除き, 10%未満の有意確率を示した, 「1年以内の転倒」, 「1年以内の入院」, 「趣味やけいこごと」, および「老研式活動能力指標 手段的自立得点5点未満」である。

調整変数: 性, 年齢, 学歴, 抑うつ度 (GDS), 健康度自己評価, 食品摂取多様性スコア, 体の痛み, 咀嚼能力自己評価, 喫煙習慣, 飲酒習慣, 同居家族人数, 定期的な運動習慣, ベースラインの血清アルブミン値, 知的能動性得点, 社会的役割得点

する低下を引き起こすことが示され, 「1年以内入院」における関係は有意であった。

本研究では, ベースラインの血清アルブミン値を調整しない予備分析を行い, 4つの項目が6%以下の有意確率で, 血清アルブミン値の低下を促進していることを認めた (1年以内の転倒: 相対危険度2.87 (95%信頼区間1.25-6.63), 1年以内の入院: 2.43 (同0.96-6.11), 「趣味やけいこごと」をしないこと: 4.46 (同1.17-5.12), 手段的自立の障害: 2.84 (同1.06-7.63))。そこで, 表出した関係がベースラインの血清アルブミン値の水準にかかわらず認められるのか否かを検証するために, 独立変数としてベースラインの血清アルブミン値を投入し, 最終解析モデルとした。その結果, 表4に示したとおりほぼ同様な関係が認められた。したがって, これらの4項目は, ベースラインの血清アルブミン値が4.0g/dl以上のいずれの水準であろうと, 血清アルブミン値を低下させる項目であることが示された。

さらに, これら4項目相互には, 栄養状態を低下させる相乗効果が認められた。転倒経験, 入院, および生活機能障害は身体活動量を抑制する項目である。先行研究¹¹⁾は, 高齢期では入院そのものが栄養状態低下の規定要因であることを示している。「趣味やけいこごと」をしないことは, 生活活動量の少ないライフスタイルを示しているのかもしれない。

Sugawaraら¹²⁾は, 身体活動量の低いことが筋肉総量の減少を促進することを示し, Baumgartnerら¹³⁾は, 高齢者の加齢に伴う血清アルブミンの低下には, 身体筋肉量の減少が反映されていることを指摘している。本研究成績は, 身体活動量が抑えられることにより身体筋肉量が減少し, 血清アルブミンの低下が加速することを示しているのかもしれない。さらに, Chinら¹⁴⁾は, SENCA (Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action) studyにおける自立高齢者を対象とした横断調査で, 生活活動量の低い高齢者ほど栄養素摂取量が低いことを示し, 生活活動量そのものが, 栄養状態の良否をスクリーニングする項目として有効であることを示している。本研究は, 活動量が低い日常生活が, 身体栄養状態の低下を引き起こす予知因子となることを, 縦断研究により示したものと考える。

さらに, 血清アルブミンは加齢に伴い低下し, 余命と生活機能障害の予知因子となるため老化指標といえる。本研究で示された急速な血清アルブミン低下を予測していた各項目は, 老化そのものの加速も予知していると考えられる。

地域在宅の自立高齢者の代表サンプルの血清アルブミンの分布によれば, 4.0g/dl以上を示す者の割合は, 男女とも概ね80%を超える^{15, 16)}。本研究は, 地域在宅高

齢者の大半を占める身体栄養状態が良好な自立高齢者の栄養状態低下の予知因子を特定している。地域高齢者が将来、低栄養になるリスクを把握する手段として血清アルブミンの測定に併せ、検出できた4項目でスクリーニングする方法は、リスクを回避するために予防的に介入する集団の特定に役立つと考える。栄養状態に問題のない多くの地域高齢者の低栄養に陥るリスクを低下させることは、介護予防事業における低栄養予防活動として極めて有効と考えられる。低栄養の治療・改善活動に比較し、その予防的活動は対費用効果などの面から介入効率が高い¹⁷⁾。

本研究成果に基づいた予測妥当性を備える地域在宅の自立高齢者の低栄養リスク判定表(試案)を表5として示す。今後、この判定表を用いた介入研究によりその有用性を評価しなければならない。

ま と め

これまでわが国には、縦断研究に基づき地域在宅高齢者の栄養状態低下の予知因子を明らかにした研究はなかった。本研究の目的は、身体栄養状態が良好な地域在宅高齢者を対象に2年間(1994～1996年)縦断調査し、栄養状態低下の予知因子を探索することにある。

解析対象は、秋田県南外村在住の地域高齢者、男性61名、女性194名である(平均年齢:男性71.8歳、女性72.5歳。1994年ベースライン時血清アルブミン平均値:男性4.17g/dl、女性4.25g/dl)。分析対象は、自転車、車、バス、電車を使って1人で外出できる生活機能を備えた者のみとした。栄養状態低下の関連要因の解析は、2年間の血清アルブミン値の0.2g/dl以上の低下の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析による。

得られた結果は、次のとおりである。

表5 地域在宅高齢者のための
低栄養リスク判定表(試案)

〈低栄養危険度得点〉	
1. 「手段的自立」*得点5点未満	1点
2. 過去1年の入院歴あり	1点
3. 過去1年の転倒歴あり	1点
4. 「趣味やけいこごと」をしない	1点
「ときどきする」程度の場合は「しない」になります。 点(最高4点)	

*〈老研式活動能力指標—手段的自立—〉

1. バスや電車を使って1人で外出できますか?
2. 日用品の買い物ができますか?
3. 自分で食事の用意ができますか?
4. 請求書の支払いができますか?
5. 銀行預金や郵便貯金の出し入れができますか?

注) 各項目「できる」場合1点、全部できれば5点。

1) 解析対象の2年間の血清アルブミン低下量の平均値は、男性0.08、女性0.10g/dlであった。

2) 「1年以内の転倒歴」(相対危険度2.21, 95%信頼区間0.89 - 5.45, $p = 0.08$), 「1年以内入院歴」(同3.16, 同1.13 - 8.82, $p = 0.02$), 「趣味やけいこごとをしない」(同2.17, 同0.98 - 4.82, $p = 0.05$), 「老研式活動能力指標の手段的自立得点が4点以下」(同2.68, 同0.93 - 7.77, $p = 0.07$) が0.20g/dl以上の血清アルブミン値の低下を促進していた。

3) これら4項目相互には血清アルブミン値の低下を促す相乗作用が認められ、いずれの項目にも該当しない群を基準とした時、どれか1項目該当群の相対危険度は1.83 (95%信頼区間0.76 - 4.43, $p = 0.18$), 2項目以上該当群では同7.12 (95%信頼区間2.41 - 21.01, $p = 0.001$) であった。

本研究結果は、身体活動量の低いことが、加齢に伴う血清アルブミンの低下を加速させることを示していると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただいた南外村村長 田口宏暢氏をはじめとする保健福祉活動に関わる南外村役場の皆様に記して謝意を表す。

加えて、本論文の作成に対して助言頂いた東京都老人総合研究所副所長 鈴木隆雄先生、ならびに地域保健研究グループリーダー 新聞省二先生に対し記して謝意を表す。

文 献

- 1) Shibata, H., Haga, H., Nagai, H., Suyama, Y., Yasumura, S., Koyano, W. and Suzuki, T.: Predictors of all cause-mortality between ages 70 and 80: the Koganei study. *Arch. Gerontol. Gseriatr.*, 14, 283-297 (1992)
- 2) Shibata, H., Nagai, H., Haga, H., Yasumura, S., Suzuki, T. and Suyama, Y.: Nutrition for the Japanese elderly. *Nutr. Health.*, 8, 165-175 (1992)
- 3) Jensen, G.L., Kita, K., Fish, J., Heydt, D. and Frey, C.: Nutrition risk screening characteristics of rural older persons: relation to functional limitations and health care charges. *Am. J. Clin. Nutr.*, 66, 819-828, (1997)
- 4) 杉山みち子, 西村秋生, 高本和彦, ヘルスアセスメント検討委員会編: ヘルスアセスメントマニュアル, 生活習慣病, 要介護状態予防のために 低栄養予防のためのアセスメント, 自己チェック表の活用, pp.164-179 (2000) 厚生科学研究所, 東京

- 5) 柴田 博, 鈴木隆雄, 下仲順子: 中年からの老化予防プロジェクトの概要, 中年からの老化予防・総合的長期追跡研究 (TMIG-LISA), pp.9-21, (1997) 東京都老人総合研究所, 東京
- 6) 熊谷 修, 渡辺修一郎, 柴田 博, 天野秀紀, 藤原佳典, 新開省二, 吉田英世, 鈴木隆雄, 湯川晴美, 安村誠二, 芳賀 博: 地域在宅高齢者における食品摂取の多様性と高次生活機能低下の関連, 日本公衆衛生雑誌, 50, 1117-1124 (2003)
- 7) 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, 日本公衛誌, 34, 109-114 (1987)
- 8) 柴田 博: 地域老人の老化に関する総合追跡調査, 課題番号61480175, 昭和61~62年度科学研究費補助金一般研究 (B) 研究報告書, pp.11-20 (1988)
- 9) Stamler, J., Rains-Clearman, D., Lenz-Litzow, K., Tillotson, J.L. and Grandits, G.A.: Relation of smoking at baseline and during trial years 1-6 to food and nutrient intakes and weight in the special intervention and usual care groups in the Multiple Risk Factor Intervention Trial, *Am. J. Clin. Nutr.*, 65, 374S-402S (1997)
- 10) Shibata, H., Haga, H., Ueno, M., Nagai, H., Yasumura, S. and Koyano, W.: Longitudinal changes of serum albumin in the elderly people living in the community, *Age Ageing*, 20, 417-420 (1991)
- 11) Weinsier, R.L., Hunker, E.M., Krundieck, C.L. and Butterworth, C.E. Jr.: Hospital malnutrition. A prospective evaluation general medical patients during the course of hospitalization, *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 418-426 (1979)
- 12) Sugawara, J., Miyachi, M., Moreau, K.L., Dinunno, F.A., DeSouza, C.A. and Tanaka, H.: Age-related reductions in appendicular skeletal muscle mass: association with habitual aerobic exercise status, *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, 22, 169-172 (2002)
- 13) Baumgartner, R.N., Koehler, K.M., Romero, L. and Garry, P.J.: Serum albumin is associated with skeletal muscle in elderly men and women, *Am. J. Clin. Nutr.*, 64, 552-558 (1996)
- 14) Chin, A., Paw, M.J., de Groot, L.C., van Gend, S.V., Schoterman, M.H., Schouten, E.G., Schroll, M. and van Staveren, W.A.: Inactivity and weight loss: effective criteria to identify frailty, *J. Nutr. Health. Aging*, 7, 55-60 (2003)
- 15) 東京都老人総合研究所: 小金井市総合健康調査 (1991年), 長期プロジェクト「中年からの老化予防総合的長期追跡研究」報告書 (1992)
- 16) 東京都老人総合研究所: 南外村総合健康調査 (1992年), 長期プロジェクト「中年からの老化予防総合的長期追跡研究」報告書 (1993)
- 17) Ryqkema, G., Adang, E., Diche, H., Naber, T., de Swart, B., Disselhorst, L., Goluke-Willemse, G. and Olde Rikkert, M.: Cost-effectiveness of an interdisciplinary intervention in geriatric inpatients to prevent malnutrition, *Nutr. Health. Aging*, 8, 122-127 (2004)
- (受付:平成16年4月5日, 受理:平成16年8月21日)

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多く、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, 安静時心拍数は持久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居

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の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どう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 \pm 4.2	74.3 \pm 4.5
Body mass index (kg/m ² ; mean \pm SD)	22.4 \pm 2.8	23.1 \pm 3.4
Systolic blood pressure (mmHg; mean \pm SD)	142.5 \pm 21.9	144.5 \pm 22.9
Diastolic blood pressure (mmHg; mean \pm SD)	77.5 \pm 10.3	76.5 \pm 10.5
Total cholesterol (mg/dl; mean \pm SD)	171.9 \pm 31.3	199.9 \pm 32.2
HDL cholesterol (mg/dl; mean \pm SD)	50.1 \pm 12.7	52.3 \pm 13.2
Serum albumin (g/dl; mean \pm SD)	4.02 \pm 0.21	4.14 \pm 0.20
HbA1c (%; mean \pm SD)	5.7 \pm 0.6	5.8 \pm 0.7
Hand grip (kg; mean \pm SD)	33.3 \pm 6.2	21.2 \pm 4.6
Normal walking speed (m/s; mean \pm SD)	1.20 \pm 0.22	1.06 \pm 0.25
Maximum walking speed (m/s; mean \pm SD)	1.91 \pm 0.37	1.57 \pm 0.36
TMIG-Index of Competence score (score; mean \pm SD)	12.1 \pm 1.3	11.3 \pm 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±SD)	73.2±3.8	75.5±6.0	74.9±3.2 *
Body mass index (kg/m ² ; mean±SD)	22.2±2.8	22.1±2.8	24.0±2.8
Systolic blood pressure (mmHg; mean±SD)	140.5±21.7	150.2±24.9	143.9±17.3
Diastolic blood pressure (mmHg; mean±SD)	76.4±9.8	80.4±12.3	79.5±9.4
Total cholesterol (mg/dl; mean±SD)	172.0±30.5	172.9±36.1	170.1±30.7
HDL cholesterol (mg/dl; mean±SD)	50.7±12.9	48.0±13.0	49.3±11.7
Serum albumin (g/dl; mean±SD)	4.02±0.21	4.00±0.25	4.02±0.15
HbA1c (%; mean±SD)	5.74±0.58	5.61±0.50	5.66±0.51
Hand grip (kg; mean±SD)	33.5±6.2	31.7±6.5	34.1±5.4
Normal walking speed (m/s; mean±SD)	1.22±0.22	1.10±0.21	1.21±0.19
Maximum walking speed (m/s; mean±SD)	1.93±0.38	1.78±0.34	1.97±0.32
TMIG-Index of Competence score (score; mean±SD)	12.1±1.2	11.9±1.7	12.3±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どう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その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, Bursztyrn 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, Heliövaara 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.

Glycated Hemoglobin Levels and Intellectual Activity in an Aged Population

Hidenori Amano, MHS^c,* Shuichiro Watanabe, MD, PhD,[†] Shu Kumagai, BAgr^{*} Harumi Yukawa, PhD,[‡] Takao Suzuki, MD, PhD,[§] and Hiroshi Shibata, MD, PhD[†]

OBJECTIVES: To examine the association between glycated hemoglobin (GHb) and aspects of daily activities in an elderly population.

DESIGN: Cross-sectional population-based survey.

SETTING: Nangai village, an agricultural community with a population of about 5,000 located in Akita prefecture in the north of Japan.

PARTICIPANTS: Nine hundred thirty-five people aged 65 and older.

MEASUREMENTS: GHb percentages, self-reported measures of activities of daily living (ADLs) and instrumental activities of daily living (IADLs), intellectual activity (IA), and social role (SR).

RESULTS: An exploratory analysis indicated that nondiabetic subjects in the lowest tertile of GHb tend to have lower IA than those in the middle tertile, if they were aged 70 and older. No consistent association appeared between GHb and ADLs, IADLs, or SR. Linear and logistic regression analyses, controlling for other risk factors, indicated significantly lower IA scores in the low and high GHb tertiles ($P < .001$ and $P = .04$, respectively) than in the middle in nondiabetic subjects aged 70 and older and without stroke history or IADL impairments. The value of GHb related to the maximal IA score was 5.0% to 5.2% as the middle tertile; or 5.2%, assuming a logistic regression model including a squared term with GHb as a continuous variable. A similar relationship was observed in the whole nondiabetic sample aged 70 and older but not in the younger counterpart.

CONCLUSION: There is an inverted U-shaped relationship between GHb and intellectual activity in older people without diabetes mellitus. One possible interpretation is that suboptimal blood glucose could contribute to intellectual inactivity in older people. *J Am Geriatr Soc* 53:2128–2134, 2005.

Key words: glycated hemoglobin; activities of daily living; memory; elderly; epidemiology

Glucose is the primary nutrient for the brain. Fluctuations of blood glucose, even within the normal range, can alter cognitive function, and glucose ingestion transiently enhances certain aspects of cognitive function.¹ Episodic memory seems particularly sensitive to blood glucose.^{2–5} The relationship has an inverted U-shape, and in healthy people function is optimal at a blood glucose concentration around 9 mmol/L.⁶ The effect of blood glucose is more obvious in older individuals⁷ and is also seen in patients with dementia.^{8–10} Compared with the accumulated knowledge about the effect of intraindividual fluctuation in blood glucose level, little is known about possible effects of interindividual difference in blood glucose level within the normal range. Extrapolating from the former knowledge, one would expect that some individuals with relatively low as well as high levels of daily blood glucose might experience some disadvantage in performing cognitively demanding activities in daily living situations.

The everyday functioning of older people is traditionally assessed for two domains: activities of daily living (ADLs) and instrumental activities of daily living (IADLs). The latter activities are more complex and seem more sensitive to subtle cognitive deficits; IADL measures provide better discrimination between individuals with and without dementia.¹¹ Thus, IADLs can offer a better indication of effects, if any, of inadequate blood glucose levels. Further complex and discretionary activities, such as hobbies and social interactions, should be sensitive to early functional decline,¹² and some of them might be particularly responsive to glucose levels.

The present population-based cross-sectional survey explored relationships between blood glycated hemoglobin

From the *Community Health Research Group, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Tokyo, Japan; †Graduate School of International Studies, Obirin University, Tokyo, Japan; ‡Department of Home Economics, Tochigi Junior College, Kokugakum University, Tochigi, Japan; and §Epidemiology and Health Promotion Research Group, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Tokyo, Japan.

Supported in part by Grant-in-Aid for Encouragement of Young Scientist from the Japanese Society for the Promotion of Science.

Address correspondence to Hidenori Amano, Research Team for Social Participation and Health Promotion, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, 35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo 173-0015, Japan. E-mail: amano@tmig.or.jp

DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.00536.x

(GHb) levels and functional abilities ranging from ADLs through IADLs to more-advanced activities labeled intellectual activity (IA) and social role (SR).¹³

METHODS

Study Population

A health survey of older people was conducted in Nangai village, Japan, a rural community located in Akita prefecture in the north of the country, with a population of about 5,000. Its major industries are rice farming and forestry. In 1996, all residents aged 65 and older were invited to attend a mass health examination. Pickup buses facilitated participation of the frail elderly. A similar home examination was arranged for homebound individuals previously identified by public health nurses. Measurements comprised a structured interview, physical examination, and blood sampling. An institutional ethics committee reviewed and approved the project.

Measures

Trained interviewers asked the participants about disease history, visual and auditory impairments, depressive mood, education, occupation, and daily activity. When a subject could not respond because of sequelae of stroke, dementia, debility, or clouding of consciousness, a relative or other close informant answered questions, except those relating to mood. If a physician had ever told participants that they had diabetes mellitus, then current use of antidiabetic medications were noted. Any history of stroke was also recorded. Visual function was dichotomized according to whether subjects could read newspapers with any glasses normally worn; auditory function was likewise dichotomized according to whether they could hear daily conversation using any hearing aid when speakers did not speak loudly. Depressive mood was evaluated using a Japanese translation¹⁴ of the 15-item short form¹⁵ of the Geriatric Depression Scale (GDS).¹⁶ Scores were dichotomized as depressive (GDS ≥ 6) or normal; this cutoff has been reported to yield a sensitivity of 0.973 and a specificity of 0.959 in a Japanese population.¹⁵ Education was stratified as high (secondary school graduates or higher education), intermediate (primary school graduates), or low. Former occupations were stratified, based on the Standard Occupational Classification for Japan, distinguishing intellectual (professional and technical workers, managers and officials, clerical and related workers, sales workers, and protective service workers such as policemen), intermediate (agricultural, forestry and fishery workers and workers not classifiable by occupation), and physical (service workers, workers in transport and communication, production process workers, and laborers). Persons without past occupation, such as housewives, fell into the intermediate class. The home examination omitted questions about education, occupation, and depressive mood to lessen the burden of the examinees; they were arbitrarily placed in the intermediate categories of education and occupation and were excluded from analyses involving GDS score.

Four domains of daily activity (ADL, IADL, IA, and SR) were measured. Scoring of the ADL scale (0–5) was based on the reported performance of walking, feeding,

maintaining continence, bathing, and dressing. The other three domains were measured using the subscales constituting the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence.¹³ This 13-item scale was developed so that functional capacity of elderly people with intact ADLs can be graded according to their abilities on more-complex activities than ADLs.¹⁷ In the process of developing the scale, items were carefully selected to allow a proxy response by a person knowing the subject's everyday life.¹³ On the empirical basis of factor structure, three subscales were defined and named as instrumental self-maintenance, IA, and SR, which were interpreted to represent three components of the conceptual model of behavioral competence¹⁸ by Lawton: instrumental self-maintenance, effectance, and social role, respectively.^{17,19} Later, its factor structure, reliability, and validity were confirmed in a larger sample,¹³ and its score distribution in a national, representative sample was provided.²⁰ The instrumental self-maintenance subscale (scores 0–5) is based on items the subject can complete independently: using public transportation, shopping, cooking, paying bills, and banking. The IA subscale (scores 0–4) is based on ability to fill out pension forms, being in the habit of reading newspapers, being in the habit of reading books or magazines, and showing interest in news stories or programs addressing health. The SR subscale reflects visits to the homes of friends, occasional provision of advice, ability to visit sick friends, and occasional initiation of conversations with young people. Because the notion of instrumental self-maintenance appears to parallel that of the more generally accepted term IADL, the present report refers to the subscale by the latter name. With aging, IA and SR decline earlier than IADLs, and the IA and SR scales predict future decline in IADLs.²¹

The mass examination measured height and body mass; reported height was used for homebound individuals. Body mass index (BMI) was calculated in kg/m².

Venous blood samples for measurements of blood GHb and serum albumin were collected using vacuum tubes with and without ethylenediaminetetraacetic acid-2K, respectively. The former was kept cool ($\leq 4^{\circ}\text{C}$); the latter was frozen after centrifugation. GHb was measured within 48 hours as the stable HbA_{1c} component, using a high-performance liquid chromatograph and auto analyzer (HA-8131, ARKRAY, Inc., Kyoto, Japan). The normal range of GHb for the Japanese population is 4.3% to 5.8%,²² and GHb concentrations of 6.5% and higher are considered suggestive of diabetes mellitus.²³ Serum albumin was measured using a Hitachi 736 auto analyzer (Hitachi High-Technologies Corporation, Tokyo, Japan).

Statistical Methods

Subjects were classed as diabetic if they reported a diabetic history or had a GHb percentage of 6.5% or higher. Non-diabetic subjects were stratified according to GHb percentage into three equally sized categories, to form four GHb groups in all (Table 1). ADLs, IADLs, IA, and SR were compared across the four groups.

Multiple linear regression independent effects of GHb category after controlling for potential confounding factors: sex, age, history of stroke, visual and auditory impairments, depressive mood, educational and occupational

Table 1. Characteristics of the 935 Subjects Classified by Glycated Hemoglobin Level (GHb)

Characteristic	Nondiabetic			Diabetic (n = 81)
	Low GHb (4.1–4.9%) (n = 299)	Middle GHb (5.0–5.2%) (n = 275)	High GHb (5.3–6.4%) (n = 280)	
Female, %	61.5	58.6	61.4	65.4
Age, mean \pm SD	73.2 \pm 6.8	72.6 \pm 6.3	72.1 \pm 5.9	71.8 \pm 5.3
History of stroke, %	11.0	6.9	7.1	3.7
Visual impairment, %	11.7*	5.8	6.1	7.4
Auditory impairment, %	16.8	13.9	10.4	18.5
Depressive mood (15-item Geriatric Depression Scale score \geq 6), %	30.3	26.7	23.3	30.4
Educational class, high/ intermediate/low, %	7.0/88.0/5.0*	10.6/85.4/4.0	12.1/82.9/5.0	8.6/87.7/3.7
Past occupational class, intellectual/ intermediate/physical, %	5.7/77.6/16.7	11.6/75.7/12.7	11.8/68.2/20.0	12.4/65.4/22.2
Albumin, g/L, mean \pm SD	40.5 \pm 2.8	40.8 \pm 2.4	40.8 \pm 2.5	40.5 \pm 2.8
Body mass index, kg/m ² , mean \pm SD	22.3 \pm 2.9	22.5 \pm 3.4	23.1 \pm 3.4*	23.8 \pm 3.8*
Activity of daily living score, mean \pm SD (range 0–5) [†]	4.7 \pm 1.0	4.7 \pm 0.9	4.8 \pm 0.8	4.8 \pm 0.9
Instrumental activity of daily living score, mean \pm SD (range 0–5) [†]	4.1 \pm 1.7*	4.4 \pm 1.4	4.5 \pm 1.3	4.5 \pm 1.2
Intellectual activity, mean \pm SD (range 0–4) [†]	2.7 \pm 1.4*	3.1 \pm 1.2	3.0 \pm 1.2	3.0 \pm 1.2
Social role, mean \pm SD (range 0–4) [†]	3.2 \pm 1.2*	3.4 \pm 1.0	3.5 \pm 1.0	3.3 \pm 1.1

* Statistically significant differences ($P < .05$) compared with the middle glycated hemoglobin (GHb) group as reference.

[†] Higher score indicates better performance.

SD = standard deviation.

class, serum albumin, and BMI (although some analyses omitted depressive mood and BMI); analyses were performed on three subgroups: younger individuals (<70), older individuals (\geq 70), and selected older individuals (\geq 70) with intact IADLs and no stroke history. Because the analyses of the first two subgroups were intended to assess the effect size of GHb categories using the whole sample to represent the population, depressive mood and BMI were not introduced into the models, because the subjects who received home examinations lacked GDS scores and partly lacked heights or weights. Because the analysis of the last subgroup was intended to avoid confounding by reducing the heterogeneity of the subjects, all the potential confounders entered into the models. In addition, all the procedures were repeated with logistic regression (proportional odds model), considering the discretionary nature of IA as a dependent variable.

To test a U-shape relationship within group of subjects aged 70 and older who were nondiabetic, stroke-free, and IADL intact, another multiple logistic regression model was applied using a square term with GHb as a continuous variable instead of GHb categories.

Statistical procedures included *t* tests, chi-square tests, and Mantel-extension tests for intergroup comparisons between continuous, dichotomous, and ordered variables (including ADL, IADL, IA, and SR), respectively. *P*-values < .05 were considered statistically significant. Analyses were performed using SAS version 8.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

RESULTS

Of 1,153 registered residents, 948 (82%) responded to the health checkup through mass examination ($n = 863$) or a home visit ($n = 85$). The respondents to the home interview were 20 proxies, 62 principals helped by their families, and three principals alone. In the mass examination, accompanying persons helped three respondents. The subjects were classified into four GHb groups (Table 1), leaving 13 subjects unclassified because of missing data. The low GHb group included two individuals with GHb below the reference range (4.3–5.8%); the high GHb group had 33 subjects above the range. In the diabetic group, diabetes mellitus was ascertained according to current use of anti-diabetic medication ($n = 23$), GHb of 6.5% or higher ($n = 16$), both ($n = 13$), or history alone ($n = 29$). Of 862 subjects for whom past occupation were ascertained, 582 (67.5%) had had agricultural, forestry, or fishery occupations. BMI ranged from 15.0 to 35.9 kg/m², although it was not calculated for a major part of home examinees ($n = 69$). Serum albumin ranged from 28 to 48 g/L. Most subjects achieved the maximum possible score on the ADL and IADL scales (88.2% and 77.0%, respectively); a smaller portion of subjects scored the maximum on IA and SR (45.6% and 65.7%, respectively).

Crude means of ADLs, IADLs, IA, and SR are shown in Figure 1 for the four GHb groups by sex and age. Broadly, every aspect of daily activity appeared to decline with age. Within each stratum of sex and age, the low GHb, high