

Information Communication Technology を活用した 身体活動介入プログラムに関する研究

山津幸司¹⁾, 熊谷秋三^{2)*}

Physical activity intervention based on information communication technology

Koji YAMATSU¹⁾ and Shuzo KUMAGAI^{2)*}

Abstract

BACKGROUND: Regular physical activity (PA) is important for maintaining the health and well-being of individuals. Given the prevalence of physical inactivity among Japanese adults, convenient low-cost interventions are urgently required.

PURPOSE: To evaluate the internet or mobile phone (information communication technology [ICT]) as potential interventional tools.

METHODS: Electronic databases (PubMed and Medline) were searched using the following key words: internet, mobile, personal digital assistant (PDA), physical activity, and intervention. Further, we contacted colleagues working in the study area and examined reference lists of relevant publications in an effort to identify studies with the internet and mobile phone as interventional tools.

RESULTS: Sixty-five studies (52 involving the internet and 13 mobile phones or PDAs) were identified. Of the 52 internet studies, 51 were performed overseas and only 1 was performed in Japan. Positive changes in PA behavior were reported in about half the studies. Of the 13 mobile phone or PDA studies, 5 (38.5%) was reported from Japan. Positive changes in PA behavior were reported in 2 studies. In the previous review articles, the following parameters were found to be important for ICT interventions: (1) intervention duration, (2) number of contacts, (3) theoretical basis of the intervention, (4) initial face-to-face contact, (5) intervention involving multiple behaviors, (6) decrease in program use, and (7) participant and field characteristics.

CONCLUSION: Among PA interventions based on ICT, internet use was high and mobile phone or PDA use was low. Although internet interventions may cause short-term positive changes in PA, the number of mobile phone or PDA interventions must be increased. Future research should focus on integrating the internet and mobile phone or PDA in ICT programs.

Key words: physical activity, information communication technology, internet, mobile, behavior medicine

(Journal of Health Science, Kyushu University, 32: 31-38, 2010)

1) 佐賀大学文化教育学部 Faculty of Culture and Education, Saga University

2) 九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University

*連絡先: 九州大学健康科学センター 〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1 TEL&FAX: 092-583-7853

Correspondence to: Institute of Health Science, Kyushu University 6-1 Kasuga-park, Kasuga, Fukuoka 816-0811, Japan

1. はじめに

Information Communication Technology (ICT) の顕著な進歩やインフラの拡充状況などから、生活習慣介入の ICT 化に対する期待が近年高まっている。通信型健康教育プログラムについても例外ではなく、日本でも老人保健事業の中で ICT を活用した健康教育の導入が検討されている。このように、ICT を活用した生活習慣介入法は、行政面からはその開発の必要性が叫ばれており、学術面からも有効性の結論を導くためのエビデンスの整理が不可欠な状況である。

ICT を活用した生活習慣介入への期待の高さは、わが国のインターネットと携帯電話の普及率の高さに関係しているだろう。総務省の平成 20 年通信利用動向調査¹⁾によると国内のインターネット利用者数は 9091 万人で、人口普及率は 75.3% となり前年比で 23 ポイント増であったと報告されている (Table 1)。また同調査¹⁾によると、携帯電話の個人利用率は 75.4% でそのうち 20 代~40 代で 9 割を超えていると報告されている (Table 1)。

Table 1. インターネットおよび携帯電話による介入の特徴と利点

| | インターネット介入 (Internet intervention) | 携帯電話による介入 (Mobile intervention) |
|----------|---|------------------------------------|
| 普及状況 | 利用者数 9091 万人 (2009 年 4 月現在) 普及率 75.3% (2009 年 4 月現在) | 普及率 75.4% (2009 年 4 月現在) |
| 身体活動介入研究 | 海外を中心に増加 | 国内外合わせて少ない |
| 利点 | ・複数の第三者情報の活用が可能 ・利用コストが比較的低い | ・指導時間や場所の制約が極めて少ない ・介入費用が比較的安価 |

健康情報の入手先も、2007 年の調査²⁾ ではインターネット関連が 32.6% とこれまで主流であった新聞・雑誌 39.0%、テレビ 37.9% に並びつつあり、健康情報入手先としてインターネットなどの ICT の重要性が高まっている。

定期的な身体活動の実施は、冠動脈心疾患、糖尿病、ある種のがん、肥満、骨粗鬆症、およびその他の慢性疾患のリスク軽減に効果的であることが実証されている³⁾。平成 19 年国民健康栄養調査⁴⁾ によると、1 回 30 分以上の運動を週 2 日以上実施し 1 年以上継続している者と定義されている運動習慣者の割合は男性 29.1%、女性が 25.6% であり、10 年前の調査結果⁵⁾ とほとんど変わっていない (男性 28.6%、女性 24.6%)。また、健康日本 21⁶⁾ の歩数目標値である男性で 1 日に 9200 歩以上、女性で 8300 歩以上に達していない者は、男性で 71.3%、女性で 73.0% と低調である⁴⁾。このように定期的な身体活動の重要性は共通理解をえているものの、その実践は低調なままである。

身体活動量の目標を達成できていない者が男女共に約 7 割であることを考慮すると、身体活動介入プログラムは数万人規模の人数にも対応でき、かつコストのかからない方法で提供できる方法論が必要となるだろう。その最有力と考えられているのが ICT である。

そこで、本研究の目的は、インターネットや携帯端末機器経由での身体活動介入研究をレビューしそれらの有効性を明らかにするとともに、有効性を高める要因について検討することである。

2. インターネットを活用した身体活動介入研究

1) 海外の研究

インターネットを活用した身体活動介入研究は、Fotheringham et al⁷⁾ が 2000 年にはじめて報告して以来、2009 年 12 月 20 日までに公表されかつ我々が知りえただけでも 53 編 (付録参照) であった。インターネットと携帯端末を活用した身体活動介入研究の推移を Fig. 1 に示した。

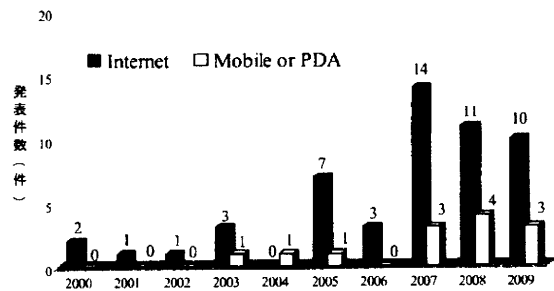


Fig. 1. インターネットと携帯端末を用いた身体活動介入研究数の年次推移

特にインターネットを活用した介入研究は 2006 年の 3 編から 2007 年には 14 編と大幅に増加している。

インターネットを媒体とした身体活動介入研究の総説は、すでに 6 編報告⁸⁻¹³⁾ されており、研究動向をよみとることができる。この中で質の高いシステムティックレビュー 2 編を紹介する。

Vandelanotte et al¹⁰⁾ は、2006 年 7 月までに出版された 15 編の研究のうち 8 編 (53.3%) に身体活動の改善効果が認められ、その平均効果サイズは 0.44 (0.13-0.67) と有意であったと報告している (Table 2)。より良好な介入成績は参加者との接触回数が 5 回以上の時や追跡期間が 3 ヶ月以下の短期 (60%) の方が中期 (3~6 ヶ月, 50%) や 6 ヶ月より長期 (40%) の時より良いというものであった。Norman et al¹¹⁾ は、2000 年から 2005 年までの身体活動介入に関する 13 編の研究論文を検討し

た結果、その平均効果サイズは 0.12 (-0.03-0.31) と小さく対面型の介入より効果的ではない可能性があるとの結論付けている。また、詳細に検討した結果、11 編 (84.6%) の研究論文で社会的認知理論とトランスセオレティカルモデルが応用されており、介入期間 2 ヶ月以下が 8 編 (61.5%)、介入終了率は 59% から 100% で 75% 以上であったのは 10 編 (76.9%) であったことを報告していた。

Table 2. インターネット介入研究の効果サイズ

| | 効果サイズ | レンジ | | 介入成功率 (%) |
|--|-------|-------|------|-----------|
| | | 最小 | 最大 | |
| Vandelanotte et al. (2007) ²²⁾ | 0.44 | 0.13 | 0.67 | 53.3 |
| Norman et al. (2007) ²³⁾ *身体活動研究のみ抽出 | 0.12 | -0.03 | 0.31 | 63.6 |

Table 3. インターネット介入研究で用いられている介入要素と活用頻度

| | 活用頻度 [*] |
|--------------------------------------|-------------------|
| ウェブサイト(Website) | ☆☆☆ |
| 電子メール(E-mail) | ☆☆☆ |
| チャット(Chat) | ☆ |
| 行動計画(Activity planning) | ☆☆☆ |
| ディスカッショングループ(Discussion group) | ☆☆ |
| オンラインコーチとビデオ(Online coach and video) | ☆ |
| コンピュータ・テーラー(Computer tailoring) | ☆ |

*☆☆☆とても多い ☆☆☆多い ☆☆☆少ない

以上の総説を概観すると、PC におけるインターネット介入は短期の身体活動量を増強可能であるが、成功率は 50% 程度と期待ほどではない可能性がある。介入要素は Table.3 のように多様であるが、介入要素が増すと介入効果が高まるとの報告もあった⁹⁾。また、介入の効果を高めると考えられる要因は、対象者との接触回数、介入期間、プログラムの利用状況、複数の行動への介入であった。インターネット介入の脱落率は高く、効果の判定には ITT 分析 (intention-to-treat analysis) を行う必要がある¹⁰⁾、介入終了率の向上や効果の長期継続性に関しての課題が残されている。さらに、プログラムの参加者では高学歴者が多いため、効果の一般化を確認するためには低教育歴の者での研究が必要である。

2) 国内の研究

海外におけるインターネット介入研究の増加とは対照的に、国内の研究報告数は極めて少なかった。我々が入手できたのは、岡崎ら¹⁴⁾の研究報告である。岡崎らは、大学1年生を対象に、教養体育の授業をインターネ

ット経由で提供し、14 週間には対照群の総身体活動量の増加が 13 ± 340kcal/日に比べてインターネット介入群では 270 ± 477kcal/日と大幅に増加したと報告している。岡崎らのプログラムは「i-PAP」と命名されており、わが国における貴重な成績と考えられるが、対象者の割付における無作為化の必要性や身体活動を実測するなどの課題を残している。

3. 携帯端末を活用した身体活動介入研究

1) 海外の研究

携帯型端末を用いた身体活動介入に関しては、2000 年代後半から増加傾向にあるインターネットや E メールを用いた介入研究に比べると少ない。海外での最初の報告は 2007 年の Hurling et al¹⁵⁾ のものである。後述のように、久保田ら²¹⁾の研究はすでに 2003 年に報告されており、携帯端末を用いた身体活動介入は日本の方が歴史が古いことがわかる。しかし、以下に示すように、2008 年以降の研究は質量共に欧米の研究の進展の早さが伺える。

携帯電話ではないが、携帯型コンピュータ端末 (PDA) を媒体とした身体活動介入研究が King et al¹⁶⁾により報告されている。平均年齢 60.7 歳の地域住民 19 名に PDA を提供し、PDA が午後 2 時と午後 9 時に発するアラームに応じて 2~3 分程度 (36 間) で行った身体活動の情報 (量、種類、場所など) を回答し、毎日および毎週フィードバックを行うという内容であった。無作為に割付けられ標準的な健康教育の小冊子を提供された対照群に比べて身体活動量が 8 週後に有意に増加していた。また、King et al は同じシステムで食行動への介入成績も報告している¹⁷⁾。

身体活動の改善のみを目的とした研究ではないが、携帯電話のショートメッセージサービス (Short Message Service: SMS) を活用した行動変容介入研究の総説が Fjeldson et al¹⁸⁾により報告されている。携帯電話を用いた 1990 年 1 月から 2008 年 3 月までの 14 編の研究論文のうち、13 編 (92.9%) で良好な行動変容効果が認められた。SMS に関する研究は他にも 2 編^{19,20)}報告されており、携帯電話の E メールを用いた生活習慣介入の主流は現時点で短文による文字情報であることがわかる。身体活動を対象とした Hurling¹⁵⁾の報告では、介入群の 9 週後の身体活動の週あたり増加時間は 2 時間 18 分で対照群より有意に大きかったとされている。

以上の結果から、携帯端末を活用した身体活動介入

研究は今後研究の増加が見込まれる分野のひとつであり、PC 経由でのインターネット介入研究で培ったノウハウを吸収しつつも、携帯端末独自の介入法を模索していく必要があると考えられた。

2) 国内の研究

国内において携帯電話を活用した身体活動介入研究は2003年に久保田ら²¹⁾によって報告されて以降、同研究グループにより4編の報告がなされている。

久保田ら²¹⁾は、携帯電話を活用した身体活動促進プログラム「i-exer」を2003年に報告して以降、携帯電話のメール機能を活用した「i-exerM (MはMobile・Mailを指す)」²²⁾やウォーキング促進に特化した「i-exerW (WはWalkingを指す)」²³⁾などの改良版を次々に報告している。久保田らの一連の研究において、評価指標が標準化された身体活動量の測定法を用いていないのが残念であるが、一部の報告では歩行に関連する体力テストや減量効果を示されている²⁴⁾。

わが国における携帯電話を活用した身体活動介入研究の報告は、前述の久保田ら^{79,81)}の報告以外に見当たらなかったが、岡崎ら¹⁴⁾によりPCのインターネット介入と連動させ携帯電話のメール機能を活用した報告がなされている。

4. ICT を活用した介入プログラムとその可能性

1) 介入効果を高めるには

ICT を活用した身体活動介入を成功させるポイントには、以下のように考えられている。

a) 介入期間

一般的には介入期間が長いほど介入効果も大きいと考えられているが、実際にはプログラムへの参加率が低く、途中脱落も増えるとの報告がある^{9,11)}。また、介入後にサポートを継続しない期間が長くなるほど身体活動増強効果は漸減するとの報告¹⁰⁾もある。以上のことから、介入効果の長期継続性を実現するには飽きのこない継続的なサポートが必要と考えられる。

b) 接触回数

対象者との接触回数が多いほど介入効果も大きいと考えられているが、プログラム提供者側の負担は増加する。Vandelanotte et al¹⁰⁾の総説では接触回数が5回以上で介入成功率が最も高いと報告されている。

c) 理論応用型の介入

ICT を活用した身体活動介入プログラムでは心理学の理論を応用しているものが多い。中でも社会的認知理論、トランスセオレティカルモデル、計画的行動理論の3つが多用されている¹¹⁾。

また、行動科学に基づくノウハウをプログラムに適用させる必要があると多くの研究者が指摘しているが、どの行動変容技法が効果に影響を及ぼすかに関して検証した研究は少なく結論を導くことは難しい¹⁰⁾。多用されている行動変容技法は、目標設定とセルフモニタリングである¹¹⁾。ICT を活用し、運動行動を促す先行刺激や早期に効果を実感(行動の結果)させる工夫を盛り込むことが重要である。

d) 対面要素の初期導入

ICT を活用した介入といっても、ほとんどの研究で最初にプログラムや機器の使用法の説明を含めた対面指導が組み込まれている^{10,11)}。しかし、対面サポートの有無は介入効果に影響しないという報告もあり、この要素が必須かは結論づけられていない¹¹⁾。

e) 食などの他行動との同時介入

プログラムの効果をより広範(例えば減量や内臓脂肪の減少)に求めるには、身体活動以外の行動を改善させることも重要である。複数の行動変容を促す方がよいとする報告もある¹⁰⁾。健康増進に関心が高くても、必ずしも身体活動に関心を示す者が多いとは限らないので、対象者のニーズに応じたプログラム開発が必要である。

f) 対象者・介入フィールドの特性

わが国でも最近では経済格差が問題視されているが、経済や教育格差は健康問題の格差にまで派生しうる重要な要因であることが知られている¹⁰⁾。経済的所得の低さはICTにアクセス可能な機器購入の困難さや身体活動介入に参加する余裕のなさといった不活動の原因のひとつとなる。また、教育歴の低さは、プログラムで提供される情報の理解を妨げ行動変容が促されにくくなると考えられている。考慮すべき対象者の特性は経済面や学歴のみではないが、対象者の特性を踏まえたプログラム開発が不可欠である。経済や教育格差が対象者個人間でも認められるように、その格差は地域や職域などでも認められるので、集団アプローチによる

身体活動プログラム開発においても地域特性を踏まえた視点が不可欠である。

2) 集客ツールとしての可能性

この点に関しては Marshall et al⁹⁾が総説の中で指摘していたことでもあるが、介入ツールというより、対象者の集客ツールとして ICT を活用するという方法もある。現在、市町村の運動教室の勧誘の多くは、市報などの広報を通じたものである。広報は全戸配布であり有効な情報提供ツールではありうるが、市町村における運動教室参加者を大幅に増加させるメディアになるとは考えにくい。そこで、大手のフィットネスクラブや販売会社がすでに活用しているように、今後は ICT とマーケティング手法を取り入れたリクルート法としての可能性を検討する必要がある。

3) 新機能を上手く活用した介入研究の開発

インターネットや携帯電話の新規機能の開発は目覚ましいものがある。介入効果を高める介入要素として新規機能をいかに取り込むかは重要な課題である。例えば、加速度計機能を搭載した携帯電話の活用が考えられる。携帯電話に搭載された加速度計機能による身体活動の評価の妥当性と信頼性は不明であるが、ユーザーのモニタリングツールとしてみた場合には、その利便性は高い。現在いくつかの介入研究では歩数計の数値や取組み状況などをインターネットや E メール経由で報告させている^{14,22)}が、加速度計機能を搭載した携帯電話はデータセンターへの返送のためのプロセスが大幅に削減可能であり、返送率の増加を高めうるだろう。プログラムのアクセス率と介入効果は比例するため、その利用を早急に検討する必要がある。

5. ICT を活用した介入プログラムの課題

1) 費用対効果の検証の必要性

ICT を活用した介入プログラムの研究が進まない背景には、指導者と直接接する対面型介入に比べて行動変容の効果が期待より小さいことが挙げられるかもしれない。Vandelanotte et al¹⁰⁾によるとインターネット介入の平均の効果サイズは 0.44 (0.13-0.67) であることから ICT の活用は身体活動介入に効果的と考えられる。しかし、比較対象が標準的な健康教育教材の配布という簡便な介入であるため、現場で介入を行う担当者に

はそれが効果的なツールであるという実感が持てず、それが研究やプログラム開発の促進要因とはなりにくいかもしれない。

今後の研究の方向性としては、費用対効果や費用便益の評価手法を用いることも必要である^{26,27)}。ICT を活用した身体活動介入法は、多くの研究者が指摘しているように、一人ひとりに与える直接効果は専門家がガイドしながら進める対面型の介入に比べて必ずしも高いとはいえない。しかしながら、対象者の平均歩数を 1000 歩増すのに要する ICT 介入のコストは対面型に比べて、その恩恵が大きくなる可能性が高い。さらに、対面型の運動教室で年間 100 名を対象とするより、ICT 介入にて年間 10000 名に介入を提供する方が医療費や介護費用の抑制には有効との指摘もある。

2) プログラム利用の減少

介入期間中のプログラムの利用率(例えばアクセス率)の低下が多くの研究で指摘されている^{10,11)}。これは ICT を活用した介入研究に限定したことはないが、プログラム利用率は高いほど介入効果も高くなる傾向があるため、プログラムの利用率向上は避けては通れない重要な研究課題である。利用を促すメールの活用はいくつかの研究で用いられている¹⁰⁾ものの根本的な解決策とはなっていない。根本的な解決策はいまだ明らかになっていないが、例えば利用状況が低下しつつあることを早期に同定し、プログラムへのアクセスを促すための新規コンテンツ導入などが有効かもしれない。また、1回で対象とする人数にもよるが、指導者(人)経由でのメールまたは電話でプログラム利用を刺激すればコストはかかるが効果が期待できる。

3) 効果の高い標的行動の特定

現在 ICT を活用した介入研究のアウトカムは Table 4 に示したように、総身体活動量や強度別の身体活動量、また国内の身体活動ガイドラインの達成などが挙げられている。インターネットや携帯電話の利用そのものは、通常の利用範囲内であれば不活動 (sedentary behavior) といえよう。ICT を活用した身体活動介入がアウトカムをどのように設定したときにより有効かを示すことも重要かもしれない。現在までにわが国で公表されている成人における身体活動の目標値 (Table 5) を用いるのもひとつの方法であろう。

Table 4. ICTを用いた身体活動介入のアウトカム

| |
|--|
| 総身体活動量 (Total Physical Activity Level) |
| 高強度の身体活動量 (High Intensity of Physical Activity Level) |
| 中等度の身体活動量 (Moderate Intensity of Physical Activity Level) |
| 身体活動ガイドラインの達成 (Meeting Physical Activity Guidelines) |
| 運動行動のステージ |
| 体重または体重減少 |
| 体力(柔軟性など) |

Table 5. 成人における適切な身体活動量の目標値

| 学協会 | 身体活動目標 |
|----------------------------|--|
| 厚生省(1997) ²⁰⁾ | 1日20分以上で週2回以上、その合計時間は最大酸素摂取量の50%程度の有酸素運動の場合、1週間で合計140~180分以上 |
| 健康日本21(2001) ⁶⁾ | 1日の歩数を今より1000歩増加 |
| 厚生労働省(2006) ²⁰⁾ | 週23METs*時(そのうち4METs*時は運動で確保) |

健康日本21: 21世紀における国民健康づくり運動

4) 客観的な身体活動量の評価指標の利用

ICTを活用した身体活動介入研究の課題のひとつに、評価指標における質問紙法の多用がある。いずれも標準化された手法ではあるが、次のような研究デザインの工夫により、結論の妥当性を高める必要がある。例えば、質問紙法のみで結論を得るためには、標準化された複数の項目で結論の確証性を高める、さらには加速度計を同時に測定することなどが必要である。

まとめ

ICTを活用した身体活動介入研究は、特にPC経由のインターネット介入の増加が顕著であり、携帯端末を用いた介入研究は少なかった。現在報告されている研究も短期の介入成功率は50%程度であり、長期効果を評価できている研究は少なかった。今後、携帯端末による身体活動介入研究が増加してくると考えられるが、PCと携帯端末の利点を組合わせて利用者の身体活動増強をサポートできるようなシステム開発の必要性も考えられた。

付記

本研究は、平成21年度厚生労働科学研究費補助金糖

尿病戦略等研究事業(研究代表者:山津幸司)、文部科学省科学研究費補助金若手研究B(20700516)、および平成21年度厚生労働科学研究費補助金循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業(研究代表者:熊谷秋三)の一部として行われた。

引用文献

- 1) 総務省(2009):平成20年通信利用動向調査の結果(概要)
(http://www.soumu.go.jp/main_content/000016027.pdf)
- 2) アサヒビールお客様生活文化研究所(2008),食と健康のセンサス調査「健康情報の入手先:すすむテレビ離れ」.
(<http://www.asahibeer.co.jp/enjoy/hapiken/census/bn/20080418/>)
- 3) Sallis JF & Owen N (1999): Physical activity & Behavioral Medicine, SAGE publications, Inc: Thousand Oaks.
- 4) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室(2008):平成19年国民健康・栄養調査結果の概要.
(<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/12/h1225-5a.html>)
- 5) 厚生省保健医療局生活習慣病対策室(1998):平成9年国民栄養調査結果の概要.
(http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1011/h1112-1_11.html)
- 6) 厚生省(2000):21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21). (<http://www.kenkouinippon21.gr.jp/>)
- 7) Fotheringham MJ, Owies D, Leslie E, et al (2000): Interactive health communication in preventive medicine: Internet-based strategies in teaching and research. Am J Prev Med, 19(2): 113-120.
- 8) Marshall AL, Owen N, Bauman AE (2004): Mediated approaches for influencing physical activity: update of the evidence on mass media, print, telephone and website delivery of interventions. Journal of Science and Medicine in Sport, 7(1): 74-80.
- 9) van den Berg MH, Schoones JW, Vliet Vlieland TP (2007): Internet-based physical activity interventions: a systematic review of the literature. J Med Internet Res, 9(3):e26.
- 10) Vandelanotte C, Spathonis KM, Eakin EG, et al (2007): Website-delivered physical activity interventions a review of the literature. Am J Prev Med, 33(1): 54-64.
- 11) Norman GJ, Zabinski MF, Adams MA, Rosenberg DF, Yaroch AL, Atienza AA (2007): A review of eHealth

- interventions for physical activity and dietary behavior change. *Am J Prev Med*, 33(4): 336-345.
- 12) Müller-Riemenschneider F, Reinholda T, Nocona M, Willich SN (2008): Long-term effectiveness of interventions promoting physical activity: A systematic review. *Prev Med*, 47(4): 354-368.
- 13) Marcus BH, Ciccolo JT, Sciamanna CN.(2008) Using electronic/computer interventions to promote physical activity. *Br J Sports Med*, 43(2):102-5.
- 14) 岡崎勘造, 岡野慎二, 羽賀慎一郎, 関 明彦, 鈴木久雄, 高橋香代 (印刷中): 大学生対象の ICT を用いた遠隔双方向型の身体活動促進プログラムの開発と評価. 日本教育工学会論文誌.
- 15) Hruling R, Catt M, DeBoni M, et al (2007): Using internet and mobile phone technology to deliver an automated physical activity program: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, 9: e7.
- 16) King AC, Ahn DK, Oliverira BM, Atienza AA, Castro CM (2008): Promoting physical activity through hand-held computer technology. *Am J Prev Med*, 34(2): 138-142.
- 17) Atienza AA, King AC, Oliverira BM, Ahn DK, Gardner CD (2008): Using hand-held computer technologies to improve dietary intake. *Am J Prev Med* 2008, 34(6): 514-518.
- 18) Fjeldson BS, Marshall AL, Miller YD (2009): Behavior change interventions delivered by mobile telephone short-message service. *Am J Prev Med*, 36(2): 165-173.
- 19) Yoon KH, Kim HS (2008): A short message service by cellular phone in type 2 diabetic patients for 12 months. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 79: 256-261.
- 20) Shapiro JR, Bauer S, Hamer RM, Kordy H, Ward D, Bulik CM (2008): Use of text messaging for monitoring sugar-sweetened beverages, physical activity, and screen time in children: a pilot study. *J Nutr Educ Behav*, 40(6):385-91.
- 21) 久保田晃生, 鈴木輝康 (2003): インターネットによる運動習慣定着支援プログラム (i-exer: アイエクサ) の開発および有効性について. *体育の科学*, 53(7): 543-547.
- 22) 久保田晃生, 藤田信, 波多野義郎 (2004): 携帯電話のメール機能を活用した健康教育プログラムの開発と有効性の検討. *日本公衆衛生雑誌*, 51(10): 862-873.
- 23) 久保田晃生, 藤田信(2005): 携帯電話によるウォーキング促進プログラムの開発. *体育の科学*, 55(5): 405-409.
- 24) 久保田晃生 (2007): 携帯電話のメール機能を活用した歩行能力向上支援システムの開発. *体育学研究*, 52: 383-392.
- 25) 久保田晃生 (2007): 市町村での普及を目指した「インターネットを活用した健康づくりシステム」の開発. *公衆衛生*, 71(3): 269-273.
- 26) Robroek SJ, Bredt FJ, Burdorf A (2007): The (cost-)effectiveness of an individually tailored long-term worksite health promotion programme on physical activity and nutrition: design of a pragmatic cluster randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 7:259.
- 27) Cobiac LJ, Vos T, Barendregt JJ (2009): Cost-effectiveness of interventions to promote physical activity: a modelling study. *PLoS Med*, 6(7):e1000110.
- 28) 厚生省保健医療局健康増進栄養課 (1997), 生涯を通じた健康づくりのための身体活動のあり方検討会報告書について.
(<http://www1.mhlw.go.jp/houdou/0903/h0321-1.html>)
- 29) 厚生労働省 (2006), 健康づくりのための運動指針 2006～生活習慣病予防のために～エクササイズガイド 2006.
(<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf>)

付録 本文中に引用できなかった論文

- Fotheringham MJ, Wannacott RL, Owen N (2000). *Ann Behav Med*, 22(4): 269-275.
- McKay HG, King D, Eakin EG, et al (2001). *Diabetes Care*, 24(8): 1328-1334.
- Sciamanna CN, Lewis B, Tate D, et al (2002). *Prev Med*, 35: 612-615.
- Marshall AL, Lesilie EI, Bauman AE, et al (2003). *Am J Prev Med*, 25(2): 88-94.
- Napolitano MA, Fortheringham MJ, Tate D, et al (2003). *Ann Behav Med*, 25(2): 92-99.
- Doshi A, Patrick K, Sallis JF, Calfas K (2003). *Ann Behav Med*, 25(2):105-11.
- McCoy MR, Couch D, Duncan ND, Lynch GS (2005). *Health Promot Int*, 20(3):221-228.
- Frenn M, Malin S, Brown RL, et al (2005). *Appl Nurs Res*, 18(1):13-21.
- Kypri K, McAnally HM (2005). *Prev Med*, 41(3-4):761-6.
- Rydell SA, French SA, Fulkerson et al (2005). *J Am Diet Assoc*, 105(9):1447-50.
- Hageman PA, Walker SN, Pullen CH (2005). *J Geriatr Phys Ther*, 28(1):28-33.
- Slootmaker SM, Chin A Paw MJ, Schuit AJ, et al (2005). *BMC Public Health*, 5:134.
- Kosma M, Cardinal BJ, McCubbin JA (2005). *Disabil Rehabil*, 27(23):1435-42.
- Jago R, Baranowski T, Baranowski JC, et al (2006). *Prev Med*, 42(3):181-7.
- Wolf SH, Krist AH, Johnson RE, et al (2006). *Ann Fam Med*, 4(2):148-52.
- Kim CJ, Kang DH (2006). *Comput Inform Nurs*, 24(6):337-45.
- Dinger MK, Heesch KC, Cipriani G, Qualls M (2007). *J Sci Med Sport*, 10(5):297-302.
- Spittaels H, De Bourdeaudhuij I, Brug J, Vandelanotte C (2007). *Health Educ Res*, 22(3):385-96.
- Spittaels H, De Bourdeaudhuij I, Vandelanotte C (2007). *Prev Med*, 44: 209-217.
- Marcus BH, Lewis BA, Williams DM, et al (2007). *Contemporary Clinical Trials*, 28: 737-747.
- Steele R, Mummery KW, Dwyer T (2007). *Patient Education and Counseling*, 67: 127-136.
- Steele R, Mummery WK, Dwyer T (2007). *J Phys Act Health*, 4(3):245-60.
- Spittaels H, De Bourdeaudhuij I (2007). *Int J Behav Nutr Phys Act*, 4:39.
- van den Berg MH, Ronday HK, Peeters AJ, et al (2007). *Rheumatology*, 46(3):545-552.
- Steele RM, Mummery WK, Dwyer T (2007). *Int J Behav Nutr Phys Act*, 4:7.
- Steele R, Mummery KW, Dwyer T (2007). *Patient Educ Couns*, 67(1-2):127-136.
- Jilcott SB, Lاراia BA, Evenson KR, et al (2007). *Health Promot Pract*, 8(2):192-204.
- Polzien KM, Jakicic JM, Tate DF, Otto AD (2007). *Obesity*, 15(4):825-830.
- Marcus BH, Lewis BA, Williams DM, et al (2007). *Arch Intern Med*, 167(9):944-949.
- Verheijden MW, Jans MP, Hildebrandt VH, Hopman-Rock M (2007). *J Med Internet Res*, 9(1):e1.
- Winett RA, Anderson ES, Wojcik JR, Winett SG, Bowden T (2007). *Ann Behav Med*, 33(3):251-61.
- Richardson CR, Mehari KS, McIntyre LG, et al (2007). *Int J Behav Nutr Phys Act*, 4:59.
- Carr LJ, Bartee ET, Dorozynski C, et al (2008). *Prev Med*, 46: 431-438.
- Kerr J, Patrick K, Norman G, et al (2008). *Depress Anxiety*, 25(7):555-558.
- Lewis B, Williams D, Dunsiger S, et al (2008). *Prev Med*, 47: 508-513.
- Wangberg SC (2008). *Health Educ Res*, 23(1):170-179.
- Cussler EC, Teixeira PJ, Goings SB, et al (2008). *Obesity*, 16(5):1052-1060.
- Oenema A, Brug J, Dijkstra A, de Weerd I, de Vries H (2008). *Ann Behav Med*, 35(2):125-135.
- Thompson D, Baranowski T, Cullen K, et al (2008). *Prev Med*, 47(5):494-497.
- Chiauzzi E, Brevard J, Thum C, Decembrelle S, Lord S (2008). *J Health Commun*, 13(6):555-72.
- Dunton GF, Robertson TP (2008). *Prev Med*, 47(6):605-611.
- Lu C, Schultz AB, Sill S, et al (2008). *J Occup Environ Med*, 50(11):1209-1215.
- Allan JD (2008). *Evid Based Nurs*, 11(1):13.
- Ferney SI, Marshall AI, Eakin EG, Owen N (2009). *Prev Med*, 48: 144-150.
- Smith DT, Carr LJ, Dorozynski C, Gomashe C (2009). *J Appl Physiol*, 106(1):49-56.
- Bosak KA, Yates B, Pozehl B (2009). *West J Nurs Res*. [Epub ahead of print]
- Huang SJ, Hung WC, Chang M, Chang J (2009). *J Health Commun*, 14(3):210-27.
- Steele RM, Mummery WK, Dwyer T (2009). *Health Educ Behav*, 36(6):1051-1064.
- Slootmaker SM, Chinapaw MJ, Schuit AJ, et al (2009). *J Med Internet Res*. 2009 Jul 29;11(3):e27.
- Buis LR, Poulton TA, Holleman RG, et al (2009). *BMC Public Health*;9:331.
- Carr LJ, Bartee RT, Dorozynski CM, et al (2009). *J Phys Act Health*, 6(4):444-55.
- Lubans DR, Morgan PJ, Collins CE, Warren JM, Callister R (2009). *Int J Behav Nutr Phys Act*, 6:76.
- Wanner M, Martin-Diener E, Braun-Fahrländer C, et al (2009). *J Med Internet Res*, 11(3):e23.
- Olson AL, Gaffney CA, Lee PW, Starr P. (2008). *Am J Prev Med*, 35(5 Suppl):S359-364.
- Shrewsbury VA, O'Connor J, Steinbeck KS, et al (2009). *BMC Public Health*, 9:119.
- Heron KE, Smyth JM (2009). *Br J Health Psychol*. [Epub ahead of print]

— 原 著 —

日本人地域一般住民における身体活動量の実態：
久山町研究

岸本裕代^{1),4)}, 大島秀武²⁾, 野藤 悠³⁾, 上園慶子¹⁾,
佐々木 悠¹⁾, 清原 裕⁴⁾, 熊谷秋三^{1)*}

Free-living physical activity in a general Japanese population:
the Hisayama Study

Hiroyo KISHIMOTO^{1),4)}, Yoshitake OHSHIMA²⁾, Yu NOFUJI³⁾, Keiko UEZONO¹⁾,
Haruka SASAKI¹⁾, Yutaka KIYOHARA⁴⁾, and Shuzo KUMAGAI¹⁾

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to investigate the free-living physical activities using accelerometer in a general Japanese population. **Methods:** The 2066 participants attached accelerometer for more than 7 days. We analyzed the data from 767 men and 1111 women ≥ 20 yr (mean age = 64 ± 12 yr) whose physical activity data were available. The mean walking steps, metabolic equivalent tasks (METs) · hours express as Exercise (Ex), and the energy expenditure of free-living physical activity were calculated. **Results:** The mean daily walking steps and energy expenditure were 6499.4 ± 3476.5 steps and 2186.7 ± 347.2 kcal in men and 6061.1 ± 2936.7 steps and 1770.8 ± 292.4 kcal in women ($p < 0.01$, respectively). The daily Ex for walking in men (201.7 ± 121.2 Ex) was significantly higher than that in women (115.5 ± 69.4 Ex, $p < 0.01$). On the other hand, the daily Ex for other physical activity in men (433.8 ± 137.0 Ex) was significantly lower than that in women (461.2 ± 127.4 Ex, $p < 0.01$). All measurements were significantly decreased with aging, especially in 70 and 80 age groups ($p < 0.05$). **Conclusions:** Free-living physical activities significantly differ among sex or age groups. Additional studies using accelerometer are needed to demonstrate the relationship between physical activities and several lifestyle-related diseases in a general Japanese population.

(Journal of Health Science, Kyushu University, 32: 97-102, 2010)

1)九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University, Kasuga, Japan
2)オムロンヘルスケア株式会社新規事業開発センター OMRON HEALTHCARE Co., Ltd., Kyoto, Japan
3)九州大学大学院人間環境学府 Graduate School of Human-Environment Studies, Kyushu University, Kasuga, Japan,
4)九州大学大学院医学研究院社会環境医学 Department of Environmental Medicine, Graduate school of Medical Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan
*Corresponding author. Institute of Health Science, Kyushu University, 6-1 Kasuga-koen, Kasuga City, 816-8580, Japan.
Tel. & fax: +81 92 583 7853. Email address: shuzo@ihs.kyushu-u.ac.jp (S. Kumagai)

1. はじめに

日常生活における身体活動・運動は、生活習慣病の発症や改善に影響することが知られている¹⁾。これにより、厚生労働省は健康づくりのための運動基準 2006²⁾および健康づくりのための運動指針 2006(エクササイズガイド 2006)³⁾を策定し、身体活動・運動の増加を生活習慣病予防対策の一つとして提唱した。エクササイズガイド 2006 がこれまでの指針と異なる点は、日常生活における身体活動・運動量および体力の具体的な目標値を設定したことにある。しかし、目標値設定のために使用された先行研究の多くが欧米諸国による成績であり、わが国の成績はわずかに数編にすぎない。そのため、設定された目標値が日本人の生活習慣病予防にとって有用であるのか否かは不明のままである。また、日本人一般地域住民を対象に、運動・スポーツ活動以外の身体活動量およびそれらの消費カロリー量を実測した大規模疫学研究は未だ報告されていない。

身体活動量の実測値に基づく評価指標には、歩行計や加速度計など身体装着型の器具を用いた日常歩行数が主に用いられている。歩行計による一般成人の1日当たりの平均歩数は、加速度計による評価に比べ、1800歩以上少ないことが報告されている⁴⁾。このような測定誤差の原因には、歩行計の測定精度が徒歩のような加速度の高い身体活動に対して高く、加速度の低い身体活動(ゆっくり歩行や断続的な歩行)に対して低いことが考えられている。しかしながら、加速度計を用いて日常生活における身体活動量を大規模に調査された本邦の研究成績は得られていない。そこで本研究は、加速度計を用いて日本人地域一般住民の身体活動量を実測した。

2. 方法

(1)対象者

平成 21 年度久山町生活習慣病予防健診(以下、健診と略す)を受診した久山町地域一般住民 2,322 名のうち、研究参加への同意が得られた 2,066 名(男性 983 名、女性 1,339 名、健診受診者の 89%)が本研究の調査対象者であった。健診は平成 21 年 6 月 25 日～8 月 10 日のうちの 23 日間で開催された。参加者は、調査参加前に本研究の概要や調査の意義についての説明を受けた。なお、不参加者の内訳は、健診時に身体活動調査ブースを訪れなかった者 73 名、および研究参加拒否者 183 名

であった。全対象者のうち、測定期間中に 1 日 8 時間以上の装着日が 3 日以上得られた 1,878 名(男性 767 名、女性 1,111 名、対象者の 91%)を解析対象者と定義した。この定義は、1 日 1 時間以上の装着がある対象者の計測値を装着時間毎に分布した結果、抽出基準を 8 時間以上とすることが妥当であったこと、先行研究において信頼性のある習慣的な身体活動の推定に必要な日数は 3～5 日程度であること⁵⁾に基づいた。

(2)測定方法

1)身体活動量計

身体活動量計は、臨床用 3 軸加速度センサー活動量計(Active Style Pro HJA-350IT, オムロン社製、以下加速度計と略す)を用いた。加速度計の特徴は、身体の動きと姿勢の変化を捉え様々な活動を識別することで、歩行時の活動量だけでなく、従来の加速度計では捉えることが出来なかった生活活動時の活動量についても精度良く計測できる点にある。加速度計の信頼性および妥当性については、加速度計を用いて推定された1日の総消費エネルギー量と二重標識水(DLW)法により計測された総消費エネルギー量との間には有意な正の相関関係($r=0.859$, $p<0.05$)が確認されている。

2)加速度計の配布および回収方法

加速度計は、健診終了直後に研究参加の同意が得られた対象者へ配布した。測定期間は健診当日から 7 日間とした。測定期間がお盆休み(8 月 12 日～15 日)が含まれる対象者については、健診当日から 10 日間を測定期間とした。回収は測定期間最終日の翌日に実施した。回収方法は健診会場への持ち込み、あるいは自宅回収とした。対象者には、加速度計と共に 1 週間の装着記録用紙を配布することで動機づけを促した。

3)加速度計の装着方法

加速度計の装着は、入浴および入水時以外の起床から就寝までとした。装着部位は身体の前面・腰位置とし、ベルトまたはズボンの裾をクリップで挟み装着した。仕事等の理由によって身体の前面に装着できない参加者については、加速度計が立位時に水平位置が保持できる身体背面・腰位置に装着してもらった。なお、測定期間中、参加者が計測値を閲覧しないように画面は日時のみを表示した。測定期間終了後、対象者には

計測結果(計測期間中の平均歩行数および生活活動・歩行別の消費カロリー量)と身体活動に関する個人毎のアドバイスを返却した。

4) 評価項目

身長は、身長計(DC-250, TANITA 社製)を用いて計測した。体重および体脂肪率は、体脂肪計(MC-190, TANITA 社製)を用いて生体電気インピーダンス法により計測した。体格指数(body mass index : BMI)は体重÷(身長)²の式より算出した。歩行数、活動強度(Metabolic Equivalent Tasks : METs), エクササイズ(Ex), および身体活動による消費カロリー量(活動カロリー)は加速度計により計測した。

5) 加速度計から得られる変数の定義

歩数は、加速度計で得られた3軸の加速度データが一定の間隔で閾値を超えた場合に「1歩」としてカウントした。加速度データより歩行時と生活活動時とを識別するため、上肢の姿勢変化が伴わない動作を「歩行」、姿勢変化が伴うその他の動作を「生活活動」として定義した。Ex, 総身体活動カロリー, および総消費カロリー量は以下の式より算出した。

$$\text{Ex} = \text{活動強度(METs)} \times \text{時間(時)}$$

$$\text{総身体活動カロリー} = \text{METs} \times \text{安静時代謝}$$

$$\text{総消費カロリー量} = \text{総身体活動カロリー} + \text{基礎代謝} + \text{食事誘発性熱産生}$$

Exについては、3METs以上の歩行・生活活動を評価した。安静時代謝は、基礎代謝×1.1より算出し、基礎代謝はGanpuleら(2007)⁶⁾の式を用いた。また、食事誘発性熱産生は総消費カロリー量の10%とした。

6) 解析方法

解析結果は平均値±標準偏差で示した。20代(男性2名, 女性2名)および90代(男性1名, 女性1名)は、対象者数が極端に少ないため、統計解析は40代~80代を対象者で行った。男女および年代別の測定項目における性差の比較は対応のないt検定を用いて解析した。年代別の身体的特性および身体活動量の比較は一元配置分散分析を用いて検定し、事後検定はtukey posthoc検定を用いた。有意水準はすべて5%未満とし、解析にはSPSS(バージョン15.0)を使用した。

(3) 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言の方針に基づき実施され、九州大学健康科学センターの倫理委員会の承認を得て行われた。対象者はインフォームド・コンセントが十分に行われ、何らかの不利益が生じた場合には協力の中止を求めることができる旨の同意をとった上で研究に参加してもらった。

3. 結果

(1) 対象者数の性年代別内訳

図1に対象者の性・年代別分布を示した。男女ともに60代が最も多く、男性361名, 女性268名であった。

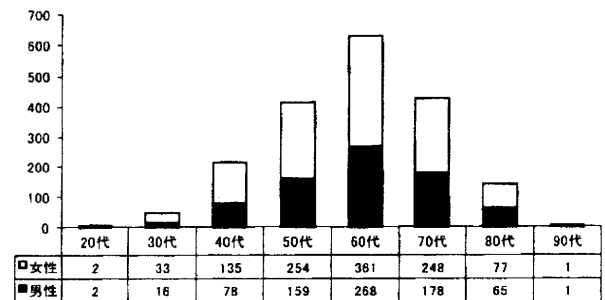


図1. 性・年代別の対象者の分布

図中の数値は人数を示す

(2) 対象者の特性

男女別の身体的特性を表1に示した。年齢, 身長, 体重, BMI, 歩行数, 身体活動などの全項目に有意な性差が認められた。

表1. 対象者の男女別特性

| | 男性 | 女性 |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| 人数(%) | 767(40.8) | 1111(59.2) |
| 年齢(歳) | 63.7 ± 11.7 | 62.4 ± 12.0* |
| 身長(cm) | 164.2 ± 7.1 | 152.4 ± 7.0** |
| 体重(kg) | 62.9 ± 9.9 | 53.0 ± 9.5** |
| BMI(kg/m ²) | 23.3 ± 3.0 | 22.8 ± 9.7** |
| 歩行数(歩) | 6499.4 ± 3476.5 | 6061.1 ± 2936.7** |
| 歩行(kcal/日) | 201.7 ± 121.2 | 115.5 ± 69.4** |
| 生活活動(kcal/日) | 433.8 ± 137.0 | 461.2 ± 127.4** |
| 歩行+生活活動(kcal/日) | 635.5 ± 212.0 | 576.7 ± 161.6** |
| 総消費カロリー量(kcal/日) ^{a)} | 2186.7 ± 347.2 | 1770.8 ± 292.4** |
| 歩行Ex(Ex/日) | 2.1 ± 1.8 | 1.6 ± 1.4** |
| 生活活動Ex(Ex/日) | 1.4 ± 1.4 | 2.1 ± 1.5** |
| Ex合計(Ex/日) ^{b)} | 3.4 ± 2.6 | 3.7 ± 2.4** |

平均値±標準偏差 *p<0.05 **p<0.01 vs. 男性

^{a)} 歩行, 生活活動, 基礎代謝, 食事誘発性熱産生の合計を示す

^{b)} 歩行および生活活動によるExの合計を示す

(3) 性・年齢階級別の平均歩行数

図2は、性・年齢別の1日当たりの平均歩行数を示した。男女別の平均歩行数は男性で6499.4±3476.5歩、女性で6061.1±2936.7歩であった(表1)。40代、70代、および80代の平均歩行数は、それぞれ男女間に有意な性差を認めた。男性の平均歩行数は、40代で最も多く、60代から高齢群ほど有意に少なかった。一方、女性の平均歩行数は、50代が最も多く、70代および80代では他の年代よりも有意に少なかった(図2)。

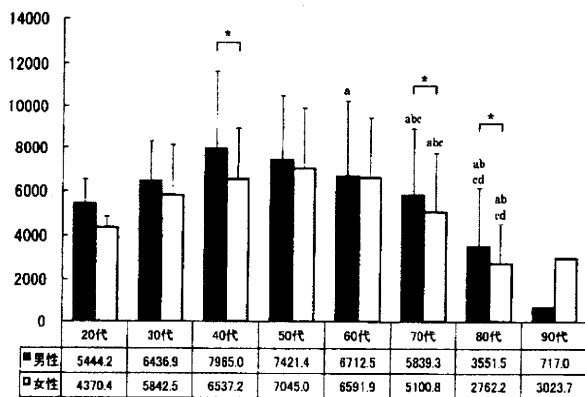


図2. 性・年代別の平均歩行数(歩/日)

平均値±標準偏差 *p<0.05, **p<0.01 vs. 同年齢の男性
 *p<0.05 vs. 同姓の40代 b p<0.05 vs. 同姓の50代
 ° p<0.05 vs. 同姓の60代 d p<0.05 vs. 同姓の70代

(4) 性・年齢階級別の平均消費カロリー量

図3には、1日当たりの総消費カロリー量を示した。40代から80代の各年代において有意な性差が認められた。また、総消費カロリー量は男女とも高齢群であるほど有意に低値であった。

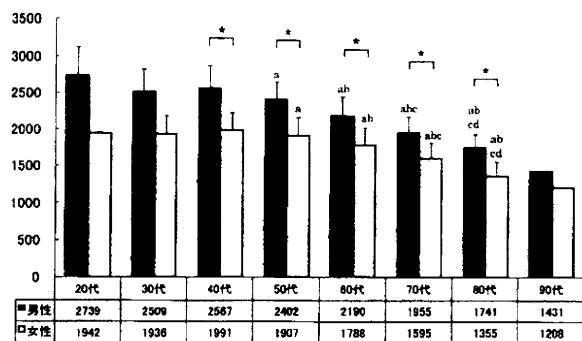


図3. 性・年代別の総消費カロリー量(kcal/日)

平均値±標準偏差 記号は図2と同様

総消費カロリー量を詳細に検討するため、図4に総身体活動、歩行、および生活活動別の平均値を性・年代別に示した。総身体活動カロリーは、40代から80代の群で男性が女性よりも有意に多く、男女とも高齢群ほど有意に少なかった。歩行カロリーも同様に、男性の方が有意に多く、男性では50代から、女性では60代から高齢群であるほど有意に少なかった。一方、生活活動カロリー量では、60代および70代の男性が女性よりも有意に少なく、男女ともに60代以降の高齢群ほど有意に低値であった。

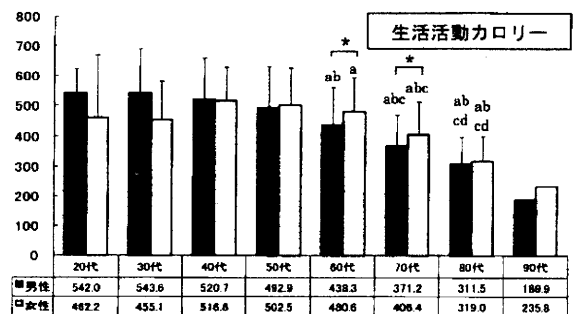
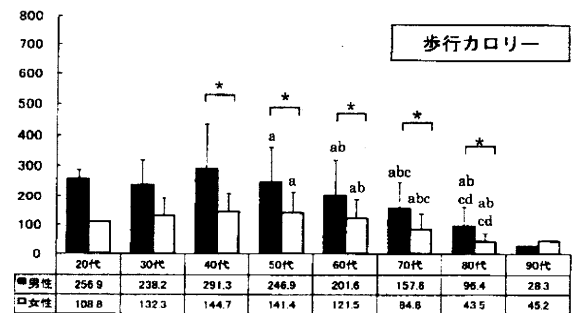
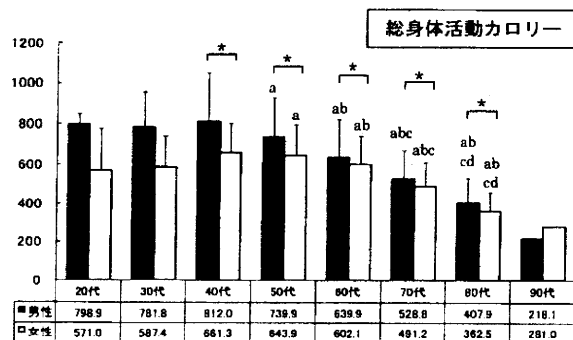


図4. 各身体活動カロリー量の性・年代別比較

図中の数値は平均値を示す(kcal/日)

記号は図2と同様

(5) 性・年齢階級別の平均Ex

図5には、性・年代別の総身体活動、歩行、および生活活動による平均Exを示した。40代から80代にお

ける総身体活動 Ex には性差を認めなかったが、60 代および 70 代女性は男性よりも高い傾向を示した。男性では 50 代から、女性では 60 代から高齢群ほど有意に低かった。歩行 Ex では、男性が女性よりも有意に多く、男女ともに 60 代から高齢群ほど有意に低値であった。一方、生活活動 Ex においては、40 代から 80 代の全ての群に有意な性差が認められ、歩行の結果に反し、女性よりも男性の方が有意に低値であった。また、70 代および 80 代の男女において、他の年代よりも有意な低値が観察された。

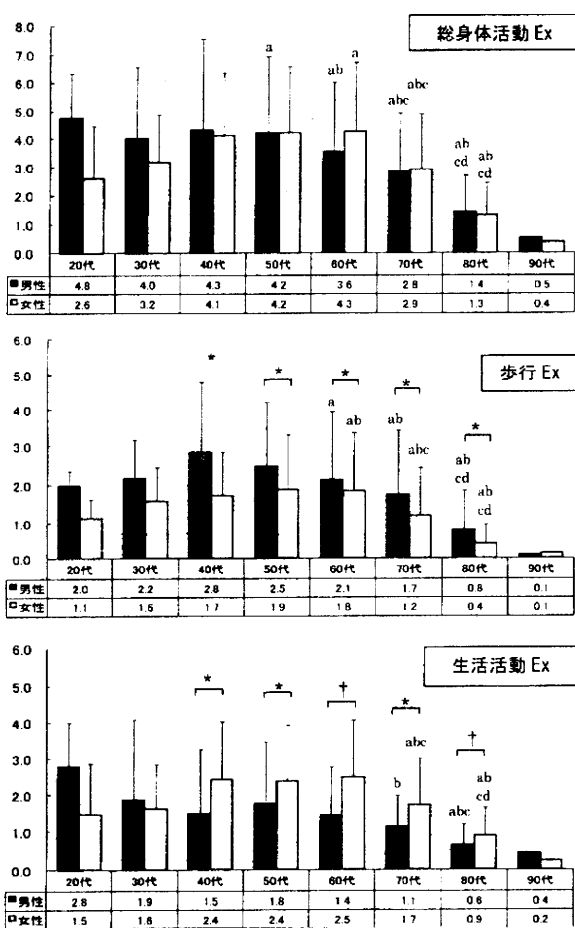


図 5. 各身体活動 Ex の性・年代別比較 (Ex/日)
 図中の数値は平均値を示す 記号は図 2 と同様

4. 考察

本研究では、日本人地域一般住民の日常生活における身体活動量を調査した初の大規模調査研究である。加速度計により約 1 週間の歩行数、身体活動での消費カロリー量、さらには個人の年齢・体重、および性別の影響を受けない Ex を実測した結果、一般成人男女の 1 日当たりの歩行数は平均 6061~6499 歩、身体活動に

よる消費カロリー量は 576~635kcal、Ex は 3.4~3.7Ex であった。エネルギー消費量または Ex で評価された身体活動は 40 代または 50 代で最も多く、高齢であるほど有意に少なかった。さらに、これらの減少程度は、70 代および 80 代において顕著であった。

健康日本 21 における 1 日当たりの歩行数の目標値は、20~69 歳男性で 9200 歩、女性で 8300 歩、70 歳以上の男性で 6700 歩、女性で 5900 歩となっている⁵⁾。これらの目標値は、平成 9 年の日本人の 1 日平均歩行数が男性 8202 歩、女性 7282 歩であったことから、今後の目標として男女とも 1 日当たり約 1000 歩の増加(歩行で約 10 分、距離にして 600~700m に相当)が設定されたことに起因する。本研究の平均歩行数を健康日本 21 の目標値と比較すると 1000~2000 歩程度少なく、また、平成 18 年の健康日本 21 中間報告⁶⁾における実績値、20~69 歳(男性 7532 歩、女性 6446 歩)および 70 歳以上(男性 5386 歩、女性 3917 歩)の平均歩行数と比較すると同程度であった。平成 18 年以降、わが国では「健康づくりのための運動基準 2006」や「エクササイズガイド 2006」を策定し、健康づくりに必要な身体活動・運動に関する情報発信やこれらを実践しやすい環境づくりの取り組みが行われてきたが、本研究の結果から日本人の歩行数を増加させるためには、さらに具体的で詳細な知識提供および環境整備の必要性が示唆された。

歩行数増加の本来の目的は、日常生活における消費カロリー量を増加させ、肥満に起因する様々な生活習慣病を予防・改善することにある。しかし、脳卒中を例に挙げても、身体活動量と脳卒中発症との量-反応関係は未だ見解が一致しておらず、邦人による報告が少ないことも現状にある⁷⁾。したがって、今後も身体活動量と様々な疾病発症との関連性を検討した科学的根拠の蓄積が必要である。また、わが国の高齢者における身体活動量の調査報告は非常に少なく、介護予防の手立てを講じるうえでも、まずその実態を明らかにすることが急務と考えられる。本研究において、身体活動量は 70 代以降で顕著であったことから、高齢期に身体活動量を低下させる要因の検討が必要であろう。

エクササイズガイド 2006 において、身体活動の基準値を 3Mets 以上の活発な身体活動を週に 23 Ex(1 日当たり約 3.3 Ex)以上とした根拠には、1)基準値を歩数に換算すると 8000~10000 歩に相当し、目標値としては妥当であること、2)3Mets 未満での身体活動・運動と生活

習慣病との関連に関する科学的根拠がなかったことが報告されている⁸⁾。本研究では、3METs以上の歩行・生活活動によるExが平均3.4~3.7Exの場合、歩行数は平均6061~6499歩であったことから、邦人による週23Exの身体活動では歩行数が8000~10000歩に到達しない可能性が示唆された。今後、3Mets未満のExの実態を示すことに加え、邦人の身体活動が生活習慣病に及ぼす影響を前向きに検討する必要がある。

年代別でのExの占める割合は、男性では生活活動よりも歩行の割合が多く、女性では歩行よりも生活活動の占める割合が多い傾向にあった(図5)。これにより、日常生活の行動パターンにおける性差が再確認された。本研究で定義された生活活動は上肢の動作を伴う身体活動、主に家事、育児、および買い物などの身体活動が多く含まれていると考えられる。一方、歩行は上肢の動作を伴わない動作、主に通勤、ウォーキング、およびジョギングのような身体活動と考えられる。残念ながら本研究では、どのような種類の身体活動が実際に行われたかについては明らかに出来なかったが、身体活動・運動を指導する際に、性別による日常生活の行動パターンを考慮して指導することが必要であろう。

本研究の限界は、1)水中での身体活動(入浴、水泳など)および自転車による身体活動量が含まれていないこと、2)就寝中の身体活動が計測されていないこと、3)測定期間中の天候(例えば降水量)の影響を考慮していないこと、であった。

5. おわりに

福岡県久山町の地域一般住民を対象に、加速度計による身体活動量の実態調査の結果から、以下の点が示された。

- (1) 日本人の1日当たりの平均歩行数は約6061~6499歩、身体活動によるエネルギー消費量は576~635kcal、およびExは3.4~3.7Exであった。
- (2) 身体活動量は高齢であるほど少なく、その程度は特に70代以上で顕著であった。高齢者の身体活動に関する科学的根拠の構築が急務である。
- (3) 日本人の身体活動量を増加させるためには、現状

よりもさらに具体的で詳細な情報発信と環境整備の必要性が示唆された。

- (4) 歩行および生活活動Exは男女で傾向が異なることから、性差も考慮に入れた身体活動・運動の指導を展開する必要性がある。

6. 謝辞

本研究は、平成21年度厚生労働科学研究費循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業(研究代表者:熊谷秋三)の補助を受けて実施された。また、本研究は、九州大学大学院人間環境学府行動システム専攻健康科学コース学生および研究生の皆様、並びに九州大学健康科学センタースタッフの皆様の協力を得て実施された。皆様に心から感謝いたします。

7. 引用論文

- 1) 熊谷秋三:責任編集(2009):健康と運動の疫学入門. 医学出版
- 2) 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会(2006):健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—.
- 3) 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会(2006):健康づくりのための運動指針2006—エクササイズガイド2006—.
- 4) Tudor-Locke C, Ainsworth BE, Thompson RW, Matthews CE. (2002): Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 34: 2045-2051
- 5) Trost SG, McIver KL, Pate RR. (2005): Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc* 37: S531-S543
- 6) Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, Tabata I. (2007): Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr* 2007 61: 1256-1261
- 7) 岸本裕代, 秦 淳, 清原 裕(2009):特集:慢性疾患における身体活動・運動. 実験治療, 696: 25-28
- 8) (財)健康・体力づくり事業財団(2008):第3章活用編. エクササイズガイド活用ブック, p92

— Report —

The Occurrence of Emotional/Mental Stress-Induced Atypical “Ketosis-prone Type 2 Diabetes” in Newly Diagnosed Japanese Subjects—Preliminary observations

Haruka SASAKI, MD, PhD^{1, 2)}, Yoshio KAKU, MD²⁾, Miho FUKUDOME, MD²⁾,
Kenichi TOMITA, MD²⁾, Kenzou IINO, MD, PhD²⁾,
Keiko UEZONO, MD, PhD¹⁾, Shuzo KUMAGAI, PhD¹⁾

1. Introduction

The onset of diabetes mellitus secondary to emotional stress has been cited frequently in the literature. Balasubramanyam et al.^{1), 2)} and Umpierrez³⁾ suggested a need for a more accurate classification (A β classification) of ketosis-prone diabetes (KPD) in recent articles, including their own aimed at guiding clinical practice and pathophysiological studies. KPD, an emerging form of diabetes defined by presentation with diabetic ketoacidosis, is phenotypically heterogeneous. We have read their study with great interest and wondered whether there were any stressful life events before the actual “onset” of ketosis and/or ketoacidosis in their cases (specially, Type 2B A- β +)¹⁾⁻³⁾.

Psychological stress is widely recognized among the environmental factors playing a role in the development of diabetes^{5), 6)}. However, this concept is vague, and there are individual differences, so it is difficult to provide direct substantiation in humans with exacerbating factors other than hyperglycemia or

stress stimulus. The authors have treated some cases, which have been tentatively referred to as emotional stress-induced Atypical “KPD”.

2. Research design including Cases presentation and Methods

The index case involved a 63-year-old homemaker who had worries concerning serious problems with her inheritance. She became aware of polydipsia and polyuria in addition to systemic fatigue at the end of 1997. She began to lose weight (-13kg/3 months) and started drinking mineral water due to extreme thirst. In February 1998, she lost consciousness after urination and was hospitalized immediately because her blood glucose was 420 mg/dl and HbA_{1c} was 15.0 % (reference value; 4.8-5.8%). On admission, her weight was 67 kg (BMI: 24.6 kg/m²), feeling exhausted, and a blood gas analysis showed pH 7.425 and 556 μ M/l total ketone bodies. She was negative for anti islet cell (ICA) and glutamic acid decarboxylase (GAD-65) antibodies. The insulin treatment was intensified and the

1) 九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University

2) 福岡大学筑紫病院 Division of Diabetic and Endocrine Medicine, Chikushi Hospital, Fukuoka University

*連絡先: 佐々木 悠 〒614-0001 福岡県早良区百道浜 1-2-6-1202 Tel&Fax : 092-822-1735

*Correspondence to: Haruka Sasaki 1-2-6-1202 Momochihama, Sawaraku, Fukuoka 614-0001, Japan
Tel&Fax: +81-92-822-1735 E-mail: haruka-s@mx3.canvas.ne.jp

required insulin dosage was decreased following continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) after hospitalization. After the metabolic imbalance such as hyperglycemia was corrected, the fasting serum C-peptide concentration was 3.1 ng/ml. The insulin infusion was withdrawn on the 31st day of administration, she is currently under observation while maintaining glycemic control (HbA_{1c} 6.4 %) using 3mg/day glimepiride and 750mg/day metoformin (first line in table).

Table 1 shows the clinical characteristics of six adults, including the case described above, who do not have a history of consuming large amounts of soft drinks⁷⁾ and obvious changes of inhibited food-intake and/or an over-consumption of alcohol, but do include episodes within the past three or eight months from the point when the patients noticed typical symptoms of diabetic ketosis and/or mild ketoacidosis which were determined to be the "onset". No history of any obvious infections (abscesses, sepsis, urinary tract and upper respiratory infections) was found, such as cerebro-cardiovascular disease. All of the cases indicate a novel presentation of diabetes and insulin was temporarily used along with CSII and intensified insulin treatment. They presented diabetic ketosis as the initial manifestation of the disease. Such patients are usually relatively obese, upper middle-aged adults without any immunologic evidence of type 1 diabetes (JDS/WHO 1998 and ADA 2005 classification: Type 1A [autoimmune]). We did not find any severe acidosis in these cases, because the relative high insulin levels may have mitigated the development of lipolysis and ketogenesis. Problems of internal conflict and coping and/or the allostatic response of the patients were involved, in addition to aging and events

including individual differences⁸⁾. The clinical characteristics and clinical course of these patients are shown in Figure 1 and Table 2. One limitation of this retrospective investigation is that we did not measure the level of stress. However, it was not easy to measure the emotional or mental stress directly at that time.

3. Results and discussions

The definite pathophysiology of ketosis-prone type 2 diabetes remains unknown⁴⁾. Psychological stress is an important trigger for both an insufficiency of insulin secretion and insulin resistance⁶⁾. These conditions can be associated with an absolute indication of insulin, an involvement of slowly progressive "glucose toxicity"⁹⁾, a correlation between idiopathic type 1 (Type 1B) of the honeymoon remission or genetic/ethnic minority variation²⁾⁻⁴⁾, a correlation with metabolic syndrome¹⁰⁾ or human herpes-virus 8 infection¹¹⁾ and Björntorp's theory¹²⁾. Can an episode of extreme stress be a potential trigger of these atypical diabetes manifestation (KPD Type 2B A-β +²⁾)? Preserved β-cell function is also a feature of KPD even in Japanese subjects^{9), 10)}. The establishment of the clinical condition of type 2 diabetes includes a heterogeneous spectrum of symptoms and it is believed that such cases may be due to the influence of our modern "stressful society". The mechanisms of this phasic course might be still speculative, so this hypothesis necessitate a thorough investigation. However, the recognition of this type of patient is important and has implications for adequate long-term management strategies for counseling and emotionally-focused therapy in the follow-up.

Table 1: Clinical characteristics of the cases

| No. | Age / Sex (years) | Family history of diabetes / Flu-like symptoms/ MVC* | Episodes of stressful events ** | Performance at diagnosis | | Blood total Ketone (μ M/D) / Ketonuria | Pancreatic islet autoantibody (GAD-65 / ICA) | Glucagon test at glycemic control, CPR ng/ml (before/6 min.) | Observation period (years) / Final HbA _{1c} (%) | Recent treatment |
|-----|-------------------|--|---|--|---|---|--|--|--|--|
| | | | | BMI / Maximum BMI (Kg/m ²) | Plasma glucose (mg/dl) / HbA _{1c} (%)* | | | | | |
| 1) | 63 / F | (+) / (-) / (-) | Troubles with inheritance | 24.5 / 30.1 | 420 / 15.0 | 7.42 / 24.4 | (-) / (-) | 3.1 / 5.8 | 4.5 / 6.4 | Diet + BG, SU |
| 2) | 61 / F | (-) / (-) / (-) | Business bankruptcy & suicide of a brother | 23.1 / 26.5 | 324 / 10.8 | 7.419 / 25.7 | (-) / ND | 1.5 / 3.2 | 4.1 / 5.7 | Diet + SU |
| 3) | 60 / M | (-) / (-) / (-) | Gamma knife treatment due to acoustic neuroma | 24.1 / 25.8 | 806 / 12.6 | 7.38 / 24.9 | (-) / (-) | 2.7 / 6.3 | 2.9 / 5.8 | Diet + SU, α GI |
| 4) | 55 / F | (-) / (-) / (-) | Death of husband & moving from a house | 29.6 / 31.3 | 368 / 8.9 | 7.38 / 22.6 | (-) / (-) | Urine CPR 42 μ g/day | 1.2 / 6.0 | Diet |
| 5) | 46 / M | (+) / (-) / (-) | Forced job change & disability for work | 22.9 / 25.6 | 575 / 11.3 | 7.39 / 20.6 | (-) / (-) | 0.5 / 1.9 | 4.2 / 11.2 | SU & Recurrence of KPD with brain abscess, Death |
| 6) | 55 / M | (+) / (-) / (-) | Serious work problems | 17.9 / 23.1 | 549 / 16.5 | 7.46 / 25.2 | (-) / (-) | 1.4 / 3.9 | 8.5 / 5.8 | Diet + SU |

M: Male, F: Female, *MVC: Micro-vascular complications, **: Within 3 or 8 months prior to "onset", BMI: body mass index, ***: HbA_{1c} HPLC method,

GAD-65: Anti glutamic acid decarboxylase antibody (Cosmic corporation, Tokyo),

ICA: Islet cell antibody (Indirect immunofluorescence method: Scripps Research Institute, San Diego, CA), KPD: Ketosis-prone diabetes,

SU:sulfonylureas, BG:biguanide, α -GI: α -glucosidase inhibitor, ND: not determined.

References

- 1) Balasubramanyam, A. Nalin, R. and Hempe, C.S. (2008): Syndrome of ketosis-prone diabetes mellitus, *Endocrine Reviews*, 29: 293-302.
- 2) Balasubramanyam, A. Garza, G. Rodriguez, L. Hampe, C.S. Gaur, L. Lernmark, A. and Maldonado, M.A. (2006): Accuracy and predictive value of classification schemes for ketosis-prone diabetes, *Diabetes Care* 29: 2575-2579.
- 3) Umpierrez, G.E. (2006): Ketosis-prone type 2 diabetes. Time to revise the classification of diabetes, *Diabetes Care* 29: 2755-2757.
- 4) Umpierrez, G.E. Smiley, L. and Kitabchi, A.E. (2006): Narrative review: ketosis-prone type 2 diabetes mellitus, *Ann Intern Med* 144: 350-357
- 5) Jordan, H.W. and Kalish, M.D. (1971): Diabetic acidosis and emotional stress, A case report, *J Natl Med Assoc*, 63: 256-258.
- 6) Lloyd, C.E. Smith, J. and Weinger, K. (2005): Stress and diabetes: a review of the links, *Diabetes Spectrum*, 18: 121-127.
- 7) Yamada, K. and Nonaka, K. (1996): Diabetes ketoacidosis in young obese Japanese men (Letter), *Diabetes Care* 19: 671.
- 8) McEwen, B.S. (1998): Protective and damage effect of stress mediators, *N Engl J Med*, 338: 171-179.
- 9) Maldonado, M.R. Otiniano, M.E. Cheema, F. Rodriguez, L. and Balasubramanyam, A (2005): Factors associated with insulin discontinuation in subjects with ketosis-prone diabetes but preserved β -cell function, *Diabetic Med*, 22: 1744-1750.
- 10) Otiniano, M.R. Balasubramanyam, A. and Maldonado, M (2005): Presence of metabolic syndrome distinguishes patients with ketosis-prone diabetes who have a type 2 diabetes phenotype, *J Diabetes Complications* 18: 313-318
- 11) Sobgwi, E. Choukem, S.P. Agbalika, F. Blondeau, B. Fetita, L-S. Lebbe, C. Thiam, D. Cattan, P. Larghro, J. Fougelle, F. Ferre, P. Vexiau, P. Calvo, F. and Cautier, J-F. (2008): Ketosis-prone type 2 diabetes mellitus and human herpesvirus 8 infection in Sub-Saharan Africans, *JAMA* 299: 2770-2776.
- 12) Björntorp, P. Holm, G. and Rosmond, R. (1999): Hypothalamic arousal, insulin resistance and type 2 diabetes mellitus, *Diabetic Med* 16: 373-383.

1

アンチエイジングの運動疫学

Exercise Epidemiology for Anti-aging

Shuzo Kumagai 熊谷 秋三

Hiroyo Kishimoto 岸本 裕代*

(九州大学健康科学センター, 九州大学大学院医学研究院環境医学分野*)

E-mail: shuzo@ihs.kyushu-u.ac.jp

Key Words

- 身体活動
- 死亡率
- 老年症候群
- 運動疫学

Summary

There has been a gradually growing awareness among policy makers and health care professionals during the past several decades of the importance of appropriate exercise habits to major public and health outcomes, resulting in numerous position stands and policy recommendations that include physical activity (PA) participants. PA has been regarded can minimize and remove the adverse physiological changes associated with aging such as geriatric syndrome, and contribute to mental health and well-being in elderly. Previous prospective cohort studies show that PA has a dose-response protection effect against all-cause and cause-specific mortality. The largest benefit is found in moving from sedentary behavior to low level of activity, but even at high levels of activity benefit accrue from additional activity. The increment level of activity has recommended start up at middle age because exercise increased longevity and prevents common chronic disease. Multi-type exercise such as Thai Chi or social dance is more effective improvement of physical and mental health than single-type exercise.



著者プロフィール
熊谷 秋三

九州大学健康科学センター教授

筑波大学大学院修了, 博士 (医学)。

専門は運動生理学, 健康・運動の疫学。

九州大学大学院人間環境学研究院, 環境
発達医学研究センター兼担, 九州大学リ
サーチコア代表。

所属学会は米国スポーツ医学会, 日本
体力医学会 (評議員), 日本健康支援学
会 (理事長), 運動疫学研究会 (編集顧問)
など。

指導健康心理士, 高齢者体力づくり支
援士の資格取得。

はじめに

1945 年以降, わが国では医学の進歩, 衛生環境の改善, 医療の発達, 栄養の改善などによって平均寿命が延長し続けている。日本人の早死や生活の質 (QOL) を低下させる主な原因として, 癌, 心疾患, 脳血管疾患といっ

た生活習慣病があり, その発症には運動習慣 (身体活動), 食習慣, 睡眠, 喫煙および飲酒といったさまざまな生活習慣や行動が深く関わっている。

運動習慣は食習慣と同様に, 正確に定量化することは困難ではあるが, 多くの運動疫学研究において, 定期的かつ継続的な運動習慣は, 種々の健康事