

で推移することが示されている。飲酒割合も年齢に伴い概ね高まる傾向がある。このため体重変化分析対象者の年齢が全体より高まり、BMIも増加したと考えられる。学生白書 2010[14]と比較し、体重変化分析対象者の特性は 21 歳の特性としておよそ矛盾しなかった。2 年生以上を対象とした分析としては外的妥当性をある程度持つものと考えられる。

得られた知見は試験調査として食行動が体重変化へ影響を与えうることや定量的評価が成立する可能性を示している。今後の調査により再現性と信頼性を確認していく必要がある。

【検討2】

1. 体重増加食行動尺度の信頼性、妥当性

検討1で、体重増加食行動尺度に対して因子分析を行った。抽出した体重増加と関連する項目は、調査対象が43名に留まっている。このため今後調査対象が増加した場合、これらの項目が変わる可能性が考えられる。その影響もあってか、因子分析の結果では、因子負荷量が0.3に満たない項目や、信頼係数の低さなどが見られた。本報告で因子構造に基づいて作成した体重増加食行動尺度は、主要因子に関係する項目として必ずしも関与の十分なものばかりではなかった。食行動項目が体重変動にどのように関連するか検討を重ね、このような尺度の指標としての信頼性および妥当性を高めていく必要がある。

2. 坂田式食行動質問表短縮版の因子妥当性についての検討

確認的因子分析の結果、坂田式食行動質問表短縮版の因子妥当性は中程度には担保されていることが確認された。今後、妥当性の向上を目指す必要はあるものの、今後の使用について一定程度耐えられる妥当性が確認されたと考えられる。

3. 体重増加食行動尺度及び坂田式食行動質問表短縮版と体重、BMIとの関連

1年間の体重増加と関連した項目により作成された、体重増加食行動尺度は、一時点の調査においては、体重やBMIと顕著な関連は示さなかった。この結果は、体重増加食行動尺度の項目に不備があるというよりは、大学生という若年層において、1年間の体重変動は必ずしも過体重やBMIの高値に関連しないのかもしれない。一方、

坂田式食行動質問表短縮版の「肥満体質」において、弱い正の相関が見られた($r=0.353$)。このことから、太りやすいという自覚は、そのまま過体重、BMIの高値と関連すると考えられる。

4. 男女における体重増加食行動尺度及び坂田式食行動質問表短縮版と体重、BMIとの関連

我々の以前の報告[5]で食行動には性差があることを認めており、本報告でも性別に分けて、体重増加食行動尺度と坂田式食行動質問表短縮版の各因子の総点と体重、BMIの関連を検討した。その結果、男女混合で検討を行ったときよりも、高い相関係数が算出される項目が多く見られた。このことは、修正可能因子として考えられる食行動には男女差があり、食行動に関する助言、指導を行う場合は、性差を考慮に入れる必要があると考えられる。また、修正可能な因子として、男性では坂田式食行動質問表短縮版の「朝食傾向」がBMIと弱い正の相関($r=0.231$, $p<0.01$)を示している。また女性では、体重増加食行動尺度の「無意図的食行動」がBMIと弱い正の相関($r=0.287$, $p<0.01$)を示している。このことから、男性の修正可能な食行動は早食いを控え、また女性においては、“つい”や“うっかり”という無意図的な食行動に注意を払うことが、BMIに影響を及ぼす可能性が推測される。

【総合検討】

検討1で検出された体重増加関連食行動項目は男女で異なり、関連性の強さも項目ごとに異なった。因子分析により、体重増加関連食行動項目は「無意図的食行動」因子と「習慣的食行動」因子にわけられた。

この2因子構造に必ずしも十分に関与する食行動項目ばかりではなかったものの一定程度の妥当性を持ち合わせており、一つの解釈法として用いることとした。この2因子は、男女間で差を認めず、性に関わらず体重増加に関与する可能性が示された。「無意図的食行動」因子は「果物やお菓子が目の前にあると、つい手が出てしまう」「何もしていないと、つい何かを食べてしまう」等からなり、食物を摂取しやすい環境によって過食が促進されると考えられる。身近に食物をおかず、決められた時間帯で摂取する必要がある。「習慣的食行動」因子は「朝食をとらない」「夜食をとることが多い」等からなり、個人の生活習慣に起因するため、体重増加に関連する生活パターンを修正する必要を自覚しなければならない。体重増加、肥満リスクの具体的なエビデンスはリスクを実感させ、主体性をもった行動変容を引き起こすことが期待される。体重増加関連食行動項目にある共通因子に介入することで、食行動を広くカバーした効率の良い生活習慣指導となる可能性がある。

検討2では食行動項目に対し因子分析により共通因子への要約とその解釈を試みた。体重変化に関連する食行動項目に対して因子分析を行い「体重変化関連食行動尺度」を示した。併せて、以前の調査で食行動項目全体に対する因子分析により得た「食行動尺度短縮版」の妥当性を検証し因子的妥当性が一定程度あることが確認された。この短縮版は体重、BMIとの関連を以前の調査と同様に本調査でも認めた。体重変化関連食行動尺度では、因子分析の結果から2因子に分かれたが、現在の体重、BMIとの関連について十分な関連を示さなかった。縦断調査に基づく体重変化関連食行動尺度は体重変化に関連する食行動を示し、横断的調査に基づく食行動尺度短縮版は体重、BMIの値によってどのような食行動を伴いやすいかを示した。体重の重さに応じて

認められる食行動と、体重が増えることに関与する食行動は体重が増加する過程によっては異なるのかもしれない。体重増加過程において、どのような食行動を伴い、どのような食行動が体重を増加させるのか、食行動項目に対して経時的評価を重ねていくことが因果関係を解明することとなるだろう。

E. 結論

本調査では、健診データを用いて体重変化関連食行動とその因子構造、および食行動短縮版の妥当性と体重との関連性を確認した。食行動が体重変化へ影響を与えうることや定量的評価が成立する可能性を示している。健康診断等の有効なデータ資源と食行動調査を組み合わせることは、肥満、生活習慣病、死亡率に対する食行動リスクの解明に貢献すると考えられる。食行動に対する介入の有効性の評価を行い、エビデンスに基づいた健康への食行動リスクを提示し、国民の健康状態の改善を目指していかなければならない。

引用文献

- 1 厚生労働省（2010）国民健康・栄養調査結果の概要
- 2 Boden, G. Obesity, insulin resistance and free fatty acids. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 2011, 18, 139–143.
- 3 Zalesin, K.C.; Franklin, B.A.; Miller, W.M.; Peterson, E.D.; McCullough, P.A. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Med. Clin. North. Am.* 2011, 95, 919–937.
- 4 Nanri A, Mizoue T, Takahashi Y, Matsushita Y, Noda M, Inoue M,

Tsugane S; Japan Public Health Center-based Prospective Study Group. Association of weight change in different periods of adulthood with risk of type 2 diabetes in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-Based Prospective Study. J Epidemiol Community Health. 2011 Dec;65(12):1104-10.

5 福榮太郎, 藤川哲也, 楠本多美, 對間梢, 熊谷美智代, 大重賢治 食行動尺度による肥満関連因子の評価とその妥当性の検討. Campus Health 2014.51(1).415-417

6 坂田利家編(1996)肥満症治療マニュアル,医歯薬出版,17-38

7 Bell C, Kirkpatrick SE, Rinn RC (1986) Body image of anorexic, obese, and normal females. J Clin Psychol 42, 431-439

8 横山和二 (2008) POMS 短縮版—手引きと事例解説—. 金子書房

9 Van Strien T, Fijters JER, Gerard P. A, et al. (1986) The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for Assessment of Restrained Emotional, and External Eating Behavior. Int J Eat Disord 5, 295-315

10 Van Sterien T, Herman CP, Verheijden MW (2009) Eating style, overweight in representative Dutch sample, Does external eating play a role?. Appetite 52, 380-387

11 今田純雄 (1993) 食行動に関する心理学的研究 (3); 日本語版 DEBQ 質問紙の標準化. 広島修大論集 34(2), 281-291

12 平成 17 年度児童生徒の食生活等実態調査報告書(独立行政法人日本スポーツ振興センター)

13 平成 18 年度(財)日本体育協会スポーツ医・科学研究報告「小学生を対象としたスポーツ食育プログラム開発に関する調査

研究」結果(全国平均は、平成 17 年度児童生徒の食生活等実態調査データより作成、独立行政法人日本スポーツ振興センターの結果)

14 川村孝、石黒洋、武藏学、高梨信吾、飛田渉、鈴木芳樹、吉野啓子、長尾啓一、藤川哲也、山本祐二、後藤雅史、守山敏樹、佐伯修一、上園慶子. 学生の健康白書 2010、国立大学法人保健管理施設協議会 学生の健康白書作成に関する特別委員会編 (2013).

F.研究発表

1. 論文発表

福榮太郎, 藤川哲也, 楠本多美, 對間梢, 熊谷美智代, 大重賢治 食行動尺度による肥満関連因子の評価とその妥当性の検討. Campus Health 2014.51(1).415-417

2. 学会発表

福榮太郎, 藤川哲也, 楠本多美, 對間 梢, 熊谷美智代, 大重賢治 食行動尺度による肥満関連因子の評価とその妥当性の検討 第 51 回全国大学保健管理研究集会(岐阜) 2013 年 11 月

G.知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

4. 特許取得

特になし

5. 実用新案登録

特になし

6. その他

腕時計型生体情報モニターの開発と日常生活への応用

研究分担者

澤井 明香（神奈川工科大学応用バイオ科学部 准教授）

研究協力者

栃久保 修（横浜市立大学大学院医学研究科 特任教授）

藤井 仁（国立保健医療科学院 主任）

佐藤 恭就（神奈川工科大学応用バイオ科学部 4 年生）

宅間 愛（神奈川工科大学応用バイオ科学部 3 年生）

内海 杜野（神奈川工科大学応用バイオ科学部 3 年生）

研究要旨：

生活習慣病の保健指導のために、一日の消費エネルギーを身体活動と精神活動をともに心拍変動より簡易評価する目的で腕時計型生体情報モニターを共同開発したため、本研究では当機の精度と日常生活への応用を検討した。男子大学生 30 名に対して「24 時間装着による既製精密機器と開発品との日常活動における精度比較」と「既製精密機器と開発品の比較による特定動作（活動）時における精度検定」を実施した。特定活動は、精神活動（暗算、人前スピーチ、顔再認試験）と身体活動（散歩、通常歩行、速歩、ジョギング）とした。加速度がなく低い心拍数が長時間継続する点を睡眠中とみなすと被験者の観察記録による睡眠時間とほぼ一致したため、当機器により睡眠時間の客観評価ができる可能性がある。24 時間計測の心拍数は既存機器との間に有意な正相関を示した。エネルギー消費量は、安静および精神活動時は、既存精密機器と有意な正相関がみられたがジョギングは相関が低かった。以上より、当機種により睡眠時間の客観評価、精神活動や軽度身体活動時の心拍数変動と消費カロリーの計測が可能と考えられる。

A. 研究目的

研究の背景：肥満は生活習慣病の要因の一つと考えられ、エネルギーの摂取と消費のアンバランスから生じることが知られている¹⁾。肥満の是正のための栄養指導では、個人の体格や日常の生活活動に併せた必要栄養量を算出し、これを遵守することによりエネルギー出納の適正維持を志している。必要栄養量の算定やその消費量の評価については、摂取量は食事調査法、食堂や給食施設の

献立表、食事のデジカメ映像等、様々なツールを利用して情報を得るように、多くの者が研究を重ねている。なかには企業の参入により商品化されたツール²⁾もある。食事調査の方法についても、管理栄養士が直接質問を行うものや、郵送の調査票を用いるなど、様々な形で検討がなされている。しかしながらエネルギーの消費量の評価については、対象者の自己申告や観察記録(行動記録表)、あるいは歩数計による身体活動の把握があるが、代表的なツールの歩数計の評価では、負荷の大き

さの把握には限界がある。また心拍変動を利用した心拍計による運動強度の評価にとどまっており、詳細な客観評価が未だに充分とは言い難い。

ヒトの一日の生活活動を考慮すると、大きく大別して睡眠、精神活動、身体活動の3つに分かれる。まず消費エネルギーを評価するための睡眠は一日の約 1/3 であり、残りの多くの時間は精神活動であり、次に身体活動に相当する場合が多い。以上のような日本人の日常生活のうち、歩数計および心拍数は身体活動時の消費量に限定されるため、一日中の消費量の客観評価は難しい。これらの日本人の生活実態を考慮し一日の消費エネルギーを簡易客観評価するために、まず我々の研究グループでは精神活動時の消費カロリーの評価のための機器を開発した。それが前機種の腕時計型心拍加速度計である^{2) 3)}。当機種により精神活動時の心拍変動の評価が可能となったため今後は心拍変動のみでなく、身体活動も含め、総合的なエネルギー消費量を評価し得るものが求められる。

一日の消費エネルギーを身体活動、精神活動ともに測定が可能であり、かつ、簡易客観評価できる機器(腕時計型生体情報モニター)を横浜市立大学医学研究科およびセイコーエプソンとの共同研究グループが開発した(図1)。さらに当機は、横浜市立大学院と企業で開発した端末タブレット内に内蔵された換算式を用いると、睡眠時基底心拍数から覚醒時の心拍数との上昇差から、個人の身体または精神活動状況に応じてエネルギー消費量を換算し、一日の消費エネルギーを、簡易により詳細に評価できる可能性がある。すなわち従来は身体活動時のエネルギー消費量を主としてきた腕時計などの携帯型の簡易代謝測定器よりも、当機を用いると身体・精神活動さらに睡眠時間の評価も可能と考えられ、生活習慣病の保健指導にさらに役立つ可能性がある。

目的：本研究では開発品の精度と日常生活への応用を確かめるため、既製の機器(携帯型心電計：TM2425-ECG, A&D 社製) (代謝器：Power Lab,

BRC 社製)(歩数計：Yamasa 社製)との比較を行い、日常生活への応用法の検討を目的とした。

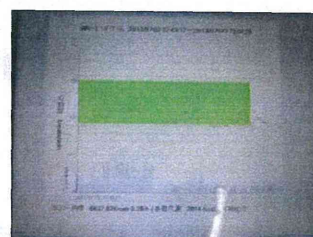


図1：腕時計型生体情報モニター 図2：タブレット端末

B. 研究方法

被験者は大学生男子 30 名 (21.4±1.8 歳) に対して、書面にてインフォームドコンセントをとり、ヘルシンキ宣言に基づき以下の2つの実験を施行した(表1)。

表1. 対象者の特性

歳	身長(cm)	体重(kg)	BMI(m ²)
21.4±1.8	173.0±7.1	65.4±10.8	22.0±3.3

実験(1)「24 時間装着による既製精密機器と開発品との日常活動における精度比較」

装着装置：生体情報モニター(健康腕時計, セイコーエプソン製)および生体情報モニター端末タブレット(ONKYO 製)(図1, 2)、携帯型血圧心電計(TM2425-ECG, A&D 製)(図3)、歩数計(Yamasa 製)(図4)

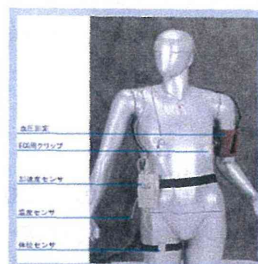


図3.(携帯型心電計：TM2425-ECG, A&D社製)



図4.(歩数計：Yamasa社製)

操作：開発モデル(図1,2)を利き腕の反対の腕に24時間装着し、日常生活で使用して心拍、加速度、歩数、睡眠時間について、携帯型心電計(図3)と歩数計(図4)を装着し、被験者の行動記録表(観察記録を逐次記入したもの)から得た動作

と比較し、両者の関係を調べた。なお被験行動記録表には、歩行、走行、食事、睡眠、座位は必ず記録した。さらに翌日、起床時間と就寝時間の問診を行い、思い出しによる睡眠時間と生体情報モニターから得た睡眠時間の比較についても検討した。なお、生体情報モニターは、事前に身長、体重、年齢を設定し、さらに3分間の足踏みを行い、個人別の足踏みによる心拍変動を認識させた後に24時間計測をおこなった。

実験(2)「既製精密機器と開発品の比較による特定動作(活動)時における精度検定」

装着装置：生体情報モニター(健康腕時計、セイコーエプソン製)および生体情報モニター端末タブレット(ONKYO製)(図1,2)、心電および代謝測定器(Power Lab, BRC製)(図5)、歩数計(Yamasa製)



図5.(代謝器：Power Lab, BRC社製)



図6.トレッドミル

操作：被験者は食後1時間半以上経過した食事による代謝変動の影響が極めて少ない状態において、実験をおこなった。開発モデルが、睡眠・精神活動・身体活動時のいずれのエネルギー消費量も簡易客観評価し得るのか、特定の活動時における既存の精密機種とのエネルギー消費量等の精度比較を行った。なお特定活動は、安静20分と精神活動(暗算、人前スピーチ、顔再認試験)と、トレッドミル(図6)上における身体活動(散歩：2.5km/hr, 通常歩行：4.0km/hr, 速歩：6.5km/hr, ジョギング：7.5m/hr)とし、各活動は休憩を挟み10分間とした。

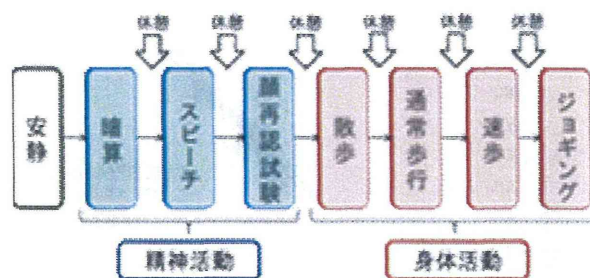


図7 特定活動の実験プロトコール

統計処理：Windows excel ver 2010 分析ツールを用いて、開発モデルと既製品から得たデータを比較し、相関係数(r)を算出し、危険率5%を有意水準とした。

C. 研究結果

実験(1)：24時間計測

開発モデルの加速度が殆どなく、低い心拍数が長時間継続する期間を睡眠中とみなし、これを被験者が逐次記録した行動記録表の睡眠時間(7.11±1.99時間)と照合すると、睡眠時間帯はほぼ一致した。なお、24時間計測終了後に実施した問診による自己申告の睡眠時間は6.8±2.4時間であり、行動記録表や生体情報モニターとの間には誤差が生じた(表2)。

また24時間計測の心拍数、睡眠時心拍数、睡眠時基底心拍数は、平均値がほぼ等しく、いずれも既存機器との間に相関係数(r)0.8以上の有意な正相関を示した(図8-10)。

表2.機種別各項目平均値

	24時間計測の心拍数	睡眠時心拍数	基底心拍数	歩数
生体情報モニター	69.9±8.3	54.4±7.8	46.6±7.2	10308±5548
TM2425-ECG	70.3±10.7	53.0±8.3	53.1±8.2	
歩数計				6881±3399

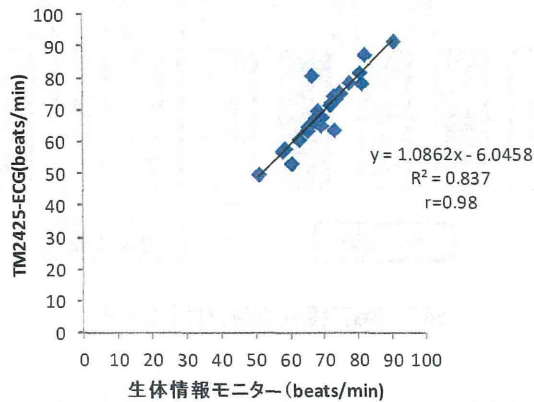


図 8. 24 時間心拍数の比較

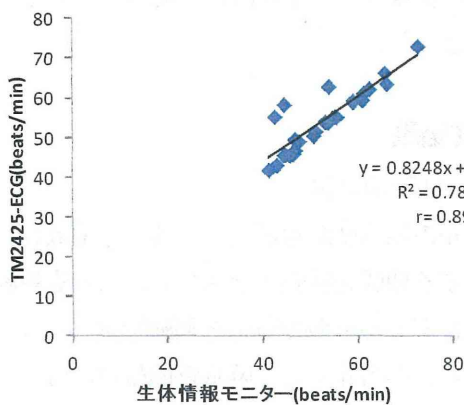


図 9. 睡眠中の心拍数の比較

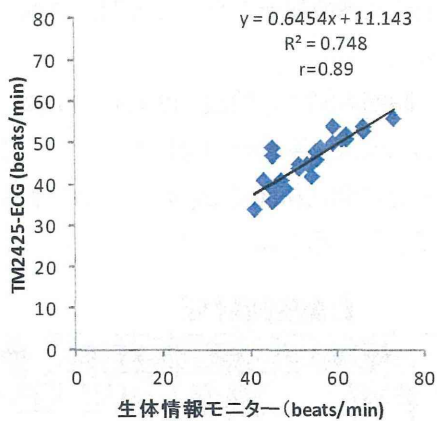


図 10. 基底心拍数の比較

加速度と歩数も既存器と有意な正相関を示した (図 11,12)。

図 11. 加速度の比較

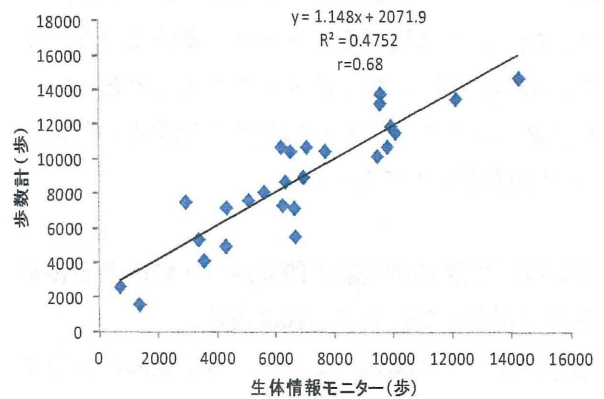


図 12. 歩数の比較

実験(2)：特定動作（活動）の計測

安静値および精神活動時の心拍数は既存精密機器との間に $r=0.8$ 以上の有意な正相関がみられた。活動別に詳細な比較では、精神活動ではどの活動においても個人間での心拍の上昇差は小さく、この傾向は開発器も既存器も同様であった。一方、身体活動では心拍の上昇が個人間で異なり、身体活動強度が高くなるほど、変動幅は広がり、特に速歩やジョギングでは標準偏差が高かった (図 13,14)。

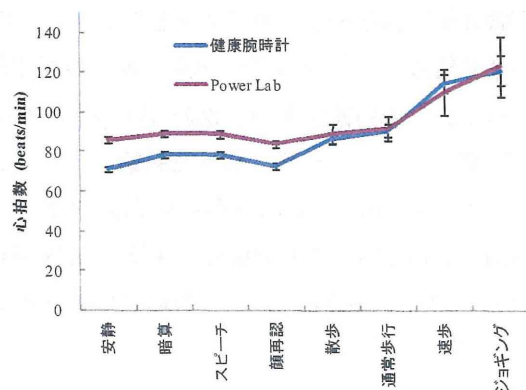


図 13. 特定活動時の心拍数の比較

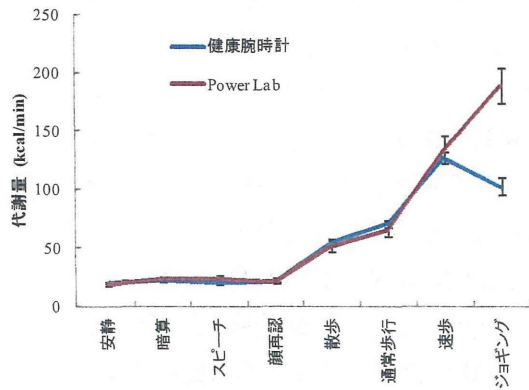


図 14. 特定活動時の代謝値の比較

代謝値も、心拍数と同様に既存器と開発器の間には有意な正相関がみられた。精神活動と身体活動を総合した比較においては、生体情報モニターは既存精密機器 PowerLab との間に $r=0.89$ の高い有意な正相関が示された (図 15)。また近似曲線の傾きは 1.0681、切片は -0.6328 であり、生体情報モニターから得た代謝値の実測値と Power Lab の実測値はほぼ同等の数値を示すことが示された。グラフを見ると心拍数と同様に精神活動のような運動と比較すると心肺機能が著しく亢進はしない活動では、個人間変動は小さいが、身体活動では運動強度が高くなるにつれて、個人間変動が大きくなることが推察された (図 15)。

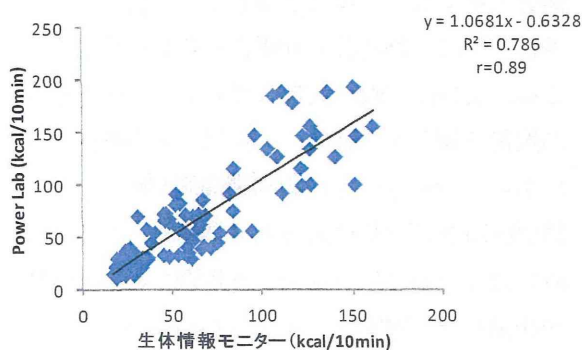


図 15. 全活動における代謝値の比較

しかしながら、精神活動時のみと身体活動時のみに分けて検討すると、精神活動時は $r=0.39$ 、身体活動時は $r=0.77$ であり、精神活動の方が相関係数は低かった。

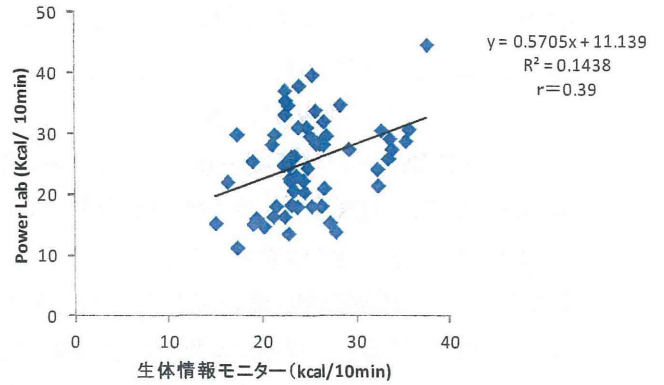


図 16. 精神活動時の代謝値の比較

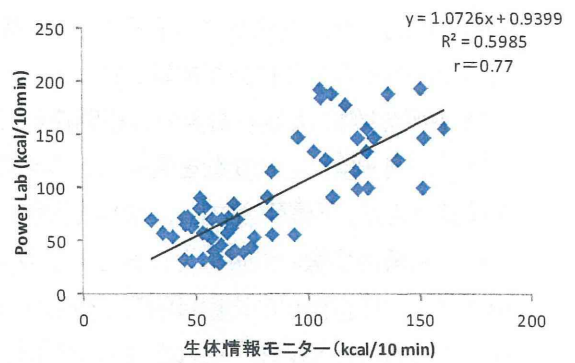


図 17. 身体活動時の代謝値の比較

D. 考察

本研究では我々の共同グループの開発器である腕時計型生体情報モニターと、既存機種（携帯型心電計、歩数計、心電計機能付きの代謝器）との精度比較および日常生活での応用法の検討を行った。

日常生活の約 1/3 を占める睡眠時間について、被験者が逐次自身の行動を記録用紙に記入し、この記録と腕時計型生体情報モニターの測定値を照合したところ、両者はほぼ一致していた。このことは、我々の開発した腕時計型生体情報モニターが、まず睡眠時間の客観的な評価に役立つことを示したと考える。モニターの詳細をみると、夜中の起床と思われる箇所を確認することもできた。

なお睡眠時間は、本研究では 24 時間の行動記録をつけ、さらに測定終了時に思い出し法による

問診を試行した。これは医療機関受診の際に医師等による問診に患者が回答する場合を想定したものである。本研究の被験者は実験プロトコール上、前日の24時間にわたる行動記録において、就寝時間や起床時間を記録しているため、問診時の回答では多少は記憶に残るはずであるが、それでも平均で約20分の睡眠時間の誤差が生じた。またモニターの詳細を見ると、夜中に覚醒し再び入睡した者もあった。このような人物の中には2回目の睡眠時間を問診では申告しない者もあり、これを実生活に勘案すると医療機関受診時の睡眠時間の過小申告に通ずるものと思われ、自己申告では、思い出しと過小申告の双方のバイアスによる睡眠時間の違いのさらなる拡張が推察された。

24時間計測による心拍変動の相関係数は極めて高く、開発器は心拍変動を明確にとらえることが確認できた。覚醒状態では、身体を安静に保つていても精神状態の緊張が生じることが多々ある。例えば、生活習慣病の治療目的等で受診する医療機関では白衣性高血圧⁴⁾に代表される医師の問診による精神の向上に伴う心拍数や血圧値等の循環動態の上昇がみられることがある。我々は、睡眠中の最も低い心拍数や血圧値を基底心拍数あるいは基底血圧値ととらえて、基底値からの上昇度を評価することで、循環動態の指標にすることを提案してきた³⁾⁴⁾。本装置は通常の男性用腕時計程度の重量であり、心電計の装着よりも安易に睡眠中の基底心拍数を測定できる。覚醒時の様々な心拍変動を基底心拍数からの上昇度としてとらえることで、精神ストレスにより交感神経系が亢進された状況下での評価よりも安定した心拍を評価することが可能と考える。本器の24時間装着の測定結果は、睡眠時心拍変動、24時間心拍変動の他に睡眠時基底心拍数も既存の血圧心電計と高い相関を示しており、当器が心拍変動を適切に捉えることが示された。

特定活動時の既存の心電および代謝器と比較において、本研究での活動時間は各々10分間と短時間での比較ではあったが、様々な精神活動およ

び身体活動時の既存器と開発器の心拍変動の相関係数は高い値を示した。代謝値についても、高い相関がみられたことから開発機が既存の心電および代謝器に類似する性能を持つことが示唆された。

なお、代謝値について詳細をみると、精神活動負荷における変動の相関係数は $r=0.39$ であり、活動を個別に比較すると暗算では $r=0.57$ と高かったが、人前スピーチ、顔再認試験は相関が低かった。これは人前スピーチや顔再認試験では人により身振りが入り、腕の動きが固定できていなかったためと考える。また、心拍変動の上昇度を示す非体動係数は平均値は1.7であり概ね0.5~3の間であり、個人間変動は小さかった。

一方、身体活動負荷における変動は全体としては、 $r=0.77$ の高い正相関が得られたが、散歩や通常歩行、速歩では、測定値の個人間変動は大きくはなく、個別の比較を行うと相関は決して高いものではなかった。身体活動による心拍変動の違いは個人間で大きく、体動係数をみると平均で4.5ではあるが、その幅は1.5~10.0の間であり、精神活動の非体動係数の幅よりも大きかった。また、活動別では、ジョギングでは心拍数および代謝値に既存機との差異が目立ち、特に開発機で低値を示した。これは、ジョギング走行のフォームが個人で異なることに起因する。ジョギングにおいて、腕を大きく振った場合と脇をしめて腕を固定した場合とでは、腕時計で計測される心拍数に差が生じる。これは、腕の大きな振りによる通常動作時の誤差を減らすために、一定以上の振動がみられた場合に内蔵されている制御機能が働くという、健康腕時計の性状によるものであり、ジョギング時に激しい腕の振りを示した場合、この制御機能が作動したと推察される。しかしながら、当制御機能は精神活動や歩行等の軽度身体活動における適正な測定には不可欠であることや、生活習慣病の予防や改善目的での厚労省の指針⁶⁾⁷⁾ではジョギングは推奨運動の一つであることが、当器での測定の機能上の限界と思われる。なお、予備試行として腕を布で固定して走行したところ、ある程

度改善されたため、ジョギングでの使用の場合は腕のフォームを整えることで、ある程度の対応が可能であると思われる。

本研究では、当補助金の主旨である「若年者の生活習慣病の予防」を目的に若年者を対象とした実験を施行したが、当器は生活習慣病予防および治療の目的で使用が可能なモデルでもある。測定者の年齢、性別、生活習慣病等の循環動態の状況により各種測定値およびエネルギー消費量の換算に利用する算術係数が、個人により異なることが予想される。したがって、今後は対象者の層を拡大して対象者の状況に応じた測定がなされる必要があると考える。

以上より、腕時計型生体情報モニターは、睡眠時間の客観評価や精神活動や軽度身体活動時の心拍数の変動と消費カロリーの計測が可能であると考えられる。

E. 結論

精神活動、身体活動および睡眠中のエネルギー消費量を簡易に評価するために、日常生活における心拍変動を利用して、開発された腕時計型生体情報モニターは、男子大学生30名に対して検証をおこなったところ、睡眠時間の客観評価や精神活動や軽度身体活動時の心拍数の変動と消費カロリーの計測が可能と考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Clin & Exp Hypertens に9月に投稿予定

2. 学会発表

第16回 時間循環血圧研究会 7月6日発表予定

H. 知的財産権の出願・登録状況

出願番号：2012-195035 ※SE の整理番号：J0171737JP01

出願日：2012/9/5

発明者：朽久保 修、古田 尚志、箕谷 均

発明の名称：生体情報処理システム、ウェアラブル装置、サーバーシステム及びプログラム

I. 参考文献

- 1) 佐々木雅也、丈達和子、栗原美香、岩川裕美、藤山佳秀、総論 間接熱量計による、エネルギー消費量と基礎代謝の測定、静脈経腸栄養 Vol. 24, No. 5. 2007. 13-17
- 2) Sawai A, Oshige K, Tochikubo O. Development of wristwatch-type heartrate recorder with acceleration-pickup sensor and its application. Clin Exp Hypertens 2005, 2&3, 203-213.
- 3) Tochikubo O, Mizushima S, Watanabe J, Minamisawa K. Base heart rate during sleep in hypertensive and normotensive subjects, J Hypertens 2001, 19 (6), 1131-7.
- 4) Mancina G, Bertinieri G, Grassi G et al, Effects of blood-pressure measurement by the doctor on patient's blood pressure and heart rate. Lancet II, 695-698, 1983.
- 5) 運動基準、運動指針の改定に関する検討会 報告書 平成25年3月
- 6) 宮地元彦、(独立行政法人国立健康・栄養研究所運動ガイドラインプロジェクト)特定健診と運動指導-メタボリックシンドロームを標的とした動脈系機能評価と対策

新たな保健指導手法の開発

—ICT在宅自動記録および遠隔指導による生活習慣病患者での介入研究—

分担研究者 木村 穰 関西医科大学健康科学センター 教授

研究要旨：生活習慣病として肥満または高血圧を有する患者に、在宅での体重計、歩数計の記録を無線 LAN により自動記録し、同時に生活習慣改善の行動目標を各個人で設定し、その後管理栄養士もしくは健康運動指導士がサーバーでの記録に基づき、6 か月間遠隔指導をメールにて行った。肥満治療では通常の外来での生活習慣指導のみの患者を対照群とした。その結果、肥満患者では遠隔指導群は介入開始 1 カ月後より有意な体重減少を認め、6 か月間持続した。高血圧患者では、高血圧外来受診患者の約 17% に仮面高血圧を認め、在宅早朝血圧評価の有用性を認めた。また降圧剤（ARB 製剤）投与後の降圧効果は、早朝家庭血圧にて早期にかつ有意に低値を認め、外来血圧との差異を認めた。これらの結果より、ICT による体重・歩数、および在宅血圧測定・評価は、生活習慣病患者の介入に有用と考えられた。

A 研究目的

生活習慣病患者において、運動、食事療法は薬物治療の有無にかかわらず根本的な介入として重要である。しかし、食事、運動療法については、通常の外來受診時での介入には限界があり、個人のセルフモニタリングに基づく継続的な個別介入が必要である。しかし継続的な個別介入には個々の行動・体重記録と生活習慣に応じた個別介入が必要である。そのため、指導側は多大なマンパワーと指導スキルが必要となり、また患者にとっては、日々の活動量や体重の記録、頻回の受診が必要となる。そのため、従来の対面方式による 1 対 1 のパーソナル介入は非効率的

で施行困難なことが多い。しかし、ICT による在宅での生体情報の自動記録や、指導者との情報の共有、個人へのメール支援を用いた遠隔介入システムでは、マンパワーにかかる費用や人的負担を抑えた上で行動変容を促し、減量や血圧値の改善に有用であると考えられる。

そこで本研究では、ICT を用いた減量および高血圧患者での薬物療法開始時の生活習慣管理プログラム、在宅血圧測定評価が、肥満患者の減量や血圧改善に有用であるかを検討した。

B 研究方法

遠隔測定機器（生体センサー）、指導の

概要 (図1、2)

生体センサー（電子歩数計、電子体重計）を患者に貸し出し、在宅にて歩数、体重を測定した。測定されたデータは、自動的に無線 LAN にて家庭内のインターネットゲートウェイに接続され、インターネット経由でホストコンピュータに送られ、保存される。

家庭内における機器と専用ゲートウェイ間の通信方式に関しては、体組成計は、無線データ通信方式に NEDO「ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発」事業の一環で開発された標準プロトコールを採用している機種である。また歩数計についてはその使用形態から、必要に応じて専用ゲートウェイ装置へ赤外線通信にてデータ送信する方式となっている。

患者は自分で体重、歩数値と値の変動を確認すること（セルフモニタリング）によって、自己管理行動が強化される。同時にホストコンピュータへは、研究補助者である管理栄養士、健康運動指導士が ID、パスワード入力後にアクセス可能であり、各個人の体重、歩数、血圧の測定状況、変動の経過により適宜メールもしくは電話で生活習慣の行動変容に対し評価、はげまし、支援を行った。

セルフチェックシステム

セルフチェックシートの一部を提示する。セルフチェックシートは 40 項目あり、各項目に対して当てはまる度合いを 1 から 4 で回答させた。また TEG（東大式エゴグラム）による性格特性

を評価し、介入時の指導方法が標準化されるように調整した。

高血圧が疑われる患者には、在宅血圧計を貸しだし、早朝起床後に、座位にて血圧測定を施行させた。

目標設定方式

肥満患者には、生活習慣問診から、減量に適した行動目標を抽出し、その後、これらの目標に対し、肥満者の自己効力感を“出来そう”、“できそうにない”、の 2 つから選択させた。同時に、示された行動目標に対する主体性の有無を、“実行したい”、“今のままでよい”、の 2 つの選択肢から選ばせ、基本的に本人の主体性のある目標のみ抽出できるように設計した。その後、選択されたすべての行動目標を図のようにマッピング表示され、最終的に対象者が出来そう、と感じ、変えたいと思っている行動目標を 3 つ選択させた。この最終選択において、マッピングの円の大きさは減量への効果の大きさを表しており、対象の選択の参考になるように表示した。

選択された行動目標の進捗状況、および日々の体重、歩数の記録も Web 上で、本人、指導者ともに共有できる世にした。

行動支援プログラム

行動支援プログラムは 6 ヶ月間の介入とした。月に 2 回、健康科学センターのスタッフからシステムを通して支援メールを対象者に送信した。全例初回登録時に運動負荷試験を施行し、

個々の運動耐容能に応じた運動処方を作成し、健康運動指導士が無酸素運動閾値(AT)レベルでの運動を指導した。

介入前後の医学的検査として、早朝空腹人の血液生化学検査、体組成、運動耐容能検査を介入前後に施行した。

対 象

平成 23 年 4 月 1 日より平成 25 年 10 月までの期間で、関西医科大学附属枚方病院健康科学センターにおいて遠隔指導を希望した生活習慣病を有する軽症肥満 (BMI25 以上 30 未満) の患者 15 例で、比較対象として通常の外来通院のみの患者 17 例を用いた (表 1)。

また健診等にて血圧高値を認め医療機関を受診した 23 例 (平均年齢 ; 48 ± 7 才、男性 15 例、女性 8 例、高血圧未治療) において、その後 2 週間の早朝家庭血圧の測定および病院血圧との比較検討を行った。またその内の 7 例 (平均年齢 54 ± 9 才、男性 5 例、女性 2 例) においては、ARB 製剤 (カンデサルタン 8mg) を開始し、開始後 8 週までの早朝家庭血圧の記録および 4, 8 週での病院家圧の測定および両者の比較検討を行った。

C 研究結果

軽症肥満群では、遠隔指導群では、1 カ月後より体重減少を認め、3 ヶ月後からは介入前値に比して有意な減少を認めた。6 カ月後の減少量は介入前より $6.85 \pm 2.36\%$ 減少した。対照群では有意な変化を認めなかった。遠隔指導群では、2 か月からは対照群に比して有意

な減少を認め、その後 6 ヶ月まで有意な減少を維持した (図 4)。歩数は両群で 1 ヶ月後より有意に増加するも両群に有意な変化は認めなかった。その後の変化においても両群に有意な変化を認めなかった。その他血清脂質、耐糖能に関しても両群に有意な変化を認めなかった。

高血圧例での外来血圧および早朝家庭血圧の比較では、図 5 のごとく、26.1% で白衣高血圧、17.4% で仮面高血圧を認め、43.5% で両者共に高血圧を認めた。

またその後、降圧剤を開始した 7 例において、早朝家庭血圧と外来血圧の比較検討を行った。両群で、介入前値は、有意な差を認めなかった。早朝家庭血圧は、収縮期は 3 週目から、拡張期は 1 週目から有意な低下を認めた ($p < 0.05$)。外来血圧も 4 週後では開始前に比して有意な低下を認めたが、早朝家庭血圧に比して有意に高値を認めた。収縮期血圧は ARB 開始後 5 週目より、拡張期血圧は開始後 4 週目からより有意に低値を認めた ($p < 0.01$) (図 6、7)。

D 考 察

遠隔指導群では、体重は 1 カ月後より有意に減少し、その減少は 6 カ月後まで継続した。一方、通常の外来指導群では、有意な体重変化は認めなかった。また遠隔指導群の 2 カ月以降の体重の減少率は介入前値に比して -5% 以上であり、肥満学会の治療目標である介入前値の -5% 以上の減少を満足するものであった。

本システムは、肥満介入時の目標設定において、対象者の生活習慣、性格特性を調査し、改善すべき生活習慣、行動目標を自動的に抽出、提案し、その後、肥満者自身が自己効力感と主体性に基づいて行動目標を設定できるように設計されている。したがって、必ずしも減量効果が最大の行動目標が設定されるとは限らないが目標達成率は非常に高くなっている。

同時に生体情報は、遠隔で自動記録され、専門の管理栄養士、運動指導士が認知行動療法に基づいた遠隔個人指導を行っており、さらに、スタッフ間の指導の調整も本システム内で行うことが可能となっており、その結果肥満者の自己効力感、モチベーションの維持は良好であった。

一方、通常の外来指導では有意な減量は得られず、今回用いた在宅生体情報記録およびインターネットによる遠隔指導は、生活習慣病を有する軽症肥満患者の減量において有用と考えられた。

健診等にて高血圧認めた 23 例では、17%で仮面高血圧を認めた。一般的に中高年での約 10~25%で仮面高血圧を指摘されており、我々の結果でも 17%と同様の結果を得た。白衣高血圧の報告は様々であるが、今後嚴重な血圧監視が有用と思われた。

また 7 例の降圧剤開始例では、早朝家庭収縮期血圧は、3 週目から低下した。従来より ARB の降圧効果の発現には若干のタイムラグがあるとされており、本研究でも同様の結果が得られた。ま

た、ARB 開始前では、両群に差を認めなかったものの、4、8 週では、早朝家庭血圧は外来血圧に比して有意に低値を認めた。すなわち降圧剤の効果においては、外来血圧と早朝家庭血圧で差を認めることより、両者の継続的な測定、比較が重要と考えられた。

E 結 論

生活習慣病を有する軽症肥満患者の減量において、体重計、歩数計、家庭血圧計による在宅自動記録およびメールによる遠隔指導は有用と考えられた。

F. 健康危険情報

特記すべき事項なし。

G. 研究発表

研究業績一覧に掲載。

H. 知的財産権の出願・登録状況 特になし

図1 遠隔在宅指導の概要

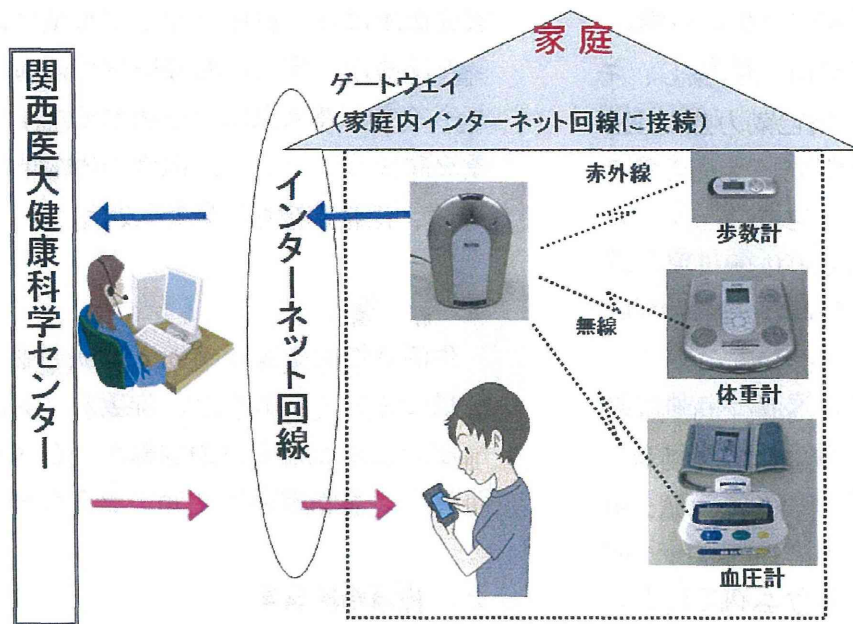


図2 在宅自動記録システム結果例

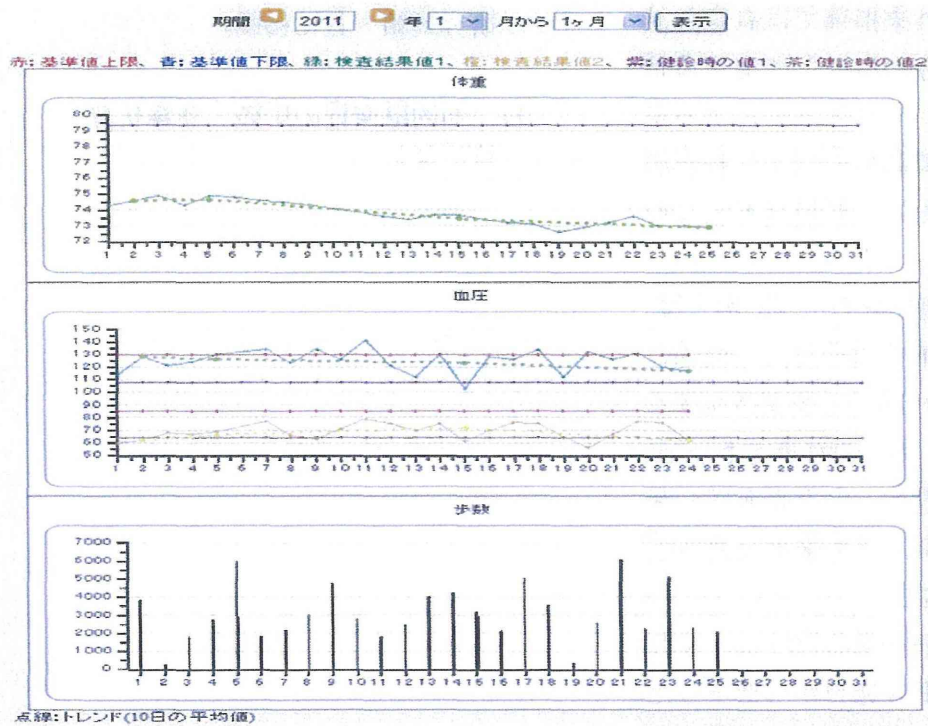
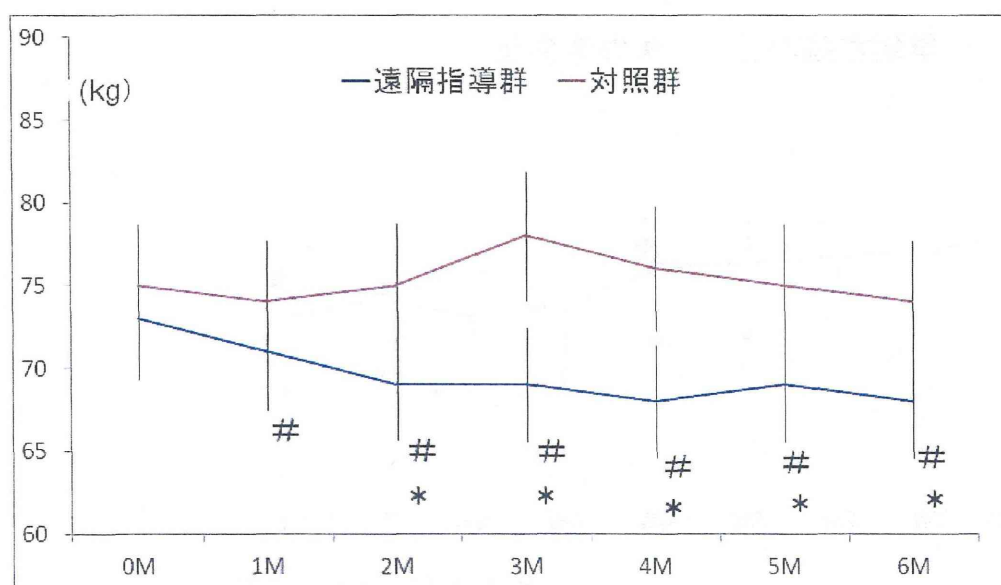


図3 対象者データ

遠隔指導群 n=15		対照群 n=17		
年齢(才)	42.4±13.6	年齢(才)	46.7±16.8	n.s.
BMI(kg/m ²)	28.2±1.8	BMI(kg/m ²)	27.5±2.1	n.s.
体重(kg)	73.3±8.2	体重(kg)	76.3±9.4	n.s.
体脂肪率(%)	28.3±4.3	体脂肪率(%)	27.8±5.4	n.s.
LDL(mg/dL)	146.3±31.3	LDL(mg/dL)	138.2±48.2	n.s.
HDL(mg/dL)	41.3±12.3	HDL(mg/dL)	39.7±14.8	n.s.
BS(mg/dL)	96.2±9.8	BS(mg/dL)	101.1±10.6	n.s.
HbA1c(%) _{NGSP}	5.9±1.5	HbA1c(%) _{NGSP}	6.1±3.1	n.s.
BPs(mmHg)	138±18.4	BPs(mmHg)	142±15.2	n.s.
BPd(mmHg)	88.3±7.6	BPd(mmHg)	87.5±8.1	n.s.

図4 遠隔指導による体重変動



p < 0.05 遠隔指導群 vs 0M

* p < 0.05 遠隔指導群 vs 対照群

図5

外来血圧、早朝家庭血圧の比較

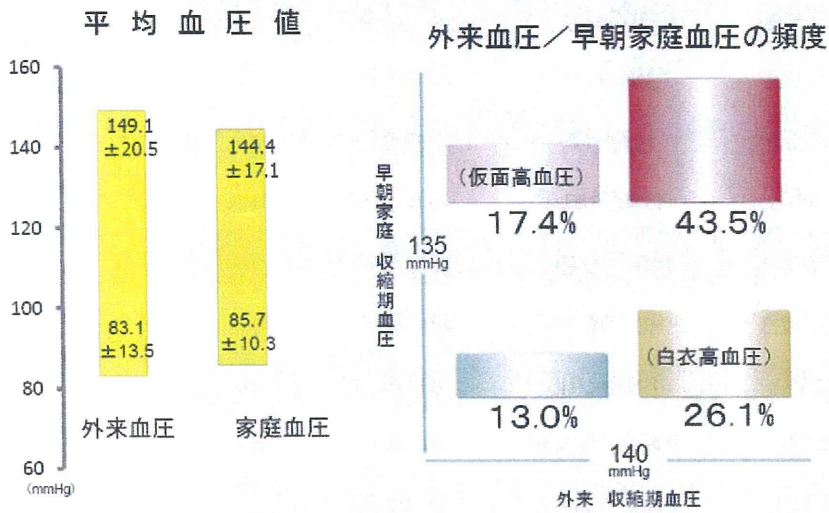


図6

治療経過 収縮期血圧

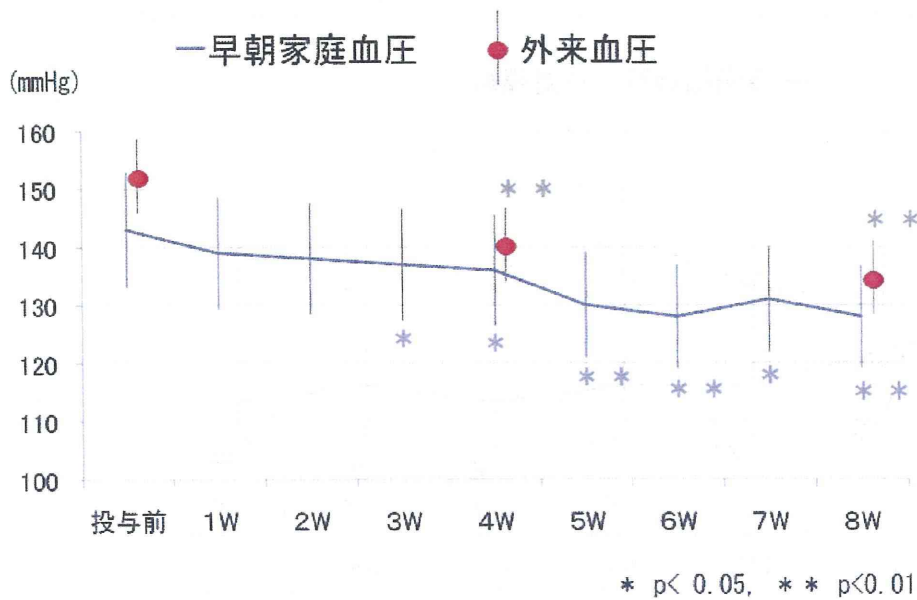
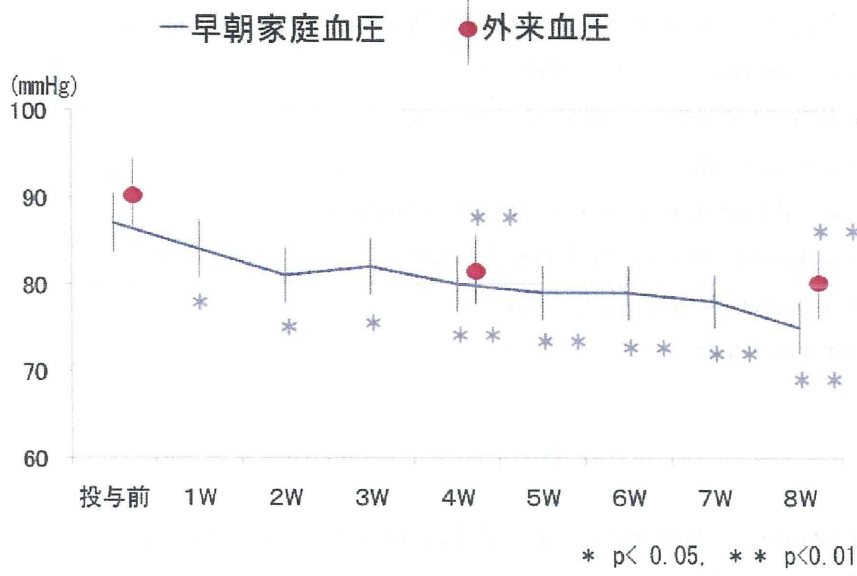


图7

治療經過 拡張期血压



【資料】

A randomized controlled study of the effects and their persistence of nutritional education on between-meal eating habits in school children

Hitoshi Fujii, Department of Health Policy and Technology Assessment, National Institute of Public Health

Emiko Namiki, Minami-Ikebukuro Elementary School, Toshima-ku

Michiyo Suzuki, Tsutsujigaoka-minami Elementary School, Akishima-shi

Yoko Yamaguchi, Chiba-shi Board of Education

Miyoko Hasumi, Part-time Assistant Professor of Otsuma Junior College Division

Michiko Kamauchi, Kanagawa Prefecture, Odawara Public Health Center

Hiromi Abe, National Hospital Organization Chiba Medical Center

Kayoko Sato, Komazawa Women's University

Abstract

Study design

In this study, the study group attended a 45-minute educational class on calories in snacks that are frequently consumed on a daily basis and recommended calorie intake from snacks, and completed questionnaires that asked about the types of snacks, the time of snacking, and their health status before and 1 week, 3 and 6 months after the session. The control group completed the same questionnaires at the same time points as the study group. The control group attended an identical educational class after completing the Month 6 questionnaire.

Methods

The intervention used in this study was delivered by nutrition educators/school nutritionists as a class session, and the subjects were all fourth and fifth graders of A and B Elementary Schools in Tokyo who received nutritional education about between-meal eating habits.

The primary endpoint of this study was the difference between X and Y:

X: The difference in calorie intake from snacks between before intervention and 3 months after intervention in the study group

Y: The difference in calorie intake from snacks between before intervention and 3 months after intervention in the control group.

As the intervention (education) used in this study was designed to teach the recommended calorie intake from snacks, and calories have been frequently used as a primary endpoint in previous studies, we used the primary endpoint of the difference in the reduction of calorie intake from snacks 3 months after intervention between two groups (the difference between X and Y).

Secondary endpoints included the difference in the reduction of fat intake from snacks 1 week and 3 and 6 months after intervention between the groups, knowledge about calories in snacks, knowledge about fat in snacks, and the type of snacks. The same outcome as the primary endpoint (calorie intake from snacks) was evaluated 1 week and 6 months after intervention to assess the persistence of educational effects.

The school children recorded the type and amount of snacks they consumed. When commercial snacks were consumed, the children were asked to attach the nutritional facts to a questionnaire for submission, if available.