

Table 1 対象者の身体的特徴

	Male	Female
Age (yrs)	42.5 ± 11.6	34.6 ± 7.1
Height (cm)	169.7 ± 6.9	158.9 ± 5.6
Weight (kg)	66.2 ± 9.0	51.9 ± 5.8
BMI (kg/m ²)	23.0 ± 2.5	20.5 ± 1.9
BMR (kcal)	1313 ± 124	1149 ± 130

BMI; body mass index, BMR; basal metabolic rate

Table 2 各評価法から算出した総エネルギー消費量

	Mean ± SD(kcal)	Range
DLW	2252 ± 421	1498–2896
LC	1925 ± 308	1508–2492
ME	2196 ± 301	1759–2796
OH	2209 ± 358	1687–2834

DLW; doubly labeled water method, LC; lifecorder,

ME; activity monitor, OH; active style pro

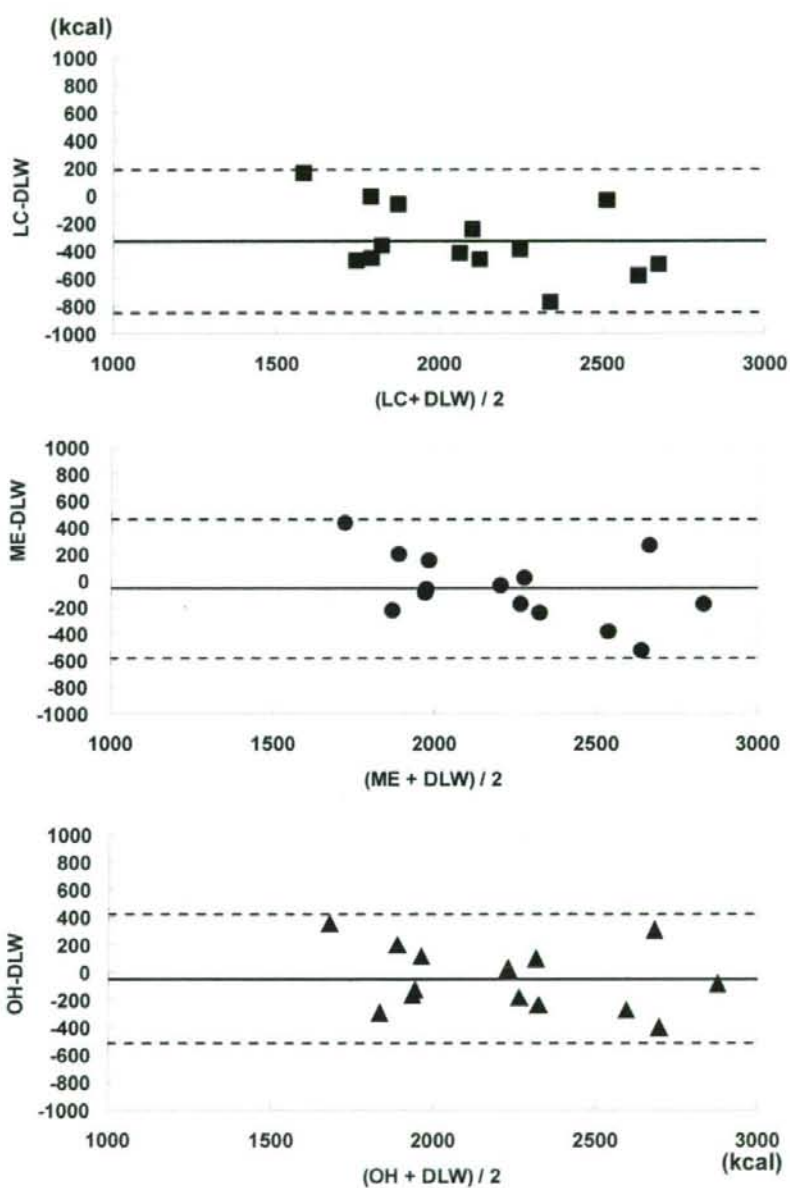


Figure 1 Bland and Altman プロットによる DLW 法による TEE と各加速度計による TEE との差異.

LC ; Lifecorder, ME ; activity monitor, OH ; Active style pro. 実線は誤差の平均値を、点線は 2 標準偏差を示す.

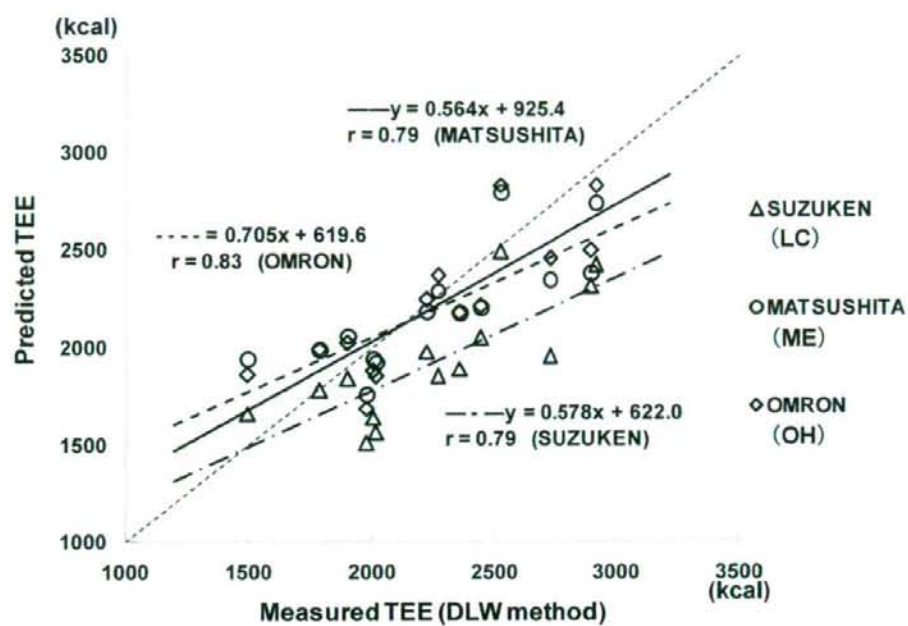


Figure 2 DLW 法による TEE と各加速度計による TEE との関係
 LC ; Lifecorder、ME ; activity monitor、OH ; Active style pro.

生活習慣病予防を目的とした推奨身体活動量
(23 エクササイズ) を満たす歩数とは

研究代表者 田中 茂穂 (独) 国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム
エネルギー代謝プロジェクトリーダー
研究協力者 大河原 一憲 // エネルギー代謝プロジェクト 流動研究員
高田 和子 // エネルギー代謝プロジェクト 上級研究員
田畑 泉 // 健康増進プログラムリーダー
引原 有輝 千葉工業大学 工学部 教育センター 講師
海老根 直之 同志社大学 スポーツ健康科学部 講師
大島秀武 オムロンヘルスケア(株) 新規事業開発センター技術開発部 主査
川口加織 //

健康づくりのための運動基準 2006 において、推奨身体活動量 (23 メッツ・時/週) を歩行中心の活動で考えると、1 日当たり 8000~10000 歩が目安になると示されている。しかしながら、家事などの生活活動が行われる日常生活下で、身体活動量と歩数との関係が実際どのようになっているかは検討が必要である。そこで本研究は、歩行以外の日常生活活動による活動量を考慮した 23 メッツ・時/週と歩数との関係について検討することを目的とした。

健康な成人男性 54 名(年齢 38.8 ± 11.5 歳)および成人女性 32 名(年齢 42.5 ± 12.2 歳)に、3 次元加速度計 (HJA-350IT) をおよそ 2 週間装着し、歩数および生活活動と歩行活動による活動量 (メッツ・時) を測定した。1 日の歩数と強度が 3 メッツ以上の週当たりの総活動量との間において、男女ともに有意な相関係数が得られた (男性: $r=0.798$, $P<0.01$ 、女性: $r=0.616$, $P<0.01$)。同様に、1 日の歩数と強度が 3 メッツ以上の歩行活動のみによる週当たりの活動量との間にも、男女ともに有意な相関係数が得られた (男性: $r=0.874$, $P<0.01$ 、女性: $r=0.783$, $P<0.01$)。これらの回帰式から健康の維持・増進に必要な身体活動量として推奨されている 23 メッツ・時/週に相当する歩数を算出したところ、男性で 6708 歩/日、女性で 6416 歩/日であった。一方、カウントに含める活動を 3 メッツ以上の歩行活動のみに限定して考えた場合、23 メッツ・時/週に相当する歩数は男性で 8125 歩/日、女性で 9495 歩/日であった。以上から、歩行以外の生活活動も身体活動量の増加に貢献しており、推奨身体活動量を評価する際に考慮の必要なことが示唆された。

A. 研究目的

2006年に健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—（以下、運動基準2006）が厚生労働省から発表された。そのなかで、健康の維持・増進に必要な身体活動・運動量として、強度が3メッツ以上の身体活動を23メッツ・時/週、運動を4メッツ・時/週実践することが推奨されている。23メッツ・時/週の身体活動量とは、3メッツ以上の強度の身体活動で1日当たり約60分行うことに相当し、歩行中心の活動で考えると、約6000歩（10分当たり1000歩で60分）に、低強度で意識されない歩数約2000～4000歩を加えた、1日当たり8000～10000歩が目安になると示されている。しかしながら、これはあくまでも試算したものであり、23メッツ・時/週と1日当たり8000～10000歩が日常生活環境下で実際に一致するかどうかは検討が必要である。

身体活動は、歩行や走行といった移動を伴う活動と、比較的移動を伴わない活動に大別できる。家事などの日常生活活動は移動の少ない活動の一つといえる。運動基準2006で提言された23メッツ・時/週は、3メッツ以上の強度を条件に、いずれの身体活動で行われた場合も活動量として含む。そのため、歩数と日常生活下における身体活動量との関係を検討する際は、歩数に反映されにくい、移動を比較的伴わない活動も考慮しなければならない。我々はヒューマンカロリーメーター（エネルギー代謝測定室）を用いて、ウォーキングおよびジョギングを中心に1日過ごした際のエネルギー消費量および身体活動レベル（1日の総ス

エネルギー消費量を基礎代謝量で除した値）を測定した（Ohkawara et al., *Am J Clin Nutr*, 2008）。中強度活動の多い日（ゆっくり歩行：30分1回、速歩：30分1回+15分11回、ジョギング：15分1回、総活動時間：240分）および高強度活動の多い日（ゆっくり歩行：30分1回、速歩：30分1回+15分4回、ジョギング：15分4回、総活動時間：180分）の身体活動レベルはそれぞれ平均で約1.82と1.74となり、日本人の食事摂取基準（2005年度版）における「ふつう：1.75（1.60～1.90）」の身体活動レベルに区分される。すなわち、ほとんどの活動を歩行のみにした場合、身体活動レベルを「ふつう」に維持するためには、1日4時間も行う必要があること示唆している。しかしながら、一般的な日常生活下において、多くの人が該当する「ふつう」の身体活動レベルで過ごしている者が、1日4時間も歩いているとは考えにくい。このことから、歩行などの移動を伴う活動以外で稼いでいる活動量が日常生活下において少なくないことが推察される。

これまで自由生活下における身体活動の量および質をともに評価する方法として質問紙調査が広く使われてきた。しかしながら、質問紙調査による限界も数多く指摘されており（Dale et al., *Human Kinetics Publishers*, 2002）、より客観的で精度の高い方法の確立が求められている。我々は3次元加速度を利用し、歩行系活動に加えて日常生活活動も精度よく評価できる活動量計の開発に成功した。そこで、本研究は日常生活活動による活動量を考慮した23メッツ・時/週と歩数との関係について検討す

ることを目的とした。

B. 研究方法

1. 被験者

対象者は、健康な成人男性54名(年齢38.8 ± 11.5歳)および成人女性32名(年齢42.5 ± 12.2歳)であった (Table 1)。

2. 測定プロトコル

各対象者の身長および体重を測定した。その後、活動量計を2週間装着してもらい、1日の歩数および3メッツ以上の強度による活動量(メッツ・時)を算出した。対象者には、睡眠および活動量計が水に浸かる活動(入浴や水泳など)以外の全ての時間に活動量計を装着するよう指示した。

3. 活動量計

活動量の測定には3次元加速度計(HJA-350IT オムロンヘルスケア社製)を用いた。同機器の外形寸法は幅74×高さ46×奥行き34mm、質量は60gで、腰部にクリップにて装着して測定する。歩数および活動量(メッツ・時)は、専用ソフトを用いて、得られた3次元合成加速度データから算出する。なお、同機器の特徴は、活動タイプによって加速度に対する重力加速度の寄与が異なることを利用し、活動量を生活活動と歩行活動に分けて算出できることである(Oshima et al., NAASO, 2007, Ohkawara et al., NAASO, 2007, Hikihara et al., RACMEM)。

4. 倫理面への配慮

本研究は、独立行政法人 国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会(ヒトゲノ

ム・遺伝子解析を除く研究に関する部会)」の許可を得て実施した。測定にあたって、対象者に測定の目的、利益、不利益、危険性、データの管理や公表について説明を行い、書面にて同意を得た。データは厳重に管理し、外部に流出することがないようにした。測定に伴う危険性はない。

C. 研究結果

本研究の対象者において、歩数は男性が平均8304 ± 2516歩/日(4210~14658歩/日)、女性が平均6812 ± 2049歩/日(3462~12102歩/日)であった。強度が3メッツ以上の生活活動は、男性が平均10.8 ± 9.1メッツ・時/週(1.0~40.6メッツ・時/週)、女性が平均13.4 ± 8.7メッツ・時/週(3.4~40.6メッツ・時/週)であった。また、強度が3メッツ以上の歩行活動は、男性が平均23.9 ± 11.2メッツ・時/週(3.9~52.6メッツ・時/週)、女性が平均13.0 ± 6.0メッツ・時/週(3.6~28.3メッツ・時/週)であった。さらに、強度が3メッツ以上の生活活動と歩行活動を合計した総活動量は、男性が平均34.7 ± 14.7メッツ・時/週(9.0~81.5メッツ・時/週)、女性が平均26.4 ± 10.8メッツ・時/週(10.6~58.5メッツ・時/週)であった。

1日の歩数と強度が3メッツ以上の生活活動による週当たりの活動量との間には、男女ともに有意な相関係数は得られなかった(男性: $r = 0.218$, $P = 0.11$ 、女性: $r = 0.230$, $P = 0.21$)。一方、1日の歩数と強度が3メッツ以上の歩行活動による週当たりの活動量との間には、男女ともに有意な相関係数が得られた(男性: $r = 0.874$, $P < 0.01$ 、女性: $r = 0.783$, $P < 0.01$)。また、1

日の歩数と強度が3メッツ以上の週当たりの総活動量との間においても、男女ともに有意な相関係数が得られた(男性: $r=0.798$, $P<0.01$ 、女性: $r=0.616$, $P<0.01$)。

健康の維持・増進に必要な身体活動推奨量である23メッツ・時/週に相当する歩数は、男性で6708歩/日、女性で6416歩/日であった。一方、カウントに含める活動を3メッツ以上の歩行活動のみに限定して考えた場合に得られる23メッツ・時/週に相当する歩数は、男性で8125歩/日、女性で9495歩/日であった。

D. 考察

厚生労働省により発表された運動基準2006で提言されている推奨身体活動量(23メッツ・時/週)の評価では、3メッツ以上の強度を条件に、あらゆるタイプの活動もすべて含めて考えなければいけない。そのため、家事などの日常生活活動についても、歩行活動と同様にカウントする必要がある。そこで、本研究では、日常生活活動も妥当に評価できることを特徴とした3次元加速度計を用いて、日常生活活動による活動量も考慮した23メッツ・時/週と歩数との関係について検討した。1日の歩数と強度が3メッツ以上の週当たりの総活動量との関係式から23メッツ・時/週に相当する歩数を算出したところ、男性で6708歩/日、女性で6416歩/日となり、歩行中心の活動で考えた場合の目安として示されている1日当たり8000~10000歩よりも明らかに低い値が得られた。このことから、生活活動も身体活動量の増加に貢献しており、歩行活動を高く維持することだけが必ずしも23メッツ・時/週を満たす条件ではない

ことが示唆された。

一方、3メッツ以上の活動が歩行活動のみであると想定し、1日の歩数と強度が3メッツ以上の歩行活動による週当たりの活動量との関係から、23メッツ・時/週に相当する歩数を算出したところ、男性は8125歩/日、女性は9495歩/日であった。これは、歩行中心の活動で考えた場合の目安として示されている、1日当たり8000~10000歩の範囲内であり、3メッツ以上の活動がほとんど歩行活動で占められる対象者には8000~10000歩を目安とすることが妥当であったことを示唆している。また、23メッツ・時/週に相当するかどうかにかかわらず、1日の歩数を8000~10000歩に維持することが生活習慣病の予防に効果がある可能性がいくつかの論文より示唆されている(Tudor-Locke et al., MSSE, 2008, Swartz et al., Prev Med, 2003, Thompson et al., MSSE, 2004)ため、望ましい身体活動量としてのひとつの目標値にすることは有用かつ実践的である。

本研究において、歩数と3メッツ以上の週当たりの総活動量または歩行活動のみによる活動量との関係式から算出した、23メッツ・時/週に相当する歩数の間には、男女ともに大きな差が認められた。特に女性の方が顕著で、平均値だけからみると、総活動量に対する歩行活動と生活活動の割合はほぼ同じであった。本研究の対象者に専業主婦が含まれていたことなどからも推察されるように、わが国の文化的・社会的背景が結果に影響したといえる。ただし、男性においても、生活活動によって得られた活動量の範囲が1.0~40.6メッツ・時/週と幅広く、職業等の違いも総活動量に占め

る生活活動の割合に影響を与えらる。今後は、生活スタイルの違いを明確にし、それがどの程度歩数や23メッツ・時／週に影響を与えるかを検討していく必要がある。また、先行研究において3メッツ以下の活動の重要性も示唆されており(Pate et al, Exerc Sport Sci Rev, 2008)、比較的強度が低いタイプの活動が多い生活活動が総エネルギー量にどの程度貢献するのかについても検討していく予定である。

E. 結論

生活活動も妥当に評価できることが報告されている3次元加速度計を用いて検討した結果、健康の維持・増進に必要な身体活動量として推奨されている23メッツ・時／週に相当する歩数は、男性で6708歩／日、女性で6416歩／日であった。一方、カウントに含める活動を3メッツ以上の歩行活動のみに限定して考えた場合、23メッツ・時／週に相当する歩数は男性で8125歩／日、女性で9495歩／日であった。このことから、歩行以外の生活活動も身体活動量の増加に貢献しており、身体活動量を評価する際に考慮すべきことが示唆された。

F. 研究発表

1. 学会発表

Oshima Y, Kawaguchi K, Doi R, Ohkawara K, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Ebine N, Tabata I. Significance of Lifestyle Activity in Daily Life Assessed by Triaxial Accelerometer. American College of Sports Medicine (ACSM): 2008.5.28: Indianapolis, IN 川口加織、大島秀武、田中茂穂、引原有輝、大河原一憲、高田和子、海老根直之、田畑泉。活動量計で評価した23エクササイズと歩数の関係、第63回日本体力医学会大会、2008.9., 大分。

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表1. 対象者の身体的特徴および職業

	男性	女性
人数 (人)	54	32
年齢 (歳)	38.8±11.5 (20~69)	42.5±12.2 (22~85)
身長 (cm)	171.3±6.3 (159~191)	156.6±5.9 (142~171)
体重 (kg)	68.8±11.8 (50.5~107.6)	58.7±11.6 (40.8~84.9)
BMI (kg/m ²)	23.4±3.6 (16.8~35.8)	23.9±4.4 (18.3~32.2)
職業		
自営業	2	2
事務職	3	1
技能職	26	18
営業職	20	2
無職	3	1
主婦	0	8

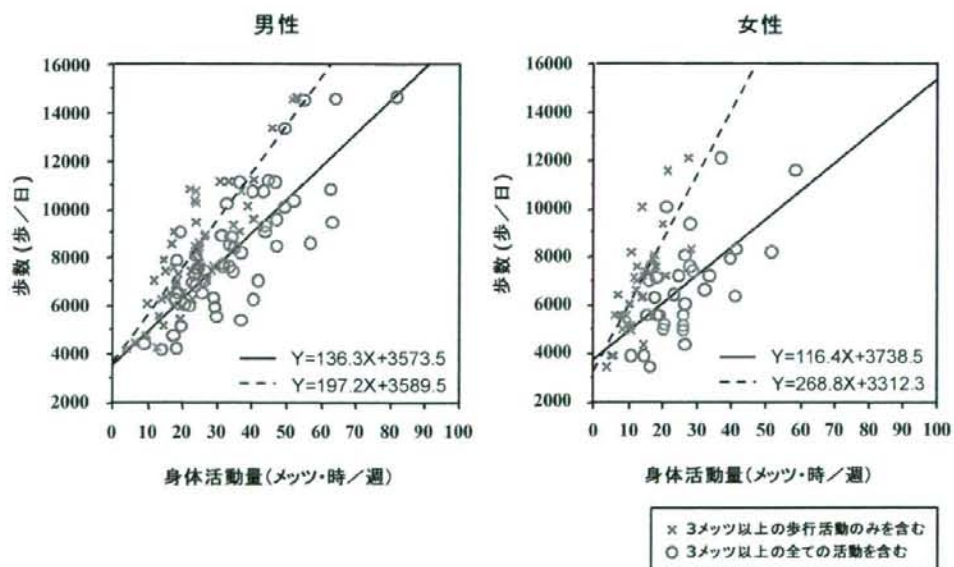


図1. 1日の歩数と週あたりの身体活動量との関係

日本人を対象とした身体活動量の質問紙の精度と身体活動レベルに影響する 活動内容の検討

研究分担者 高田和子 (独)国立健康・栄養研究所
研究分担者 内藤義彦 武庫川女子大学
研究分担者 佐々木敏 東京大学大学院
研究分担者 海老根直之 同志社大学
研究分担者 宮地元彦 (独) 国立健康・栄養研究所
研究代表者 田中茂徳 (独) 国立健康・栄養研究所

本研究では、質問紙により簡易に身体活動レベルを判断する方法を開発するために、日本人を対象とした既存の身体活動量の質問紙の妥当性と身体活動レベル別の身体活動の特徴を検討した。

20～83歳の健康な成人（学生を除く）226名（男性108名、女性118名）を対象に、二重標識水（doubly labeled water: DLW）法による総エネルギー消費量（total energy expenditure: TEE）の測定と公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究身体活動質問紙による調査を実施した。

その結果、DLW法で求めた TEE と質問紙による TEE において、Pearson の相関係数は 0.727 ($p < 0.001$)、Spearman の順位相関係数は 0.742 ($p < 0.001$)、95%LOA は -1192.9～645.1kcal であった。DLW法と質問紙の TEE の相関は、海外において実施されたこれまでの研究と比べ高かった。95%LOA の幅も比較的小さかった。しかし、身体活動レベルを日本人の食事摂取基準 2005 年版に従って 3 区分すると、DLW法と質問紙の一致度は 40%程度であった。DLW法により区分した身体活動レベル別に、質問紙から身体活動の内容を比較すると、身体活動レベルⅢにおいては、中強度の活動の時間と重労働に従事する人の割合が高かった。また、TEE が大きい者が質問紙において過小評価される要因としては、重労働や仕事上の歩行、立位のエネルギー換算方法を工夫する必要があると思われた。

以上のことから、今後、簡易に身体活動レベルを区分するには、身体活動レベルⅢについては、中強度の活動や重労働への従事の程度により区分が可能になる可能性が示されたが、身体活動レベルⅠ、Ⅱの区分については、さらに工夫が必要と考えられた。

A 研究目的

日本人の食事摂取基準（2005年版）においては、初めて日本人を対象に二重標識水（Doubly labeled water: DLW）法により測定されたデータを用いて、身体活動レベルの基準を策定した。しかし、2005年版では、どのよう

な人がどの身体活動レベルに該当するかを知る方法を示すことができなかった。そこで、本研究では、日本人を対象とした既存の身体活動量の質問紙を使用して、質問紙の精度の検証と、各身体活動レベル別の身体活動内容の特徴を検討し、今後、簡易に身体活動レベルを評価する方法を検討するための資料とした。

B 研究方法

1. 対象者

研究所のホームページ、地域の保健センター及び職域を通じて協力者を募集した。本研究では、身体活動レベルの異なる対象を意図的に収集したため、職域としては、事務職、教員、営業職、造船、主婦、無職等、異なる職種を対象とした。なお、学生は対象としなかった。本研究の対象は 20~83 歳の 226 名 (男性 108 名、女性 118 名) である。

2. 調査内容

①基礎代謝量

対象者には、測定日前日は激しい運動を避け、21 時までには通常通りの夕食を摂り、その後は水以外の飲食をしないように指示した。測定当日には朝食を食べずに、測定場所に来所し、室温 20-25℃ の条件下において覚醒・仰臥安静状態を 30 分以上とり、基礎体温、心拍を計測した後に呼気ガスの採取を行った。呼気ガスの採取は、マスクを装着してダグラスバッグに呼気を 10 分間 2 回採取した。呼気はガスメーター (DC-50、品川製作所) にて換気量を測定し、質量分析計 (ARCO-1000、アルコシステム社製) を用いてガス濃度を分析して Weir の式 (Weir, 1949) により BMR を求めた。

②DLW 法による身体活動量測定

10%¹⁸O (太陽日酸、東京) と 99.9%²H (Cambridge Isotope Laboratories, Inc, USA) を混合した液により、体重あたり 0.14g の ¹⁸O と 0.06g の ²H を投与した。

投与前及び投与翌日から 8 日目まで、1 日 1 回あるいは、1、2、3、7、8、13、14、15 日目の 8 回、同時刻に採尿した。サンプルは密閉した状態で、分析まで -30℃ で保存した。²H は Pt を触媒として H₂ ガスで、¹⁸O は CO₂ ガスで平衡法により前処理を行った後、²H、¹⁸O の安定同位体比を質量比分析計 (Finnigan Delta Plus、サーモフィッシャーサイエンティフィック、USA) により分析した。

尿中の安定同位体比から、標準化した安定同位体濃度は、 $[18.02a(\delta s - \delta$

$b)]/[WA(\delta a - \delta t)]$ で求められる。ただし、W は同位体比分析の際に DLW を希釈するのに用いた飲料水の量 (g)、A は投与した DLW の量 (g)、 δa は希釈した DLW における同位体比、 δt は DLW の希釈に用いた飲料水の同位体比、a は同位体比分析の際に飲料水で希釈された DLW の量 (g)、 δs は尿中の同位体比、 δb はベースラインでの尿の同位体比である。標準化した安定同位体濃度を対数変換し、投与時刻からの経過時間との間で直線回帰式をもとめ、その傾きを安定同位体の減衰率 (k) とした。安定同位体の希釈容積 (N) は、直線回帰式より時間 0 における安定同位体濃度の逆数より求められ、²H の N を 1.041 で除したものと、¹⁸O の N を 1.007 で除したものの平均値とした。二酸化炭素の排出量は、 rCO_2 (mol/day) = $0.4554TBW(1.007ko - 1.041kh)$ により求めた。ko は ¹⁸O の減衰率、kh は ²H の減衰率である。DLW 法においては、全期間を通じた RQ の直接測定が不可能なため、体重変動のないエネルギーバランスのとれた状態では食事調査より求めた食物商 (Food quotient: FQ) を使用して、TEE を求めることが最も適切とされている。そこで、TEE は DLW 法による身体活動量の調査期間中の食事調査より求めた FQ を用いて、Weir の式により求めた。

③質問紙による身体活動量調査

公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究 (Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study: JALS) において使用されている身体活動質問紙 (JALSPAQ) を使用した。この質問紙は、24 時間活動記録や 7-day recall による検討から明らかになった、日本における活動の特徴をもとにして作成されたものである。特に、中強度 (3~6METs) の活動による効果が評価できるようなスポーツなどの余暇活動に限定せず、家事、仕事などの日常活動も調査の対象としている。質問紙は A4 両面であり、睡眠、仕事、通勤・買い物などの移動、家事、余暇の 6 区分についての質問がされている。

④統計解析

先行研究での結果と比較するために、DLW 法により測定した TEE と質問紙によ

り調査した TEE の比較では、以下の指標を求めた。

- ・Pearson の相関係数
- ・Spearman の順位相関
- ・paired t test
- ・standard error (SE)
- ・95% limit of agreement (LOA)
- ・intraclass correlation coefficients (ICC)

また、DLW 法により測定した身体活動レベル (PAL) 別の TEE、及び各強度の身体活動時間の比較は一元配置分散分析により行った。各データについて、等分散が仮定されなかったため post hoc test として Dunnett の T3 を使用した。すべての解析は、SPSSver.16.0 for windows を用いて行った。

(倫理面への配慮)

本調査は、(独) 国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会 (ヒトゲノム・遺伝子解析を除く研究に関する部会)」の承諾を得て実施した。対象者には研究の目的と方法、危険性等をすべて説明し、書面にて同意を得た。解析時には、データはすべて ID 番号で管理し、個人情報とは別途、管理した。

C 研究結果

対象者の特性を表 1 に示した。各性・年代の人数は 20 名前後であるが、男性の 40 歳代、50 歳代、女性の 20 歳代、50 歳代がやや少なかった。BMI の平均は、20~26 程度で男性の 40 歳代が最も高く、女性の 20 歳代が最も低かった。

1 日あたり、1 日あたり体重 1kg あたりの基礎代謝量 (basal metabolic rate: BMR)、DLW 法により測定した TEE、PAL (DLW 法により測定した TEE/BMR)、質問紙により調査した TEE を表 2 に示した。PAL は男性では 30 歳代と 50 歳代では平均で 2 を超えており、身体活動量の多い集団であった。20、40、60 歳代でも平均は 1.9 を超えており、身体活動量は高かった。70 歳以上では平均が 1.71 と他の年代に比べるとやや低くなった。女性における PAL も 70 歳以上ではやや低くな

るものの、年代別の平均値は 1.8~1.9 と高かった。

DLW 法により求めた TEE と質問紙により求めた TEE の関係を図 1 に示した。Pearson の相関係数は 0.727 ($p<0.001$)、Spearman の順位相関係数は 0.742 ($p<0.001$)、ICC は 0.648 ($p<0.001$) であった。Paired t test の結果からは、DLW 法により求めた TEE と質問紙から求めた TEE の差は $-273.9 \pm 459.5 \text{ kcal}$ で有意な差 ($p<0.001$) がみとめられた。SE は 30.6 kcal 、95%LOA は $-1192.9 \sim 645.1 \text{ kcal}$ であった。Bland & Altman の解析による比較を図 2 に示した。2 法で測定された TEE の平均値と TEE の差の相関係数は -0.270 ($p<0.001$) であった。TEE の大きな対象ほど、質問紙の TEE が大きく過小評価する傾向にあるが、2 法の差は TEE の大きい対象で、過大、過少の両方向に差が大きくなっていった。

体重当たりで示した TEE について、DLW 法により調査した値と質問紙により求めた値を比較した (図 3)。Pearson の相関係数は 0.305 ($p<0.001$)、Spearman の順位相関係数は 0.346 ($p<0.001$)、ICC は 0.203 ($p<0.001$) であった。Paired t test の結果からは、DLW 法により求めた TEE と質問紙から求めた TEE の差は $-4.7 \pm 7.2 \text{ kcal/kg}$ で有意な差 ($p<0.001$) がみとめられた。SE は 0.5 kcal/kg 、95%LOA は $-19.1 \sim -18.9 \text{ kcal/kg}$ であった。

表 3 には、DLW 法により調査した TEE から求めた PAL を食事摂取基準 2005 の区分により 3 区分に分類し、質問紙の回答から検討した TEE、総メッツ・時、及び中強度と高強度の活動時間を示した。質問紙で求めた TEE は群間で有意な差があり、身体活動レベル III にくらべ、I と II では有意に小さい値となった。しかし、群ごとの分布には重なりが多かった。総メッツ・時も群間で有意な差が認められ、身体活動レベル I は、身体活動レベル II、III に比べて有意に小さい値となった。質問紙の項目から、中強度 (3~5.9METs :

掃除・育児・介護などの家事、歩行、余暇の身体活動のうち3~5.9METsの活動)と高強度(6METs以上:余暇における身体活動のうち6METs以上の活動)の1日の平均時間を比較した。中強度の活動は身体活動レベルⅢにおいて、Ⅰ、Ⅱに比べて有意に短かった。また、質問紙においてTEEの計算には使用されていないが、仕事の中で重い物の運搬やそれと同程度の力仕事に従事している時間のある人の割合は、身体活動レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲでそれぞれ6、24、36%と身体活動レベルが高くなるに従って増加した。

D 考察

本研究では、今後、質問紙により簡易に身体活動レベルを判断する方法を検討するために、日本人を対象とした既存の身体活動量の質問紙の精度の検討と身体活動レベル別の身体活動の特徴を検討した。

Neilsonら(2008)は2006年10月までに刊行された身体活動の質問紙をDLW法により評価した研究についてのレビューを行っている。この報告では、質問紙により活動によるエネルギー消費量(activity energy expenditure: AEE)と総エネルギー消費量(TEE)に分類している。このレビューで報告されている質問紙によるTEEとDLW法によるTEEの相関係数はPearsonの相関係数で0.32~0.63、Spearmanの順位相関係数で0.15~0.36であり、本報告の0.727、0.742はこれまでの報告に比べると高かった。Neilsonらは個別の一致度として、TEEの95%LOAの幅は1,133~17,948kcalであったと報告しているが、本研究では1,834kcalであり、これまでの報告より良いものではないが、比較的小さかった。

先行研究では、TEEやAEEの比較を行っている。TEEは、体重あるいは基礎代謝量の影響を大きく受けているため、PALや体重当たりのTEEが精度よく評価される必要がある。そこで、本研究では、それぞれの方法から求め

たTEEを体重当たりで示して比較した。体重当たりのTEEでは、相関係数は、1日あたりのTEEに比べ、かなり小さくなり、個別の活動量の差を十分評価できていない可能性が認められた。質問紙によるTEEは過小評価の傾向にあり、特にエネルギーの大きい人が十分に評価されていないかった。

DLW法のTEEと実測によるBMRから求めたPALと、質問紙によるTEEと実測のBMRから求めたPALをそれぞれ3区分すると、一致する割合は41%であり、50%が低い区分に分類された。質問紙から求めたTEEや総メッツ・時はDLW法によるPALの3区分において大きく重なっており、これらの値から身体活動レベルを分けることは困難であった。

各身体活動レベルの区分における身体活動の特徴を比較すると、身体活動レベルⅢにおいては、中強度(3~5.9METs)の身体活動の時間が多い傾向にあった。TEEが大きい者がTEEを過少評価する要因として下記のことが推測される。質問紙においてTEEや総メッツ・時の計算には使用されていないが、仕事での重労働がある人の割合は、身体活動レベルの高い群で多くなっており、この評価を加えることで、TEEの大きい者での過小評価を小さくできる可能性がある。また、この質問紙では仕事での活動について、「ほとんど座っている」「半分より多く座っている」「ほとんど半分くらい」「半分より少ない」「ほとんど座らない」の5つの選択肢で回答している。さらに、ほとんど座っている以外の回答者には、立って仕事をしている時間のうちで「歩いている方が多い」「歩いているのと立ったままが半々くらい」「歩かないで立ったままの方が多い」の3つの選択肢を用いている。ほとんど座っている者は活動レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲにおいてそれぞれ、47.4、33.3、16.0%であり、逆にほとんど座らない者は、10.5、12.5、34.7%と大きく異なっている。さらに、歩いている方が多いという回答は身体活動レベルⅢで45.5%と最も多く、身

体活動レベル I では、歩行と立位が半々で 63.6% を占めていた。これらの仕事中の活動内容の違いを比較すると、仕事中の活動の換算方法を工夫することで、誤差を小さくできるのではないかと考えられる。一方で、どの活動においても身体活動レベル I と II では活動の差が小さく、この 2 群を分けることが困難と考えられた。我々は、先の研究において International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) と DLW 法による TEE を比較している (Ishikawa-Takata et al, 2008) が、IPAQ により分けた 3 群においても、身体活動レベルの低い 2 群において DLW 法により求めた TEE に違いはなく、活動レベルの低い人を質問紙により区分することは難しいと考えられる。

E 結論

日本人を対象とした身体活動量の質問紙は、これまで海外で行われている DLW 法による質問紙の精度の検証結果に比べると比較的良く、身体活動レベルを評価していた。しかし、個別の評価には、問題点も残った。身体活動レベルの高い人は、中強度あるいは重労働により区分できる可能性があるが、身体活動レベル I と II の人を区分することは困難と思われた。

F 健康危険情報

特になし

G 研究発表

1. 論文発表

Ishikawa-Takata K, Tabata I, Sasaki S, Rafamantanantsoa HH, Okazaki H, Okubo H, Tanaka S, Yamamoto S, Shirota T, Uchida K, Murata M. Physical activity level in health free-living Japanese estimated by doubly labelled water method and international physical activity questionnaire. *Eur J Clin Nutr*: 62: 885-891, 2008.

Yamada Y, Naito Y, Yokoyama K, et al. Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. *Eur J Appl Physiol*: online, 2008.
山本祥子, 高田和子, 別所京子, 谷本道哉, 宮地元彦, 田中茂穂, 戸谷誠之, 田畑泉. ボディービルダーの基礎代謝量と身体活動レベルの検討. *栄養学雑誌*. 66 : 195-200, 2008
内藤義彦. 運動・身体活動と公衆衛生 (1) 「公衆衛生分野において運動・身体活動をどう考えるか」. *公衆衛生学雑誌*. 186-188, 2008.
田中茂穂. 運動・身体活動と公衆衛生 (5) 「日常生活における生活活動評価の重要性」. *日本公衆衛生雑誌*: 55(7): 474-477, 2008.

2. 学会発表

なし

H 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 対象者の特性

	N	Age (yr.)	Height (cm)	Body weight			BMI (kg/m ²)	Fat Free Mass (kg)
				pre (kg)	post (kg)	change (kg)		
Male								
20-29 yr.	18	25.0±2.5	171.5±6.0	62.1±7.9	62.3±8.0	0.2±0.7	21.1±2.0	48.7±6.4
30-39 yr.	29	33.7±3.0	175.4±5.7	74.1±18.2	74.3±18.2	0.2±1.0	24.0±5.1	56.1±12.7
40-49 yr.	13	43.3±2.8	170.9±7.4	76.5±13.2	76.2±12.9	-0.3±1.1	26.1±3.8	57.4±7.9
50-59 yr.	14	53.9±3.0	165.1±7.4	64.5±9.7	64.6±9.7	0.0±0.7	23.6±2.8	49.1±6.9
60-69 yr.	17	65.4±2.7	162.8±5.8	63.4±6.7	63.5±7.2	0.1±1.0	23.9±2.1	45.3±3.8
70 < yr.	17	75.1±4.0	162.1±5.0	60.7±8.1	60.8±8.2	0.2±0.9	23.1±2.7	43.4±5.8
Female								
20-29 yr.	8	25.3±2.4	157.0±3.9	51.3±2.5	51.2±2.5	-0.1±0.8	20.9±1.6	34.9±2.0
30-39 yr.	22	35.3±2.5	158.3±6.0	53.3±10.4	53.5±10.6	0.2±0.7	21.2±3.9	36.2±4.7
40-49 yr.	20	42.6±2.4	157.6±4.8	54.2±5.3	54.0±5.2	-0.2±0.6	21.8±2.2	37.0±4.2
50-59 yr.	14	55.2±2.9	155.8±3.5	56.7±10.0	56.7±10.2	0.0±0.8	23.3±3.9	36.6±3.8
60-69 yr.	35	64.7±2.5	153.3±4.9	53.8±6.8	53.9±6.8	0.1±0.7	22.9±2.8	34.7±3.6
70 < yr.	19	73.4±3.9	148.0±4.4	50.2±6.1	50.1±6.1	0.1±0.6	22.9±2.8	32.5±2.7

表2 基礎代謝量 (BMR)、DLW 法により求めた総エネルギー消費量 (TEE)、身体活動レベル (PAL)、及び質問紙により求めた総エネルギー消費量

	BMR (kcal/day)	BMR (kcal/kg/day)	TEE (kcal/day)	PAL	TEE by Questionnaire (kcal/day)
Male					
20-29 yr.	1,454±128	23.6±2.1	2,830±369	1.95±0.19	2,406±411
30-39 yr.	1,622±312	22.2±2.1	3,256±855	2.00±0.34	2,711±715
40-49 yr.	1,568±218	20.8±2.8	2,986±668	1.90±0.30	2,874±573
50-59 yr.	1,389±246	21.7±3.1	2,975±667	2.16±0.39	2,405±386
60-69 yr.	1,328±186	21.1±3.1	2,529±341	1.93±0.32	2,172±194
70 < yr.	1,319±187	21.9±2.7	2,239±344	1.71±0.21	1,997±328
Female					
20-29 yr.	1,107±80	21.6±0.8	1,979±219	1.79±0.19	1,708±201
30-39 yr.	1,125±158	21.4±2.6	2,038±293	1.83±0.28	1,847±433
40-49 yr.	1,166±114	21.6±1.3	2,156±271	1.85±0.20	1,890±259
50-59 yr.	1,116±173	20.0±3.4	2,035±302	1.83±0.23	2,202±516
60-69 yr.	1,078±156	20.2±3.0	2,102±292	1.98±0.35	1,881±253
70 < yr.	1,028±139	20.7±3.1	1,780±264	1.75±0.27	1,687±198

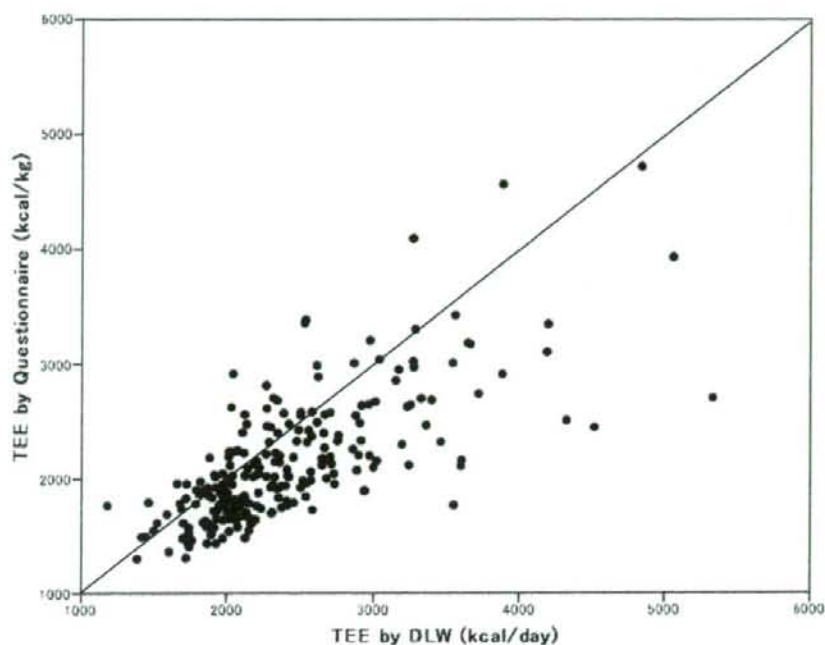


図1 DLW法で測定した総エネルギー消費量(TEE by DLW)と質問紙により調査した総エネルギー消費量(TEE by Questionnaire)

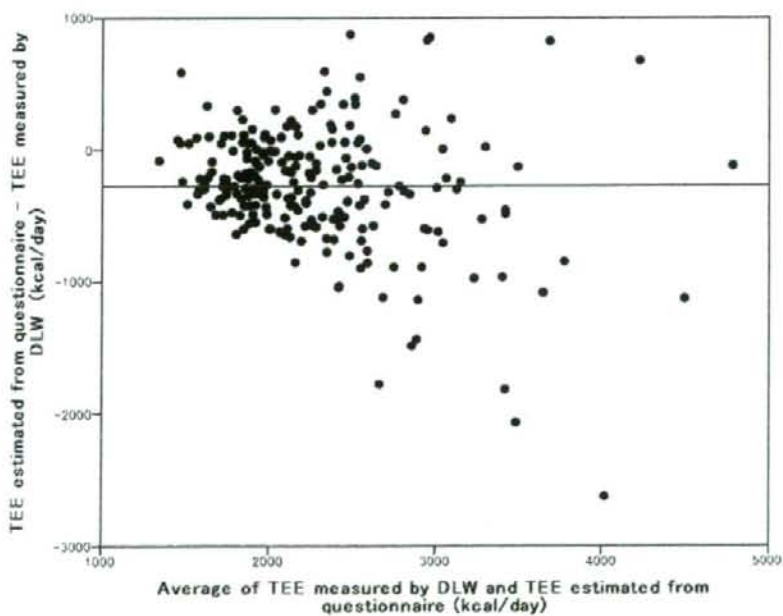


図2 Bland & Altmanの解析によるDLW法で測定したTEEと質問紙によるTEEの比較

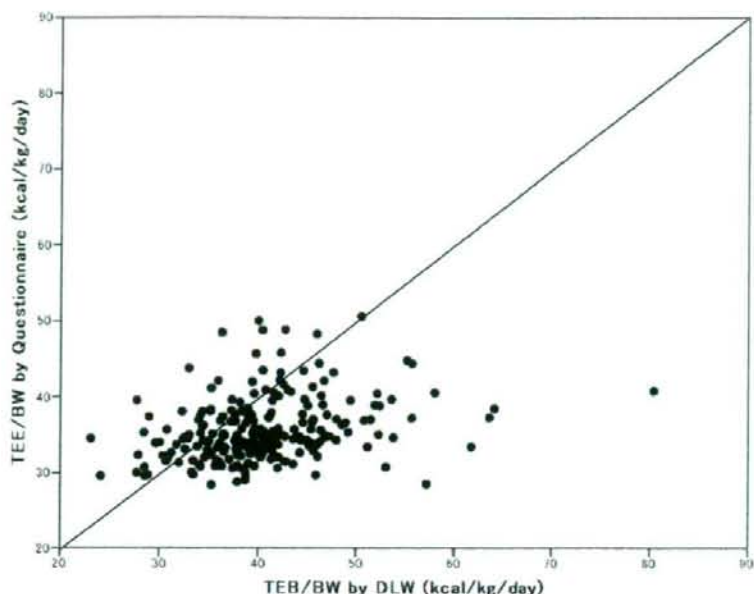


図3 DLW法で測定した総エネルギー消費量(TEE by DLW)と質問紙により調査した総エネルギー消費量(TEE by Questionnaire) (体重あたりのエネルギー消費量での比較)

表3 DLW法により分類した身体活動レベルごとの身体活動の特徴

	Physical activity level			p
	I	II	III	
TEE by Questionnaire	1,889±294** (1,302-2685)	2,137±533* (1,309-4720)	2,239±600 (1,435-4564)	0.006
Total Mets (Mets hr)	33.5±3.0**# (28.3-42.5)	34.9±3.4 (28.3+43.6)	36.9±4.9 (28.5-50.1)	<0.001
Moderate (3-5.9 Mets)	1.6±1.2** (0.2-5.1)	2.0±1.7* (0-8.6)	3.1±2.9 (0.1-12.3)	0.001
Vigorous (6<= Mets)	0.1±0.2 (0-0.6)	0.1±0.2 (0-1.1)	0.1±0.2 (0-1.3)	0.646

** p<0.001, * p<0.01 compared with physical activity level III

p<0.05 compared with physical activity level II

一般住民を対象とした身体活動質問紙および加速度計による 身体活動量評価の妥当性に関する検討

研究分担者 内藤義彦 武庫川女子大学生生活環境学部

本研究は、疫学研究において簡易に身体活動レベルを評価する方法として開発した質問紙について、近年保健分野に急速に導入が進んでいる加速度計との比較を通じて、質問紙の長所・短所について検討することを目的とした。

大阪府内H市の保健事業に参加した35～65歳の女性118名を対象に、大規模コホート研究用に開発された身体活動質問紙と1軸加速度計の両方の調査を実施し、お互いの身体活動量指標を比較検討した。その結果、女性における1日全体の身体活動量に家事の寄与が大きく、買い物や通勤などの移動による部分が次いだ。しかし、それらの部分活動量と加速度計による1日全体の身体活動量との関連はほとんど認められず、運動部分とのみ有意な関連を認めた。

以上のことから、今回検討した身体活動質問紙には、活動内容毎の身体活動量を評価でき、それが全体の身体活動量にどのように寄与しているか分かることから、ライフスタイルを考慮した保健指導を実施する上で有用性が示唆された。また、女性の家事のように、比較的低強度かつ左右の成分を含む身体活動が多いライフスタイルをおくる対象では、現在普及している1軸加速度計は、日常生活の身体活動量を適切に評価できないこと、ウォーキングのような運動による活動を評価している可能性が高いことが示唆された。いずれの方法が優れているというのではなく、それぞれの特徴を理解した活用が必要と考えられた。

A 研究目的

疫学調査や健康診断、保健指導など比較的多人数を対象として簡便に身体活動量を評価する方法としては、質問紙が有望であるが、欧米の質問紙は日本人のライフスタイルをふまえたものではなく、そのまま導入するのは困難と考えられる。独自に開発された質問紙については妥当性・信頼性の検討が十分とはいえない状況にある。

一方、「健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）」では、健康づくりのために、週に23エクササイズ（METs・時）以上の活発な身体活動（運動・生活活動）を行い、そのうち4エクササイズ以上の活発な運動を行うことを推奨している。この指

針を受け、運動強度を評価できる加速度計が歩数計に代わって、保健指導現場等で普及しつつあり、身体活動量の評価法として質問紙と同様の土俵で今後使われる可能性がある。

そこで、本研究では、日本人を対象とした疫学研究用に開発した身体活動質問紙を用い、加速度計と対比しながら質問紙による身体活動量評価の利点および欠点を検討し、今後の簡易な身体活動評価法を確立するための資料とした。

B 研究方法

1. 対象者

大阪府内H市の国保保健事業において、公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究身体活動質問紙（以下、

JALSPAQ) および加速度計 (生活習慣記録機: ライフコーダ Ex: スズケン社製、以下、LC) を用いて、身体活動量を評価し、二つの身体活動量評価方法から得られる指標の関連性について検討した。なお、加速度計は事業期間中、毎日装着してもらった。本事業の初回参加者は 151 名 (男 17 名、女 134 名)、平均年齢 57.9 ± 6.0 歳 (33~65 歳) だった。

2. 調査内容

① JALSPAQ による身体活動調査と分析

事業の開始・終了日に配布、自己記入の上、担当者が記入漏れを確認した。質問紙からの入力・分析は専用ソフトによった。各活動 (睡眠、仕事、移動、家事、運動、余暇、その他) 別に、活動時間、消費エネルギー量 (メッツ時) を算出した。また、低強度 (3 メッツ未満)、中強度 (3 メッツ以上 6 メッツ未満)、高強度 (6 メッツ以上) の活動時間も算出した。

② 加速度計による身体活動調査と分析

事業の最初の 1 週間は日常生活に近い生活をおくるよう指示し、翌週からはできるだけ多く歩くよう指示した。分析に当たっては、装着推定時間 420 分以上を満たす日を有効データとした。身体活動量に関する指標としては、歩行数と運動量、強度別 (低強度、中強度、高強度) 活動時間に関するデータを用い、その平均値を算出した。

③ 分析方法

事業の開始・終了時に実施した、2 回の質問紙の回答および各時期の加速度計からの身体活動量指標を基に、これらの身体活動指標の前後比較、2 つの方法による身体活動指標間の関連性に関する検討を行った。統計的分析は SPSS (Ver.16) を用い、対応するペアに関して、対応するサンプルに関する t 検定 (parametric) と Wilcoxon の符号順位検定 (non-parametric) を行った。関連性については、Pearson の相

関係数、Spearman の順位相関係数を算出した。

(倫理面への配慮)

本調査は、武庫川女子大学の倫理委員会の承諾を得て実施した。対象者には研究の目的と方法をすべて説明し、書面にて同意を得た。解析時には、データはすべて ID 番号で管理し、個人情報 は H 市で管理した。

C 研究結果

解析対象は、男性が少数であったことから、女性でかつ後半の 1 週間分の LC 記録の内、有効記録日が 5 日以上の条件を満たす 118 名とした。また、前後のデータがあるが、前半は保健指導の介入がないので身体活動量の多寡の差が小さいので、本研究では後半のデータにおける JALSPAQ と LC の関連性を以下のように検討した。

① 再現性について

JALSPAQ および LC による身体活動量指標の再現性を Pearson の相関係数により前期と後期の間で検討した。その結果、総メッツ時、仕事メッツ時、移動メッツ時、家事メッツ時、運動メッツ時、余暇メッツ時に関する相関係数は $r=0.59, 0.79, 0.58, 0.56, 0.54, 0.66$ であった。一方、LC による TEE、運動量、歩数、総メッツ時に関する相関係数は $r=0.81, 0.66, 0.66, 0.78$ であった。

② 2 つの方法による身体活動量指標の関連(妥当性)について

後期の LC のデータを用いて総消費エネルギー量と運動量、歩数との関連を検討した結果、消費量と運動量は $r=0.75$ の比較的大きな相関を認めたが、歩数とは $r=0.47$ の弱い相関を認めた。また、運動量と歩数とは $r=0.91$ の強い相関を認めた。

次に、JALSPAQ による総メッツ時と各ドメインとメッツ時との関連を検討した結果、総メッツ時と関連が強いのは家事 ($r=0.76$)、移動 ($r=0.69$)、仕事 ($r=0.38$) の順で有意であった。

次に、LC と JALSPAQ による身体活動量指標間の相関を検討した結果、LC 消費量とは運動メッツ時のみ有意な相関 ($r=0.27$) を認め、総メッツ時とは相関を認めなかった。同様に、LC 運動量 ($r=0.36$) および歩数 ($r=0.37$) と有意な相関を認めたのは運動メッツ時だけであった。

D 考察

本研究は、本研究事業の分担研究者である高田氏が他稿においてまとめた研究の目的との整合性を考慮し、質問紙により簡易に身体活動レベルを判断する方法を検討する一環として、JALSPAQ の性能を検討した。高田氏の検討では、総消費エネルギー量に関して、DLW と JALSPAQ との間に $r=0.7$ レベルの強い相関を認めた。一方、昨年度の田中茂穂氏の DLW と各種加速度計の関連を検討した結果、3軸の加速度計と比べ LC は横方向の身体活動を評価できない傾向があり、家事とか細々とした身体活動量は評価できない。専ら歩行やジョギングなど前後方向への単純な移動に関する消費エネルギー量の推定に適しているという結論であった。

その意味で、LC の限界がある中で、JALSPAQ が評価する身体活動量の特徴を明らかにしようと考えた。

本研究の結果より、LC で評価できる身体活動量は、JALSPAQ においては運動部分であって、家事や仕事による身体活動量が多い「中高年の女性では LC による身体活動量評価は困難と考えられた。すなわち、客観的に身体活動量を評価するために、加速度計が注目されているが、低強度の身体活動が多い対象では有用性が低くなると考えられた。

以上の検討および分担研究者の結果より、加速度計により評価できる身体活動量と質問紙により評価できる身体活動量は異なる部分があり、それぞれ利点・欠点があるようである。

JALSPAQ を用いて、統合研究に参加する全国の様々に地域の地域・職域

の中老年層を対象に約 10 万名規模の調査が行われている。特長としては、①比較的短時間で容易に調査可能(面接チェックが望ましいが、自記式でも可)、②定量評価できる妥当性の比較的高い質問紙、③様々な活動ドメイン(睡眠、仕事、移動、家事、運動、その他の余暇活動)の状況を評価できる、④運動強度の評価ができる(中等度の身体活動に時間の評価が求められている)、⑤不活動の時間(Sedentary activity)の評価が可能である、⑥運動の種目、頻度、1回の時間、強さなどの詳しい情報が得られる、⑦身体活動量確保への意欲、運動習慣の変容ステージ、阻害要因等の指導に有用と考えられる質問を含む、⑧身体活動量の自己評価を含む、などである。

元来この質問紙はあくまでコホート研究におけるベースライン調査の身体活動量を評価する疫学研究を目的として開発されたものであるが、定量的に身体活動量を評価できること、ドメイン別の「身体活動状況が保健指導を行う時に役立つ可能性があることなど、様々な分野に活用することができる可能性がある。

本研究では、JALSPAQ をベースとし、より多数の対象に適した妥当性の高い身体活動量評価システムを開発するとともに、その妥当性検証を早急に実施し、単に疫学研究だけでなく、保健指導の現場で役立つことをめざしている。

また、JALSPAQ は簡便性を考慮してはいるが、より多くの対象に適用する場合には改良の余地がある。今後は、質問内容の理解を促すワーディングや体裁の改良、質問項目数の減少、数字記入型から選択型へ変更、運動種目の自由記述型から半選択型への変更、入力から出力までのシステム化、などが今後の検討課題である。

E 結論

日本人を対象とした身体活動量の質問紙は、加速度計では評価できない身体活動を評価することができ、標準的