

201021028 A

厚生労働科学研究費補助金

循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業

エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究

(H21-循環器等(生習)-一般-007)

平成22年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 田中 茂穂

平成23(2011)年 3月

目 次

I. 総括研究報告	
エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究	1
田中 茂穂	
II. 分担研究報告	
1. 日本人を対象とした身体活動量の質問表の精度と身体活動レベルに影響する活動内容の検討	11
高田和子、朴 鍾薫、田中茂穂、田畑泉	
2. 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性	18
田中茂穂、田中千晶、高田和子	
3. 中高年男性における身体組成と一日の身体活動量との関係	30
高田和子、朴 鍾薫	
4. 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性	38
田中 茂穂、高田和子、三宅 理江子、大河原一憲	
5. 身体活動レベル評価法の検討—加速度計を用いた身体活動評価に関する研究—	43
井上 茂、石橋弘子、赤木達規、田中茂穂、三宅理江子、高田和子	
6. 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性	59
引原有輝、田中茂穂、緑川 泰史、太田めぐみ	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	71
IV. 研究成果の刊行物・別刷	73

エネルギー必要量推定法に関する基盤的研究

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

「日本人の食事摂取基準」におけるエネルギー必要量を決定するために、身体活動量や基礎代謝量などの推定を通じてエネルギー消費量の推定法を改善・確立することが、本研究の主な目的である。2年度目である22年度は、以下のような結果が得られた。1) JALSPAQにより評価した総エネルギー消費量は二重標識水（DLW）法により評価した総エネルギー消費量（TEE）とよく相関したが、身体活動レベル（PAL）における相関は弱かった。中強度の総身体活動時間と工作中的の活動が、PALを特徴づける活動として重要であることが示された。2) 生活活動記録とDLW法のPALとの間には弱い相関が得られ、「メッツ値には、食事による産熱効果は含まれない」という仮定のもとに計算したTEEの平均値は、DLW法のTEEとほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた中強度活動時間とPALとの相関も弱いながらも有意であり、PALの推定に利用可能であることが示唆された。3) 健康な日本人成人男性86名を対象に、BMI (body mass index) および体脂肪率と二重標識水法により測定された1日の身体活動量の関係を検討したところ、過剰な脂肪を有する日本人中高年男性は、1日の身体活動が少ない可能性が示唆された。4) 非糖尿病患者や境界型では基礎代謝量の実測値と推定値の平均値がほぼ一致する国立健康・栄養研究所の式を用いると、糖尿病患者において120 kcal/日程度過小評価され、補正をする必要があることが示唆された。5) 加速度計の装着時間を、無信号時間から判定する方法を検討したところ、30-60分間以上無信号が継続する状態を非装着状態と定義して解析することが妥当であることが示唆された。6) 小学生を対象に推定式を作成した3次元加速度計を用いて得られたTEEやPALは、DLW法から得られた平均値とほぼ一致し、比較的強い相関が得られた。

以上のように、成人および子どもにおける総エネルギー消費量や身体活動レベル、基礎代謝量推定法の問題点を指摘するとともに、新たな方法を提示した。

研究分担者

高田和子（（独）国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム 上級研究員）

田畑 泉（（独）国立健康・栄養研究所 健

康増進プログラムリーダー）

金子佳代子（横浜国立大学教育人間科学部 教授）

井上 茂（東京医科大学公衆衛生学 講師）

引原有輝（千葉工業大学工学部 助教）

A. 研究目的

日本人のエネルギー必要量については、「日本人の食事摂取基準（2005年版）」で「推定エネルギー必要量」という概念を導入し、二重標識水（DLW）法から得られたエネルギー消費量の値から策定されるなど、概念から値まで、大きな変化をとげた。その後、「日本人の食事摂取基準（2010年版）」でさらに改善されたが、集団・個人レベルでの推定法をはじめ、いくつかの課題を残している。

そこで、2年度目にあたる22年度は、日常生活における身体活動量・総エネルギー消費量、および基礎代謝量の推定法の改善を通して、食事摂取基準の推定エネルギー必要量決定に資する研究を行うこととした。

B. 研究方法

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

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（JALSPAQ）による調査を実施した。

2. 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

20歳から74歳の日本人男女89名を対象に、生活活動記録を用いて評価した、一日における活動強度別の所要時間と身体活動

レベル（physical activity level: PAL）の関係について検討した。生活活動記録は、1分間単位で被験者自身に3日間連続して記録してもらった。これらの生活活動記録の各活動内容にメッツ値を当てはめ、日常生活のPALを推定した。その際、座位安静時代謝量は基礎代謝量の1.1倍、メッツ値には食事誘発性体熱産生は含まれていないと仮定した。

3. 中高年男性における身体組成と一日の身体活動量との関係

30-69歳の健康な日本人男性86名を対象に、BMI（body mass index）および体脂肪率（%BF, percent body fat）と二重標識水法により測定された1日の身体活動量との関係を検討した。1日の身体活動量は、二重標識水法から求めた身体活動レベル（PAL, physical activity level）、身体活動によるエネルギー消費量（PAEE, physical activity energy expenditure）およびPAEEを除脂肪量と体重で補正した二つの指標（PAEE/FFMとPAEE/BW）と加速度計により測定した歩数と身体活動強度別の活動時間を用いて検討した。

4. 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

BMI25以上の日本人男女31名を対象に、non-diabetes、pre-diabetes、diabetesの3群に分け、既存の基礎代謝量推定式の妥当性について検討した。基礎代謝量の推定には、国立健康・栄養研究所の式（Ganpule et al., 2007）、基礎代謝基準値（日本人の食事摂取基準[2010年版]）、Harris-Benedict式、Schofield式、Owen式、Mifflin式を用いた。

ダグラスバッグにより実測した値を実測値とし、6つの推定式から得られた結果と比較した。

5. 身体活動レベル評価法の検討ー加速度計を用いた身体活動評価に関する研究ー

成人21名（男性42.9%、21-44歳）に、週末を含む3日間の加速度計装着（OM: オムロン社製 Active style Pro HJA-350IT、SZ: スズケン社製ライフコーダ）を依頼した。加速度計は2台同時に装着し、同じ日に1分単位の装着記録表の記載を依頼した。記録された加速度データより、連続無信号時間が①5分間、②10分間、③15分間、④20分間、⑤30分間、⑥40分間、⑦50分間、⑧60分間、⑨70分間、⑩80分間、⑪90分間、⑫120分間以上続いた場合を非装着状態と定義して、それぞれによって算出される装着時間と、装着記録表を基に算出した装着時間とを比較することによって、加速度信号から装着時間を判定する方法を検討した。

6. 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性

DLW法のTEEを妥当基準として、加速度計法により評価した子どものTEEの妥当性について検討した。被験者は、小学生男女22名（男子13名、女子9名）であった。被験者には、実験室に早朝空腹条件下で入室してもらい、身体計測を実施した後、ベースラインとなる尿を採取した。さらに、体重により規定された量のDLWを経口投与した。その後、30分間の仰臥位安静状態をとらせてから、20分間の基礎代謝量を測定した。また、被験者には9日間にわたり、保護者の協力のもと自宅にて7回

の採尿を実施させた。採尿期間と同期間において3次元加速度計を常時装着させた。

倫理面への配慮

本研究は、疫学研究に関する倫理指針（文部科学省・厚生労働省）に則り、各研究機関における倫理委員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

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

DLW法で求めたTEEと質問紙によるTEEにおいて、Spearmanの順位相関係数は0.742 ($p < 0.001$)、95%LOAは-4.99~2.69MJであった。中強度と高強度の総活動時間と仕事中（職業と家事を含む）の活動が身体活動レベルと大きく関連した。

2. 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

生活活動記録から得られた推定総エネルギー消費量の平均値は、DLW法のそれとほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた推定PALとDLW法から得られた実測PALの相関は、有意ではあったものの弱い相関であった。生活活動記録から得られたメッツ値別の所要時間とDLW法から得ら

れたPALとの相関をみると、中強度活動の所要時間のみが、PALと強い相関ではないものの、有意であった。また、食事摂取基準における「ふつう」のPALの代表値(1.75)に相当する中強度活動の所要時間は、約1時間であった。

3. 中高年男性における身体組成と一日の身体活動量との関係

PAEE/BW、歩数および中強度身体活動時間は、BMIの最も高い群において有意に低い値を示した。%BFの4分位においては、PALおよびPAEE/BWは%BFが高値の3群(2nd - 4th)が%BFが最低値の群(1st)に比べ有意に低い値を示し、中強度身体活動時間は最も高い群において有意に低い値を示した。

4. 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

基礎代謝量の実測値は、non-diabetesは 1523 ± 212 kcal/d、pre-diabetesは 1481 ± 169 kcal/d、diabetesは 1732 ± 216 kcal/dだった。基礎代謝量の実測値と既存の6つの推定式を比較したところ、non-diabetesとpre-diabetesは基礎代謝基準値とSchofield式、diabetesは国立健康・栄養研究所の式、基礎代謝基準値、Mifflin式に有意な差が見られた。また、糖尿病の有無による3群間で誤差の検討を行ったところ、有意な差は見られなかったが、国立健康・栄養研究所の式はnon-diabetesとdiabetesの間に有意な差がある傾向が見られた($p=0.057$)。

5. 身体活動レベル評価法の検討—加速度計を用いた身体活動評価に関する研究—

装着記録から計算した平均装着時間は

15.3 ± 2.2 時間/日であった。平均値が最も近い解析方法はOMでは⑥40分間と⑦50分間、SZでは⑥40分間であった。加速度計による装着時間と、装着記録による装着時間のPearson相関係数はOMでは⑦50分間、SZでは⑧60分間が最も良好で、それぞれ $r=0.932$ 、 $r=0.955$ であった。また、⑤30分間から⑩80分間程度の解析方法によって同程度の高い相関係数が維持された。

6. 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性

DLW法により求められた被験者の平均TEEは、 2203 ± 356 kcal/dであった。TEEをBMRで除したPALは 1.63 ± 0.20 であった。一方、加速度計法から得られたTEEは、 2223 ± 311 kcal/dであり、DLW法のTEEとの間には、統計的な有意差は認められなかった。また、両測定法によるTEEの関係を検討した結果、有意な相関($r=0.83$, $P<0.01$)が認められた。

D. 考察

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

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く、95%LOAの幅も比較的小さかった。しかし、最も不活動な人を特徴づける生活内容は明らかにならなかった。

2. 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

生活活動記録から得られたTEEやPALは、

DLW 法の値と有意な関係がみられたが、PAL の相関は弱く、個人間差の評価には限界があった。また、中強度活動時間と PAL との間にも弱い相関がみられたことから、エクササイズガイド 2006 の評価とも連動しうることが示唆された。

3. 中高年男性における身体組成と一日の身体活動量との関係

欧米の先行研究の多くで、中年男性において BMI と PAL との相関はみられておらず、身体組成でみた時に、PAL との関連が示唆された。

4. 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

国立健康・栄養研究所の式を用いると、non-diabetes と pre-diabetes は実測値との誤差はほとんど見られなかったが、diabetes は平均的に 120 kcal/d 程度過小評価され、糖尿病の有無により誤差の程度が異なった。糖尿病患者に国立健康・栄養研究所の式を用いる場合は、補正をする必要があることが示唆された。

5. 身体活動レベル評価法の検討—加速度計を用いた身体活動評価に関する研究—

加速度計の装着時間を、無信号時間から判定する方法を検討した。その結果、30-60 分間以上無信号が継続する状態を非装着状態と定義して解析することが妥当であることが示唆された。装着・非装着の判定は、加速度計データを分析する際に必ず必要となるもので、本研究の結果は、妥当性の高い身体活動評価法の開発に資するものと考えられた。

6. 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性

今回の検討した 3次元加速度計による TEE 推定法は、集団の代表値としてだけでなく、より個人レベルでの TEE を評価できる有効な指標となる可能性を示唆するものである。ただし、今後、より簡便な方法についても検討する必要がある。

E. 結論

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

JALSPAQ により評価した TEE は DLW 法により評価した TEE と良く相関したが、PAL における相関は弱かった。中強度の総身体活動時間と仕事中の活動が 1 日の身体活動レベルを特徴づける活動として重要であることが示された。不活動な人を明確に区分するためには、別の質問項目の検討も必要と考えられた。

2. 生活活動記録による日常生活におけるエネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

生活活動記録と DLW 法の PAL との間には弱い相関が得られ、「メッツ値には、食事による産熱効果は含まれない」という仮定のもとに計算した TEE の平均値は、DLW 法の TEE とほぼ一致した。また、生活活動記録から得られた中強度活動時間と PAL との相関も有意であり、PAL の推定に利用可能であることが示唆された。ただし、これらの相関は弱く、個人間における身体活動レ

ベルの比較には限界がある。

3. 中高年男性における身体組成と一日の身体活動量との関係

過剰な脂肪を有する日本人中高年男性は、PAL や PAEE/BW、歩数および中強度身体活動時間で評価した 1 日当たりの身体活動量が少ない可能性が示唆された。

4. 日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

非糖尿病患者では基礎代謝量の実測値と推定値の平均値がほぼ一致する国立健康・栄養研究所の式を用いると、糖尿病患者においては 120 kcal/日程度過小評価され、補正をする必要があることが示唆された。

5. 身体活動レベル評価法の検討—加速度計を用いた身体活動評価に関する研究—

加速度計の装着時間を、無信号時間から判定する方法を検討したところ、30・60 分間以上無信号が継続する状態を非装着状態と定義して解析することが妥当であることが示唆された。

6. 3次元加速度計により評価した子どもの総エネルギー消費量の妥当性

加速度計法から得られた TEE や PAL は、DLW 法から得られた値の平均とほぼ一致するとともに、比較的強い相関が得られた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Ishikawa-Takata K, Naito Y, Tanaka S, Ebine N, Tabata I. Use of doubly labeled water to validate a physical activity questionnaire developed for the Japanese population. *J Epidemiol*, 21(2):114-121, 2011.

高田和子、別所京子、田中茂穂、田畑泉. 日本人成人における秤量法によるエネルギー摂取量の推定精度. *栄養学雑誌*, 69(2): 57-66, 2011.

Ohkawara K, Oshima H, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S. Real-time estimation of daily physical activity intensity by triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *Br J Nutr*, 2011 (Epub ahead of print).

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikiyama Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyachi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. Relation of body composition to daily physical activity in free-living Japanese adult women. *Br J Nutr*, 2011 (in Press).

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikiyama Y, Mekata Y, Tabata I. Validity of accelerometers during walking altered by various step frequencies at different speeds. *J Physiol Anthropol*, (in print).

Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Hikiyama Y, Taguri E, Kayashita J, Tabata I. Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. *J Nutr Sci Vitaminol*, (in print).

Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Hikiyama Y, Aoki Y, Yonemoto J. Estimation of respiratory ventilation rate of preschool children in daily

- life by using an accelerometer. *J Air Waste Management Assoc*, 61(1), 46-54, 2011.
- Taguri E, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Hikihara Y, Miyake R, Yamamoto S, Tabata I. Validity of physical activity indexes for adjusting energy expenditure for body size: Do index depend on body size? *J Physiol Anthropol*, 29(3),109-117, 2010.
- Miyachi M, Yamamoto K, Ohkawara K, Tanaka S. METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6): 1149-1153, 2010.
- 田中千晶、田中茂穂、安藤貴史、日本人幼児における日常の身体活動量と生活環境の関係、*発育発達研究* (印刷中)。
- 河原純子、田中千晶、田中茂穂。三次元加速度計を用いた幼児の肺換気量の推定、*大気環境学会誌*. 45(5): 235-245, 2010.
- 田中茂穂。糖尿病患者のエネルギー代謝と身体活動。 *内分泌・糖尿病・代謝内科*. 31(5): 408-414, 2010.
- 田中茂穂。基礎代謝・NEAT と身体活動。 *臨床スポーツ医学*. 28(3): 259-266, 2011.
- 田中千晶、田中茂穂。子どもにおける身体活動量の評価。 *体育の科学*. 60(6): 389-395, 2010.
- Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Kitabayashi M, Suijo K, Sallis JF, and Shimomitsu T. Association between Perceived Neighborhood Environment and Walking among Adults in 4 Cities in Japan, *J Epidemiol*, 20(4):277-286, 2010.
- 石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一。日本人成人における健康増進に寄与する推奨身体活動の充足に関連する自宅近隣の環境要因、*日本健康教育学会誌*, 18(2), 115-125, 2010
- 石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一。日本人成人における活動的な通勤手段に関連する環境要因、*体力科学*, 59 : 215-224, 2010.
- Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Kamada M, Okada S, Tudor-Locke C, and Shimomitsu T. Characteristics of Accelerometry Respondents to a Mail-Based Surveillance Study, *J Epidemiol*, 20(6): 446-452, 2010.
- 井上茂、下光輝一。生活習慣病と環境要因 - 身体活動に影響する環境要因とその整備、*医学のあゆみ*, 236(1) :75-80, 2010.
- 井上茂、岡浩一朗、田中茂穂、他。身体活動のトロント憲章日本語版:世界規模での行動の呼びかけ、*運動疫学研究*, 13(1): 12-29, 2011.
- Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Kenichi Suijo, Kamada M, Okada S, Tudor-Locke C, Shimomitsu T. Socio-demographic determinants of pedometer-determined physical activity among Japanese adults, *Am J Prev Med*, (In press)
- Harada K, Oka K, Shibata A, Ishii K, Nakamura Y, Inoue S, Shimomitsu T. Strength Training Behavior and Perceived Environment among Japanese Older Adults, *Journal of Aging and Physical Activity*, (In press)
- Kamada M, Kitayuguchi J, Shiwaku K, Inoue S, Okada S, Mutoh Y. Differences in association of walking for recreation and for transport with maximum walking speed in an elderly Japanese community population. *J Phys Act Health* (In

press)

Inoue S, Ohya Y, Tudor-Locke C, Tanaka S, Yoshiike N, Shimomitsu T. Time trends for step-determined physical activity among Japanese adults, MSSE, 2011 (in press)

2. 学会発表

Tanaka S. Chamber studies in Japan - aims and methodologies. Obesity 2010: the 28th Annual Scientific Meeting of The Obesity Society, Calorimetry Developments Meeting 2010, San Diego, USA, 2010.

Tanaka C, Hikihara Y, Ohkawara K, Tanaka S. Sedentary and moderate-to-vigorous physical activity evaluated by triaxial accelerometer and physical fitness in Japanese preschool children. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Naito Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Ebine N, Harada A, Arao T, Inoue S, Kitabatake Y, Tabata I. Validation of physical activity questionnaire for the Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study (JALSPAQ) and its implication. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Park JH, Tabata I, Tanaka S. Significance of nonlocomotive activity for maintaining higher physical activity level in daily living: consideration from total step counts. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

Tanaka C, Tanaka S. Contribution of non-locomotive activity to habitual physical activity in Japanese workers. 11th International

Congress on Obesity (ICO2010 – Stockholm), Stockholm, Sweden, 2010.

Tanaka C, Tanaka S. Physical activity evaluated by triaxial accelerometer and weight status in Japanese preschool children. Obesity 2010, the 28th Annual Scientific Meeting of The Obesity Society, San Diego, USA, 2010.

田中茂穂、高田和子. エネルギー消費量のアセスメント (シンポジウム「スポーツ選手における栄養アセスメント」). 第57回日本栄養改善学会学術総会, 坂戸, 2010.

田中茂穂. 「身体活動・運動の推進による生活習慣病予防: 一次予防から三次予防まで」健康づくりに必要な身体活動・運動. 第65回日本体力医学会 (市民公開講座), 千葉, 2010.

田中千晶、高田和子、田中茂穂. 生活活動記録から得られた活動強度別の所要時間と身体活動レベルとの関連. 第65回日本体力医学会, 千葉, 2010.

三宅理江子、田中茂穂、安藤貴史、谷本道哉、渡邊裕也、村上晴香、宮地元彦. 高齢者におけるレジスタンストレーニング介入による基礎代謝量の変化. 第65回日本体力医学会, 千葉, 2010.

Park JH, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyachi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. Relation of daily physical activities to obesity in free-living Japanese adults. The 28th Annual scientific meeting of Obesity, San Diego, U.S.A., 2010.

朴鐘薫、高田和子、引原有輝、田中茂穂、大河原一憲、三宅理江子、田畑泉. 成人男女におけるエクササイズ/週 (Ex/週) と身体活動レベル (PAL) との関係. 第65回日本体力医学会, 千葉, 2010.

三宅理江子、大河原一憲、高田和子、森田明美、渡邊昌、池本真二、田中茂徳、肥満者における基礎代謝量推定式の妥当性。第 64 回日本栄養・食糧学会大会。徳島, 2010.

Inoue S. Association between neighborhood environment and walking among adults from four cities in Japan, 3rd International Congress of Physical Activity and Public Health (シンポジウム), Washington, 2010.

Inoue S., Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Tanaka S., Tudor-Locke C, and Shimomitsu T, Demographic and lifestyle characteristics of respondents to a mail-based accelerometer surveillance study, 11th International Congress of Behavioral medicine, Washington, 2010.

井上茂、出井惣太、久野暢之、鎌田真光、岡田真平、下光輝一、奈良公園における歩道設置・P&R 駐車場設置が来訪者の健康・身体活動量に及ぼす影響・都市交通と保健医療の協力事例として、第 5 回日本モビリティ・マネジメント会議, 福山, 2010.

井上茂、体力医学研究成果の社会還元の在り方、日本体力医学会 (シンポジウム), 千葉, 2010.

赤木達規、井上茂、岡浩一朗、大谷由美子、小田切優子、高宮朋子、下光輝一、モビリティ・マネジメントによる身体活動推進の可能性、第 65 回日本体力医学会, 千葉, 2010.

石井香織、柴田愛、岡浩一朗、井上茂、下光輝一、日本人成人における健康増進に寄与する推奨身体活動の充足に関連する自宅近隣の環境要因、第 65 回日本体力医学会, 千葉, 2010.

井上茂、身体活動のトロント憲章～第 3 回国際身体活動・公衆衛生会議より～、第 13

回運動疫学研究会学術集会 (教育講演), 千葉, 2010.

井上茂、「身体活動・運動の推進による生活習慣病予防：一次予防から三次予防まで」身体活動推進のための環境支援について、第 65 回日本体力医学会 (市民公開講座), 千葉, 2010.

井上茂、身体活動支援環境に関するエビデンスと具体的方策、第 69 回日本公衆衛生学会総会 (シンポジウム), 東京, 2010.

岡田真平、井上茂、鎌田真光、北湯口純、下光輝一、行政職員による健康づくり (身体活動・運動) 支援環境の地域内評価、第 69 回日本公衆衛生学会総会, 東京, 2010.

北林蒔子、大谷由美子、高宮朋子、小田切優子、井上茂、石橋弘子、下光輝一、消防吏員の生活習慣及び栄養摂取状況～一般事務職員との比較～、第 69 回日本公衆衛生学会総会, 東京, 2010.

赤木達規、井上茂、岡浩一朗、大谷由美子、小田切優子、高宮朋子、下光輝一、日常生活における外出頻度と身体活動量との関連、第 17 回日本行動医学会学術総会, 東京, 2011.

Hikihara Y., Tanaka C, Midorikawa T, Ohta M, Ohshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K., Tanaka S. The effect of morphology and body composition on prediction of physical activity intensity using tri-accelerometers, 57th American College of Sports Medicine, Baltimore, 2010.

Park J, Ishikawa-Takata K., Tanaka S., Hikihara Y., Ohkawara K, Tabata I. The relationship between physical activity level during free living and body composition in Japanese adult women, 57th American College of Sports

Medicine, Baltimore, 2010.

Hikihara Y, Midorikawa T, Ohta M, Sakamoto S, Tanaka S. The relation of physical activity to body composition in elementary school children, 28th Obesity Annual Scientific Meeting, San Diego, 2010.

引原有輝、緑川泰史、太田めぐみ、田中茂穂. 生体電気抵抗法を用いた小児の体脂肪率の妥当性、第 65 回日本体力医学会大会、千葉、2010.

大島秀武、引原有輝、大河原一憲、高田和子、三宅理江子、海老根直之、田畑泉、田中茂穂. 健康づくりのための身体活動量の基準値(23エクササイズ)と歩数の関係、第 65 回日本体力医学会大会、千葉、2010.

H. 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

日本人を対象とした身体活動量の質問表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 田畑泉 (独)国立健康・栄養研究所
研究協力者 内藤義彦 武庫川女子大学
研究協力者 海老根直之 同志社大学
研究代表者 田中茂穂 (独)国立健康・栄養研究所

本研究では、日本人のために開発された身体活動量質問票による1日の身体活動量の評価の精度を確認するとともに、各身体活動レベルを特徴づける生活内容について明らかにすることを目的とした。

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（JALSPAQ）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、Spearmanの順位相関係数は0.742（ $p < 0.001$ ）、95%LOAは-4.99～2.69MJ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く、95%LOAの幅も比較的小さかった。中強度と高強度の総活動時間と仕事（職業と家事を含む）の活動が身体活動レベルと大きく関連した。しかし、最も不活動な人を特徴づける生活内容は明らかにならなかった。

A 研究目的

食事摂取基準では、身体活動レベルを3段階に区分しているが、各個人がどの身体活動レベルに属するかを簡易に判断する方法は、現時点では示されていない。そこで、各身体活動レベルにある人の活動内容を把握するために、以下の2つの検討を行った。①日本人を対象に開発された身体活動量の質問紙（Arteriosclerosis Longitudinal Study (JALS)における身体活動量調査表 (JALSPAQ)）により評価した身体活動量を二重標識水（doubly labeled water: DLW）法により評価したエネルギー消費量（Total energy expenditure: TEE）と比較する。②DLW法で測定したTEEに基づいて区分された身体活動レベルにおいて、それぞれの身体活動レベルを特徴づけるような生活内容を明らかにする。

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安静時代謝量

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°C 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°C 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、 $[\delta a - \delta b] / [WA(\delta a - \delta t)]$ 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) = $0.4554TBW(1.007k_o - 1.041k_h)$ により求めた。 k_o は ¹⁸O の減衰率、 k_h 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による長期縦断研究 (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。JALSPAQ においては、各活動の身体活動レベルを Ainsworth らの表より Mets で示し、1 日の総 Mets 数を求めている。各活動強度別の時間は、低強度 (<3Mets)、中強度 (3-6Mets)、高強度 (6<Mets) とした。各身体活動時間は、総時間、余暇時間のみのそれぞれで求めた。職業と家事を含む仕事での身体活動は座位 (<2Mets)、立位 (2-3Mets)、歩行 (3-6Mets)、重労働 (6 ≤ Mets) に区分した。

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、SPSS ver. 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-疫学研究部会」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 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。体重は身体活動量の調査期間中では、有意な変化はなかった。男性の 2.8%、女性の 6.8% がやせ (BMI18.5kg/m² 未満) であり、男性の 31.5%、女性の 17.8% が肥満 (BMI25kg/m² 以上) であった。

安静時代謝量 (Resting metabolic rate:RMR)、DLW 法により求めた TEE と PAL、JALSPAQ により求めた TEE の中央値と四分位を表 2 に示した。PAL は年齢によって有意な差があったが、性差の差はなかった。JALSPAQ は、TEE をやや過小評価し、DLW 法による TEE との差と標準誤差は -1.15 ± 1.92 MJ/day と -0.020 ± 0.030 MJ/day であった。JALSPAQ と DLW 法による TEE は、中程度の相関 (Spearman correlation=0.742, $p < 0.001$; ICC=0.648, $p < 0.001$) であった。95%LOA は -4.99 と 2.69 MJ/day であった。PAL における相関は、Spearman correlation coefficient が 0.423 ($p < 0.001$)、ICC が 0.332 ($p < 0.001$) であり、95%LOA は -0.86 と 0.46 であった。Bland-Altman のプロットを図 1 に示した。TEE は TEE が高い者で JALSPAQ により大きく過小評価される傾向がみられた。PAL の評価では PAL の大小による差は見られなかった。

DLW 法でもとめた TEE をもとに、食事摂取基準の区分に基づいて身体活動レベルを 3 群に分け、エネルギー消費量や活動内容を比較した (表 2)。JALSPAQ で求めた TEE は、身体活動レベルが最も低い群で、他の 2 群より有意に小さかった。Total Mets は、身体活動レベルが低い 2 群において、最も活動的な群より有意に小さかった。活動強度別の時間をみると、職業・家事・余暇を含む時間の中強度、高強度の活動時間は、身体活動レベルが低い 2 群において、最も活動的な群より有意に小さかった。余暇時間のみ活動強度別時間は、身体活動レベ

ルによる差は見られなかった。仕事中の時間においては、歩行時間が最も身体活動レベルの低い群で他の 2 群より有意に短かった。高強度の仕事に従事している者の割合は、身体活動レベルの高い群で多かった。

PAL に関連する身体活動を検討するために、相関と性・年齢で調整した偏相関を表 4 に示した。中強度、高強度の総活動時間は PAL と弱い相関を示した。しかし、余暇時間では相関は見られなかった。仕事中の時活動では、立位、歩行、重労働が PAL と弱い相関を示した。

D 考察

本研究は、日本人向けに開発された身体活動量質問紙を、自由生活下のエネルギー消費量測定において最も精度が高いとされる DLW 法で検証した初めての研究である。JALSPAQ は、TEE を比較的良く推定したが、全体に過小評価する傾向にあり、特に身体活動量が多い者でより大きく過小評価する傾向がみられた。

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、Spearman の順位相関係数で 0.15~0.36、平均の差は $-800 \sim 589$ kcal/day ($-3.35 \sim 6.65$ MJ/day) であった。これらの報告に比べると本研究は、差が小さく (-1.15 MJ/day)、高い相関を示した (0.742)。Neilson らは個別の一致度として、TEE の 95%LOA の幅は 1,133 ~ 17,948 kcal (4.74 ~ 75.09 MJ/day) であったと報告しているが、本研究では 7.68 MJ/day 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。

JALSPAQ では、身体活動量の多い者でより過小評価が大きい傾向がみられた。これは、JALSPAQ における評価のアルゴリズムに課題があると思われる。質問紙においては、重労働の時間の項目

があるが、この時間数は身体活動量を求める計算には含まれていない。そのため、職業において重労働に従事している者では、総身体活動量が過小に評価されると考えられる。本研究では、造船業に従事する者が16名含まれていたが、14名において大きく過小評価されていた。

本研究では、さらに各身体活動レベルを特徴づける生活内容を明らかにすることを試みた。その結果、中強度の総活動時間は最も活動的な群で有意に高く、中強度と高強度の総活動時間はPALと関連していた。そのため、Westerterpら(2001)も示しているように、中強度の活動が身体活動レベルを特徴づける最も重要な要素と考えられる。しかしながら、身体活動レベルが低い2群の間では、中強度の時間に差がみられず、身体活動レベルの低い人を特徴づけるには、異なったアプローチが必要であると考えられた。

さらに本研究では、職業と家事を含む仕事での活動が大きくPALに影響し、余暇時間の活動は影響していなかった。仕事と余暇の身体活動は、1日の身体活動を特徴づける重要な要素であり、非常に短い質問紙では、仕事と余暇時間の活動の2項目のみを調査している(Wareham et al, 2003; Johansson et al 2008)。しかし本研究においては、平均の余暇時間が22±21分であり、余暇時間の身体活動が1日の身体活動量に及ぼす影響は小さかったと考えられる。

E 結論

JALSPAQにより評価したTEEはDLW法により評価したTEEと良く関連したが、PALにおける相関は弱かった。中強度の総身体活動時間と仕事での活動が1日の身体活動レベルを特徴づける活動として重要であることが示された。不活動な人を明確に区分するためには、別の質問項目の検討も必要と考えられた。

F 健康危険情報

特になし

G 研究発表

1. 論文発表

- 1) Ishikawa-Takata K, Naito Y, Tanaka S, Ebine N, Tabata I. Use of doubly labeled water to validate a physical activity questionnaire developed for the Japanese population. *J Epidemiol* 21: 114-121, 2011.
- 2) 高田和子、別所京子、田中茂穂、田畑泉. 日本人成人における秤量法によるエネルギー摂取量の推定精度. *栄養学雑誌*, 69(2): 57-66, 2011.

2. 学会発表

- 1) Naito Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Ebine N, Harada A, Arao T, Inoue S, Kitabatake Y, Tabata I. Validation of physical activity questionnaire for the Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study (JALSPAQ) and its implication. 3rd International Congress on Physical Activity and Public Health, Toronto, Canada, 2010.

H 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table 1. Characteristics of study subjects

	N	Age (yr.)	Height (cm)	Body weight			BMI (kg/m ²)	TBW (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	36.4±3.7
30-49 yr.	42	36.7±5.3	173.8±6.6	74.8±16.7	74.9±16.6	0.0±1.1	24.6±4.7	41.8±8.3
50-69 yr.	31	60.2±6.5	163.8±6.6	63.9±8.1	64.0±8.3	0.1±0.9	23.8±2.4	34.5±4.1
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	32.0±4.2
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	25.5±1.5
30-49 yr.	42	38.7±4.4	158.0±5.4	53.7±8.3	53.7±8.3	0.0±0.7	21.5±3.2	26.9±3.1
50-69 yr.	49	62.0±5.1	154.0±4.6	54.6±7.8	54.7±7.9	0.1±0.7	23.0±3.2	25.8±2.7
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	24.1±2.0

mean±SD

BMI: body mass index; TBW: total body water measured by doubly-labelled water method

Table 2. Resting metabolic rate and total energy expenditure measured by doubly-labelled water method and questionnaire

	RMR (MJ/d)	TEE by DLW (MJ/d)	PAL	TEE by JALSPAQ (MJ/d)	Difference between DLW & JALSPAQ	
					(MJ/d)	(%)
Male						
20-29 yr.	6.27 (0.92)	12.00 (0.19)	1.89 (0.35)	9.60 (2.12)	-1.69 (2.89)	-15.7 (23.0)
30-49 yr.	6.72 (1.53)	12.88 (4.64)	1.87 (0.45)	11.14 (2.85)	-1.18 (3.30)	-9.5 (20.3)
50-69 yr.	5.50 (1.30)	10.81 (2.11)	2.08 (0.55)	9.18 (1.61)	-2.02 (1.99)	-18.1 (17.5)
70 ≤ yr.	5.76 (1.41)	11.76 (3.59)	2.11 (0.52)	8.03 (1.65)	-0.97 (2.34)	-12.2 (21.0)
Female						
20-29 yr.	4.73 (0.27)	8.10 (1.18)	1.86 (0.22)	7.43 (1.01)	-1.09 (1.85)	-13.2 (22.3)
30-49 yr.	4.83 (0.82)	8.82 (1.80)	1.84 (0.32)	7.33 (1.75)	-1.26 (1.73)	-14.9 (19.1)
50-69 yr.	4.58 (0.95)	8.53 (1.42)	1.86 (0.37)	8.12 (1.28)	-0.43 (1.76)	-5.3 (20.4)
70 ≤ yr.	4.62 (0.99)	8.56 (0.86)	1.86 (0.41)	7.08 (1.33)	-0.36 (1.68)	-5.2 (23.3)
P value						
Sex	<0.001	<0.001	0.067	<0.001	0.003	0.071
Age group	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.335	0.370
Sex by Age	0.010	0.004	0.481	<0.001	0.591	0.188

TEE: Total energy expenditure

median (interquartile)

PAL: Physical activity level (TEE/RMR)

DLW: Doubly-labelled water method

JALSPAQ: the Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study Physical Activity Questionnaire

RMSE: Root mean square error

Table 3. Total energy expenditure and duration of each activity among groups by physical activity level

	Physical activity level			P
	I (Sedentary)	II (Moderate)	III (Active)	
TEE by DLW (MJ/d)	8.11 (1.39) ^{###}	9.18 (2.29) ^{**}	10.76 (4.25)	<0.001
TEE by Questionnaire (MJ/d)	7.78 (1.21) ^{###}	8.45 (2.87)	8.90 (3.06)	0.006
Total Mets (Mets hr/d)	33.5 (4.1) ^{**}	34.4 (4.8) ^{**}	35.8 (6.4)	<0.001
Difference in TEE between DLW & PAQ (MJ/d)	-0.07 (0.50) ^{**}	-0.80 (1.62) ^{**}	-2.02 (2.23)	<0.001
Difference in TEE between DLW & PAQ (%)	-0.9 (15.3) ^{**}	-8.4 (17.6) ^{**}	-19.1 (19.0)	<0.001
Total duration of physical activity (hr/d)				
Light (<3 METs)	3.41 (3.58)	4.14 (3.50)	4.16 (3.72)	0.155
Moderate (3-5.9 METs)	1.65 (1.81) ^{**}	2.06 (2.07) ^{**}	2.53 (3.89)	<0.001
Vigorous (6 METs ≤)	0.00 (0.09) ^{**}	0.00 (0.20) [*]	0.0 (0.54)	0.007
Duration of leisure time physical activity (hr/d)				
Light (<3 METs)	0.00 (0.26)	0.00 (0.07)	0.00 (0.09)	0.766
Moderate (3-5.9 METs)	0.01 (0.17)	0.02 (0.23)	0.03 (0.27)	0.965
Vigorous (6 METs ≤)	0.00 (0.08)	0.00 (0.02)	0.00 (0.00)	0.556
Duration of Working (hr/d)				
Sitting	0.00 (2.86)	1.55 (4.61)	0.00 (4.29)	0.129
Standing	1.75 (2.20)	1.42 (2.14)	2.00 (2.85)	0.176
Walking	0.25 (0.86) ^{###}	0.54 (1.90) ^{**}	1.00 (3.07)	<0.001
Proportion of subjects participating heavy work (%)	6.1	24	36.1	0.003

median (interquartile), TEE: total energy expenditure

** P<0.01, * P<0.05 compared with physical activity level III

P<0.01 compared with physical activity level II

Table 4. Correlation coefficients for physical activity level measured by DLW method with duration of physical activities

	Correlation coefficients	P value	Partial correlation coefficients	P value
Total duration of physical activity (hr/d)				
Light (<3 METs)	0.034	0.608	0.022	0.746
Moderate (3-5.9 METs)	0.257	<0.001	0.225	0.001
Vigorous (6 METs ≤)	0.354	0.481	0.330	<0.001
Duration of leisure-time physical activity (hr/d)				
Light (<3 METs)	-0.018	0.790	0.008	0.910
Moderate (3-5.9 METs)	0.002	0.978	0.000	0.996
Vigorous (6 METs ≤)	-0.048	0.474	-0.072	0.286
Duration of working (hr/d)				
Sitting	-0.064	0.337	-0.133	0.047
Standing	0.165	0.013	0.256	<0.001
Walking	0.271	<0.001	0.239	<0.001
Heavy	0.376	<0.001	0.354	<0.001

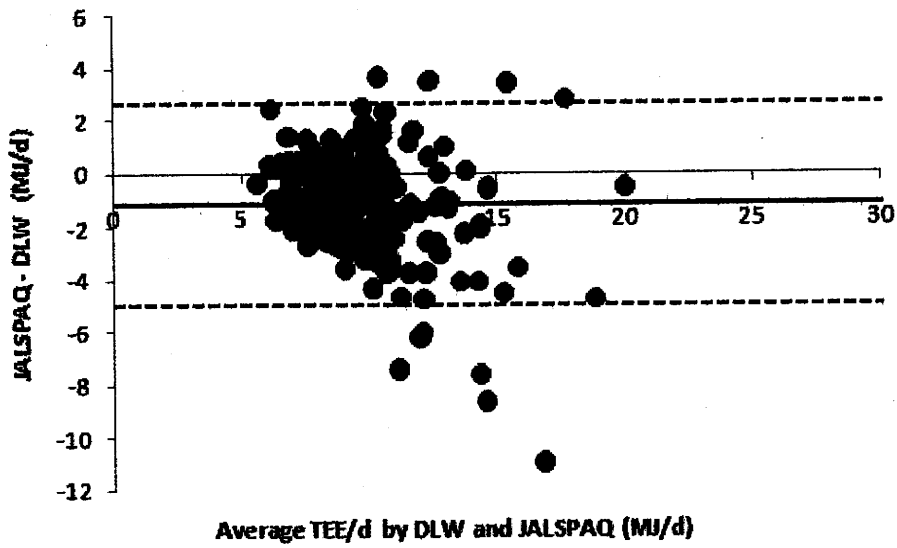
TEE: total energy expenditure

Partial correlation coefficients are adjusted for sex and age-group

** P<0.01, * P<0.05 compared with physical activity level III

P<0.01 compared with physical activity level II

(a)



(b)

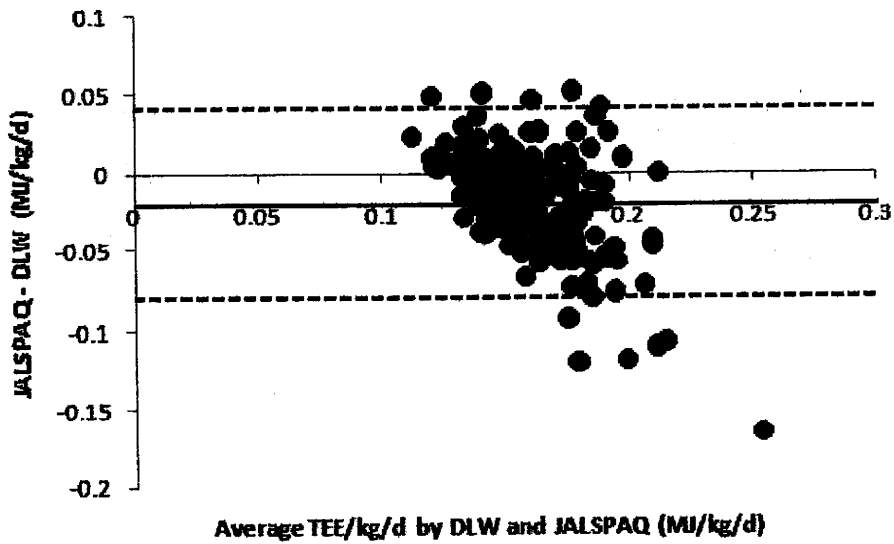


Fig1. Bland-Altman plots of total energy expenditure (TEE) and physical activity level (PAL).
(a) Comparison between mean TEE by doubly-labelled water (DLW) method and the Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study Physical Activity Questionnaire (JALSPAQ), and difference of TEE assessed by two methods.

(b) Comparison between mean PAL by DLW and JALSPAQ, and difference of PAL assessed by two methods.

Solid lines denote mean difference, and broken lines denote 2 SD limits.

生活活動記録による日常生活における エネルギー消費量・身体活動レベル推定の妥当性

研究代表者 田中茂穂（独）国立健康・栄養研究所
研究分担者 高田和子（独）国立健康・栄養研究所
研究協力者 田中千晶 桜美林大学

日本人成人男女を対象に、生活活動記録を用いて評価した、一日における活動強度別の所要時間と身体活動レベル(physical activity level: PAL)の関係について検討した。

対象は、20歳から74歳の日本人男女89名であった。生活活動記録は、1分間単位で被験者自身に3日間連続して記録してもらった。これらの生活活動記録の各活動内容にメッツ値を当てはめ、日常生活のPALを推定した。その際、座位安静時代謝量は基礎代謝量の1.1倍、メッツ値には食事誘発性体熱産生は含まれていないと仮定した。また、睡眠(0.9メッツ)、1~1.9メッツ、2.0~2.9メッツ、3.0~5.9メッツ(中強度活動)、6.0メッツ以上(高強度活動)毎に各個人の平均所要時間を計算した。さらに、日常生活における低強度から高強度までの全ての身体活動量を含めてエネルギー消費量を評価する方法として最も正確であるとされる二重標識水(doubly labeled water: DLW)法と基礎代謝量の実測値を用いて、日常生活のPALを算出した。

生活活動記録から得られた推定PALとDLW法から得られた実測PALを比較した結果、両者の相関は、有意ではあったものの弱い相関であった。「メッツ値には、食事による産熱効果は含まれない」という仮定のもとに計算した総エネルギー消費量の平均値は、DLW法のそれとほぼ一致した。生活活動記録から得られたメッツ値別の所要時間とDLW法から得られたPALとの相関をみると、中強度活動の所要時間のみが、PALと強い相関ではないものの、有意であった。また、食事摂取基準における「ふつう」のPALの代表値(1.75)に相当する中強度活動の所要時間は、約1時間であった。

生活活動記録から得られたTEEやPALは、DLW法の値と有意な関係がみられたが、PALの相関は弱く、個人間差の評価には限界があった。また、中強度活動時間とPALとの間にも弱い相関がみられ、エクササイズガイド2006の評価とも連動しうることが示唆された。

A 研究目的

日常生活における全ての身体活動量の評価法のひとつである生活活動記録に基づく要因加算法は、特別な測定装置や分析技術を必要としないなどの利点がある。そのため、二重標識水(doubly labelled water: DLW)法や加速度計、心拍数の連続測定など他の測定方法と比較して、一般的に広く用いられている。また、生活活動記録は、身体活動の内容や所要時間など、身体活動の質的側面を評

価出来る点が、他の評価法にない特徴である。また、生活活動記録は、質問紙法と比較すると、若干手間がかかるものの、活動内容を詳細にとらえることができ、被験者の記憶の曖昧さや質問内容の受け取り方の個人差などに影響を受けにくいとも考えられる。

これまで、要因加算法の推定精度については、日常生活において、DLW法による24時間エネルギー消費量(total energy expenditure: TEE)の実測値と生