

生活活動記録による推定値との関係により検討が国内外でなされている。また、我々は、ヒューマンカロリメーターを用いて日本人の生活をシミュレーションし、生活活動記録のエネルギー消費量の推定精度を検討し (Yamamura et al., JNSV, 2003), 実測あるいは推定基礎代謝量 (BMR) とメッツ (Metabolic equivalent: MET) 値を用いて推定したエネルギー消費量は、ヒューマンカロリメーターの実測結果と平均値では一致したことを認めている。「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」においても、活動強度毎の所要時間を示すことによって身体活動レベル (physical activity level: PAL = TEE ÷ BMR) を推定し、推定エネルギー必要量が算出できるようになっている。しかし、日本人および欧米人においても、日常生活において、生活活動記録に基づく活動強度毎の所要時間と PAL の関係に関する報告はみられない。また、「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」では、座位での安静時代謝量は仰臥位の約 1.1 倍という記述はあるものの、メッツを利用した PAL の推定法は明記されていない。

そこで、本研究では、生活活動記録を用いた TEE および PAL の推定の妥当性について、DLW 法および BMR の実測値より評価した PAL を基準として検討した。さらに、一日における活動強度別の所要時間との関係について検討し、「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」に掲載されている、日本人成人男女の身体活動レベル別にみた活動内容と活動時間の代表例 (15~69 歳) と比較を行った。

B 研究方法

1. 対象者

対象は、東京近辺在住の様々な職業に従事する、20 歳から 74 歳の日本人男女 89 名であった。問診により、整形外科的な疾患や甲状腺機能の異常など、身体活動量に影響を与えると考えられる疾病を有すると判断された者、妊娠・授乳中の者、調査期前 2 週間及び調査期間中の 2 週間に通常の居住地以外で宿泊する予定がある者、食事療法や減量を行っている者については、対象から除外した。

2. 測定項目および方法

日常生活での PAL は、DLW 法を用いて算出した。対象者は、DLW を投与された後、約 2 週間にわたり各々の典型的な日常生活を自由に送っており、通常と同じような食事をするように指示した。DLW の投与と共に、生活活動記録を、平日 2 日と週末 1 日を含むよう、DLW の投与後 7 日目から 9 日目あるいは 8 日目から 10 日目の 3 日間にわたり実施してもらった。

1) 生活活動記録

生活活動記録は、1 分間単位で対象者自身に 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、

$$\text{PAL} = (\text{一日当たりの平均メッツ} \times 1.1) \div 0.9$$

として推定した (田中茂穂, 体育の科学, 2009)。

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。

2) 二重標識水法

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 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。

99.9% の ^2H (Cambridge Isotope Laboratories, Inc, USA) と 10% の ^{18}O (Cambridge Isotope Laboratories) とを混合した液を投与した。投与量は、体重 1kg あたり ^2H が 0.06 g, ^{18}O が 0.14 g となるようにした。また、被験者がこれを飲み終えた後、ミネラルウォーターを少量飲ませ、口中に DLW が残らないようにした。被験者は、DLW 投与前と翌日から投与後 14 日目まで、毎朝、第 2 尿をほぼ同時刻に採尿するようにし、採尿時刻の記録を行った。サンプルは、褐色サンプル瓶に入れ、蓋を確実に閉めた後、蓋と容器の間をパラフィルムで密封し、直射日光の当たらない涼しい部屋にて保存した。被験者は、14 日目に全てのサンプルを持って研究室を訪れた。その後、サンプルは、分析まで -30°C で保存した。

DLW 投与前, 投与翌日, 最終日 (14 日目) とその間で±30 分以内で採尿が実施できた日の 6 サンプルを分析した。²H は白金を触媒として 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, サーマ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, 以下の式で求めた。

$$[18.02a(\delta s - \delta b)]/[WA(\delta a - \delta t)]$$

ただし, 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, 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求め, 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 の直線回帰式から求めた N を 1.041 で除したものと, ¹⁸O の直線回帰式から求めた 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,

$$rCO_2 \quad (\text{mol/day})$$

$=0.4554TBW(1.007k_0 - 1.041k_h)$
により求めた。k₀ は ¹⁸O の減衰率, k_h は ²H の減衰率である。TEE は, Respiratory quotient (RQ) を食事調査から求めた食物商 (Food quotient : FQ) で置き換えることにより, Weir の間接熱量測定式を用いて算出した。食事調査は, TEE 測定の最後の 3 日間 (休日 1 日と平日 2 日) に, 秤量法により実施した。対象者に小型のスケール (TANITA1475, 株式会社タニタ) を配付し, 摂取したすべての食品と飲料について, 重量を測定するように依頼した。食事の記録用紙は, 調査翌日の研究所への来所時に 3 日分まとめて提出し, 提出時に管理栄養士が記録内容の確認を行った。計算は, 五訂増補日本食品標準成分表を使用して行ったが, 市販食品, 外食については, それぞれのメーカ

一のホームページやメーカーへの問い合わせにより数値を得た。

また, 歩数計 (Lifecorder, 株式会社スズケン) を用いて, 調査期間中の歩数の計測を行った。

3) 基礎代謝量および形態測定

BMR は, マスクおよびダグラスバッグを用いて, 調査期間の初日または最終日に国立健康・栄養研究所で実測した。測定前夜から約 12 時間の絶食後, 約 25°C の快適な室温で, 30 分以上の仰臥位安静をとってもらった。その後, 仰臥位のまま, ダグラスバッグを用いて呼気を 10 分間ずつ 2 回採集した。採集した呼気は, 質量分析計 (ARCO SYSTEM, ARCO-1000) を用いて酸素濃度と二酸化炭素濃度を分析した。質量分析計は, 測定開始前に毎回, ゼロ校正と, 大気および校正ガスにより校正を行ってから使用した。呼気量は乾式ガスメーター (SHINAGAWA DC-5) を用いて測定した。それらの測定値から酸素摂取量と二酸化炭素排出量を算出し, Weir の式により, 1 日あたりの BMR (kcal/day) を求めた。

身長および体重は, DLW 投与前と投与後 13 日目あるいは 14 日目に, 各々 0.1cm と 0.1kg 単位で測定した。

(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「人間を対象とする生物医学的研究に関する倫理委員会」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, 書面による同意を得た。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

対象者の身体的特徴は, 表 1 に示した。男性の身長と体重は女性に比較して有意に高かった。なお, DLW 投与前後の体重には, 有意な差は見られなかった。

DLW 法による日常生活での PAL は, 男性が 1.91 ± 0.25 , 女性が 1.85 ± 0.21 であり, 両者の間に有意な差は見られなかった (表 2)。全対象者では, 1.87 ± 0.23 であった (表 2)。それに対して, 生活活動記

録に記載された全ての活動それぞれにメッツ値をあてはめて推定した PAL は 1.90 ± 0.17 であり、実測値と有意な差は見られなかった。また、歩数については、生活活動記録を行った3日間の平均歩数 (9205 ± 3455 歩/日)とそれ以外の計測日におけるそれ (9125 ± 3135 歩/日)とは、有意な差が見られなかった。

生活活動記録に記載された全ての活動それぞれにメッツ値をあてはめて推定した TEE と DLW 法からの TEE との相関係数と ICC は、各々 $0.790 (p < 0.001)$ と $0.499 (p < 0.001)$ 、PAL は $0.249 (p = 0.018)$ と $0.239 (p < 0.011)$ であった。TEE の推定値と実測値の差は、 $+40 \text{ kcal}$ であったものの、推定誤差の 95%信頼区間は、 $\pm 675 \text{ kcal}$ であった(図 1-a)。そして、これらの差と平均値との間には、弱い負の相関関係が見られた ($r = -0.230, p = 0.03$)。一方、PAL の差は、 $+0.02$ であり、推定誤差の 95%信頼区間は ± 0.5 であった(図 1-b)。そして、これらの差と平均値との間には、正の相関関係が見られた ($r = 0.324, p = 0.002$)。

身体活動量と身体活動レベルとの関係について、性、年齢を調整した ANCOVA を行った結果を表 3 に示した。身体活動レベルが「高い」群は、実測 TEE および推定 TEE と実測 TEE の差および中高強度活動 (MVPA) の所要時間が、「低い」群に比較して有意に高かった。また、身体活動レベルが「ふつう」群は、推定 TEE と実測 TEE の差および $1.0 \sim 1.4$ メッツ (時間/日)の所要時間が、「低い」群に比較して有意に高かった。これら以外の身体活動量と身体活動レベルとの間には、何れも有意な関係は見られなかった。

図 2-4 には、PAL と日常生活での身体活動の強度別の所要時間との関係を示した。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 ($r = 0.385, p < 0.001$)。

D 考察

生活活動記録を用いたエネルギー消費量の推定に関して、我々は既に、既存の測定機器の中で最も測定精度の高いヒューマンカロリメーターを用いた検討を行

っている。そこでは、日本人の日常生活を可能な限り再現した、運動を含むプロトコルにて実測した総エネルギー消費量と、メッツをはじめとする3種類の既知の文献値(エネルギー代謝率、Physical activity ratio)および BMR の実測値と推定値を用いて推定した総エネルギー消費量を比較した。そして、いずれの文献値を用いても生活活動記録によって、集団の推定値を得ることが可能であることを明らかにした。しかし、ヒューマンカロリメーターでの身体活動量やその活動内容は限定されたものであるため、日常生活でのより複雑な身体活動時で、これと同様の結果が得られるかについては、不明である。そこで、本研究では、東京近辺在住の様々な職業に従事する、健康な日本人成人男女を対象に、一日における活動強度別の所要時間を含む生活活動記録による PAL の推定の妥当性について検討した。

DLW 法は、13日間の二酸化炭素産量を測定することになるので、最終的に得られた総エネルギー消費量は、この期間を代表する実測値となる。本研究のプロトコルでは、生活活動記録を DLW の投与後、平日2日と週末1日を含む、3日間にわたり実施しており、調査日程の一部は重複していた。しかし、他の10日間については、生活活動記録を行っていない。そこで、被験者の不快感が最小限で通常の日常生活で使用でき、また長期間の測定にも十分に耐え得る歩数計を用いて、DLW 法と同じ期間にわたり歩数の測定を行った。生活活動記録を行った3日間とそれ以外の日の歩数の平均値には、有意な差が見られなかった。歩数計には、自転車こぎや階段の昇降といった、強度を評価出来ない活動がいくつかあること、また、装置を被験者の腰部に装着し、主に下肢の動作を中心に検出するため、上肢を中心とした身体活動量を適切に検出できない可能性も持ち合わせているといった限界がある。このように、活動記録を実施した3日間の日常性の評価は、歩数のみからの検討では不十分ではあるものの、少なくとも身体活動量が大きく異なることはないと考えられる。測定期間の最初に活動記録を実施している

ものの、本研究と同様に DLW 法、活動記録、および加速度計の測定を含んでいる Rafamantanantsoa et al. (JNSV, 2002) でも、活動記録を実施した 3 日間と全測定期間 (14 日間) の加速度計による推定 TEE は、ほぼ一致していた。本研究では、「メッツ値には食事誘発性体熱産生は含まれておらず、BMR は座位安静時代謝量の 1.1 倍である」という仮定のもとに得られた値 (田中茂穂, 体育の科学, 2009) では、DLW 法と TEE や PAL の推定値がほぼ一致することも確認できた。

ヒューマンカロリメーターでの座位中心での生活でも、TEE の実測値とメッツを用いた推定値は、強い相関が見られた ($r=0.92, p<0.01$)。TEE の推定値と実測値の差は +56kcal であるものの、推定誤差の 95%信頼区間は ± 361 kcal であった。本研究の TEE の推定値と実測値の差は、+40kcal であり、ヒューマンカロリメーターによる検討結果と同程度で、かなり小さかったものの、推定誤差の 95%信頼区間は、 ± 675 kcal とヒューマンカロリメーターより大きかった。食事誘発性体熱産生の値を TEE の 10% と仮定し、PAL の平均値から身体活動量を比較すると、ヒューマンカロリメーターでは BMR のおよそ 0.35 倍、日常生活ではおよそ 0.70 倍となり、日常生活における身体活動量が約 2 倍となっている。これは、先行研究とほぼ一致する。この点、および平均値はほぼ一致していることを考えると、日常生活における活動の種類の多様さよりは、単純に日常生活における身体活動量の大きさが原因であると推測できる。さらに、ヒューマンカロリメーターでは、両者の間に、 $r=0.45(p<0.05)$ の正の相関関係が見られたのに対し、本研究では、弱い負の相関関係が見られた ($r=-0.230, p=0.03$)。一般に、体重が大きくなっても、立位時のエネルギー消費量は体重に比例して大きくなるが、仰臥位では、増加の割合が小さく、それ以上に、座位のエネルギー消費量は大きくなるということが知られている。そのため、座位生活の割合が大きいヒューマンカロリメーターでは、仰臥位で測定する基礎代謝量の大きい者で座位時間におけるエネルギー消費量が過大評価され、TEE の平均値と推定

誤差との間に正の相関関係がみられたと考えられる。一方、DLW 法による実測 PAL と生活活動記録より算出した推定 PAL との相関関係は、 $r=.249$ であり、有意ではあったものの弱い相関であった。また、推定誤差の 95%信頼区間は、PAL で $+0.02\pm 0.50$ であった。これらの数値や本研究および一般的な集団における個人間差を考えると、生活活動記録を用いて身体活動量の個人間差を評価するのは難しいと考えられる。

本研究と同様、日常生活で評価した JALSPAQ による推定結果 (Ishikawa-Takata et al., J Epidemiol, 2011) と比較すると、両者の差は -1.15 ± 1.92 MJ/day (-274.9 ± 458.9 kcal) と報告されている。集団での一致性は、特に推定誤差の平均値から判断して、本研究の生活活動記録の方が高かった。さらに、推定誤差の 95%信頼区間も、本研究の方がやや小さかった。本研究の被験者の実測 TEE の平均値は、男女共、Ishikawa-Takata et al. の報告 (2679kcal, 2012 kcal) よりやや高く (2803kcal, 2122kcal)、PAL の個人間差がやや小さいという対象特性はあったものの、生活活動記録が質問紙法と比較すると、被験者の記憶の曖昧さや質問項目による受け取り方の個人差などに影響を受けにくいためであった可能性も考えられる。また、TEE の推定誤差と平均値との間には、本研究 ($r=-0.230, P=0.03$) でも、JALSPAQ ($\rho=-0.201, P=0.002$) でも弱い負の相関関係が見られており、TEE や身体活動量が大きい者においてこれらが過小評価される傾向がある点では一致していた。

「日本人の食事摂取基準」(2010 年版) では、それぞれの身体活動レベル別に、強度別の所要時間の目安が示されている。そこで、身体活動量と身体活動レベルとの関係について検討した結果、身体活動レベルが「高い」群は、「低い」群に比較して、「高い」群の実測 TEE のみ、有意に高かった (Table 3)。身体活動レベルによって、差が見られなかったのは、「低い」群の人数が少なく、かつバラツキが大きかったことが影響しているものと考えられる。一方、「高い」と「ふつう」群の推定 TEE と実測 TEE の差は、「低

い」群に比較して有意に高く、身体活動レベル別から見ても、身体活動量が大きい者において TEE が過小評価される傾向が明らかとなった。また、強度別に見ると、「高い」群の MVPA の所要時間および「ふつう」群の 1.0~1.4 メッツ(時間/日)の所要時間は、「低い」群に比較して有意に高く、中強度以上の活動時間やかなり低い強度の活動時間がより高い身体活動レベルに関連している可能性がある。一方、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 との相関関係を、連続変数として検討した。その結果、やや低強度(2-3 メッツ)の活動時間と高強度(6 メッツ以上)活動時間との間には有意な関係は見られなかった(図 2, 図 4)。やや低強度活動に該当する家事などの活動は、一定の動きを連続して行なうよりもむしろ、いくつかの動作を間欠的に行なっているものと考えられる。そのため、中高強度活動と比べて主観的に評価しにくいことが、結果に何らかの影響を与えているのかもしれない。Schuit et al. (J. Clin. Epidemiol., 1997) は、高齢男女を対象に、DLW 法で評価した TEE/安静時代謝量と質問票による活動得点との関係を検討した結果、女子より男子において活動得点が大きかったものの、TEE/安静時代謝量が大きいわけではなかった。これは、女子の重い家事などの活動得点が極端に高いために、男子に比較して身体活動量を過大評価していたためではないかと指摘されている。

また、高強度活動を実施していた被験者は、75%であったものの、その平均所要時間は、僅かに 0.2 時間(範囲: 0.1~1.7 時間)であった。図 4 に示した通り、そのような活動は、PAL が小さくても実施していた者がいたため、両者の間には有意な関係は見られなかったものと考えられる。一方、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(図 3, $r=0.385$)。中強度活動とは、普通歩行を含み、かつ長時間持続可能な運動・労働であるため、低強度活動に比較すると、活動内容を主観的に評価しやすかったのかもしれない。さらに、対象者の平均所要時間も、一日あたり

1.4±0.9 時間と、それほど短いわけではなく個人差もみられる。PAL への寄与は強度×時間で決定することから、ある程度の強度と時間およびその個人間差がみられる中強度活動と PAL との相関がみられたと考えられる。加速度計を用いた Westerterp et al. (Nature, 2001) の検討においても、成人で PAL と相関がみられたのは、中強度活動のみであった。Ishikawa-Takata et al. でも、DLW 法で測定した PAL と加速度計で評価した強度別活動時間の関係では、moderate と vigorous の時間がそれぞれ有意な相関が見られており、この点は、本研究の結果とも一致している。ただし、身体活動レベルが「ふつう」に相当する中強度活動時間は、2.06 時間となっており、本研究の約 2 倍である。その原因を特定することはできないものの、JALSPAQ の場合、余暇時間や仕事中の歩行、一部の家事に要したおよその時間の中に、中強度活動の間に見られる低強度活動の時間が含まれていたりすることも考えられる。

尚、本研究における被験者の PAL の平均値は 1.87 であった。「日本人の食事摂取基準」(2010 年版)によると、被験者の 54%が「ふつう」に分類されるものの、やや高めの値になっている。また、被験者は東京近辺に在住している者に限定したため、日常の移動手段や職業特性などについては、日本人の全体像を反映しているとは言えない。ただし、PAL は、1.35 から 2.55 まで幅広く分布しており、このような対象における生活活動記録で得られた活動内容と PAL との関係をとらえることはできたのではないかと考えられる。また、図 2 に示した一次式から推定すると、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。「日本人の食事摂取基準」(2010 年版)では、睡眠時間、座位または立位の静的な活動(1.5: 1.0~1.9)、ゆっくりした歩行や家事などの低強度の活動(2.5: 2.0~2.9)、長時間持続可能な運動・労働などの中強度の活動(4.5: 3.0~5.9)、頻繁に休みが必要な運動・労働など高強度の活動(7.0: 6.0 以上)に分けて、標準的な時間を提示している。しかし、本研

究の結果を踏まえると、中強度の活動時間のみ、「日本人の食事摂取基準」(2010年版)に示されたものと同様な値を提示することが適切であると考えられる。生活活動記録は、日常の全ての活動を記録する方法であるため、被験者に相当な負担を要する。本研究結果より、全ての活動にメッツ値を当てはめて推定しなくとも、中強度活動のみの記録でもPALの推定が可能である事が明らかとなった。また、エクササイズガイド2006におけるエクササイズ(中強度以上の活動によるメッツ・時/週)の評価との併用の可能性が示唆された。ただし、中強度活動時間とPALと相関は弱く、PALを推定するには限界があることに留意する必要がある。また、本研究では、全ての活動を記録してもらったため、日常の中強度活動のみの記録でも本研究と同様の結果が得られるか否かは、明らかにする事が出来ない。この点については、今後の検討課題と言える。

E 結論

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。

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. 学会発表

- 1) 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.

H 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1. 対象者の身体的特徴

対象者	年齢 (歳)		身長 (cm)		体重 (kg)		BMI (kg/m ²)	
性別 (n)	平均値±SD		平均値±SD		平均値±SD		平均値±SD	
男 (42)	39.6	± 18.2	170.6	± 7.9	68.4	± 12.5	23.4	± 3.1
女 (47)	41.5	± 17.0	158.4	± 5.6	* 56.2	± 9.9 *	22.4	± 3.6
全対象者 (89)	40.6	± 17.5	164.1	± 9.1	62.0	± 12.7	22.9	± 3.4

BMI: body mass index, *: 男 vs 女, p<0.05.

表2. 対象者の日常の身体活動量と基礎代謝量

対象者	二重標識水法による総エネルギー消費量 (kcal/日)	実測基礎代謝量 (kcal/日)	身体活動レベル ^{a)}	活動記録による総エネルギー消費量 (kcal/日)
性別 (n)	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	分類
男 (42)	2803 ± 454	1485 ± 265	1.91 ± 0.25	ふつう
女 (47)	2122 ± 283	* 1158 ± 148 *	1.85 ± 0.21	ふつう *
全対象者 (89)	2443 ± 505	1312 ± 267	1.87 ± 1.87	ふつう

*: 男 vs 女, p<0.05.

a): 二重標識水法による実測総エネルギー消費量/実測基礎代謝量

身体活動レベルの分類: 低い(I): 1.50(1.40~1.60), ふつう(II): 1.75(1.60~1.90), 高い(III): 2.00(1.90~2.20).

厚生労働省 (2009): 日本人の食事摂取基準 (2010年版) (「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書)より.

表3. 身体活動量と身体活動レベルとの関係

		身体活動レベル		
		高い(n=33)	ふつう(n=48)	低い(n=8)
二重標識水法による総エネルギー消費量 (min/day)	推定周辺平均	2634.2	2360.8	2153.1
	標準誤差	58.9	48.7	122.1
	B	481.1	207.7	0
	p値	0.001	0.119	
活動記録による総エネルギー消費量 (min/day)	推定周辺平均	2000.9	2022.7	2216.5
	標準誤差	61.3	50.7	127.2
	B	-215.5	-193.8	0
	p値	0.133	0.162	
活動記録と二重標識水法による総エネルギー消費量の差 (min/day)	推定周辺平均	-633.2	-338.1	63.4
	標準誤差	35.5	29.4	73.6
	B	-696.6	-401.5	0
	p値	0.000	0.000	
0.9METs(時間/日)	推定周辺平均	7.2	7.2	7.8
	標準誤差	0.2	0.2	0.5
	B	-0.5	-0.6	0
	p値	0.328	0.283	
1.0～1.4METs(時間/日)	推定周辺平均	4.3	5.0	3.5
	標準誤差	0.3	0.3	0.7
	B	0.8	1.5	0
	p値	0.318	0.048	
1.5～1.9METs(時間/日)	推定周辺平均	6.7	6.8	8.1
	標準誤差	0.4	0.3	0.9
	B	-1.4	-1.3	0
	p値	0.155	0.161	
2.0～2.9METs(時間/日)	推定周辺平均	3.8	3.7	3.4
	標準誤差	0.3	0.2	0.6
	B	0.4	0.3	0
	p値	0.570	0.602	
3.0～5.9METs(時間/日)	推定周辺平均	1.8	1.1	1.1
	標準誤差	0.2	0.1	0.3
	B	0.7	0.0	0.0
	p値	0.078	0.969	
6.0METs以上(時間/日)	推定周辺平均	0.2	0.2	0.1
	標準誤差	0.1	0.0	0.1
	B	0.1	0.1	0.0
	p値	0.275	0.676	
MVPA (時間/日)	推定周辺平均	2.0	1.3	1.2
	標準誤差	0.2	0.1	0.3
	B	0.8	0.1	0.0
	p値	0.039	0.860	

独立変数: 身体活動量, 共変数: 性, 年齢, 中高強度活動 (moderate-to-vigorous physical activity: MVPA)の指標として3METs以上の所要時間.

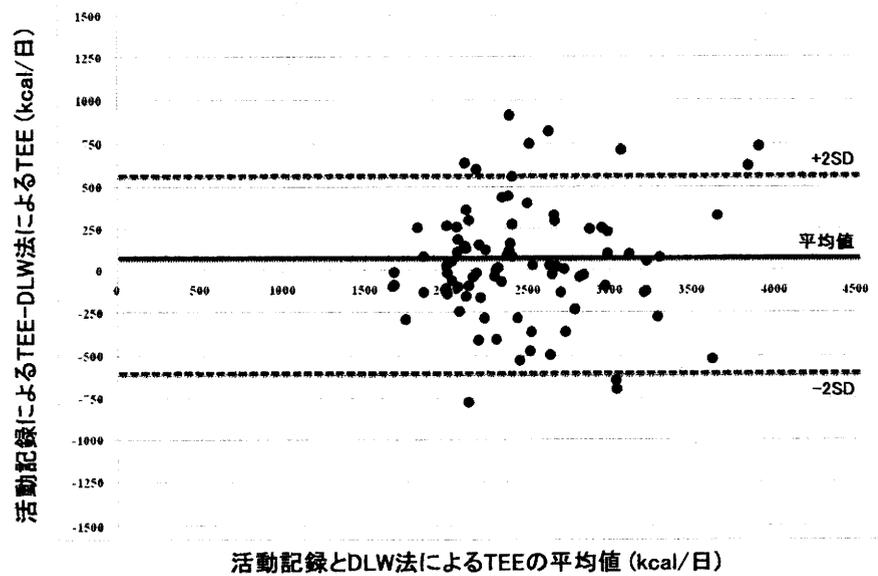


図1-a. 総エネルギー消費量と身体活動レベルの一致性 (Bland & Altman法)

TEE: 総エネルギー消費量, DLW法: 二重標識水法

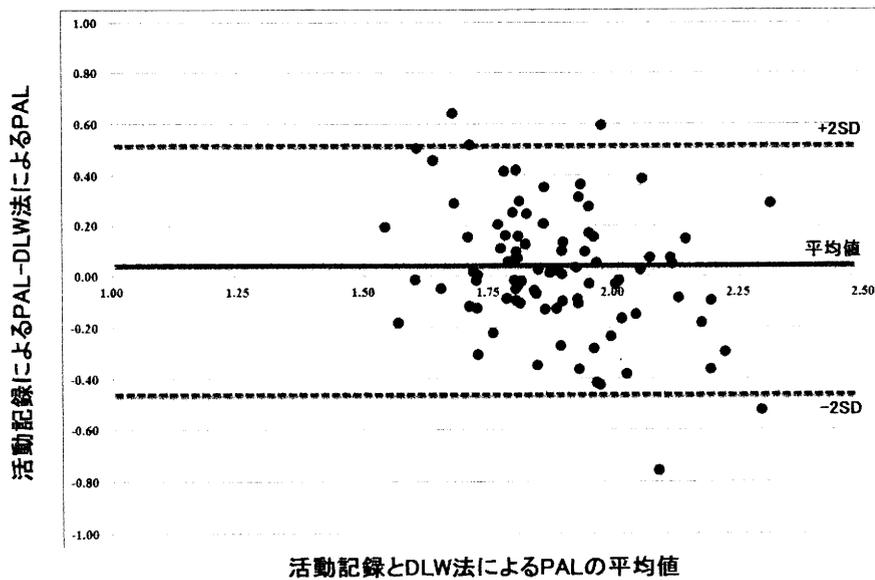
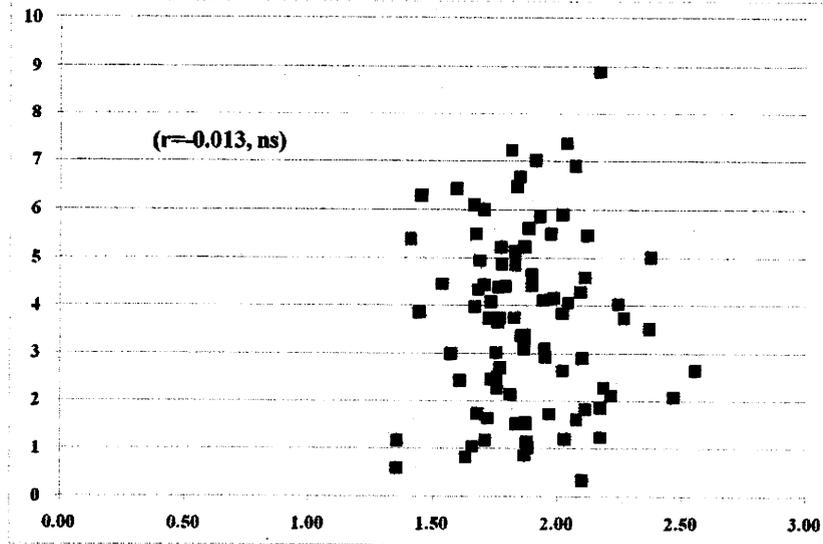


図1-b. 総エネルギー消費量と身体活動レベルの一致性 (Bland & Altman法)

PAL: 身体活動レベル, DLW法: 二重標識水法

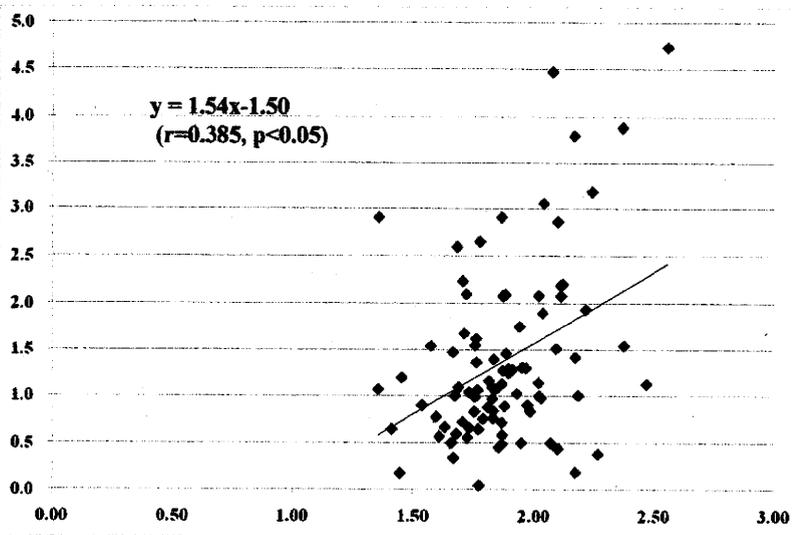
生活活動による低強度活動の所要時間(時間/日)



二重標識水法による身体活動レベル

図2. 低強度活動の所要時間と二重標識水法による身体活動レベルとの関係

生活活動による中強度活動の所要時間(時間/日)



二重標識水法による身体活動レベル

図3. 二重標識水法による身体活動レベルと中強度活動の所要時間との関係

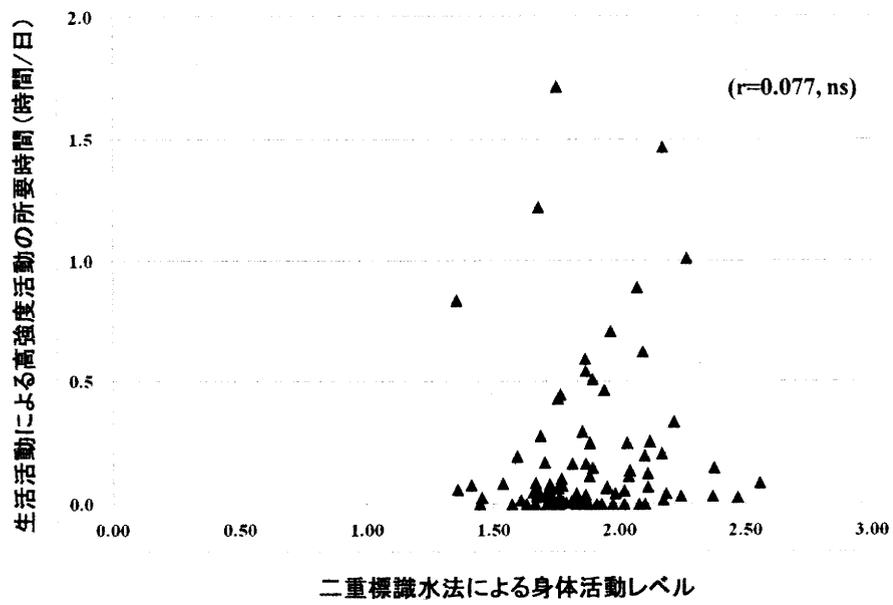


図4. 二重標識水法による身体活動レベルと高強度活動の所要時間との関係

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

研究分担者 高田 和子 (独) 国立健康・栄養研究所
エネルギー代謝プロジェクト 上級研究員
研究協力者 朴 鍾薫 (独) 国立健康・栄養研究所
エネルギー代謝プロジェクト 特別研究員

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。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値を示した。以上から、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。

A. 研究目的

自由生活下における1日の総エネルギー消費量 (TEE, total energy expenditure) を測定する方法の中で、二重標識水 (DLW, doubly labeled water) 法は最も正確な方法である (Schoeller DA 2001, 2008). TEE を基礎代謝量で除した身体活動レベル (PAL, physical activity level) はBMI との相関関係はみられず (Prentice et al., 1996; Westerterp, 1999)、BMI (body mass index) 25kg/m²以上の肥満者においても身体活動は減少しない可能性が考えられてい

る。その理由として、脂肪量 (FM, fat mass) はPAL との相関関係がみられるが (Schulz and Schoeller, 1994)、除脂肪量 (FFM, fat free mass) と相関関係はみられないことから (Speakman and Westerterp, 2010)、BMI はPAL と関係しない可能性が考えられる。しかし、これらに関してアジア人男性を対象にした報告はない。

中高年男性において、Kolt ら (2007) は1日の歩数は腹囲と逆相関するという報告もされている。また、日本人中高年男性において、歩数とBMI との間

には逆相関がみられる (Kobayashi et al. 2006; Nawata et al. 2006)。さらに、加速度計で測定された1日の高強度身体活動は体脂肪率および内臓脂肪の減少と相関が認められている (Sasai et al. 2010)。したがって、PALのみならず歩数および運動強度のような他の身体活動の指標も肥満と関連する可能性がある。そこで、本研究では、日本人中年男性を対象に、BMI および% BF と身体活動量の各種指標との関係を総合的に検討することを目的とした。

B. 研究方法

1. 被験者

被験者は、30歳から69歳で、a) 日常生活に支障がない、b) 高強度身体活動の有する特殊な仕事に属しない、c) BMIが 18.5 kg/m^2 以上、d) 測定前1週間と実験期間中の2週間に自宅以外の場所に2泊以上しない、e) 体重減量や治療のために食事制限を行っていない、f) 1日アルコール摂取量が40g未満の者とした。被験者は関東あるいは九州地域において職域やホームページ等による募集に応じた者および佐久肥満プロジェクト (Watanabe et al. 2008) に参加した健康な日本人男性86名である。

2. 測定項目

(1) 測定手順

測定初日に、空腹条件下で基礎代謝量を測定した。その後、ベースラインとなる尿を20ml採取し、体重で規定された量のDLWを経口投与した。また14日間に8回、採尿した。DLW法によるTEEの測定期間において、加速度計を腰部に

装着させ、通常の日常生活条件下で2週間過ごすよう指示した。2週間後、加速度計を回収し、熟練した管理栄養士が被験者の食事調査 (DHQ) の記入漏れや記載ミスについて確認を行った。

(2) 基礎代謝量 (BMR)

被験者は測定前夜の午後9時まで通常通りの夕食を済ませ、測定当日に朝食をとらずに測定場所に到着した後、30分以上仰臥させた。その後、10分間の呼気を1分の間隔を置いてダグラスバッグに2回採集した。呼気は直ちに質量分析計 (ARCO-1000、アルコシステム、千葉; 佐久肥満プロジェクト、AR-1、アルコシステム、千葉) を用いて酸素および二酸化炭素量の濃度を分析した。その後、乾式ガスメーター (DC-5、品川、東京) にて呼気量を測定した。それらの測定値から酸素摂取量と二酸化炭素排出量を算出し、Weir (1949) の式によりBMRを求めた。

(3) DLW

$10\% \text{ }^{18}\text{O}$ (太陽日産、東京) と $99.9\% \text{ }^2\text{H}$ (Cambridge Isotope Laboratories, Inc., USA) を混合した液により、体重あたり 0.14g の ^{18}O と 0.06g の ^2H を投与した。14日間に8回、同時刻に採取するように指示した。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 H_2 ガスで、 ^{18}O は CO_2 ガスで平衡法により前処理を行った後、 ^2H 、 ^{18}O の安定同位体比を質量比分析計 (Finnigan Delta Plus, Thermo Fisher Scientific, USA) により分析した。

(4) 身体活動量および身体組成の計算

DLW投与から経過時間に伴う尿サン

プル中の安定同位体比の自然対数を求め最小二乗法を用いて²Hと¹⁸Oの減衰率 (k_h と k_o) を求めた。身体水分量 (TBW, total body water) は²Hの希釈容積を 1.041 で除したものと、¹⁸Oの希釈容積を 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。TEEは調査期間中の食事調査より求めた FQ を用いて、Weir (1949) の式により求めた。身体活動量の指標として、PALは TEE を BMR で除して算出した。PAEEは TEE×0.9 - BMR より算出した。身体組成の計算において、FFMは FFM 中の水分量を 0.732 として TBW より算出した (Heyward and Wagner, 2004)。FM は体重(BW) - FFM により求めた。

(5) 加速度計

本研究で用いたライフコーダ EX (株式会社スズケン製、名古屋) は垂直方向への加速度を検出する一軸加速度計である。この装置は 4 秒間の最大電圧と歩数により、9 段階の身体活動強度 (1-9) を決定する。身体活動強度 1-3 は低強度、4-6 は中強度、7-9 は高強度に該当する (Kumahara et al. 2004)。

3. 統計解析

身体組成の指標である BMI と %BF をそれぞれ 4 分位で分割した。各群ごとの身体組成および身体活動量の比較は一元配置分散分析により行った。各データは、等分散が仮定されない場合 post hoc test として Fisher's LSD を使用した。等分散が仮定される場合においては、Kruskal-Wallis による群間における有意差の検定を、多重

比較検定には Mann-Whitney U test を用いた。さらに、身体組成と身体活動の指標を連続変数として Pearson の相関係数を求めた。すべての解析は、SPSS (version 16.0J; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) を用いた。

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」の承認を得て、ヘルシンキ宣言の精神に基づいて実施した。測定に当たって、被験者に測定目的、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、書面による同意を得た。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。

C. 研究結果

本研究における被験者の特徴を表 1 に示した。年齢は 47.3 ± 11.1 歳だった。平均体重および BMI は各々 73.6 ± 13.9 kg および 25.3 ± 3.9 kg/m² であった。PAL は 1.99 ± 0.28 (range: 1.46 - 2.94) であり、1 名を除き (PAL, 2.94)、一般成人の範囲内 (1.40 - 2.50) であった (Westerterp, 1998)。

BMI と %BF の 4 分位の群ごとのデータを表 2 と 3 に示した。年齢および身長は、群間の差はなかった。BMI は %BF と正の相関関係がみられた ($r = 0.549$, $p < 0.001$)。

PAEE/BW は、BMI がもっとも高い群 (4th) において有意な低値を示したが、PAL および PAEE/FFM には群間による差はなかった (Table 2)。%BF の 4 分位においては、PAL および PAEE/BW は、

高値の 3 群 (2nd - 4th) が最も低い群 (1st) に比べ有意に低値を示した (Table 3)。

加速度計のデータにおいて、歩数は BMI が最も高い群で他の 3 群に比べ有意に低い値を示したが (Table 2)、%BF の群間で差はみられなかった (Table 3)。BMI および %BF の 4 分位において、中強度の身体活動時間は、最も高い群が他の 3 群に比べ有意に低い値を示した (Table 2, 3)。

D. 考察

日本人中高年男性において、DLW 法で測定した PAL および PAEE/BW は、%BF の高値の 3 群が最も低い群 に比べ有意に低値を示した。エネルギー消費量に関しては、BMI の 4 分位においては、PAEE/BW のみが、最も高い群において有意に低値を示した。加速度計で測定した中強度運動時間においては、BMI および %BF の 4 分位で、最も高い群において有意に低値を示した。また、歩数は BMI で最も高い群で有意に低値を示した。

本研究における BMI 4 分位の中で、PAL の群間の差はみられなかった。この結果は、中年男性は BMI と PAL との相関はみられないという多くの欧米の先行研究の結果と一致している (Prentice et al. 1996; Westterp, 1999; Tooze et al, 2007)。

本研究において、PAL および PAEE/BW は、%BF と有意な線形関係がみられ、PAL は 3rd の群から、PAEE/BW は 2nd の群から有意に低値を示した。し

かし、BMI の 4 分位においては、PAEE/BW のみ最も高い群において有意な低値を示した。エネルギー消費量の観点からは %BF が高い者では、身体活動量が明らかに小さくなると言える。

本研究では、BMI 約 27 kg/m² 未満の者 (1st - 3rd quartiles) では BMI による身体活動量の差は認められなかった。このことは、BMI 27 kg/m² 未満の者において身体組成の違いが大きいことから説明できる。BMI の 3rd 群に属している被験者において、%BF の 3rd 群にも属している被験者の割合はわずかに 36%であり、%BF の最も高い群に 32%、低い群 (1st と 2nd) にも 32%が属していた。この結果は BMI の 2nd 群の場合にも類似であった。例えば、同様の BMI を有している正常体重の被験者の中では、各々かなり異なる FFM と FM の割合がみられていることから、PAEE を FFM で補正することは大きな誤差を招く可能性が考えられる。

本研究の加速度計から得られた 1 日の身体活動において、歩数は BMI で最も高い群で有意に低値を示し、有意な線形関係もみられたが、%BF では低い傾向があったものの有意な差までは至らなかった。Nawata ら (2006) は、日本人中年男性の平日における 1 日歩数の平均値は BMI と逆相関があることを報告している。歩数が BMI と関連することは先行研究と一致したが、1 日の歩数は必ずしも体脂肪の蓄積とは関係していなかった。

本研究の加速度計から得られた中強度の身体活動時間は、BMI と %BF の最

も高い群で有意に低値を示した。身体活動強度と肥満あるいは体脂肪の蓄積との関係には性差が存在する可能性もあり、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

E. 結論

過剰な脂肪を有する日本の中老年男性は、1日の身体活動量、とくに中強度の身体活動量が少ない可能性が示唆された。また、肥満と身体活動との関係性を調査する際には、BMIだけでなく身体組成を考慮する必要があることも本研究の結果から考えられた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Jonghoon Park, Kazuko Ishikawa-Takata, Shigeho Tanaka, Yuki Hikihara, Kazunori Ohkawara, Shaw Watanabe, Motohiko Miyachi, Akemi Morita, Naomi Aiba and Izumi Tabata. Relation of body composition to daily physical activity in free-living Japanese

adult women. Br J Nutr, 2011 (in Press).

- 2) Jonghoon Park, Kazuko Ishikawa-Takata, Shigeho Tanaka, Yuki Hikihara, Yuko Mekata, Izumi Tabata. Validity of accelerometers during walking altered by various step frequencies at different speeds. J Physiol Anthropol, (in print).

2. 学会発表

- 1) Jonghoon Park, Kazuko Ishikawa-Takata, Shigeho Tanaka, Yuki Hikihara, Kazunori Ohkawara, Shaw Watanabe, Motoyuki Miyachi, Akemi Morita, Naomi Aiba and Izumi Tabata. 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.
- 2) 朴鐘薰、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.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table 1 Participant characteristics and energy expenditure components

	Men (<i>N</i> = 86)		
	<i>Mean</i>	<i>s.d.</i>	<i>Range</i>
Age, y	47.3	11.1	30–69
Height, m	1.70	0.1	1.51–1.91
Weight, kg	73.6	13.9	51.1–116.3
BMI, Kg/m ²	25.3	3.9	18.7–39.1
Percent fat mass, %	27.9	6.4	15.4–53.1
Fat-free mass, kg	52.6	8.6	37.0–81.3
Fat mass, kg	20.9	7.7	8.8–44.7
TEE (kcal/d)	2904	523	2011–4667
BMR (kcal/d)	1471	236	973–2051
PAL (TEE/BMR)	1.99	0.28	1.46–2.94
PAEE (kcal/d)	1143	357	496–2611
PAEE (kcal/d/kg FFM)	21.9	6.3	8.6–43.4

All values are means \pm s.d.. BMI, body mass index; TEE, total energy expenditure; BMR, basal metabolic rate; PAL, physical activity level; PAEE, physical activity energy expenditure; FFM, fat free mass.

Table 2 Participant characteristics, energy expenditure components, and physical activity variables by BMI grouping

	1 st (18.7-22.4)	2 nd (22.4-24.3)	3 rd (24.4-27.3)	4 th (27.5-39.1)	P(ANOVA)	r
Physical characteristics						
Age, years	42.4±9.8	50.5±11.5	47.2±13.1	48.9±8.5	0.093	0.072
Height, m	1.70±0.08	1.69±0.08	1.68±0.08	1.73±0.05	0.252	0.157
Weight, kg	61.8±6.6	67.3±6.8 ^a	72.9±7.8 ^{aa b}	91.5±10.8 ^{aa bb cc}	<0.001	0.899***
BMI, kg/m ² †	21.2±1.0	23.4±0.6 ^{aa}	25.6±0.8 ^{aa bb}	30.6±3.1 ^{aa bb cc}	<0.001	1
%BF	23.5±4.8	25.2±6.3	29.1±3.1 ^{aa b}	33.6±5.8 ^{aa bb cc}	<0.001	0.549***
FFM, kg	47.2±5.2	50.4±7.1	51.7±6.3 ^a	60.8±9.1 ^{aa bb cc}	<0.001	0.714***
FM, kg†	14.6±3.6	16.9±4.3	21.1±3.0 ^{aa bb}	30.7±6.5 ^{aa bb cc}	<0.001	0.824***
Energy expenditure						
TEE (kcal/d)	2758±517	2728±510	2906±447	3207±507 ^{aa bb c}	0.008	0.458***
BMR (kcal/d)	1363±193	1368±185	1438±189	1704±204 ^{aa bb cc}	<0.001	0.658***
PAL	2.03±0.30	2.00±0.31	2.03±0.29	1.88±0.20	0.216	-0.168
PAEE (kcal/d)	1119±388	1088±387	1177±336	1182±331	0.792	0.169
PAEE/FFM	23.5±6.0	21.7±7.6	22.7±5.8	19.6±5.6	0.208	-0.193
PAEE/BW	18.1±5.1	16.2±5.6	16.3±4.5	12.9±3.1 ^{aa b c}	0.005	-0.343**
Accelerometer						
Step counts	10077±2632	10301±2902	10046±2905	7898±3175 ^{aa bb c}	0.025	-0.259*
Light (min/d)	57.2±12.6	54.1±14.7	58.7±20.5	54.3±21.1	0.789	-0.017
Moderate (min/d)	37.5±16.2	40.0±15.4	36.7±18.9	24.0±14.0 ^{aa bb c}	0.008	-0.298**
Vigorous (min/d)	3.8±3.0	4.6±6.7	3.4±3.9	2.1±4.6	0.401	-0.154

All values are means ±s.d. BMI, body mass index; TEE, total energy expenditure; BMR, basal metabolic rate; PAL, physical activity level (=TEE/BMR); PAEE, Physical activity energy expenditure (=0.9TEE-BMR); FFM, fat free mass; FM, fat mass. Subjects were categorized by quartile. The number of subjects in each quartile is 21 (1st and 2nd) or 22 (3rd and 4th). In the 9 intensity levels (1-9) of physical activity assessed by accelerometer, 1-3 indicate light intensity, 4-6 moderate intensity, and 7-9 vigorous intensity. ^a indicates a significant difference from 1st quartile (^a $P < 0.05$; ^{aa} $P < 0.01$). ^b indicates a significant difference from 2nd quartile (^b $P < 0.05$; ^{bb} $P < 0.01$). ^c indicates a significant difference from 3rd quartile (^c $P < 0.05$; ^{cc} $P < 0.01$). * indicates a significance correlation with BMI (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$). † Because some variables in physical characteristics did not follow a normal distribution, Kruskal-Wallis analysis was used to compare the variables among quartiles and Mann-Whitney U test was used for multiple comparisons.

Table 3 Participant characteristics, energy expenditure components, and physical activity variables by % BF grouping

	1 st (15.4 - 23.4)	2 nd (23.4 - 27.6)	3 rd (27.8 - 32.0)	4 th (32.1 - 53.1)	P (ANOVA)	r
Physical characteristics						
Age, years	45.3±10.6	44.1±9.1	52.0±11.5	47.5±12.0	0.097	0.096
Height, m	1.70±0.08	1.72±0.08	1.68±0.07	1.71±0.06	0.398	0.062
Weight, kg	63.8±7.4	72.6±13.9	73.9±11.5	83.5±14.6 ^{aa bb c}	<0.001	0.481***
BMI, kg/m ²	22.1±1.4	24.5±3.9	26.0±2.7 ^{aa}	28.4±4.0 ^{aa bb c}	<0.001	0.549***
% BF [†]	20.1±2.7	25.8±1.3 ^{aa}	29.5±1.3 ^{aa bb}	35.7±4.9 ^{aa bb cc}	<0.001	1
FFM, kg	50.9±5.7	53.9±10.5	52.1±8.1	53.6±9.7	0.659	-0.004
FM, kg [†]	12.9±2.5	18.7±3.6 ^{aa}	21.8±3.5 ^{aa bb}	29.9±7.2 ^{aa bb cc}	<0.001	0.876***
Energy expenditure						
TEE (kcal/d)	2917±571	2956±510	2749±462	2996±547	0.424	0.068
BMR (kcal/d)	1353±169	1497±258	1440±222	1589±236	0.008	0.320**
PAL	2.16±0.29	1.99±0.26	1.92±0.25 ^{aa}	1.89±0.23 ^{aa}	0.006	-0.289**
PAEE (kcal/d)	1272±420	1163±330	1034±305	1108±345	0.165	-0.122
PAEE/FFM	24.8±7.0	21.8±5.5	19.9±5.2	21.1±7.2	0.066	-0.082
PAEE/BW	19.9±5.4	16.3±4.2 ^{aa}	14.0±3.7 ^{aa}	13.4±3.9 ^{aa}	<0.001	-0.419***
Accelerometer						
Step counts	10234±2991	10078±2878	9919±3181	8090±2731	0.064	-0.202
Light (min/d)	54.1±12.0	56.2±18.1	59.5±19.8	54.4±19.4	0.735	0.080
Moderate (min/d)	38.8±14.4	38.4±19.2	36.3±16.8	24.7±14.8 ^{aa bb c}	0.018	-0.301**
Vigorous (min/d)	5.4±6.6	3.8±3.4	2.4±3.4	2.3±4.5		-0.137

All values are means ±s.d. BMI, body mass index; TEE, total energy expenditure; BMR, basal metabolic rate; PAL, physical activity level (=TEE/BMR); PAEE, Physical activity energy expenditure (=0.9TEE-BMR); FFM, fat free mass; FM, fat mass. Subjects were categorized by quartile. The number of subjects in each quartile is 21 (1st and 2nd) or 22 (3rd and 4th). In the 9 intensity levels (1-9) of physical activity assessed by accelerometer, 1-3 indicate light intensity, 4-6 moderate intensity, and 7-9 vigorous intensity. ^a indicates a significant difference from 1st quartile (^a *P* < 0.05; ^{aa} *P* < 0.01). ^b indicates a significant difference from 2nd quartile (^b *P* < 0.05; ^{bb} *P* < 0.01). ^c indicates a significant difference from 3rd quartile (^c *P* < 0.05; ^{cc} *P* < 0.01). * indicates a significance correlation with BMI (* *P* < 0.05; ** *P* < 0.01; *** *P* < 0.001). [†] Because some variables in physical characteristics did not follow a normal distribution, Kruskal-Wallis analysis was used to compare the variables among quartiles and Mann-Whitney U test was used for multiple comparisons.

日本人糖尿病患者における基礎代謝量推定式の妥当性

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
研究分担者 高田 和子 // エネルギー代謝プロジェクト 上級研究員
研究協力者 三宅 理江子 // // 技術補助員
大河原 一憲 // // 流動研究員

肥満者においては、一般に非肥満者より基礎代謝量の推定誤差が大きいことが欧米で報告されているが、日本人の場合、糖尿病の肥満者における推定式の誤差がどの程度あるのかほとんど検討されていない。

そこで、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。

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 ($p = 0.057$)。

以上より、糖尿病患者においては、基礎代謝量の推定に配慮が必要であると考えられた。

A. 研究目的

エネルギー消費量の中でも約 60% を占める基礎代謝量を知ることは、エネルギー必要量を設定する上で重要なことであるが、マスク

を装着することにより普段の生活が制限されたり、測定を行う人材や時間の確保が難しいなど、日常生活において正確な測定を行うことは難しい。そこで、基礎代謝量を測定する