

生活習慣病予防や身体機能維持のためのエネルギー・たんぱく質必要量 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 基礎栄養研究部 部長

「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、特に日本人の知見が不足している高齢者や小児を中心に、身体活動レベル（PAL）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。初年度目である 25 年度は、以下のような結果が得られた。

1) 高齢者男女を対象に、二重標識水法に基づく総エネルギー消費量および基礎代謝量と、それらから得られる PAL のデータの収集を継続し、2 年度目は、測定希望者 62 名全員に歩数調査を行い、国民健康・栄養調査の結果に近くなるよう、対象者を 18 名に限定して測定を実施した。その結果、75 歳以上の女性以外では、かなり歩数を一致させることができたが、75 歳以上の女性では、改善はしたもののまだ高めの値になっており、活動的でない 75 歳以上の女性を対象者を追加する必要がある。また、初年度の対象者について、DLW 法のサンプルを分析した結果、現在の食事摂取基準より高めの数値が得られた。2) そのうちの健康な 70~74 歳の日本人高齢者（男性 6 名、女性 4 名）を対象に、指標アミノ酸酸化（Indicator Amino Acid Oxidation; IAAO）法によるたんぱく質代謝要求量を求めた。その結果、EAR は 1.20 g/kg BW/day で、現在のたんぱく質必要量（0.85 g/kg BW/day）よりかなり大きな値が得られた。また、昨年度の検討では、75~79 歳で 1.28 g/kg BW/day と算出されており、70 歳代の二つの区分でたんぱく質代謝要求量に顕著な違いは認められなかった。高齢者では若年成人と比較して、より多くのたんぱく質を摂取する必要があると考えられた。3) 中学生を対象に、1 年生から 2 年生ならびに 2 年から 3 年生の身体活動量および体力の経年変化について、1 年間にわたって追跡した。その結果、1 年生から 2 年生にかけては身体活動量、特に高強度に従事した時間が微増（3 分）し、2 年生から 3 年生にかけては、歩数が約 4000 歩および中高強度活動に従事した時間が約 40 分減少したことが明らかになった。

以上のように、高齢者や小児を中心に、総エネルギー消費量や PAL、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 栄養教育研究部 栄養ケア・マネージメン

ト研究室長）

木戸康博（京都府立大学大学院生命環境科学研究所 教授）

吉田英世（東京都健康長寿医療センター研究
所 老年医学 副部長）

佐々木敏（東京大学大学院医学系研究科 公
共健康医学専攻 教授）

引原有輝（千葉工業大学工学部 准教授）

A . 研究目的

「日本人の食事摂取基準（2010年版）」において、推定エネルギー必要量は、二重標識水（DLW）法から得られたエネルギー消費量の値に基づき策定されている。他の栄養素と比べると、日本人のデータが数多く利用されているが、高齢者や小児の身体活動レベル（PAL）などについては、欧米のデータに依存しているなど、いくつかの課題を残している。

そこで、2年度目にあたる25年度は、高齢者や小児を中心に、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 . 自立した高齢者におけるエネルギー消費量および身体活動レベル

これまで大きな病歴がなく、日常生活をほとんど支障なく営んでいる65~85歳の男女を対象とした。10月の説明会に参加し、参加に同意した希望者62名全員に対し、国民健康・栄養調査と比較できるよう、歩数調査を行った。それによって選ばれた18名を対象に、二重標識水（DLW）法および基礎代謝量の実測による1日のPALの測定と加速度計による測定を行った。また、昨年

度の対象者について、サンプルの分析を進め、総エネルギー消費量・PALを算出した。

2 . 指標アミノ酸酸化法（IAAO法）に基づくたんぱく質の推定平均必要量の検討

健康な70~74歳の日本人高齢者（男性6名、女性4名）を被験者とした。被験者は、実験日に、9:00から18:00まで1時間ごとに、基礎代謝量 $\times 1.5$ kcal/dayの $1/12$ 量のエネルギーおよび1日摂取量の $1/12$ 量のたんぱく質を含む実験食を摂取した。実験食は、たんぱく質源として玉子焼きを用い、摂取たんぱく質量は、0.5、0.7、0.9、1.0、1.2および1.4 g/kg BW/dayとした。実験食のエネルギー摂取量は基礎代謝量 $\times 1.5$ kcal/dayとした。指標アミノ酸として、L-[1- 13 C]-フェニルアラニン（ 13 C-Phe）を用いた。呼気中 13 C標識二酸化炭素（ 13 CO $_2$ ）量を赤外分光分析装置により測定し、Mixed Effect Change Point Regression Model（ME-CPRM）により解析し、たんぱく質代謝要求量を算出した。

3 . 中学校3年間における生徒の身体活動量ならびに体力の経年変化

茨城県水戸市にある中学校に通う中学1年生および2年生のうち、1回目と2回目のすべての測定に協力した56名（男子：30名、女子26名）を解析対象とした。3軸加速度計であるActive Style Pro（HJA-350IT、オムロンヘルスケア、京都）を、休日を含む10日間、腰部に常時装着してもらい、身体活動量を評価した。さらに、最高酸素摂取量（VO $_{2peak}$ ）および右脚の膝関節の伸展筋力（角速度60度/秒）を測定した。

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. 自立した高齢者におけるエネルギー消費量および身体活動レベル

75～85歳男性をはじめ、平均歩数が国民健康・栄養調査の平均値に近づいた。しかし、75歳以上の女性においては、初年度よりは近いものの、まだ高めの値であった。

また、初年度の対象者におけるPALの値は、いずれの性・年齢階級においても、「日本人の食事摂取基準（2010年版）」に示された、70歳以上の「ふつう」の値より高めの値となっていた。

2. 指標アミノ酸酸化法(IAAO法)に基づくたんぱく質の推定平均必要量の検討

13:00の¹³C-Phe摂取後、いずれのたんぱく質摂取量においても急速に呼気¹³CO₂量が上昇した。18:30に採取した各たんぱく質摂取量での呼気¹³CO₂量をME-CPRMにより解析した結果、変曲点は1.20 g/kg BW/dayと算出された。

3. 中学校3年間における生徒の身体活動量ならびに体力の経年変化

1年生から2年生にかけては身体活動量、

特に高強度に従事した時間が微増（3分）し、2年生から3年生にかけては、歩数が約4000歩および中高強度活動に従事した時間が約40分も減少していた。男女別に見ると、男子ではPAL、中強度の身体活動が、1回目に比べて2回目が有意に減少し、女子ではPAL、歩数、中強度の身体活動時間が有意に減少した。

D. 考察

1. 自立した高齢者におけるエネルギー消費量および身体活動レベル

次年度は、75歳以上の女性について、さらに活動量が少ない女性に限定する必要があると考えられた。

2. 指標アミノ酸酸化法(IAAO法)に基づくたんぱく質の推定平均必要量の検討

本研究で算出された1.20 g/kg BW/dayという値は、現行のたんぱく質必要量である0.85 g/kg BW/dayと比較した場合、高値となった。現行のたんぱく質必要量は、窒素出納法で算出されており、低たんぱく質摂取に適応させたたんぱく質代謝状態での窒素平衡維持に必要なたんぱく質量である。よって、このたんぱく質必要量を下回るたんぱく質量を継続的に摂取すると、たんぱく質欠乏症が発症すると考えられる。そのため、現行のたんぱく質必要量は、加齢による除脂肪量の低下を防止できる値であるか不明である。サルコペニア等が問題となる高齢者では、骨格筋の変化によるたんぱく質代謝への影響も考慮する必要がある。また、身体活動量が低下すると骨格筋のたんぱく質代謝が低下し、たんぱく質代謝要求

量は大きくなる。エネルギー摂取量が低い場合にもたんぱく質代謝要求量は大きくなるため、高齢者ではたんぱく質摂取量が不足しないよう考慮が必要である。なお、昨年度の検討では、75～79歳で1.28 g/kg BW/dayと算出されており、70歳代の二つの区分でたんぱく質代謝要求量に顕著な違いは認められなかった。

3. 中学校3年間における生徒の身体活動量ならびに体力の経年変化

特に、2年生から3年生にかけて身体活動量が減少することは、部活動からの引退や受験に向けた学習時間の増加によりある程度予想される結果ではあるが、歩数が約4000歩および中高強度活動に従事した時間が約40分も減少したことは注意すべき点である。特に、本研究では対象者が部活動を引退した後に測定を実施していることから、中学校期の生徒の身体活動量の多寡は部活動に強く依存していることがうかがい知れる。

E. 結論

1. 自立した高齢者におけるエネルギー消費量および身体活動レベル

高齢者男女を対象に、二重標識水法に基づくPALの値は、現時点でかなり高めであった。しかし、日本人としての代表性を確保するためには、75歳以上の女性について、さらに活動的でない対象者を中心に募集した上で測定・分析を進める必要がある。

2. 指標アミノ酸酸化法(IAAO法)に基づくたんぱく質の推定平均必要量の検討

鶏卵たんぱく質をたんぱく質源とした際の健康な日本人高齢者(70～74歳)のたんぱく質代謝要求量のEARは1.20 g/kg BW/dayと算出され、現在のたんぱく質必要量(0.85 g/kg BW/day)よりかなり大きな値が得られた。また、高齢者では若年成人と比較して、より多くのたんぱく質を摂取する必要があると考えられた。

3. 中学校3年間における生徒の身体活動量ならびに体力の経年変化

1年生から2年生にかけては身体活動量、特に高強度に従事した時間が微増していたのに対し、2年生から3年生にかけては、中高強度活動に従事した時間が約40分も減少していたことから、中学校期の生徒の身体活動量の多寡は部活動に強く依存していることがうかがわれる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Park J, Ishikawa Takata K, Tanaka S, Hikihara Y, Ohkawara K, Watanabe S, Miyashi M, Morita A, Aiba N, Tabata I. The relationship of body composition to daily physical activity in free-living Japanese adult men. *Br J Nutr*, 111(1), 182-188, 2014
Tanaka C, Fujiwara Y, Sakurai R, Fukaya T, Yasunaga M, Tanaka S. Locomotive and non-locomotive activities

evaluated with a triaxial accelerometer in adults and elderly individuals. *Aging Clin Exp Res*, 25(6), 637-643, 2013

Kaneko K, Ito C, Koizumi K, Watanabe S, Umeda Y, Ishikawa-Takata K. Resting energy expenditure (REE) in six- to seventeen-year-old Japanese children and adolescents. *J Nutr Sci Vitaminiol*, 59(4), 299-309, 2013

Ishikawa-Takata K, Keneko K, Koizumi K, Ito C. Comparison of physical activity energy expenditure in Japanese adolescents assessed by EW4800P triaxial accelerometry and the doubly labeled water method. *Br J Nutr*, 110(7), 1347-1355, 2013

Hikihara Y, Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tanaka S. Prediction models discriminating between nonlocomotive and locomotive activities in children using a triaxial accelerometer with a gravity-removal physical activity classification algorithm. *PLoS One*, (accepted)

2. 学会発表

Tanaka S, Nakae S, Ando T. Accuracy of activity monitors for assessing low intensity physical activity: a systematic review. 2013 International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement (ICAMPAM 2013): 2013

田中茂穂. 食事摂取基準における 推定エネルギー必要量の改定 に資する研究. 第

68 回日本体力医学会大会 ランチョンセミナー, 2013

田中茂穂. 食事誘発性体熱産生 (DIT). 第 11 回大連合大会: 第 35 回日本臨床栄養学会総会・第 34 回日本臨床栄養協会総会ワークショップ 1: 食べ方と血糖管理, 2013

増田耕大, 三宅理江子, 薄井澄誉子, 小金井恵, 中村健太郎, 在田創一, 上野興治, 時田佳代子, 時田純, 芦田欣也, 山地健人, 高橋毅, 田中茂穂, 楠木伊津美, 饗場直美. 介護施設高齢者の基礎代謝量および筋肉量との関係. 第 17 回日本病態栄養学会年次学術集会, 2014

小金井恵, 中村健太郎, 増田耕大, 在田創一, 上野興治, 時田佳代子, 時田純, 芦田欣也, 山地健人, 高橋毅, 三宅理江子, 薄井澄誉子, 田中茂穂, 楠木伊津美, 饗場直美. 福祉施設高齢者における血液検査値と筋肉量との関係. 第 17 回日本病態栄養学会年次学術集会, 2014

後藤千景, 小川亜紀, 小林ゆき子, 桑波田雅士, 吉田英世, 木戸康博. 指標アミノ酸酸化法による日本人高齢者のたんぱく質代謝要求量の算出. 第 60 回日本栄養改善学会学術総会, 2013

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