

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

（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策実用化研究事業）

平成 26 年度総括研究報告書

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。最終年度である 26 年度は、以下のような結果が得られた。

1) 脳卒中、心筋梗塞、がんなどの既往がなく、日常生活をほとんど支障なく営んでいる在宅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 のデータの収集を完了した。データを採用した対象者 67 名における体格および歩数の平均値は国民健康・栄養調査と同程度であり、本研究対象者は標準的な日本人集団に近いと考えられる。しかしながら、いずれの性・年齢区分においても、食事摂取基準の「ふつう」に比べて PAL は高値を示した。一方で、3 次元加速度計を用いて身体活動を評価したところ、活動強度は高いものの歩数としてはカウントされない身体活動が多くみられた。2) その一部の対象者において、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。本年度は 80 歳以上を対象として測定を実施し、最終的に、対象者は、70～74 歳、75～79 歳、80 歳以上のそれぞれ 10 名ずつ（計 30 名）となった。その結果、鶏卵をたんぱく質源とした際の健康な日本人高齢者のたんぱく質代謝要求量（推定平均必要量：EAR）は 70～74、75～79、80 歳以上でそれぞれ、1.20 g/kg BW/day、1.12 g/kg BW/day、1.20 g/kg BW/day であった。70 歳以上の 3 つの年齢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) 首都圏内と首都圏外の国立大学附属中学校に通う男女 117 名（男子 60 名、女子 57 名）において、二重標識水法による総エネルギー消費量および基礎代謝量測定を実施した。対象者の平均 PAL は、 1.83 ± 0.25 であった。また、PAL を従属変数、質問紙による生活習慣諸因子を独立変数に投入した重回帰分析により、PAL の多寡に寄与する要因として、休み時間の過ごし方、学校部活動のない日の放課後の過ごし方、ならびに往復通学合計時間が選択された。

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科 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（2015年版）」において、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、最終年度にあたる26年度は、高齢者や小児を中心に、日常生活における総エネルギー消費量やPALの推定法の改善を通して、食事摂取基準のエネルギー必要量の推定に資する測定を完遂し、最終的な分析結果を得ることとした。

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

在宅高齢者男女を対象とした。2014年4月に、希望者に対する説明会を行い、参加に同意した希望者33名全員に対し、歩数調査を行った。それらの対象者から、昨年度までの対象者とあわせて、歩数の平均値が国民健康・栄養調査に近くなるように選ばれた17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

上記の対象者のうち、80歳以上の日本人高齢者を被験者とした。その結果、3年間で、70～74歳、75～79歳、80歳以上の各10名（計30名）の結果を得た。摂取たんぱく質量が、0.5、0.7、0.9、1.0、1.2、1.4 g/kg BW/dayとなるよう調整した6段階の実験食を用いた。実験食のエネルギー摂取量は、 $\text{体重} \times \text{基礎代謝基準値} \times 1.5 \text{ kcal/day}$ とした。被験者には、実験前夜21時より絶食を依頼し、実験日の9:00から18:00まで1時間ごとに、実験食を1日摂取量の1/12量ずつ提供した。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。13:00に ^{13}C -Phe、 ^{13}C 標識炭酸水素ナトリウム（ $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ ）を経口摂取させた。14:00から18:00まで1時間ごとに ^{13}C -Pheを経口摂取させた。 ^{13}C -Phe経口摂取開始より19:00まで、経時的に呼気を採取した。呼気中 ^{13}C 標識二酸化炭素（ $^{13}\text{CO}_2$ ）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

対象者は、首都圏内(I 群)と首都圏外(O 群)の国立大学附属中学校に通う男女 117 名(男子 60 名、女子 57 名)とした。対象者には、二重標識水法および基礎代謝量の測定を実施した。また、対象者には、生活習慣状況に関する質問紙への回答を依頼した。

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

全ての測定を完了した対象者は延べ 67 名となり、いずれの性・年齢区分においても国民健康・栄養調査と比べて体格・歩数は同じ程度であった。また、いずれの性・年齢区分においても、食事摂取基準で定められている身体活動レベル「ふつう」に比べ高めの数値であった。歩数としては反映されない身体活動を強度別に評価することが可能な 3 次元加速度計によると、歩行を

伴わないものの強度の高い身体活動が 1 日 30 分~60 分程度みられた。身体活動レベルを算出するための分母である基礎代謝量と推定された基礎代謝量との誤差の平均は約 1.7%であり、比較的よく一致していた。

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

18:30 に採取した各たんぱく質摂取量での呼気中 $^{13}\text{CO}_2$ 量を解析した結果、呼気中 $^{13}\text{CO}_2$ 量は、たんぱく質摂取量が増すにつれ減少し、ある摂取量で一定となった。この屈曲点に相当するたんぱく質摂取量をたんぱく質代謝要求量とした。鶏卵をたんぱく質源とした際の健康な日本人高齢者のたんぱく質代謝要求量(推定平均必要量:EAR)は 70~74、75~79、80 歳以上でそれぞれ、1.20 g/kg BW/day、1.12 g/kg BW/day、1.20 g/kg BW/day であった。70 歳以上の 3 つの年齢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

対象者の平均 PAL は、 1.83 ± 0.25 であった。男女別では、男子で 1.86 ± 0.28 、女子で 1.79 ± 0.21 であり、男女間に有意差は認められなかった。また、学校(I 群 vs. O 群)と性別による交互作用は認められなかった。また、PAL を従属変数、質問紙による生活習慣諸因子を独立変数に投入した重回帰分析により、PAL の多寡に寄与する要因として、休み時間の過ごし方、学校部活動のない日の放課後の過ごし方(放課後に体を動かす時間 30 分未満)ならびに往復通学合

計時間が選択された。

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

歩行を伴わない低強度活動が1日3時間から4時間程度、中高強度活動は1日30～60分程度検出されていることから、歩数のみでは高齢者の身体活動の評価には不十分かもしれない。

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IAAO法により算出されたたんぱく質代謝要求量の値は、現行の高齢者のたんぱく質必要量である0.85 g/kg BW/dayと比較して高値である。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應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。一方、習慣的に十分量のたんぱく質を摂取している状態でIAAO法によって算出される値は、習慣的なたんぱく質摂取量でのたんぱく質代謝に必要なたんぱく質代謝要求量と考えられる。よって、このたんぱく質摂取量を下回るたんぱく質量を継続的に摂取してもたんぱく質欠乏症

は発症しないと考えられる。

3. 中学校3年間ににおける生徒の身体活動量ならびに体力の経年変化

質問紙に基づいた対象者の生活習慣状況により対象者が必ずしも活動的な運動・スポーツ集団ではないことを踏まえると、食事摂取基準2010年度版に示されている1.65（レベル：普通）を見直す必要があると考えられた。また、PALへ寄与する諸因子の中に、課外活動が含まれていなかったことから、学校部活動のない日や本研究では抽出されなかった休日の過ごし方について詳細に分析できるような質問項目を再検討する必要があると考えられた。

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

体格および歩数に関しては日本人高齢者の平均的な値であったものの、本研究対象者のPALは食事摂取基準に比べて高値であった。本研究では、体格・歩数に焦点を絞って自立した高齢者を対象として調査を進めてきたが、今後は、様々な特性を有する日本人高齢者についても検討する必要がある。本研究結果は、日本人高齢者、特に後期高齢者が含まれている点、および対象特性がかなり明確である点で、国際的にも貴重な資料であり、食事摂取基準の策定に資する成果が得られたといえる。

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のたんぱく質代謝要求量は 1.20 g/kg BW/day と算出され、70 歳以上の 3 つの年齢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

本研究結果より食事摂取基準 2010 年度版に示されている 1.65 (レベル : 普通) を見直す必要があること、ならびに学校部活動のない日や本研究では抽出されなかった休日の過ごし方についての質問項目の再検討の必要があることが示唆された。

F . 健康危険情報

なし

G . 研究発表

1 . 論文発表

1. 田中茂穂, 安藤貴史. 活動量計による身体活動のモニタリング. 体育の科学, 64, 534-540, 2014.
2. 田中茂穂. 子どもの食事とエネルギー. 子どもと発育発達. 12, 91-96, 2014.
3. 田中茂穂. 肥満症の予防・治療 食事療法「エネルギー摂取と体重管理」. 日本臨牀増刊号「最新肥満症学」, 72(増刊号 4): 423-427, 日本臨牀社(東京), 2014.
4. 笹井浩行, 引原有輝, 岡崎勘造, 中田由夫, 大河原一憲. 加速度計による活動量評価と身体活動増進介入への活用(総説)、運動疫学

研究(印刷中), 2015.

5. 田中千晶, 引原有輝, 安藤貴史, 大河原一憲, 薄井澄誉子, 佐々木玲子, 田中茂穂. 関東圏在住幼児の体力・運動能力と就学前の保育・教育施設内および施設外における運動・スポーツの実施状況や日常の身体活動量に関する横断的研究. 体力科学, 63, 323-331, 2014.

6. Hikihara Y, Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara, 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, 9, e94940, 2014.

2 . 学会発表

1. 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(神戸), 2013 年 9 月.
2. 清水香名子, 近藤祐美加, 大嶋美咲, 小川亜紀, 速水耕介, 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を用いた日本人高齢者のたんぱく質代謝要求量の算出. 第 13 回日本栄養改善学会近畿支部学術総会(京都), 2014 年 12 月.
3. 大嶋美咲, 清水香名子, 近藤祐美加, 小川亜紀, 速水耕介, 小林ゆき子, 桑波田雅士, 木戸康博. 指標アミノ酸酸化法を用いた日本人成人女性のたんぱく質必要量の個人内変動・個人間変動の検討. 第 13 回日本栄養改善学会近畿支部学術総会(京都), 2014 年 12 月.
4. 引原有輝. 乳児期から児童期,そして思春

期へ、経年的にみる子どもの身体能力、身体組成、身体活動およびそれらの相互関連、第71回大会日本生理人類学会(シンポジウム)、神戸大学, 2014年11月.

2. 引原有輝: 様々な側面からみた子どもの身体活動の意義: 遊び、運動・スポーツ、中高強度活動、座位行動、「子どもにおける運動・スポーツの意義」、第13回日本発育発達学会(シンポジウム)、日本大学, 2015年3月.

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