

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））

生活習慣病予防や身体機能維持のためのエネルギー・たんぱく質必要量の  
推定法に関する基盤的研究

研究代表者 国立健康・栄養研究所 田中茂穂 基礎栄養研究部 部長

分担研究者の報告書

### 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

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  
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室長  
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  
研究協力者 山田陽介 （独）国立健康・栄養研究所 基礎栄養研究部 研究員  
中江悟司 （独）国立健康・栄養研究所 基礎栄養研究部 特別研究員

「日本人の食事摂取基準（2015年版）」のエネルギー必要量において、70歳以上の身体活動レベル（physical activity level: PAL）は、平均年齢が70歳前半までの比較的元気な高齢者を対象とした論文に基づいており、70歳代後半～80歳代におけるPALの知見は乏しい。そこで、70歳代後半～80歳代を含むよう、65歳以上の日本人男女を対象に、DLW法に基づく総エネルギー消費量（total energy expenditure: TEE）および基礎代謝量（basal metabolic rate: BMR）と、それらから得られるPALのデータを収集し、日本人のEERの策定に資する資料を提供することを本研究の目的とする。初年度から3年間をかけて、自立した高齢者における測定を継続した。

全ての測定を完了した対象者のうち67名のデータを採用すると、いずれの性・年齢区分においても、体格および歩数は国民健康・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。平均的な歩数および体格である日本人高齢者のPALが明らかとなった一方で、日本人高齢者の代表性についてさらに検討を進める必要性が示唆された。

## A. 研究目的

「日本人の食事摂取基準(2015年版)」のエネルギー必要量において、70歳以上の身体活動レベル(physical activity level: PAL)は、「ふつう」が1.70であり、70歳未満の値(「ふつう」が1.75)とほとんど同じである。しかし、これらの値は、平均年齢が70歳前半までの比較的元気な高齢者を対象とした、二重標識水(doubly labeled water: DLW)を用いた論文に基づいており、70歳代後半以上におけるPALの知見は乏しいのが現状である。最近、Speakman & Westerterp(2010)は、DLW法のデータを用いて、52歳以降、PALが低下していくという結果を提示している。また、90歳以上の高齢者のPALは低いという結果も得られている(Rothenberg, 2000)。

そのため、70歳代後半~80歳代を含むよう、65歳以上の日本人を対象に、DLW法に基づく総エネルギー消費量(total energy expenditure: TEE)および基礎代謝量(basal metabolic rate: BMR)と、それらから得られるPALのデータを収集し、日本人のエネルギー必要量の策定に資する資料を提供することを、本研究の目的とする。25年度までに48名の測定を実施したが、75歳以上の特に女性において、活動的な対象者が多かった。そこで、初年度から3年間をかけて、歩数調査を行い対象者を厳選した上でデータを収集することとした。また、たんぱく質の推定平均必要量に及ぼす影響についても検討できるように、一部の対象者については、指標アミノ酸酸化(indicator amino acid oxidation: IAAO)法による測定もあわせて行った。

## B. 研究方法

### 1. 対象者

板橋区お達者健診コホートの介入研究対象者から、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。初めに、希望者に対する説明会を行い、たんぱく質必要量に関する対象者を含むように、本研究の対象者を決定した。日本人の代表値を得るため、国民健康・栄養調査と同程度の歩数となるよう、対象者を選択した。

高齢者を対象とした過去の文献をレビューした上で(表1)、以下の疾病等を有する者は除外した。

- ・動脈硬化性疾患(心筋梗塞、脳卒中、狭心症、鬱血性心不全)
- ・慢性閉塞性肺疾患
- ・悪性疾患(最近5年間の発症)、がん
- ・認知症
- ・重度な疾患
- ・運動禁忌
- ・日常生活に支障がある
- ・糖尿病
- ・うつ、軽症うつ

### 2. 方法

初年度は、DLW法等の調査と同時に、歩数調査を実施したが、2年度目と3年度目は、説明会に参加し参加に同意した希望者全員に対し、歩数調査を行った。それらの対象者から、歩数の平均値が国民健康・栄養調査に近くなるよう、本測定の対象者を選別することとした。歩数は、国民健康・栄養調査で用いられている歩数計YAMASA AS-200を用い、平日2日の結果を、対象者本人に記入してもらった。対

対象者の選出後、日常生活での総エネルギー消費量・活動量の調査を実施した。調査期間は、約 2 週間とした。

主な項目は以下のとおりである。

- ・二重標識水の摂取、および調査期間中に計 8 回の採尿
- ・ダグラスバッグ法による基礎代謝量測定
- ・3 次元加速度計（オムロンヘルスケア Active style Pro HJA-350IT）の装着
- ・身長、体重
- ・質問紙法による身体活動調査、食事調査、既往歴等の調査

これらの測定に基づき、期間中の TEE の平均値および PAL などを求めることとした。

また、DLW 法および実測した基礎代謝量の値に基づき、身体活動レベルを求めた。

### 3 . 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、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実施した。測定にあたっては、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

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は同じ程度であった（表 2）。また、いずれの性・年齢区分においても、国民健康・栄養調査の歩数との差が 300 歩未満であった（表 3）。

安定同位体の解析を終えた 57 名の総エ

ネルギー消費量、実測した基礎代謝量、推定した基礎代謝量、身体活動レベルを表 4 に示す。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。表 5 は 3 次元加速度計で評価した身体活動強度別活動種別活動時間であるが、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。

### D . 考察

本研究は、日本人における TEE や PAL の代表値を得ることを目的としている。そのため、少人数における標本抽出の妥当性を評価するための指標として、身長・体重の体格に加え、歩数を用いている。2 年度目と 3 年度目は歩数調査を先に行い、国民健康・栄養調査の平均・標準偏差（SD）に近づけるようにした。その結果、男女ともに国民健康・栄養調査との平均値とかなり一致してきた（表 3）。また、体格についても国民健康・栄養調査と一致しており、有職率や運動習慣についても全国平均に近いため、本研究の対象者は平均的な日本人高齢者と考えられる。

しかしながら、本研究対象者における身体活動レベルは、食事摂取基準における「ふつう」の値より高かった（表 4）。食事摂取基準における身体活動レベルの策定根拠となった研究対象者の多くは前期高齢者であり、比較的元気で活動的な者が多かったため、それを上回った本研究結果は予想外の結果ともいえる。一方で、これまで日本人高齢者を対象とした報告はわずかに一報にすぎず、特に高齢者においては、疾病構造や平均寿命の異なる諸外国のデータをそのま

ま日本人に当てはめることにそもそも無理があったのかもしれない。

PAL 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。すなわち、PAL が高値を示したのは総エネルギー消費量が高かったためであり、そこから基礎代謝量を除いた身体活動によるエネルギー消費量が多かったためと考えられる。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（表 5）、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。

## **E．結論**

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十分資する成果が得られたといえる。

## **F．健康危険情報**

なし

## **G．研究発表**

### **1．論文発表**

なし

### **2．学会発表**

なし

## **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

表1 .高齢者を対象とした DLW 法を用いた研究における除外基準に関するレビュー結果

除外基準・選定基準(右の数字は文献)

代謝性疾患
内分泌障害
動脈硬化性疾患(心筋梗塞、脳卒中、狭心症、鬱血性心不全)
慢性閉塞性肺疾患
糖尿病
悪性疾患(最近5年間の発症)
認知症
がん
重度な疾患
アルコール依存症
心電図異常
服薬なし
運動禁忌
酸素吸入
インスリン注射
輸血・静脈内輸液
高強度な身体活動(例:ランニング、エアロビクス)を2.5h/day行っている
0.4km歩くことができる
休憩なしで階段を10段のぼることができる
DLW期間中に宿泊する旅行がないこと
投薬治療、食事習慣・運動習慣に影響する他の研究に参加していないこと
非喫煙者であること
日常生活に支障がないこと

:除外基準・選定基準として明記されている

:対象者には含まれていなかったという記述がある(除外した結果かどうかはわからない)

<文献リスト>

Baarends EM et al., Am J Respir Crit Care Med, 1997

Sawaya AL et al., Am J Clin Nutr, 1995

Rothenberg E et al., Eur J Clin Nutr, 1998

Reilly JJ et al., Br J Nutr, 1993

Bonnefoy M et al., J Am Geriatr Soc, 2001

Blanc S et al., Am J Clin Nutr, 2004

Manini TM et al., JAMA, 2006

Rothenberg E et al., Acta Diabetol, 2003

Yamada Y et al., Eur J Appl Physiol, 2009

Fuller NJ et al., Br J Nutr, 1996

表 2. 対象者の身体特性

	n	身長		体重		BMI	
		本研究	全国平均	本研究	全国平均	本研究	全国平均
男性 65~74歳	13	163.8 ± 3.6	163.5 ± 6.0	65.6 ± 9.8	62.9 ± 9.1	24.5 ± 4.1	23.5 ± 3.0
75~85歳	9	159.4 ± 5.2	159.7 ± 6.1	58.4 ± 7.1	58.2 ± 8.9	23.0 ± 2.3	23.0 ± 3.2
女性 65~74歳	28	151.4 ± 5.3	150.5 ± 5.4	53.7 ± 7.9	52.4 ± 8.3	23.5 ± 3.8	23.2 ± 3.4
75~85歳	17	145.5 ± 7.7	146.3 ± 6.3	52.0 ± 12.8	49.3 ± 8.7	24.4 ± 5.5	23.2 ± 3.6

平均値 ± 標準偏差

※平成22年度国民健康・栄養調査

ただし、身長・体重の75~85歳階級には85歳以上も含まれる(BMIは75~84歳)

表 3. 対象者の歩数

性別	本研究			H22年国民健康・栄養調査		
	平均	SD	n	平均	SD	n
男性 65~74歳	7076	3976	13	6703	4482	608
75~85歳	4168	1972	9	3935	4115	386
女性 65~74歳	5752	3035	28	5705	3510	714
75~85歳	3192	1615	17	3025	2547	513

表 4. 対象者のエネルギー消費量および身体活動レベル

性別	年齢	n	TEE (kcal/day)	実測BMR (kcal/day)	推定BMR (kcal/day)	PAL	食事摂取基準2010年版		
							低い	ふつう	高い
男性	65-74歳	13	2282 ± 249	1247 ± 171	1333 ± 108	1.84 ± 0.17	1.50	1.75	2.00
	75-84歳	9	2117 ± 370	1193 ± 139	1201 ± 109	1.78 ± 0.25	1.45	1.70	1.95
女性	65-74歳	23	1946 ± 315	1031 ± 101	1000 ± 98	1.89 ± 0.25	1.50	1.75	2.00
	75-84歳	12	1773 ± 290	999 ± 126	913 ± 177	1.75 ± 0.16	1.45	1.70	1.95

※国立健康・栄養研究所の式

TEE:総エネルギー消費量

BMR:基礎代謝量

PAL:身体活動レベル

表 5. 3次元加速度計による活動強度別活動種類別活動時間

性別	年齢	n	装着時間(分)	Sedentary(分)	LPA(分)		MVPA(分)	
					生活活動	歩行	生活活動	歩行
男性	65-74歳	13	827 ± 142	501 ± 128	200 ± 53	43 ± 22	43 ± 19	40 ± 24
	75-84歳	9	813 ± 127	503 ± 84	213 ± 97	47 ± 14	35 ± 30	16 ± 8
女性	65-74歳	28	906 ± 140	481 ± 117	285 ± 62	49 ± 18	58 ± 25	32 ± 17
	75-84歳	17	886 ± 189	544 ± 171	250 ± 59	46 ± 18	30 ± 14	16 ± 15

Sedentary:不活動時間(1.5METs)

LPA:低強度活動時間(1.6-2.9METs)

MVPA:中高強度活動時間(≥3.0METs)