

2011 年度研究助成 研究成果報告書（HP掲載用）

研究課題名：介護施設の超高齢者に対する適切な食事提供に関する研究

所属大学・機関名 神奈川県立神奈川工科大学 氏名 楠木 伊津美

【研究要旨】（研究要旨を 200～300 文字程度でご記入ください。）

施設での給食は栄養管理を担うが、その根拠となる各栄養素の目安量は、特に超高齢者区分は示されていない。そこで、エネルギー必要量の示唆を得るために、介護施設の高齢者の基礎代謝量を測定した。有効なデータ対象者数は 87 名だった。基礎代謝量の測定はフード法による間接熱量測定法を用いた。基礎代謝基準値（日本人の食事摂取基準）等より得た基礎代謝量の推定値を実測値と比較し、また新たな推定式の作成を試みた。

基礎代謝量の実測値は男性 920 ± 184 kcal/日、女性 779 ± 124 kcal/日だった。女性ではどの推定式の値とも有意差があり、系統的誤差を認めた。体重と介護度が独立変数として採用された ($594 + 8.57 \times \text{体重} - 41.4 \times \text{介護度}$, $r = 0.683$, 推定誤差 101 kcal/日、 $p < 0.001$)。

【研究目的】

平成 22 年には、わが国の高齢者人口は 2910 万人に達し、およそ 10 人に 1 人が 75 歳以上であり、高齢者の健康維持がわが国の大きな課題となっている。加齢に伴い認知障害、摂食障害をはじめとする様々な身体機能が低下し、特に要支援・介護となった際には、施設等での支援が必要となる。

しかし、栄養管理を担う施設の給食で提供される食事は、『日本人の食事摂取基準（2010 年版）』をもとにしているが、70 歳以上に関しては一括りとして提示されており、なおかつ自由に生活できる高齢者と要介護者では、エネルギー消費量が大きく異なることが推測される。また、施設においても個々に見合ったエネルギー等の提供が適切になされることが必要である。

そこで、本研究では高齢社会ご施設に入所している高齢者を対象に、基礎代謝量の測定を行い、エネルギー必要量についての示唆を得ることを目的とした。

【研究方法】

1. 対象者

関東の特別養護老人ホーム等に入所している 60 歳以上の高齢者、男女 143 名を対象とした。そのうち、代謝に影響のある糖尿病、甲状腺機能障害のある 15 名、身長測定の行えなかった 2 名、基礎代謝量の値が一定の基準に満たさなかった 39 名を除外し、研究の対象としたのは 87 名（男性 9 名、女性 78 名）で、年齢 88 ± 7 歳である（表 1）。

2.測定方法

基礎代謝量の測定は、フード法による間接量測定により行った（AR-1、アルコシステム、柏）。対象者には、測定の約12時間前までに通常の夕食を摂ってもらい、測定当日は朝食を食べずに、覚醒・仰臥安静状態において20分間のガスを採集した。基礎代謝量の推定には、基礎代謝基準値（日本人の食事摂取基準[2010年版]）、国立健康・栄養研究所（以下、健栄研）の式（Ganpule et al., 2007）、Harris-Benedict式（以下、H-B式）（Harris and Benedict, 1919）を用いた。これら3つの推定式から得られた推定値と実測値を比較した。身長計測は、側臥位においてメジャーを用いて測定した。体重計測は、車いす用の体重計を用いて測定を行った（DP-7100PW、大和製衡株式会社、兵庫）。

本研究は、神奈川工科大学「ヒトを対象とした研究にかかわる倫理審査委員会」の承認を得て、ヘルシンキ宣言の精神に則り実施した。

3.統計処理

データは、原則として平均値±標準偏差で表した。本研究で得られた各指標の統計処理は、Microsoft Excel 2007 (Microsoft Co.USA)、SPSS package (18.0 for Windows)を用いて行った。統計学的有意水準はすべて5%未満とした。体格、介護度、基礎代謝量の実測値 (kcal/日とkcal/体重/日) は対応のないt検定、実測値と推定値の比較は一元配置分散分析を、その後の多重比較にはDunnett法を用いた。基礎代謝量 (kcal/日) と体重、基礎代謝量 (kcal/日) の実測値と推定式から算出された推定値の相関関係の検討を行った。基礎代謝量 (kcal/日) を従属変数、年齢、性別、体重を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。今回の分析では男女を合わせて検討した。さらに、独立変数に介護度を連続変数として加えたステップワイズ法による重回帰分析も行った。

【研究結果】

本研究の対象者は、男女間で身長、体重には有意な差がみられたが、年齢とbody mass indexには有意な差が見られなかった（表1）。介護度別の内訳は、要介護1が4名、要介護2が3名、要介護3が24名、要介護4が29名、要介護5が27名だった。

基礎代謝量の実測値は、全員で794±137 kcal/日、男性で920±184 kcal/日、女性で779±124 kcal/日だった（表1）。男女で対応のないt検定を行ったところ、男性の方が有意に基礎代謝量が高かった。

実測値と推定値の比較をしたところ、男性ではすべての推定式において有意な差が認められなかったが、女性ではすべての推定式において有意な差が認められ、基礎代謝基準値とH-B式は過大評価、健栄研の式は過小評価していた（表2）。

体重との関係を検討したところ、男女とも基礎代謝量 (kcal/日) との間にも有意な正の相関関係がみられた（図1）。また、実測値とそれぞれの推定値の間にも、男女と

も有意な正の相関関係がみられた (図 2)。女性の場合、いずれの推定式を用いても、体重と推定値－実測値との間に有意な相関がみられた。

今回の対象者の基礎代謝量から推定式を作成するために、基礎代謝量 (kcal/日) を従属変数、年齢、性、体重 を独立変数としたステップワイズ法を用いた重回帰分析を行ったところ、体重のみ変数として採用された ($386+9.76 \times \text{体重}$, $r=0.608$ 、推定誤差 109 kcal/日、 $p < 0.001$)。さらに、独立変数に介護度を加えてステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ、体重と介護度が変数として採用された ($594+8.57 \times \text{体重}-41.4 \times \text{介護度}$, $r=0.683$ 、推定誤差 101 kcal/日、 $p < 0.001$)。この時の寄与率は、体重が 36%、介護度が 9%だった。

【考察】

今回の研究では、高齢者介護施設に入所している高齢者の適切な食事提供を考えるために必要エネルギー量の示唆を得ることを目的として、基礎代謝量の測定を行った。

1日の推定エネルギー必要量を求めるには、基礎代謝量に身体活動レベル (physical activity level : PAL) を掛け合わせる場合 (日本人の食事摂取基準[2010年版]) や、基礎代謝量に活動係数とストレス係数を掛け合わせて算出する場合 (Reeves and Capra, 2003) がある。

1日当たりのエネルギー消費量を知るために、二重標識水法を用いた測定が国内外で行われている。しかし、費用や技術的な問題などにより、日常的に測定を行える状況ではない。そこで、エネルギー消費量は、推定式を利用して基礎代謝量を推定し、それに身体活動量を考慮して求めることが多い。国際的な栄養療法のガイドラインである American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) ガイドライン

(American Society For Parenteral & Enteral Nutrition, 1998) では、基礎代謝量の評価は、H-B 式による推定、または間接熱量測定が有用であるとしている。

しかし、H-B 式など推定式の多くは一般健常者を対象にして得られたものであることから、高齢者介護施設に入所している対象者において、基礎代謝量でどの程度の誤差が生じているのか明らかになっていない。

横関ら (1993) は、寝たきり高齢者と一般高齢者の基礎代謝量を比較し、一般高齢者よりも寝たきりの高齢者は、基礎代謝量が有意に低く一般高齢者よりも 20~30% 低下していたと報告している。また、Miyake et al. (2011a) は、70歳以上の健康な高齢者の基礎代謝量は、男性で 1220 ± 170 kcal/日、女性で 968 ± 107 kcal/日と報告しており、今回の対象者よりも基礎代謝量が約 200 kcal/日高かった。このように、施設に入居している高齢者は、健康な高齢者と比べて基礎代謝量が低い傾向がみられる。

基礎代謝量と体重や除脂肪量との間に強い相関関係があることは、すでに知られている (薄井ら、2005)。今回対象とした高齢者介護施設の入所者においても、健康な対象者と同様に体重と正の相関関係がみられ、特に男性においては相関係数が高かった。

男性と女性では近似直線の傾きが異なるようであり、体重の影響が男女で異なることが考えられるため、男女差を考慮する方が良いと考えられた。

今回検討の対象とした推定式は、基礎代謝基準値、健栄研の式、H-B式の3つだった。基礎代謝基準値は、自立した生活を送れる人を対象にしている。しかし、現状では、高齢者介護施設においても基礎代謝基準値から基礎代謝量を算出していることが多い。健栄研の式は、健康な対象者や肥満者においても実測値と推定値の推定誤差が少ないと報告されている (Miyake et al., 2011a, 2011b)。健康な高齢者においても誤差は少ないと報告されているが、高齢者介護施設の高齢者にも対応できるかは検討されていなかった。H-B式は、病院等の臨床現場で広く使用されているが、健康な日本人においても誤差が大きいと報告されており (Miyake et al., 2011a)、高齢者介護施設に入所している高齢者にも対応できるのか検討されていない。

今回の分析においては、男性の対象者が少なかった (87名中9名) ので、男性の結果はあくまで予備的なものである。男性において、どの推定式を使用しても実測値と推定値に有意な差はみられなかったが、推定誤差をみると、基礎代謝基準値と健栄研の式はいずれも 100 kcal/日以上過大評価していたのに対し、H-B式の推定誤差は小さかった。推定誤差の標準偏差は3つの推定式で大きな差がみられなかったため、この3つの中ではH-B式は有用な推定式だと考えられる。ただし、今後、対象者数を増やし、さらなる検討が必要である。

女性においては、どの推定式を使用しても、実測値と推定値に有意な差が見られた。基礎代謝基準値と健栄研の式による推定誤差は、H-B式より小さかった。また、基礎代謝基準値は一般健常者と同様に、体重と推定誤差との間に比較的強い相関がみられた。それらの点からは、有意差はみられたものの、高齢者介護施設における女性の高齢者には、健栄研の式が最も有用な推定式ではないかと考えられた。

しかし、健栄研の式やH-B式は、変数に身長を使用しているため、必ずしも高齢者介護施設で利用する推定式として使いやすいとは言えない。そこで、今回の対象者のデータから、高齢者介護施設で使いやすい基礎代謝量の推定式の作成を試みた。容易に入手しやすい変数である性、年齢、体重を独立変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ、体重のみが有用であった。今回は男性の被験者数が少なかったため、性は変数として採用されなかった。しかし、5%は越えたもののp値は小さく、相関図から推測して、男性の対象者数が増えれば性別も独立変数に加わる可能性が十分にある。先ほどの3つの変数にさらに身体活動レベルにも関係する介護度を加え、ステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ、体重に加え介護度も変数として採用された。このことから、基礎代謝量を推定する際に介護度も考慮する必要があるということが示唆された。ただし、介護度を加えた場合と加えない場合における推定の標準誤差には、それほど大きな差はなかった (101 kcal/日と109 kcal/日)。また、寄与率は50%

以下であったので、高齢者介護施設の対象者において、介護度などを考慮する統計的な方法やこれ以外の変数について検討が必要であることが示唆された。

推定エネルギー必要量を求めるためには、今後、こうした基礎代謝量の推定精度の向上に加え、身体活動レベルについても更に検討を加える必要がある。

一方、以上の結果を参考に、実際に提供する際の提供エネルギー目安量を比較した。『日本人の食事摂取基準 [2010年版]』に示されている超高齢者を含む年代区分の推定エネルギー必要量は、身体活動レベルの低いIでも、男性 1,850kcal、女性 1,450kcal であり、今回の測定結果を基に求められる推定エネルギー必要量は、男性 1338 ± 266 kcal、女性 1130 ± 180 kcal となることから、男性では約 1.4 倍、女性では約 1.3 倍のエネルギー量を提供していると推測される。高齢者における摂食機能の特徴に、有効な歯の数の減少や唾液分泌量の低下などが挙げられ、これらは食物を破碎する仕事量（咀嚼回数や時間など）の増加につながると考えられる。このような状況からは、各栄養素の推定必要量以上の食事が提供されることで、さらに摂食のための仕事量の増加を強いていることが推測され、食事することで栄養素の補給をするというよりは、却って疲労させてしまうことになりかねないことが示唆された。

【結論】

後期高齢者を含む超高齢者の基礎代謝量の測定を行ったところ、男性 920 ± 184 kcal/日、女性 779 ± 124 kcal/日だった。十分な対象者数が得られた女性においては、基礎代謝基準値、健栄研の式、H-B 式による推定値は、いずれも実測値と有意な差がみられた。

推定式を作成するためにステップワイズ法を用いた重回帰分析を行ったところ、体重と介護度が変数として採用された ($594 + 8.57 \times \text{体重} - 41.4 \times \text{介護度}$ 、 $r = 0.683$ 、推定誤差 101 kcal/日、 $p < 0.001$)。介護度は基礎代謝量を推定する変数となりえることが明らかとなった。

また以上より、現在、高齢者介護施設にて提供されている栄養素量は、実際の推定必要量よりも過剰に提供されている可能性が明らかとなりつつある。

今後、介護度による基礎代謝量の推定、それに基づく推定エネルギー必要量等については、さらなる検討が必要であり、施設等における適切な食事の提供については、細やかな対応が必要であることが示唆された。

【参考文献】

- Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L; Evidence Analysis Working Group. 2006.
- Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* **106**: 881-903.
- 第一出版編集部編. 2009. 厚生労働省策定 日本人の食事摂取基準(2010年版), 第一出版, 東京.

- ・ Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, Tabata I. 2007. Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr* **61**: 1256-1261.
- ・ Harris JA, Benedict FG. 1919. A biometric study of basal metabolism in man. Carnegie Institute of Washington, Washington D.C.
- ・ Reeves MM, Capra S. 2003. Predicting energy requirements in the clinical setting : are current methods evidence based?, *Nutr Rev*, **61** : 143-151.
- ・ Melzer K, Karsegard VL, Genton L, Kossovsky MP, Kayser B, Pichard C. 2007. Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age, *Clin Nutr* **26** : 498-505.
- ・ American Society For Parenteral & Enteral Nutrition. 1998. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual, Chapter2, the United States of America.
- ・ 横関利子. 1993. 寝たきり老人の基礎代謝量とエネルギー所要量. 1993. *日本栄養・食糧学会誌* **46**: 459-466.
- ・ Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Hikihara Y, Taguri E, Kayashita J, Tabata I. 2011a. Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. *J Nutr Sci Vitaminol* **57**: 224-232.
- ・ Miyake R, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Morita A, Watanabe S, Tanaka S. 2011b. Obese Japanese adults with type 2 diabetes have higher basal metabolic rate than non-diabetic adults. *J Nutr Sci Vitaminol* **57**: 348-354.
- ・ 薄井澄誉子, 金子香織, 岡純, 田畑泉, 樋口満. 2005. 中高年男女スポーツ愛好者の身体組成と基礎代謝量. *栄養学雑誌* **63** : 21-25.

ⁱ 国立健康・栄養研究所の式: 男性; $(0.0481 \times W + 0.0234 \times H - 0.0138 \times Y - 0.4235) \times 1000 / 4.186$
 女性; $(0.0481 \times W + 0.0234 \times H - 0.0138 \times Y - 0.9708) \times 1000 / 4.186$

表1 対象者の身体的特徴

	全員 (n = 87)		男性 (n = 9)		女性 (n = 78)		p 値
	平均 ± 標準偏差	平均 ± 標準偏差	範囲	平均 ± 標準偏差	範囲		
年齢 (歳)	88 ± 7	88 ± 10	68 - 96	88 ± 7	69 - 103	0.794	
身長 (cm)	144.8 ± 8.8	157.4 ± 8.2	144.0 - 169.5	143.4 ± 7.7	115.5 - 165.0	< 0.001	
体重 (kg)	42 ± 9	49 ± 11	33 - 68	41 ± 8	26 - 59	0.006	
Body mass index (kg/m ²)	19.9 ± 3.7	19.7 ± 3.3	15.5 - 24.2	20.0 ± 3.8	11.0 - 28.1	0.821	
介護度	4 ± 1	4 ± 1	1 - 5	4 ± 1	1 - 5	0.633	
基礎代謝量(kcal/日)	794 ± 137	920 ± 184	697 - 1263	779 ± 124	545 - 1056	0.003	
基礎代謝量(kcal/体重/日)	19.4 ± 3.3	18.9 ± 1.7	16.4 - 21.7	19.5 ± 3.4	12.8 - 27.1	0.641	

p 値：対応のないt検定 (男性vs女性)

表2 基礎代謝量推定式から算出した推定値

	平均 ± 標準偏差 (kcal/日)	推定誤差の平均 ± 標準偏差 (kcal/日)	一元配置分散分析 p 値	その後の検定 p 値
全員 (n = 87)				
基礎代謝基準値	868 ± 181	75 ± 145	< 0.001	0.003
国立健康・栄養研究所の式	751 ± 158	-43 ± 131		0.148
Harris-Benedict式	903 ± 114	109 ± 116		< 0.001
男性 (n = 9)				
基礎代謝基準値	1054 ± 228	134 ± 92	0.441	0.379
国立健康・栄養研究所の式	1023 ± 177	104 ± 84		0.575
Harris-Benedict式	936 ± 221	17 ± 114		0.996
女性 (n = 78)				
基礎代謝基準値	847 ± 164	68 ± 148	< 0.001	0.003
国立健康・栄養研究所の式	719 ± 122	-60 ± 125		0.011
Harris-Benedict式	899 ± 97	120 ± 112		< 0.001

推定誤差：推定値－実測値

その後の検定：Dunnett法 (実測値vs推定値)

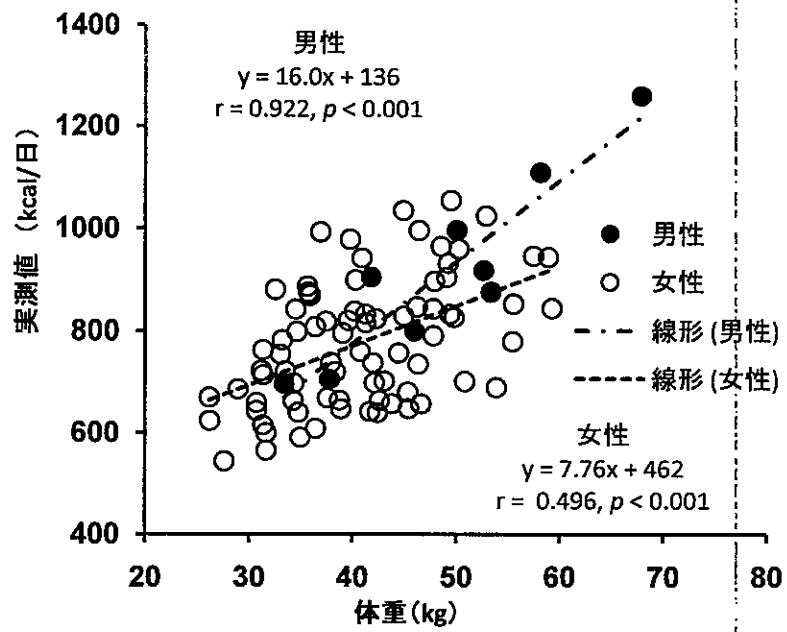


図1 体重と基礎代謝量の相関

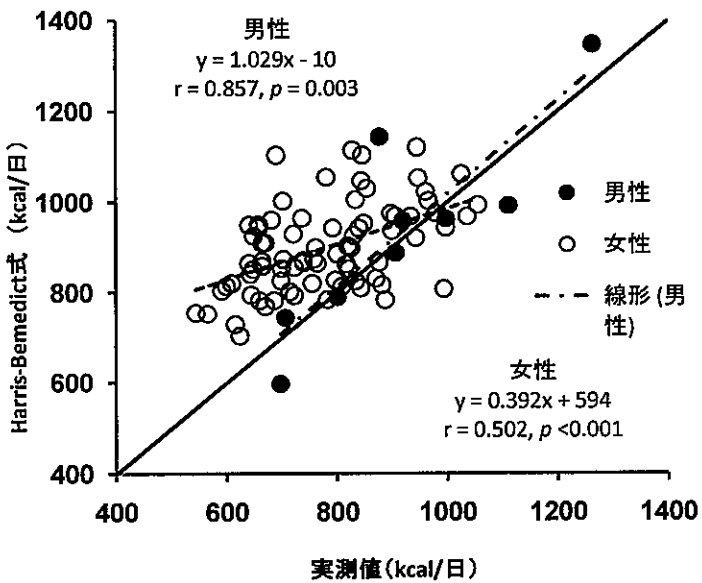
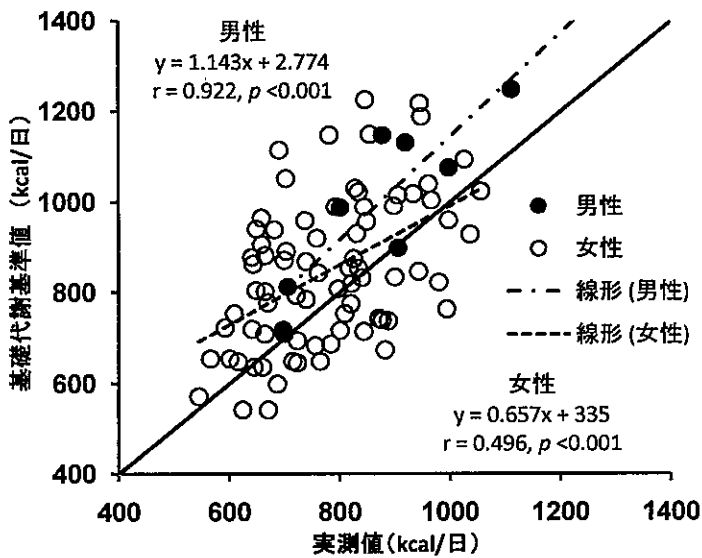
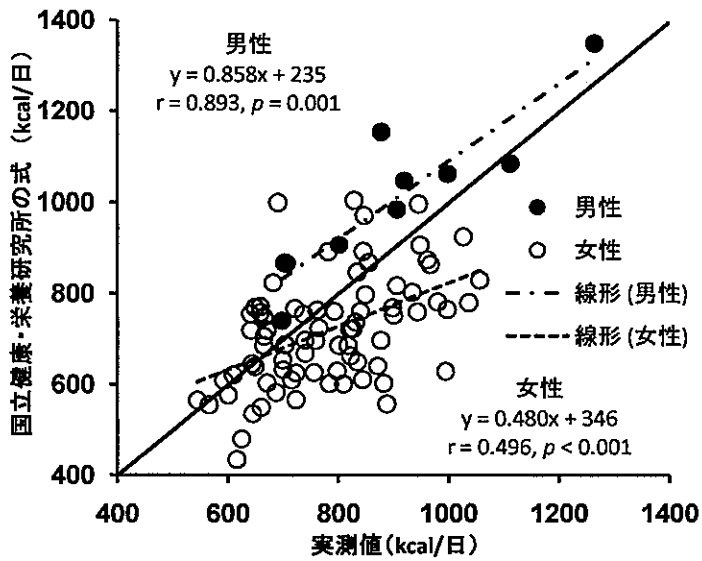


図2 実測値と推定値の相関