食事摂取量の選択的な過小評価

村 上 健太郎

静岡県立大学大学院生活健康科学研究科

Selective Underestimation of Dietary Intake

Kentaro Murakami

Graduate School of Nutritional and Environmental Sciences, University of Shizuoka

Accurate assessment of the habitual dietary intake is pre-requisite to accurate studies on diet and health, but underestimation of the dietary intake has been apparent in numerous studies. If the underestimation of dietary intake was consistent, a solution to the problem would be relatively easy, because such techniques as energy adjustment should improve estimates of the food and nutrient intake. If, however, underestimation of the dietary intake was a selective phenomenon, it would be much more difficult to solve the problem. A limited number of studies in Western countries have examined whether all foods and nutrients are underestimated to the same degree or only specific foods and/or nutrients are selectively underestimated by using the observed food intake, the measured total energy expenditure with/without 24-hour urinary nitrogen excretion, and the Goldberg cut-off technique as reference methods. These investigations are summarized in the present review. The bulk of the data from these studies suggests that when the energy intake has been underestimated, such underestimation of the food and nutrient intake is selective rather than consistent. However, little information about those foods that are selectively underestimated is available, so further research is needed to identify such foods.

Jpn. J. Nutr. Diet., 62 (5) 263～268 (2004)

Key words : dietary assessment methods, dietary intake, validity, selective underestimation

I. はじめに

習慣的な食事摂取量を正確に把握することは、食事と健康に関する研究において必要不可欠である。しかしながら、二重標識水 (doubly labeled water : DLW) 法により客観的に測定された総エネルギー消費量 (total energy expenditure : TEE) を用いて、推定されたエネルギー摂取量 (energy intake : EI) の妥当性を検討した研究の多くは、使用された食事評価法が何であれ、日常生活を送る人々の習慣的な食事の把握は困難であるということを示している。

日常生活を送る人々におけるEIの過小評価 [underestimation : $(EI - TEE) / TEE \times 100$] の平均値はしばしば0～50%と大きく^{1～3)}、また、欧米諸国で実施された37の食事調査におけるEIの平均値をエネルギー必要量の推定値 (Goldbergのカットオフ) と比較した総説においても、EIの過小評価は広範囲に観察されている^{4, 5)}。さらに、EIの誤評価 [mismeasurement : 過小

評価と過大評価 (overestimation)] の大きさは個々人で大きく異なり (EI/TEE : 0.2～2.0)^{6～9)}、また、EIとDLW法によって測定されたTEEとの相関は比較的小さい ($r = 0.06 \sim 0.55$) ということが示されている^{6～14)}。EIの過小評価に関連する要因としては、body mass index (BMI) といった身体的要因、社会的望ましさとといった心理的要因、西洋文明化といった文化的要因など、さまざまなものが報告されている^{12～19)}。これらに加えて、ある場面でEIを過小評価された人は、用いられた食事評価法が何であれ、次の場面でもEIを過小評価される可能性が高いようである^{11, 20)}。

ある人のEI推定値は、その人の総食物摂取量の代替値であると考えることができる。それゆえ、EIが過小評価されていれば、EIと関連がある栄養素の摂取量が過小評価されている可能性もまた高いといえる²¹⁾。しかし、食事摂取量の過小評価が全体的に起こっている、すなわち、全ての食品や栄養素が同程度に過小評価されて

キーワード : 食事評価法, 食事摂取量, 妥当性, 選択的な過小評価

(連絡先 : 村上健太郎 〒422-8526 静岡市谷田52-1 静岡県立大学食品栄養科学部栄養管理栄養学研究室気付 電話 054-264-5515

E-mail p3131@mail.fu-shizuoka-ken.ac.jp)

いるのならば、エネルギー調整といった手法によって食品および栄養素摂取量の推定値を改善することが可能であろうから、問題の解決は比較的容易であろう^{3, 22)}。これに対して、ある特定の食品や栄養素だけが選択的に過小評価されている (selective underestimation) となれば、問題解決のためにさらなる研究が必要であろう。ここでは、全ての食品や栄養素が同じように過小評価されているのか、それとも、ある特定の食品や栄養素のみが選択的に過小評価されているのかを検討する。

II. 食事摂取量の選択的過小評価を検討した研究 (表1)

1. 観察された食品を基準とした研究

いくつかの研究では、対象者によって自由に摂取された食品を観察し、それを基準として食事評価法の妥当性を検討している。医療施設のカフェテリアで実施されたフィンランドの研究では、24時間思い出し法 (男性84名、女性56名)²³⁾ と2日間食事記録 (男性71名、女性50名)²⁴⁾ の妥当性が、観察された食事摂取量と比較することによって評価された (ともに間食は含まず)。その結果、食品摂取量の誤評価 [(推定値 - 観察値) / 観察値 × 100] は -50 ~ 60% と、食品によって誤評価の大きさには違いがあるものの、エネルギー・栄養素摂取量の誤評価はおおむね10%以内と比較的正確であった。

一方、Poppitt *et al.*²⁵⁾ は1日間食事記録の妥当性を、間食も含めて検討している。この英国の研究では、女性33名が研究施設に24時間滞在し、自由に食品を摂取した。摂取された食品は密かに観察されており、翌日、対象者は、24時間以内に摂取した全ての飲食物を記録した。その結果、朝食、昼食、および夕食として摂取された食品 (三食) は正確に評価された (推定値が観察値の97%, $p > 0.05$) のに対し、三食の間に摂取された食品 (間食) は過小評価されていた (推定値が観察値の64%, $p < 0.001$)。また、炭水化物および砂糖類の摂取量の推定値は観察値よりも有意に低い (ともに推定値が観察値の80%, $p < 0.05$) 一方、たんぱく質および脂肪の摂取量の推定値と観察値との間には有意な差はみられなかった (たんぱく質: 推定値が観察値の101%, $p > 0.05$; 脂肪: 推定値が観察値の91%, $p > 0.05$)。

これらの研究で評価された食事は、短期間かつ日常とは違う場所 (医療施設のカフェテリアや研究施設) での食事ではあるものの、これらの研究より、朝、昼、晩などに定期的に摂取される食事は比較的正確に評価される一方、間食は誤評価される傾向にあることが示唆される。

2. 総エネルギー消費量 (TEE) を基準に用いた研究

EIの誤評価の割合 (EI/DLW法によって測定されたTEE) と各主要栄養素 (たんぱく質、脂肪、炭水化物)

がエネルギーに占める割合 (%EI) との相関を用いて、選択的過小評価の検討を行った研究がいくつかある。Martin *et al.*⁷⁾ は、食事介入研究に参加しているカナダ人女性29名を対象に、7日間食事記録から算出されたEIの正確性を、DLW法によって測定されたTEEを基準に検討した。過小評価 [(EI - TEE) / TEE × 100] の平均値 ± 標準偏差 (SD) は $20 \pm 18\%$ であったが、脂肪がエネルギーに占める割合 (%EI) と評価の正確性 (EI/TEE × 100) の間にも ($p = 0.29$)、炭水化物がエネルギーに占める割合 (%EI) と評価の正確性 (EI/TEE × 100) の間にも ($p = 0.65$) 有意な関連はみられなかった。それゆえこの研究では、少なくとも脂肪と炭水化物における誤評価の大きさの違いは観察されなかったといえる。

しかしながら、Martin *et al.*⁷⁾ の知見と異なる知見もまた存在する。Goris *et al.*⁸⁾ は、DLW法によって推定されたTEEを用いて、オランダ人男性30名の7日間食事記録から算出されたEIの妥当性を検討した。過小評価の平均値 ± SD は $37 \pm 16\%$ であった。たんぱく質がエネルギーに占める割合 (%EI)、および炭水化物がエネルギーに占める割合 (%EI) は過小評価の割合と有意な関連がなかったが (ともに $p = 0.07$)、脂肪がエネルギーに占める割合 (%EI) と過小評価の割合には関連がみられた ($r = 0.53$, $p = 0.003$)。これは脂肪の選択的過小評価を示している。さらに、過小評価が大きくなればなるほど、昼食、夕食、および夜の間食由来のEIが小さくなるという関連がみられ (昼食: $r = 0.59$, $p < 0.001$; 夕食: $r = 0.56$, $p = 0.001$; 夜の間食: $r = 0.47$, $p = 0.009$)、この関連は朝食 ($p = 0.30$)、朝の間食 ($p = 0.40$)、および昼の間食 ($p = 0.95$) 由来のEIにおいてはみられなかった。これらは、朝食、昼食、夕食、および間食由来のEI推定値の正確性が異なることを示しているといえる。

Tomoyasu *et al.*²⁶⁾ もまたDLW法を用いて、アフリカ系アメリカ人 (男性28名、女性36名) のEIの誤評価を検討している。食事摂取量は3日間食事記録によって評価された。EIの過小評価の割合 (平均値 ± SD) は女性で $10 \pm 30\%$ 、男性で $14 \pm 31\%$ であった。EIの誤評価の割合 [(EI - TEE) × 100 / TEE] と脂肪摂取量 (%EI) の間の正の相関 ($r = 0.32$, $p < 0.05$)、およびEIの誤評価の割合とたんぱく質摂取量 (%EI) の間の負の相関 ($r = -0.37$, $p < 0.05$) はどちらも有意であった。それゆえ、この研究の対象者においては、EIが過小評価されればされるほど、脂肪摂取量 (%EI) が少なめに、そしてたんぱく質摂取量 (%EI) が多めに評価されるようであった。

一方Körtzinger *et al.*²⁷⁾ は独自のTEE測定法を用いて、ドイツ人 (男性17名、女性33名) を対象に、過小

表1 食事摂取量の選択的な過小評価を検討した研究

文献	国	対象者 (年齢, 平均値±SD, もしくは範囲)	食事評価法	検討基準	主な結果
23	フィンランド	84M&56W (15~57歳)	1×24HR	観察された食品	EI, 栄養素摂取量はおおむね正確
24	フィンランド	71M&50W (15~65歳)	2-d DR	観察された食品	EI, 栄養素摂取量はおおむね正確
25	英国	33W (42±14歳)	1-d DR	観察された食品	朝食, 昼食, 夕食由来のEIは適正評価。間食由来のEIは過小評価 CHO (g/d) は過小評価。Prot (g/d) と Fat (g/d) は適正評価
7	カナダ	29W (49±5歳)	7-d DR	TEEDLW	EA と Fat (%EI), EA と CHO (%EI) に関連なし
8	オランダ	30M (44±7歳)	7-d DR	TEEDLW	UE と Fat (%EI) に正の関連 UE と Prot (%EI), CHO (%EI) に関連なし UE と 昼食, 夕食, 夜の間食由来のEIに正の関連 UE と 朝食, 朝の間食, 昼の間食由来のEIに関連なし
26	米国	28M (65±7歳), 36W (65±8歳)	3-d DR	TEEDLW	UE と Fat (%EI) に正の関連 UE と Prot (%EI) に負の関連
27	ドイツ	17M&33W (22~38歳)	7-d DR, DH	TEERMR&PA	UEsはnon-UEsよりもCHO (%EI) が多く, Fat (%EI) が少ない (7-d DR) UEsはnon-UEsよりもCHO (%EI) が多く, Prot (%EI) が少ない (DH)
11	ドイツ	28M&W (35~67歳)	FFQ	TEEDLW, 4×24-h UN	EIのUEとProt (g/d) のUEは同程度
28	英国	16W (58±5歳)	16-d WR, DH	TEEDLW, 8×24-h UN	EIのUEとProt (g/d) のUEは同程度
10	英国	27M (68±5歳), 18W (58±5歳)	16-d WR	TEEDLW, 8×24-h UN	EIのUEはProt (g/d) のUEより大きい
9	米国	261M&223W (40~69歳)	FFQ, 2×24HR	TEEDLW, 2×24-h UN	EIのUEはProt (g/d) のUEより大きい
15, 29	デンマーク	323M&W (35~65歳), 122M&W (41~71歳)	DH	TEEBody&PA, 1×24-h UN	EIのUEはProt (g/d) のUEより大きい
30	スウェーデン	301M (63歳)	7-d DR	TEEPa, 1×24-h UN	EIのUEはProt (g/d) のUEより大きい
16	米国	7,769M&W (20歳以上)	1×24HR	EI/BMR<0.9	LEEはnon-LEEよりもCHO (%EI), Prot (%EI) が多く, Fat (%EI) が少ない LEEはnon-LEEよりも微量栄養素 (mg/d, µg/d) が少ない
17	英国	1,898M&W (1946年生まれ)	1×48HR & 5-d DR	EI/BMR<1.1	LEEはnon-LEEよりもProt (%EI) が多く, Fat (%EI) が少ない LEEはnon-LEEよりも微量栄養素の絶対値 (mg/d, µg/d) は小さいが, 栄養素密度 (mg/EI, µg/EI) は大きい
32	フランス	1,030M&W (15歳以上)	3-d DR	EI/BMR<1.05	LEEはnon-LEEよりもProt (%EI) が多く, Fat (%EI), CHO (%EI) が少ない
33	英国	2,197M&W (16~64歳)	7-d WR	EI/BMR<1.2	LEEはnon-LEEよりもProt (%EI) が多く, CHO (%EI) が少ない LEEはnon-LEEよりも卵, 肉類, 野菜, フライドポテトが多く, 菓子類, 砂糖が少ない

SD: 標準偏差, M: 男性, W: 女性, 24HR: 24時間思い出し法, EI: エネルギー摂取量, d: 日, DR: 食事記録, CHO: 炭水化物摂取量, Prot: たんぱく質摂取量, Fat: 脂肪摂取量, TEEDLW: 二重標識水法によって推定された総エネルギー消費量, EA: 評価の正確性 (エネルギー摂取量/エネルギー消費量×100), %EI: エネルギーに占める割合, UE: 過小評価の割合 [(エネルギー摂取量-エネルギー消費量)/(エネルギー消費量)×100], DH: 食事歴法, TEERMR & PA: 安静時代謝量と身体活動量から求められた総エネルギー消費量, UEs: 過小評価者 (エネルギー摂取量がエネルギー消費量の80%未満), non-UEs: 非過小評価者 (エネルギー摂取量がエネルギー消費量の80%以上), FFQ: 食物摂取頻度調査票, 24-h UN: 24時間尿中窒素排泄量, WR: 秤量食事記録, TEEBody & PA: 身体組成と身体活動量から求められた総エネルギー消費量, TEEPpa: 身体活動量から推定した総エネルギー消費量, EI/BMR: エネルギー摂取量/基礎代謝量 (Goldbergのカットオフ)³⁾, LEE: 低エネルギー評価者 (EI/BMRが設定されたGoldbergのカットオフよりも低い対象者), non-LEE: 非低エネルギー評価者 (EI/BMRが設定されたGoldbergのカットオフよりも高い対象者), 48HR: 48時間思い出し法

評価者と非過小評価者の主要栄養素の組成の違いを検討している。彼らは7日間食事記録と食事歴法によって食事摂取量を評価し、また、安静時代謝量の測定値と7日間活動記録から推定された身体活動量の和をTEEとした。両方の食事評価法において、24名(48%)が過小評価者(EIがTEEの80%未満)とみなされた。また、両方の食事評価法において、過小評価者の主要栄養素組成と非過小評価者(EIがTEEの80%以上)のそれは有意に異なっており($p < 0.05$)、主要栄養素の種類によって過小評価の大きさが異なる可能性が示唆された。ここで使用されたTEEの測定法の妥当性および再現性は、DLW法よりも明らかに乏しく、妥当でないEI推定値に対する感受性や特異性も劣る²¹⁾ということは、きちんと認識されるべきであるが、この研究の結果はGoris *et al.*⁸⁾やTomoyasu *et al.*²⁶⁾の知見と一致するものである。

3. 24時間尿中窒素排泄量と総エネルギー消費量(TEE)を基準として用いた研究

たんぱく質摂取量の推定値の誤差の大きさとEI推定値の誤差の大きさを比較することによって、たんぱく質摂取量において選択的な誤評価が起こっているかどうかを検討することができるであろう。たんぱく質摂取量における誤評価の大きさは、たんぱく質摂取量と24時間尿中窒素排泄量を比較することによって、一方EIにおける誤評価の大きさは、EIとTEEを比較することによって、それぞれ検討できる。

パラアミノ安息香酸を用いて妥当性を確認した24時間尿中窒素排泄量を複数日測定し、かつDLW法を用いてTEEを測定した研究は非常に実施が難しいので数は少ないが、存在はする。28名の男女を対象としたドイツの研究¹¹⁾では、食物摂取頻度調査票から算出されたEIとたんぱく質摂取量は同程度(20%)に過小評価されていた。また、英国人女性16名を対象としたBlack *et al.*²⁸⁾の研究においても、16日間秤量食事記録から算出されたEIとたんぱく質摂取量の過小評価の大きさはどちらも約11%であった。これらの2つの研究は、少なくともたんぱく質は選択的に過小評価されていないということを示すといえる。

これに対して、16日間秤量食事記録を用いた英国の別の研究¹⁰⁾では、対象者45名(男性27名、女性18名)が申告したEIの過小評価は11%であり、たんぱく質摂取量の過小評価(7%)よりもわずかに大きかった。さらに、484名(男性261名、女性223名; 40~69歳)の食事摂取量を、食物摂取頻度調査票および24時間思い出し法(2日)によって評価した米国の大規模研究⁹⁾でも、EIの過小評価はたんぱく質摂取量の過小評価よりもいくらか大きいということが示されている(食物摂取頻度調査票: 31~38% vs 27~34%; 24時間思い出し

法: 12~20% vs 11~15%)。この2つの研究より、たんぱく質以外のエネルギー産生栄養素(脂肪、炭水化物、アルコール)摂取量の過小評価は、たんぱく質摂取量の過小評価よりも大きいということが示唆される。

Heitmann and Lissner¹⁵⁾およびHeitmann *et al.*²⁹⁾は、パラアミノ安息香酸によって妥当性を確認した24時間尿中窒素排泄量(1日)、およびインピーダンスによる体組成と身体活動の自己申告から推定したTEEを用いて、デンマーク人におけるたんぱく質摂取量およびEI推定値の誤差を検討している。食事摂取量の測定は、食事歴法によって1987~88年(男女323名)および1993~94年(男女122名)に行われた。両調査において、EIはたんぱく質摂取量よりも大きく過小評価されていた。

このような、EIとたんぱく質摂取量の過小評価の大きさの違いは、男性301名を対象としたRosell *et al.*³⁰⁾研究でも観察されている。このスウェーデンの研究では、たんぱく質摂取量は、パラアミノ安息香酸によって妥当性を確認した24時間尿中窒素排泄量(1日)と比較され、またEIの妥当性は、対象者一人ひとりに適用されたGoldbergのカットオフ^{5, 31)}、公式から予測された基礎代謝量、および面接において評価された習慣的な身体活動レベルを用いて検討された。使用された食事評価法は7日間食事記録である。EIの過小評価は、たんぱく質摂取量の過小評価よりも大きかった(21% vs 10%)。また、個々人それぞれのGoldbergのカットオフを用いて、対象者を過小評価者と非過小評価者に分けたところ、過小評価者($n = 89$)の食事は非過小評価者($n = 213$)のそれよりも栄養素および食物の密度が高かった。このように、Heitmann and Lissner¹⁵⁾、Heitmann *et al.*²⁹⁾、およびRosell *et al.*³⁰⁾の研究は、TEEの測定方法に誤差やバイアスを含んではいるものの、栄養素や食物の過小評価は選択的なものであるということを示唆する。

4. 対象者全員に同じGoldbergのカットオフの値を用いた研究

栄養素や食品の誤評価の大きさの違いの検討は、1つのGoldbergのカットオフの値⁵⁾により同定された低エネルギー評価者の食事構成と非低エネルギー評価者のそれを比較することによって、大規模な食事調査においても行われている^{16, 17, 32, 33)}。これらの研究では概して、低エネルギー評価者の食事は非低エネルギー評価者の食事と比べて、摂取量の絶対値は少ないものの、脂肪摂取量(%EI)が少ない一方、微量栄養素の密度(mg/EI, $\mu\text{g}/\text{EI}$)が高く、健康的であると考えられている食事により近くなる傾向が示されている。1つのGoldbergのカットオフの値の感受性は低く、それゆえ1つのGoldbergのカットオフの値では真の過小評価者のうち

のわずか50%ほどしか同定できない³⁴⁾が、これらの知見は、食事摂取量の過小評価は食事全体に起こっているというよりも、むしろ特定の食品にのみ起こっていることを示している。

Ⅲ. まとめと今後の展望

結論として、EIが過小評価されている状況では、用いられる食事評価法が何であれ、全ての食品や栄養素が同程度に過小評価されているというよりもむしろ、ある特定の栄養素や食品のみが選択的に過小評価されていると考えた方がよさそうである。しかし、どの食品が選択的に過小評価されているのかについては、検討方法の問題もあり、まだはっきりとはわかっていないといえる。エネルギーや各栄養素の過小評価は、個々の食品の過小評価の積み重ねの結果であり、また、食事摂取量を評価する際の根本的な測定項目は、エネルギーや各栄養素ではなく個々の食品である²¹⁾。それゆえ、食事評価法を改善しようと思えば、どの食品が過小評価されているのかの理解が必要不可欠であろう。

ここまであげてきた研究は全て、欧米諸国で実施されたものである。欧米諸国では、食事摂取量の誤評価は、食生活と健康に関連する研究における重大な問題の1つであると認識されている。一方、日本人における食事摂取量の誤評価に関する検討はほとんど行われてきていない^{35~37)}。食事評価とは、言語、個人間コミュニケーション、対象者と研究者の間の相互理解といった、認識的および行動的過程の複雑な相互作用によって成り立っているものであり²¹⁾、また前述のように、EIの過小評価に関連する要因としては、身体的要因や心理的要因だけでなく、文化的要因も報告されている^{12~19)}。さらに、食の欧米化が進んでいるとはいえ、日本人の食事はやはり欧米人のそれとはかなり違うものである。それゆえ、日本でも早急に、DLW法を用いてのEIの妥当性の検討、選択的な誤評価の検討、誤評価される人々の特徴の検討などを、日常生活を営む人々を対象に行う必要がある。

文 献

- 1) Black, A.E., Prentice, A.M., Goldberg, G.R., Jebb, S.A., Bingham, S.A., Livingstone, M.B.E. and Coward, W.A. : Measurements of total energy expenditure provide insights into the validity of dietary measurements of energy intake, *J. Am. Diet. Assoc.*, **93**, 572-579 (1993)
- 2) Hill, R.J. and Davies, P.S.W. : The validity of self-reported energy intake as determined using the doubly labelled water technique, *Br. J. Nutr.*, **85**, 415-430 (2001)
- 3) Trabulsi, J. and Schoeller, D.A. : Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake, *Am. J.*

Physiol. Endocrinol. Metab., **281**, E891-E899 (2001)

- 4) Black, A.E., Goldberg, G.R., Jebb, S.A., Livingstone, M.B.E., Cole, T.J. and Prentice, A.M. : Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology : 2. Evaluating the results of published surveys, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **45**, 583-599 (1991)
- 5) Goldberg, G.R., Black, A.E., Jebb, S.A., Cole, T.J., Murgatroyd, P.R., Coward, W.A. and Prentice, A.M. : Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology : 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **45**, 569-581 (1991)
- 6) Livingstone, M.B.E., Prentice, A.M., Strain, J.J., Coward, W.A., Black, A.E., Barker, M.E., McKenna, P.G. and Whitehead, R.G. : Accuracy of weighed dietary records in studied of diet and health, *Br. Med. J.*, **300**, 708-712 (1990)
- 7) Martin, L.J., Su, W., Jones, P.J., Lockwood, G.A., Tritchler, D.L. and Boyd, N.F. : Comparison of energy intakes determined by food records and doubly labeled water in women participating in a dietary-intervention trial, *Am. J. Clin. Nutr.*, **63**, 483-490 (1996)
- 8) Goris, A.H.C., Westerterp-Plantenga, M.S. and Westerterp, K.R. : Undereating and underreporting of habitual food intake in obese men : selective underreporting of fat intake, *Am. J. Clin. Nutr.*, **71**, 130-134 (2000)
- 9) Subar, A.F., Kipnis, V., Troiano, R.P., Midthune, D., Schoeller, D.A., Bingham, S., Sharbaugh, C.O., Trabulsi, J., Runswick, S., Ballard-Barbash, R., Sunshine, J. and Schatzkin, A. : Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults : The OPEN Study, *Am. J. Epidemiol.*, **158**, 1-13 (2003)
- 10) Black, A.E., Bingham, S.A., Johansson, G. and Coward, W.A. : Validation of dietary intakes of protein and energy against 24 hour urinary N and DLW energy expenditure in middle-aged women, retired men and post-obese subjects : comparisons with validation against presumed energy requirements, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 405-413 (1997)
- 11) Kroke, A., Klipstein-Grobusch, K., Voss, S., Möseneder, J., Thielecke, F., Noack, R. and Boeing, H. : Validation of a self-administered food-frequency questionnaire administered in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study : comparison of energy, protein, and macronutrient intakes estimated with the doubly labeled water, urinary nitrogen, and repeated 24-h dietary recall methods, *Am. J. Clin. Nutr.*, **70**, 439-447 (1999)
- 12) Taren, D.L., Tobar, M., Hill, A., Howell, W., Shisslak, C., Bell, I. and Ritenbaugh, C. : The association of energy intake bias with psychological scores of women, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **53**, 570-578 (1999)
- 13) Bathalon, G.P., Tucker, K.L., Hays, N.P., Vinken, A.G., Greenberg, A.S., McCrory, M.A. and Roberts,

- S.B. : Psychological measures of eating behavior and the accuracy of 3 common dietary assessment methods in healthy postmenopausal women, *Am. J. Clin. Nutr.*, **71**, 739–745 (2000)
- 14) Hebert, J.R., Ebbeling, C.B., Matthews, C.E., Hurley, T.G., Ma, Y., Druker, S. and Clemow, L. : Systematic errors in middle-aged women's estimates of energy intake : comparing three self-report measures to total energy expenditure from doubly labeled water, *Ann. Epidemiol.*, **12**, 577–586 (2002)
- 15) Heitmann, B.L. and Lissner, L. : Dietary under-reporting by obese individuals—is it specific or non-specific?, *Br. Med. J.*, **311**, 986–989 (1995)
- 16) Briefel, R.R., Sempos, C.T., McDowell, M.A., Chien, S. and Alaimo, K. : Dietary methods research in the third National Health and Nutrition Examination Survey : underreporting of energy intake, *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1203S–1209S (1997)
- 17) Price, G.M., Paul, A.A., Cole, T.J. and Wadsworth, M.E.J. : Characteristics of the low-energy reporters in a longitudinal national dietary survey, *Br. J. Nutr.*, **77**, 833–851 (1997)
- 18) Johansson, L., Solvoll, K., Bjørneboe, G.E.A. and Dreven, C.A. : Under- and overreporting of energy intake related to weight status and lifestyle in a nationwide sample, *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 266–274 (1998)
- 19) Mennen, L.I., Jackson, M., Cade, J., Mbanya, J.C., Lafay, L., Sharma, S., Walker, S., Chungong, S., Wilks, R., Balkau, B., Forrester, T. and Cruickshank, J.K. : Underreporting of energy intake in four populations of African origin, *Int. J. Obes.*, **24**, 882–887 (2000)
- 20) Black, A.E. and Cole, T.J. : Biased over- or under-reporting is characteristic of individuals whether over time or by different assessment methods, *J. Am. Diet. Assoc.*, **101**, 70–80 (2001)
- 21) Livingstone, M.B.E. and Black, A.E. : Markers of the validity of reported energy intake, *J. Nutr.*, **133**, 895S–920S (2003)
- 22) Johnson, R.K. : Dietary intake—how do we measure what people are really eating?, *Obes. Res.*, **10**, 63S–68S (2002)
- 23) Karvetti, R.L. and Knuts, L.R. : Validity of the 24-hour dietary recall, *J. Am. Diet. Assoc.*, **85**, 1437–1442 (1985)
- 24) Karvetti, R.L. and Knuts, L.R. : Validity of the estimated food diary : comparison of 2-day recorded and observed food and nutrient intakes, *J. Am. Diet. Assoc.*, **92**, 580–584 (1992)
- 25) Poppitt, S.D., Swann, D., Black, A.E. and Prentice, A.M. : Assessment of selective under-reporting of food intake by both obese and non-obese women in a metabolic facility, *Int. J. Obes.*, **22**, 303–311 (1998)
- 26) Tomoyasu, N.J., Toth, M.J. and Poehlman, E.T. : Misreporting of total energy intake in older African Americans, *Int. J. Obes.*, **24**, 20–26 (2000)
- 27) Körtzinger, I., Bierwag, A., Mast, M. and Müller, M.J. : Dietary underreporting : validity of dietary measurements of energy intake using a 7-day dietary record and a diet history in non-obese subjects, *Ann. Nutr. Metab.*, **41**, 37–44 (1997)
- 28) Black, A.E., Welch, A.A. and Bingham, S.A. : Validation of dietary intakes measured by diet history against 24h urinary nitrogen excretion and energy expenditure measured by the doubly-labelled water method in middle-aged women, *Br. J. Nutr.*, **83**, 341–354 (2000)
- 29) Heitmann, B.L., Lissner, L. and Osler, M. : Do we eat less fat, or just report so?, *Int. J. Obes.*, **24**, 435–442 (2000)
- 30) Rosell, M.S., Hellénus, M.L.B., de Faire, U.H. and Johansson, G.K. : Associations between diet and the metabolic syndrome vary with the validity of dietary intake data, *Am. J. Clin. Nutr.*, **78**, 84–90 (2003)
- 31) Black, A.E. : Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake : basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations, *Int. J. Obes.*, **24**, 1119–1130 (2000)
- 32) Lafay, L., Basdevant, A., Charles, M.A., Vray, M., Balkau, B., Borys, J.M., Eschwège, E. and Romon, M. : Determinants and nature of dietary underreporting in a free-living population : the Fleurbaix Laventie Ville Santé (FLVS) study, *Int. J. Obes.*, **21**, 567–573 (1997)
- 33) Pryer, J.A., Vrijheid, M., Nichols, R., Kiggins, M. and Elliott, P. : Who are the 'low energy reporters' in the dietary and nutritional survey of British adults?, *Int. J. Epidemiol.*, **26**, 146–153 (1997)
- 34) Black, A.E. : The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI : BMR for identifying diet reports of poor validity, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **54**, 395–404 (2000)
- 35) Ebine, N., Feng, J.Y., Homma, M., Saitoh, S. and Jones, P.J.H. : Total energy expenditure of elite synchronized swimmers measured by the doubly labeled water method, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **83**, 1–6 (2000)
- 36) Ebine, N., Rafamantanantsoa, H.H., Nayuki, Y., Yamanaka, K., Tashima, K., Ono, T., Saitoh, S. and Jones, P.J.H. : Measurement of total energy expenditure by the doubly labelled water method in professional soccer players, *J. Sports. Sci.*, **20**, 391–397 (2002)
- 37) 東野政貴, Rafamantanantsoa Hoby Hasina, 海老根直之, 彭雪英, 吉武裕, 田中宏暎, 齊藤慎一 : 通常勤務体制下の消防官の二重標識水法による総エネルギー消費量測定, *体力科学*, **52**, 265–274 (2003)
(受付 : 平成15年8月25日, 受理 : 平成16年4月17日)