“秤量法”, “買上げ計算法”, “思い出し法” による脂質, 糖質およびエネルギー摂取量と実測値との比較

菅 原 和 夫*, 熊 江 隆*, 町 田 和 彦*
島 岡 章*, 大 下 喜 子*, 鈴 木 継 美**

* 大分医科大学公衆・衛生医学教室

** 東京大学医学部保健学科人類生態学教室

Comparison of Actually Measured Dietary Consumption of Lipid, Carbohydrate and Energy with Calculated Values by “Weighing Method,” “Purchasing Method” and “Recall Method” Concerning Food Consumption

Kazuo SUGAWARA,* Takashi KUMAE,* Kazuhiko MACHIDA,*
Akira SHIMAOKA,* Yoshiko OHSHITA,* Tsuguyoshi SUZUKI**

* Department of Public Health, Medical College of Oita, Hazama, Oita, 879-56

** Department of Human Ecology, School of Health Sciences, Faculty of Medicine,
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 36, 191~197 (1983) Three dietary consumption survey methods, i.e. (1) weighing all foodstuffs prior to cooking (weighing method), (2) purchasing the same meal as consumed and separating it into foodstuffs (purchasing method), and (3) asking the housewives who cooked the meal to recall the composition and weight of foodstuffs used (recall method), were concurrently tested on a total of 30 meals taken by 10 housewives inhabiting an agricultural village in Oita Prefecture in the southern part of Japan. Using the new version of Japanese Standard Food Composition Table (Supplement to the 3rd edition), lipid, carbohydrate and protein contents of meals were calculated for each method, and the values obtained were compared with the values measured actually.

Lipid content of meals was determined by Soxhlet's method with ether extraction. Amount of carbohydrate was estimated by subtracting the amount of lipid, protein and ash, the latter two of which were separately measured, from the total amount of dried meal. Amount of energy was determined by multiplying the Atwater's coefficients to lipid, carbohydrate and protein amounts.

Good correlation between calculated values and the corresponding actually measured ones was observed, i.e. (1) for lipid content, correlation coefficients were 0.802, 0.855 and 0.714 respectively for weighing, purchasing and recall methods, (2) for carbohydrate content, 0.865, 0.812 and 0.622, and (3) for energy, 0.879, 0.815 and 0.707.

(Received October 9, 1982)

食物摂取を調査し、その結果と公表されている食品成分表の値とを用い、栄養素摂取量を推定する場合に、栄養素によって異なるというものの、かなりの誤差が生じる。この誤差の大きさが、食物摂取調査の方法によってどう変わるかを検討する目的で、著者らはすでにタンパク質、ナトリウムをとりあげて検討した。摂取された

食事と同じ内容のものについて窒素およびナトリウムを定量し、他方 (1) 食事に用いられた原材料を秤量する方法 (秤量法), (2) 摂取された食事と同じものを採取し原材料を可能なかぎり分別し、その重量を測定する方法 (買上げ法), (3) 摂取した食事の内容を思い出してもらい、個別の食品の重量を推定する方法 (思い出し法), の三つの方法によって得られた食品別摂取量に基づいて三訂補日本食品標準成分表¹⁾の値から摂取量を計算した。この

* 〒879-56 大分県大分郡狭間町医大ヶ丘 1-1506

** 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

結果、タンパク質の場合には三つの方法ともかなりの有用性を示し、その中では秤量法が誤差が小さかったが、ナトリウムについては3法のすべてが誤差が大きく、いずれも問題があることが判明した²⁾。

本報告では前報の結果を踏まえ、糖質、脂質およびエネルギーについて前報と同じサンプルを用い検討を加えた。

調 査 方 法

大分県内1山村の農家10世帯の主婦(35~45歳)を対象に1日分、延30食分の食事について、秤量法、買上げ法、思い出し法による食物摂取量調査を行ない、他方同じ食事を実測に用いた。なおこれら対象となった農家主婦は過去3回にわたり国民栄養調査方式による調査を経験している。

秤量法は国民栄養調査方式に準じて実施し、各食事ごとに集計した。買上げ法は秤量を行なった食事について、各料理ごとに摂食したと同量を計量し、あらかじめ渡しておいたポリ容器に収めてもらい、研究室に持ち帰り、各料理ごとに構成食品をできるだけ分別し計量した。その後、買上げ計算法に用いた食事1食分を再びまとめ、全量を市販の大型ミキサーで十分にホモジナイズし、分析に供した。さらに翌朝、調査対象となった主婦に対して、上記3方法の対象とした前日の各食事内容について、栄養士がフードモデルを用いて、面接聞き取りを行ない食品別摂取量を調査した。なお上記3法の結果から栄養素摂取量を計算するために用いた食品成分表は、三訂補日本食品標準成分表である。

分 析 方 法

1. 試料の調製

買上げた食事を1食分ごとに秤量し、蒸留水を適量(150~300 ml)加え、市販の大型ミキサーでホモジナイズした。得られた懸濁液の一部を秤取り凍結乾燥機で2~3日乾燥させて試料とした。

2. 脂 質 量

試料を2g程度使用し、ソックスレー抽出器を用いて、ジエチルエーテルを抽出溶媒として8時間抽出操作を行ない、溶媒を除去後、残った脂質分を秤量して、実測法による脂質量とした。

3. 糖 質 量

脂質量測定に用いた同一試料について前報に報告したごとく、柳本製高速C、M、NコーダーMT-2型を使用し、窒素量を求め、粗タンパク質量を算出した。別に同じ試料を550℃で加熱し、恒量となるまで灰化し灰分量を求めた。全量より脂質量、粗タンパク質量、灰分量を差し引いた残りを糖質の値とした。

Table 1. Comparative data on amount of lipid in individual meals by four dietary consumption survey methods.

Meal	Actual	Weighing	Purchasing	Recall
1	11.9	11.1	10.2	10.1
2	12.9	2.8	5.6	3.2
3	15.0	2.8	10.0	4.5
4	3.3	4.0	4.0	4.4
5	8.9	10.5	13.0	13.8
6	12.4	7.1	7.9	6.4
7	16.1	12.1	13.1	7.8
8	24.7	28.5	20.8	22.0
9	10.3	15.5	5.1	6.2
10	4.3	2.3	1.8	2.0
11	10.6	10.5	11.8	11.8
12	7.0	8.0	7.6	7.2
13	23.9	13.1	18.4	23.8
14	22.2	12.9	10.5	14.4
15	7.4	13.6	11.8	15.1
16	5.2	5.0	4.7	6.6
17	12.5	12.6	19.3	14.3
18	12.3	14.0	7.0	6.6
19	5.2	8.2	9.0	9.4
20	9.9	8.3	12.5	24.9
21	23.5	23.8	26.2	39.6
22	6.7	6.1	7.8	7.8
23	2.6	5.9	3.6	7.8
24	32.4	40.6	32.2	34.1
25	5.3	5.3	13.9	5.9
26	8.9		9.9	12.5
27	23.6		11.8	27.3
28	41.0		36.6	20.4
29	24.0		16.4	26.7
30	27.2		23.3	22.6
N=25				
Mean	12.26	11.38	11.51	12.39
S. D.	7.73	8.68	7.24	9.61
N=30				
Mean	14.37		12.86	13.97
S. D.	9.52		8.30	9.71

Numerals in the table show grams of lipid consumed.

Actual: The same meal as consumed was purchased, homogenized, and extracted with diethylether. The values are as crude lipid.

Weighing: The foodstuffs used for the meal were weighed prior to cooking, and calculation of lipid values was conducted with using the food composition table.

Purchasing: The same meal as consumed was purchased and separated into composing foodstuffs. Calculation of lipid values was similarly done to the case of "Weighing" as for foodstuffs. Recall: Housewives studied were asked to recall the composition and estimated weight of foodstuffs in the meal. Lipid values were calculated by using the food composition table.

Table 2. Comparative data on amount of carbohydrate in individual meals by four dietary consumption survey methods.

Meal	Actual	Weighing	Purchasing	Recall
1	90.7	87.9	92.7	98.0
2	122.0	125.5	144.2	118.5
3	62.6	54.9	58.1	47.7
4	100.1	84.4	114.0	96.0
5	116.0	90.3	142.4	127.9
6	112.4	100.0	122.4	95.5
7	69.2	68.6	73.1	72.5
8	105.2	93.2	108.1	100.9
9	52.3	43.2	45.8	31.5
10	79.7	88.1	68.6	58.6
11	170.5	214.9	171.1	97.2
12	89.5	86.3	85.1	66.5
13	151.5	136.6	150.2	129.7
14	125.9	125.8	104.5	111.2
15	69.5	122.9	64.5	71.2
16	72.7	77.4	62.6	66.3
17	53.2	35.3	53.7	64.7
18	58.5	49.3	71.4	51.8
19	96.3	93.4	99.9	118.7
20	118.7	92.0	121.8	130.8
21	132.1	117.9	133.3	159.0
22	77.7	69.1	70.6	73.2
23	107.8	90.2	109.4	108.9
24	115.5	131.0	113.2	75.9
25	87.4	75.2	86.1	95.1
26	120.0		110.3	104.0
27	207.5		107.3	96.6
28	81.2		84.1	64.6
29	107.6		103.0	130.5
30	66.2		61.4	61.4
<hr/>				
N=25				
Mean	97.48	94.14	98.67	90.69
S. D.	30.43	37.05	33.71	30.79
<hr/>				
N=30				
Mean	100.65		97.76	92.06
S. D.	35.18		31.66	29.50

Numerals in the table show grams of carbohydrate consumed.

Details of each method are described in the footnote of Table 1.

Table 3. Comparative data on amount of energy in individual meals by four dietary consumption survey methods.

Meal	Actual	Weighing	Purchasing	Recall
1	546	543	540	556
2	703	621	673	584
3	476	344	413	284
4	499	430	553	478
5	615	520	757	732
6	632	523	612	492
7	531	492	527	418
8	760	755	748	742
9	336	350	261	216
10	394	428	331	290
11	897	1,098	674	591
12	491	502	489	388
13	965	1,261	1,089	923
14	836	718	618	672
15	437	745	459	518
16	404	396	329	385
17	429	357	496	497
18	495	478	448	322
19	506	528	562	651
20	628	518	665	843
21	860	795	893	1,187
22	448	397	412	425
23	508	463	515	571
24	852	992	831	697
25	466	401	532	488
26	642		616	624
27	1,258		760	823
28	862		819	540
29	770		934	905
30	596		517	708
<hr/>				
N=25				
Mean	588.6	586.2	577.1	558.0
S. D.	178.4	239.9	188.1	219.3
<hr/>				
N=30				
Mean	628.1		602.4	585.0
S. D.	209.8		190.6	215.7

Numerals in the table show kilocalories of energy consumed.

Details of each method are described in the footnote of Table 1.

(A)

(B)

(C)

Fig. 1. Correlation and regression analyses for values of lipid consumption obtained with two survey methods.

(A) Soxhlet's extraction method vs. weighing foodstuffs prior to cooking and calculation by food composition table.

(B) Soxhlet's extraction method vs. purchasing the same meal, separating it into foodstuffs, weighing them and calculating by using the food composition table.

(C) Soxhlet's extraction method vs. asking housewives to recall the composition and weight of foodstuffs used for the meal and calculation by using the food composition table.

L_3 : Regression line.

L_2 and L_4 : Confidence limit ($p=0.95$) of regression.

L_1 and L_5 : Confidence intervals at estimation from the regression line ($p=0.95$).

The same notion is used in Figs. 2 to 3.

Only in the case correlation is significant, regression analysis is conducted.

4. エネルギー

以上により求めた各栄養素(糖質, 脂質, 粗タンパク質)量に Atwater 係数を乗じて, 実測法によるエネルギーとした。

結 果

実測値と秤量法, 買上げ法, 思い出し法のそれぞれによる計算値とを Table 1~3 に示した。

秤量法において5食分は食事メモ用紙の紛失, 秤量した重量の記入落し等のため, 計算不能となり25食分のみ示した。

1. 脂 質

実測値の平均値と, 他の3法による平均値と比較すると, 統計学的な有意差は認められない(対応のある t -検定 (Table 1))。

実測値と各計算値との相関係数は Fig. 1 (A)~(C) に示すごとく, 秤量法では $r=0.802$, 買上げ法では $r=0.855$, 思い出し法では $r=0.714$ となった(いずれも0.1%以下の危険率で有意)。この回帰式による推定の95%信頼区間は, 秤量法, 買上げ法ではほぼ等しく, 思い出し法では大きくなった。なお秤量法, 思い出し法

の場合, 回帰係数が0.7前後で1より小さく, 回帰直線は原点を通過していない。

2. 糖 質

実測値の平均値と他の3法による平均値との間に統計学的な有意差は認められない (Table 2)。実測値と各計算値との相関は Fig. 2 (A)~(C) に示した。相関係数は秤量法: 0.865, 買上げ法: 0.812, 思い出し法: 0.622 となり, いずれも0.1%以下の危険率で有意であった。回帰式による推定の95%信頼区間は, 秤量法でもっとも小さく, 思い出し法でもっとも大きい。また脂質の場合と同様に回帰係数は秤量法, 思い出し法の両方で1より小さくそれぞれ0.711, 0.742であり, Y軸の切片の値もこの両方で大きかった。

3. エネルギー

実測値の平均値と各計算値との平均値とを比較すると, 有意の差はなかった (Table 3)。

Fig. 2. Correlation and regression analyses for values of carbohydrate consumption obtained with two survey methods.

(A) Carbohydrate value was an amount deducted a sum of "protein," "lipid" and "ash" from total dried weight vs. weighing foodstuffs prior to cooking and calculation by food composition table.

(B) Carbohydrate values was an amount deducted a sum of "protein," "lipid" and "ash" from total dried weight vs. purchasing the same meal, separating it into foodstuffs, weighing them and calculating by using the food composition table.

(C) Carbohydrate values was an amount deducted a sum of "protein," "lipid" and "ash" from total dried weight vs. asking housewives to recall the composition and weight of foodstuffs used for the meal and calculation by using the food composition table.

相関係数は Fig. 3 (A)~(C) に示すごとく、秤量法で 0.879、買上げ法で 0.815、思い出し法で 0.707 となり、いずれも 0.1% 以下の危険率で有意であった。回帰式による推定の 95% 信頼区間は、思い出し法で大きい。

また回帰係数は秤量法で 0.653、思い出し法で 0.688 と小さく (買上げ法, 0.897), 切片の値もこの両法で大きかった。

考 察

実測により得られた値と、食品成分表を使用し、3種類の調査方法により得られた食品重量を用い計算した値との間には、脂質、糖質、エネルギーともに、調査方法によって差異はあるものの、いずれも有意の相関を示した。脂質の場合には買上げ法、他2者では秤量法がもっとも大きな相関係数を示し、思い出し法はいずれの栄養素の場合ももっとも小さい相関係数を示した。

他方回帰分析において、秤量法、思い出し法の二つは回帰係数が1から離れ、かつY軸(実測値)の切片が0から離れて大きな値を示した。これは食事に含まれる量が小さい場合には実際の値より小さい値が、他方大きい場合には実際の値より大きい値が計算によって得られる

ことを意味している。

思い出し法の場合、実際の摂取量より低値となることが Hallfrisch ら³⁾によって報告されているが、少量の摂取では実際の量より小さく、大量の場合大きくなるという今回の結果は新しい知見で、それを考慮して前報のタンパク質、ナトリウムの場合を見直すと同じ傾向が認められる。概量を記載した献立について栄養士が重量を推定した際にはこれと逆のできごとが認められている⁴⁾。すなわち実際の量の少ない場合には大きく、多い場合には小さく推計しているわけで、本対象の主婦と栄養士とは量を扱う際に異なる態度を持つことになる。

今回とりあげた糖質、脂質、エネルギーの三つのうち脂質のみが実測値そのものであり、糖質は全量から脂質、タンパク質等を引き算して得られた値であり、エネルギーは、タンパク質、糖質、脂質に係数をかけて計算した値である。秤量法による値と実測値についての回帰分析の結果を解釈するために、まず脂質について検討しなければならない。

(A)

(B)

秤量法による値と実測値の相関が買上げ法による値と実測値の相関より小さいこと、さらに買上げ法の場合、回帰係数が1に近く、切片も原点に近いことから、秤量された脂質の一部が料理に含まれない可能性が考えられる。油脂を多量用いる場合ほど料理に含まれない割合が増すと考えると秤量法対実測値の回帰式が理解できる。

油脂を用いて調理を行なった場合、料理に含まれて摂取される量は使用量の約10%減となるという報告もあり⁵⁾、上述の解釈と矛盾しない。

糖質については先に述べたように全量からタンパク質、脂質、灰分の量を引いた値が実測値として使われている。そこでこの実測値と三つの方法のそれぞれによる値との相関、回帰はタンパク質と脂質のそれぞれについての誤差をとともに含んでいる。なお、前報で示したように、タンパク質の場合、もっとも推定精度のよかったのは秤量法であり、糖質の場合にはもっとも大きな相関係数は秤量法、もっとも1に近い回帰係数は買上げ法の場合に認められている。

エネルギーの場合も、糖質と同じような結果、すなわちもっとも大きい相関係数は秤量法、もっとも1に近い回帰係数は買上げ法、となったが、糖質の量が全量に占

(C)

Fig. 3. Correlation and regression analyses for values of energy consumption obtained with two survey methods.

(A) Calculation of energy value was done, according to Atwater's equation by using actually measured values vs. weighing foodstuffs prior to cooking and calculation by using the food composition table.

(B) Calculation of energy value was done, according to Atwater's equation by using actually measured values vs. purchasing the same meal, separating it into foodstuffs, weighing them and calculation by using the food composition table.

(C) Calculation of energy value was done, according to Atwater's equation by using actually measured values vs. asking housewives to recall the composition and weight of foodstuffs used for the meal and calculation by using the food composition table.

める割合が大きいことから、当然の結果といえる。

要 約

同一食事について、秤量法、買上げ計算法、思い出し聞き取り法の3種の調査を同時に行ない、その結果につき三訂補日本食品標準成分表を用いて、脂質、糖質、エネルギーを計算した。さらに買上げ法によるサンプルをホモジナイズし、エーテル抽出法により脂質量を求めた。次に前報ですでに報告したタンパク質量および今回測定した脂質量、別に測定した灰分量を全量から引いて糖質量を求めた。このようにして得られたタンパク質量、脂質量、糖質量について Atwater 係数を用いてエネルギー量を算出した。その結果を上記3方法による結果と比較検討し次のような結果を得た。

1) 実測値と計算値の間には、脂質で、秤量法: $r=0.802$, 買上げ計算法: $r=0.855$, 思い出し法: $r=0.714$, 糖質で、秤量法: $r=0.865$, 買上げ計算法: $r=0.812$, 思い出し法: $r=0.622$, エネルギーで、秤量法: $r=0.879$, 買上げ計算法: $r=0.815$, 思い出し法: $r=0.707$

のごとく高い相関関係を認めた。

2) 実測値と計算値の平均値間には、脂質、糖質、エネルギーにおいて、どの調査方法間にも統計学的な有意差は認められなかった。

3) 実測値の計算値に対する回帰式において 95% 信頼区間はどの栄養素についても、秤量法が最も狭く、ついで、買上げ計算法、思い出し法の順になった。しかし、回帰係数をもっとも 1 に近かったのはどの栄養素の場合も買上げ計算法の場合で、この原因が調理に用いた油脂が必ずしもすべて摂取される料理に含まれないためと考察した。

文 献

- 1) 科学技術庁資源調査会(編):三訂補日本食品標準成分表,(1980),大蔵省印刷局(東京)
- 2) 菅原和夫,熊江 隆,町田和彦,島岡 章,大下喜子,鈴木継美:栄食誌, 36, 5 (1983)
- 3) Hallfrisch, J., Steele, P. and Cohen, L.: *Nutr. Res.*, 2, 263 (1982)
- 4) 鈴木久乃,樋口揚子,鈴木継美:栄養と食糧, 29, 229 (1976)
- 5) 渡辺美智子,鈴木久乃,岩川治子:第 30 回日本栄養・食糧学会総会(仙台)講演要旨集, 33 (1976)

(昭和 57 年 10 月 9 日受理)