

Table 1-1 Subject characteristics of elder persons (Age:70-74)

Subject	Sex	Age	Weight	BMI ^(a),b)	Energy intake ^{b)}	Protein intake ^{b)}	PFC ratio ^{b),c)}
		(y)	(kg)	(kg/m ²)	(kcal/day)	(g/kg BW/day)	P : F : C (%E)
AA	M	74	59.3	21.9	2,318	1.50	15 : 29 : 56
AB	M	73	59.9	23.1	2,668	1.88	17 : 33 : 50
AC	M	71	72.7	27.1	1,371	0.63	14 : 18 : 68
AD	M	70	59.3	21.1	1,420	0.76	13 : 18 : 69
AE	M	72	58.7	21.2	1,989	1.11	15 : 25 : 60
AF	M	71	65.5	23.3	1,745	0.90	13 : 47 : 40
AG	F	72	57.2	25.3	1,434	1.10	18 : 32 : 50
AH	F	72	53.6	24.5	1,587	0.99	14 : 20 : 66
AI	F	72	41.2	17.4	—	—	—
AJ	F	72	55.9	25.4	1,179	0.62	12 : 19 : 69
Mean±SE		71.9±0.3	58.3±2.6	23.0±0.9	1746±164	1.1±0.14	14 : 27 : 59

Table 1-2 Subject characteristics of elder persons (Age:75-79)

Subject	Sex	Age	Weight	BMI ^(a),b)	Energy intake ^{b)}	Protein intake ^{b)}	PFC ratio ^{b),c)}
		(y)	(kg)	(kg/m ²)	(kcal/day)	(g/kg BW/day)	P : F : C (%E)
BA	M	75	65.4	22.5	2340	0.9	10 : 17 : 40
BB	M	75	60.2	23.4	2661	1.7	15 : 30 : 51
BC	M	76	51.3	20.0	2575	1.5	12 : 21 : 66
BD	M	78	54.2	21.6	2218	1.5	15 : 26 : 50
BE	F	76	45.5	18.7	1330	1.2	17 : 22 : 62
BF	F	77	41.2	19.7	2485	2.2	15 : 30 : 58
BG	F	78	61.8	27.6	2191	1.1	13 : 29 : 58
BH	F	78	52.3	21.6	—	—	—
BI	F	78	52.1	23.5	1558	0.9	12 : 17 : 71
BJ	F	78	56.8	—	—	—	—
Mean±SE		76.9±0.4	54.1±2.3	22.1±0.9	2170±170	1.6±0.2	13 : 25 : 61

Table 1-3 Subject characteristics of elder persons (Age:80~)

Subject	Sex	Age	Weight	BMI ^{a),b)}	Energy intake ^{b)}	Protein intake ^{b)}	PFC ratio ^{b),c)}
		(y)	(kg)	(kg/m ²)	(kcal/day)	(g/kg BW/day)	P : F : C (%E)
CA	F	83	30.0	16.2	2819	3.1	13 : 33 : 54
CB	F	83	38.0	22.4	1954	2.0	16 : 33 : 51
CC	F	82	45.5	21.6	2196	1.5	13 : 45 : 42
CD	F	83	45.9	22.3	2264	2.1	17 : 36 : 47
CE	F	81	52.7	28.6	2199	1.4	13 : 39 : 48
CF	F	85	37.7	17.2	2177	2.8	19 : 37 : 44
CG	M	85	55.0	22.9	1604	1.1	15 : 24 : 61
CH	M	83	61.5	25.9	2477	1.4	14 : 31 : 55
CI	M	83	50.0	19.5	2275	1.5	13 : 19 : 68
CJ	F	81	49.0	22.3	1334	0.8	12 : 26 : 62
Mean ± SE		82.9 ± 0.4	46.5 ± 2.9	21.9 ± 1.2	2130 ± 133	1.8 ± 0.2	15 : 32 : 53

a) BMI: body mass index

b) Energy, BMI, Protein intake and PFC ratio data are estimated from self- administered diet history questionnaire.

c) PFC ratio: protein, fat and carbohydrate energy ratio.

Table 2 Composition of the omelet (Body Weight : 60 kg)

	Protein intake (g/kg BW/day)					
	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4
Egg (g)	20	28	37	41	49	57
Olive oil (g)	2.0	2.8	3.7	4.1	4.9	5.7
Energy (kcal)	49	69	89	99	119	138
Protein (g)	2.5	3.5	4.5	5.0	6.0	7.0
Fat (g)	4.1	6.4	8.3	8.3	9.9	11.6

Table 3 Amino acid composition of reference protein and various test intake

	Reference protein (Egg protein composition) (mg/g protein)	Protein intake (g/kg BW/day)					
		0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4
Ala	61.4	30.7	43.0	55.3	61.4	73.7	86.0
Arg	75.1	37.6	52.6	67.6	75.1	90.1	105.1
Asn	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
Asp	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
Cys	22.1	11.1	15.5	19.9	22.1	26.5	30.9
Gln	56.6	28.3	39.6	50.9	56.6	67.9	79.2
Glu	56.6	28.3	39.6	50.9	56.6	67.9	79.2
Gly	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
His	22.7	11.4	15.9	20.4	22.7	27.2	31.8
Ile	62.8	31.4	44.0	56.5	62.8	75.4	87.9
Leu	83.3	41.7	58.3	75.0	83.3	100.0	116.6
Lys	75.7	37.9	53.0	68.1	75.7	90.8	106.0
Met	29.6	14.8	20.7	26.6	29.6	35.5	41.4
Phe	54.7	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6
Pro	41.9	21.0	29.3	37.7	41.9	50.3	58.7
Ser	83.9	42.0	58.7	75.5	83.9	100.7	117.5
Thr	47.1	23.6	33.0	42.4	47.1	56.5	65.9
Trp	15.6	7.8	10.9	14.0	15.6	18.7	21.8
Tyr	40.7	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0
Val	70.3	35.2	49.2	63.3	70.3	84.4	98.4

Table 4 The protocol for each study day

Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Exp.Diet ^{a)}	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
¹³ C-Phe ^{b)}					■	□	□	□	□	□	
NaH ¹³ CO ₃ ^{c)}					⊙						
Breath sample ^{d)}					◆◆	◆	◆	◆	◆◆	◆◆	◆

- a) The experimental diet (○) was a omlet, uiro, and sucrose. The diet was provided hourly for 10 h. Each meal was isocaloric and isonitrogenous and represented 1/12 of each subject's daily requirement.
- b) Priming dose of ¹³C-Phe was started at the 5th meal and continued hourly throughout the remaining 4 h of study. ■: 0.66 mg/kg BW. □: 1.20 mg/kg BW.
- c) Priming does of NaH¹³CO₃ was started at the 5th meal. ⊙: 0.176 mg/kg BW.
- d) Breath samples (◆) were collected at 13:00, 13:30, 14:00, 15:00, 16:00, 17:00, 17:30, 18:00, 18:30, and 19:00.

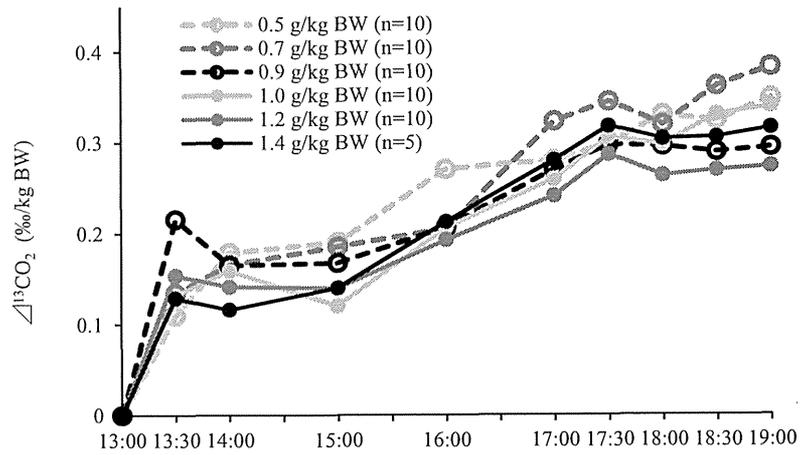


Figure 1-1 The effect of orally administered L-[1- ^{13}C] phenylalanine as the breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment of age 70-74

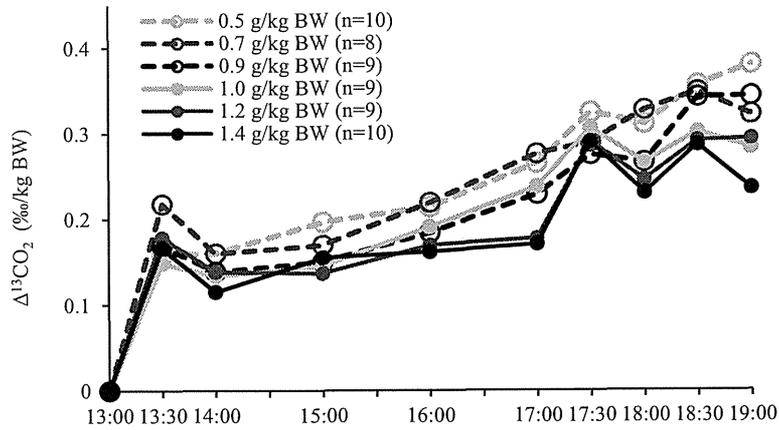


Figure 1-2 The effect of orally administered L-[1- ^{13}C] phenylalanine as the breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment of age 75-79

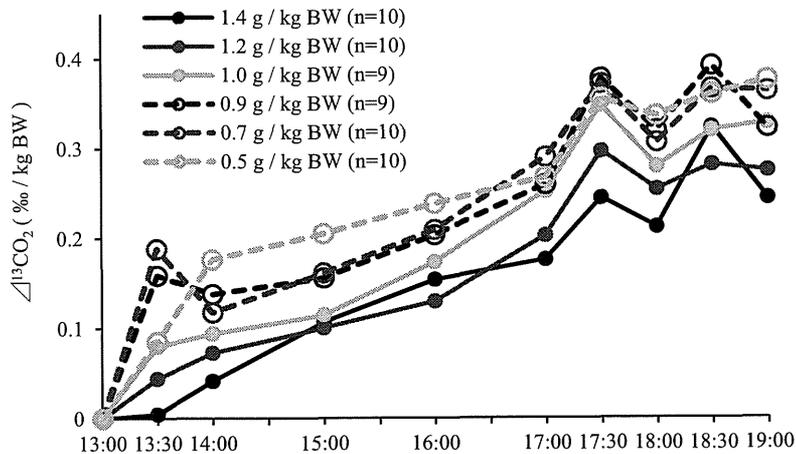


Figure 1-3 The effect of orally administered L-[1-¹³C] phenylalanine as the breath ¹³CO₂ enrichment of age 80~

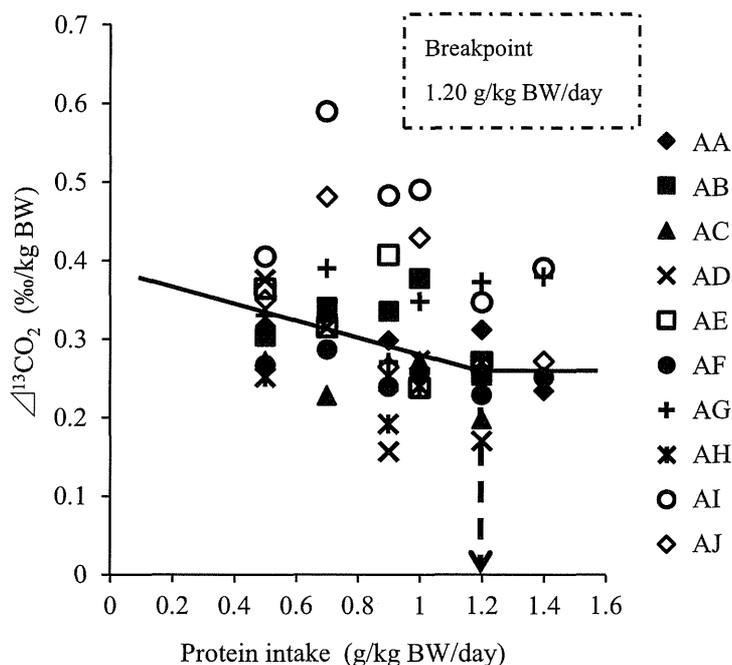


Figure 2-1 Relation between various protein intakes and the $\Delta^{13}\text{CO}_2$ of appearance of orally administered L-[1-¹³C] phenylalanine as the breath ¹³CO₂ enrichment of age 70-74

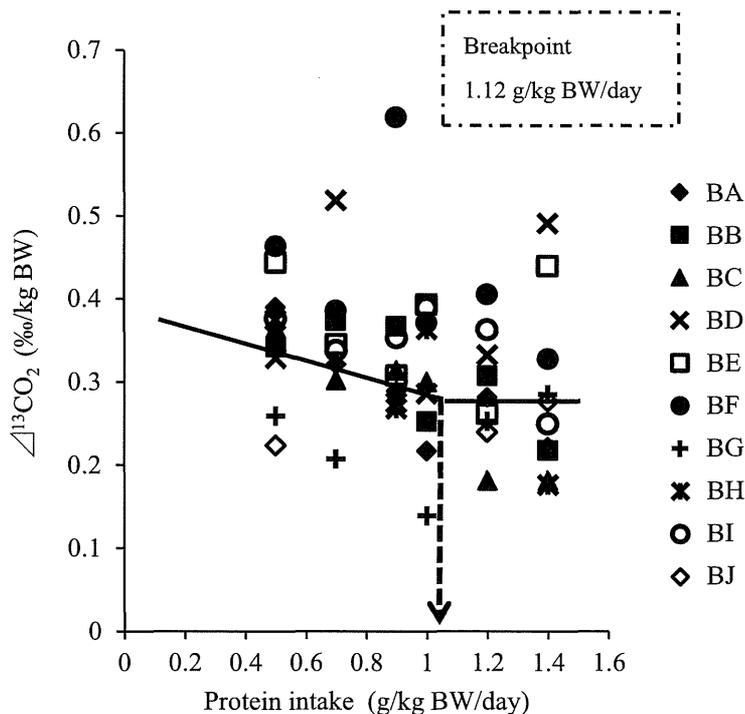


Figure 2-2 Relation between various protein intakes and the $\Delta^{13}\text{CO}_2$ of appearance of orally administered L-[1-¹³C] phenylalanine as the breath ¹³CO₂ enrichment of age 75-79

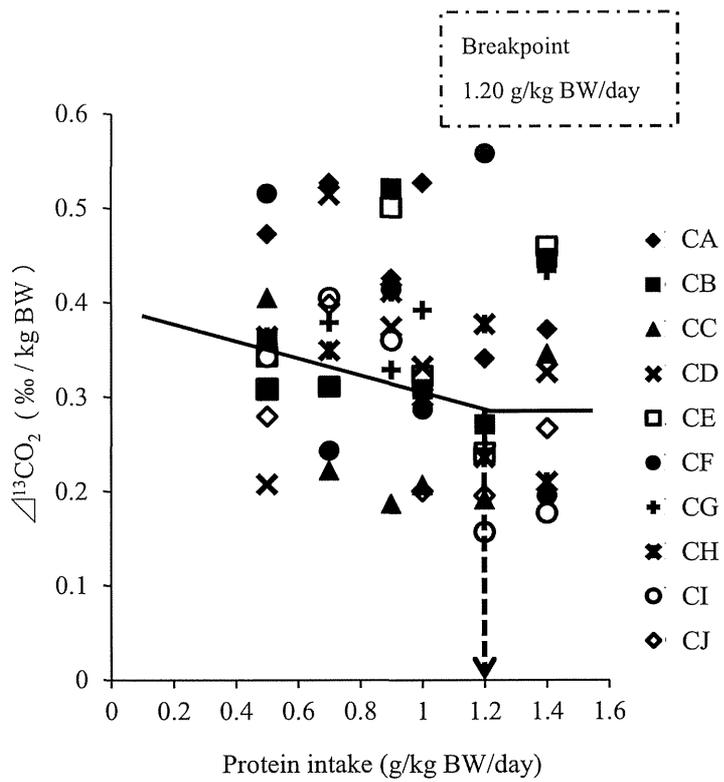


Figure 2-3 Relation between various protein intakes and the $\Delta^{13}\text{CO}_2$ of appearance of orally administered L-[1- ^{13}C] phenylalanine as the breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment of age 80~

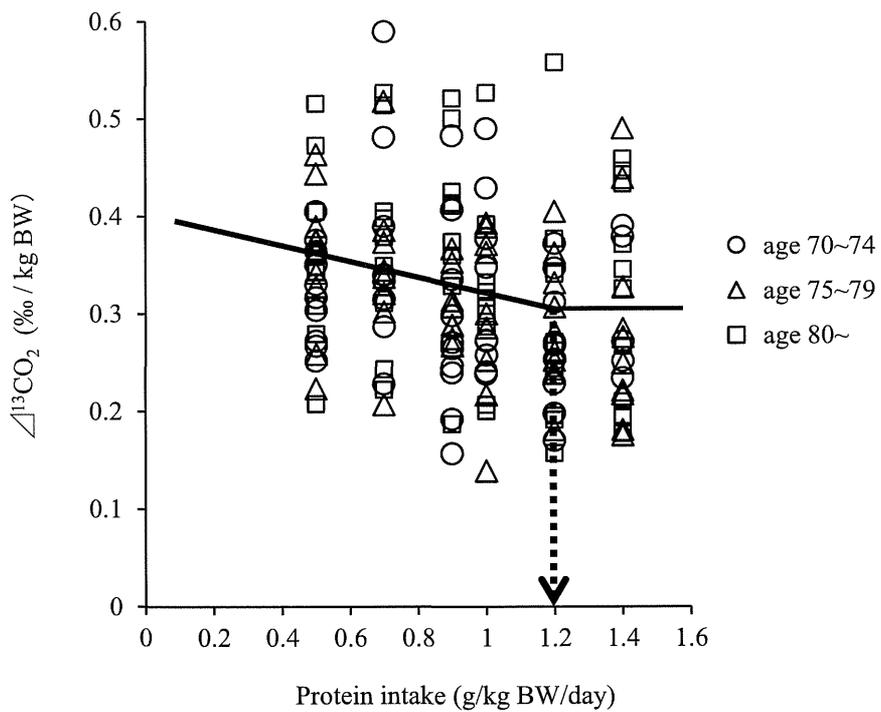


Figure 3 Relation between various protein intakes and the $\Delta^{13}\text{CO}_2$ of appearance of orally administered L-[1- ^{13}C] phenylalanine as the breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment of age 70~

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

II 分担研究者の報告書

中学生の身体活動レベルを決定する要因の検討 —国立大学附属中学校を対象事例として—

研究分担者 引原有輝 千葉工業大学 工学部 体育教室 准教授
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
共同研究者 渡邊将司 茨城大学 教育学部 保健体育教室 准教授
古泉佳代 日本女子体育大学 体育学部 講師
金子佳代子 横浜国立大学 教育人間科学部 教授
高田和子 独)国立健康・栄養研究所 栄養教育研究部 室長

【目的】本研究は、質問紙から得られた生活習慣に関する諸因子と二重標識水(DLW)法による身体活動レベル(PAL)との関係を検討し、首都圏内外の国立大学附属中学校に通う生徒を対象としてPALの多寡を決定する要因について明らかにすることを目的とした。

【方法】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、実験室に早朝空腹条件下で入室してもらった。初めに、身体計測を実施した後、ベースラインとなる尿を採取した。さらに、体重により規定された量のDLWを経口投与した。その後、30分間の仰臥位安静状態をとらせてから、10分間の基礎代謝量を2回測定した。対象者は中学校の協力のもと8日間にわたり、登校後すぐに教室にて7回の採尿を行った。採取したすべての尿サンプルは、その場で回収された。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。

【結果】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。

【考察】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II: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。

A. 研究目的

「日本人の食事摂取基準(2005年版)」で初めて二重標識水(Doubly labeled water:DLW)法に基づいた日本人の身体活動レベル(Physical activity level:PAL)の区分が提示され、2010年版で初めて日本人の子ども(小学生)のデータが引用された。しかしながら、引用対象となった研究の対象者数はわずか12名であり、2015年版に向けて小中学生のDLW法に基づく身体活動レベルの提示が大きな課題となっている。金子および古泉が平成22年度の報告書(2010)ならびに第66回日本体力医学会(2011)において首都圏(横浜市)の中学校に通う生徒80名を対象に、PALが 1.85 ± 0.28 であったことを報告している。また、引原らが平成24年度の報告書(2012)にて、首都圏郊外(水戸市)の中学校に通う生徒39名を対象に、PALが 1.77 ± 0.16 であったことや、古泉らが報告したPAL(1.85 ± 0.28)との間に有意な差が認められなかったことを報告している。そこで、本研究は、質問紙から得られた生活習慣に関する諸因子とDLW法によるPALとの関係を検討し、首都圏近郊(圏外と圏内)の中学生のPALの多寡を決定する要因を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

1. 対象者

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。対象者の身体的特徴は、Table 1に示すとおりである。

2. 実験手順

対象者には、実験室に早朝空腹条件下で入室してもらった。初めに、身体計測を実施した

後、ベースラインとなる尿を採取した。さらに、体重により規定された量のDLWを経口投与した。その後、30分間の仰臥位安静状態をとらせてから、10分間の基礎代謝量を2回測定した。対象者は中学校の協力のもと8日間にわたり、登校後すぐに教室にて7回の採尿を行った。採取したすべての尿サンプルは、その場で回収された。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。

3. 二重標識水法

対象者に体重の60%と仮定した体水分量(Total body water:TBW)1kgあたり、0.13gの重水(およそ99.9atom%)と2.5gの18酸素水(およそ10.0atom%)を混合して作られたDLWを経口投与した。また、ベースライン尿、第1日目、2日目、3日目、5日目、7日目、8日目および9日目の計8回の尿(1回あたり20ml)を所定の採尿瓶に採取させた。ベースライン尿は実験室に入室した際に採取し、残りの7回は登校後すぐに採取し、教室にて回収した。また、登校前に自宅で完全排尿するように指示した。登校後の採尿時刻については検者が確認した上で記録した。採取したすべての尿の同位体濃度は、(独)国立健康・栄養研究所の同位体比質量分析計によって測定された。得られた各サンプルの同位体濃度の減少率から所定の算出式(Ishikawa-Takata et al., 2008)を介して測定期間中の1日あたりの総エネルギー消費量(Total energy expenditure:TEE)を算出した。

4. 基礎代謝量(Basal metabolic rate:BMR)

対象者に仰臥位での安静状態を30分間保持させた後、ダグラスバッグを用いて10分間の呼吸を2回採取した。採取した呼吸の酸素濃度および二酸化炭素濃度をガス濃度分析

計 (AR-1, Arco System Inc., Chiba, Japan) により測定した。また、呼気量を乾式ガスメータ (DC-5, SHINAGAWA Co., Ltd., Tokyo, Japan) により測定した。測定値は 2 回の平均値とし、Weir(1949)の式を用いて BMR を算出した。

5. 身体活動レベル (Physical activity level: PAL) の算出

PAL は年齢、性別、体組成を補正して身体活動の程度を評価するための国際的な指標の 1 つである。本研究では、DLW 法により求めた TEE を BMR で除して PAL を求めた。

6. 質問紙による生活習慣状況調査

対象者には、生活習慣に関する質問紙に回答するよう依頼した。主な質問内容は、以下に示す通りである。

- 1 日の平均睡眠時間 (分)
- 学校部活動への加入 (1: 運動系、2: 文化系 or 無所属)
- 学校部活動の頻度 (回/週)
- 学校部活動以外の習い事 (1: 運動系、2: 学芸系、3: 両方、4: なし)
- 習い事の頻度 (回/週)
- 往復通学時間 (分)
- 往復通学時間のうち徒歩に要する時間 (分)
- 休み時間の過ごし方 (1: 体を使った運動・遊び、2: 読書や談話などの静的活動)
- 学校部活動のない日の放課後に体を使った運動や遊びをする時間 (1: しない、2: 30 分未満、3: 30~60 分未満、4: 60 分以上)
- 休日の過ごし方 (1: 部活動や買い物など活動的な生活、2: 読書や TV などの

座位活動中心の生活)

7. 倫理面への配慮

対象者ならびに保護者には、実験の目的、利益、不利益、危険性およびデータの管理や公表について、事前に十分な説明を行い、同意を得た上で測定を開始した。なお、この研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会-疫学研究部会」の承認を得て実施した。

C. 研究結果

国立大学附属中学校に通う 117 名の生徒の平均 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、二元配置分散分析により学校 (I 群 vs. O 群) と性別による交互作用は認められなかった (Table 2)。

対象者の生活習慣の調査項目における特徴 (Table 3) をみると、平均睡眠時間は、 6.8 ± 1.1 時間であった。また、週当たりの学校部活動ならびに習い事の回数は、それぞれ 2.5 ± 1.6 回および 3.1 ± 2.0 回であった。往復通学時間と通学徒歩時間は、それぞれ 92.8 ± 35.3 分、 46.3 ± 22.0 分であった。対象者の運動部への加入率は 73% であり、運動系の習い事および学芸系の習い事を行っている者は、それぞれ 25% および 84% であった。また、休日や休み時間の過ごし方については、休日を活動的な生活を送る者が 59%、学校での休み時間を活発に過ごす者が 47% であった。なお、カイ二乗検定により、運動系の習い事 (I 群: 17% < O 群: 42%) および放課後に体を動かす時間において、学校間に有意差が認められた。また、一元配置分散分析により、睡眠

時間（I群：6.6時間<O群：7.3時間）、習い事回数／週（I群：2.8回<O群3.6回）、往復通学徒歩時間（I群：54.7分>O群：29.4分）において、学校間に有意差が認められた。

重回帰分析により、PALの多寡に寄与する要因を検討した結果、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採択された（Table 4）。

D. 考察

本研究の主たる目的は、2010年度版日本人の食事摂取基準に示された年齢階級別の群分け（表6）における12～14歳のPALの再検討である。これまで、諸国外の数少ない研究結果に基づき、12～14歳のPALは、それぞれ1.45（レベルⅠ：低い）、1.65（レベルⅡ：普通）、1.85（レベルⅢ：高い）として設定されている。本研究の対象者は、首都圏内と首都圏郊外に位置する国立大学附属中学校を対象としていることからカリキュラムや課外活動への取り組みなどにおいて共通点が多い。一方で、都道府県の公立中学校とは異なり、通学圏が最大で1時間半から2時間にまで及ぶ生徒も含まれていることから、公立中学校の生徒とは一線を画す点も多い。例えば、往復通学時間が平均92.8分は明らかに公立中学校と比較して多いことが予想される。一方、週当たりの学校部活動の回数は2.5回であり、運動部に所属する者で週当たり3回以下の者は75%にも達し、頻度としては少ない印象を持つ。直接的な比較は難しいが、笹川スポーツ財団の調査結果では、10

代の運動・スポーツ習慣が週三回以上の者が64.6%、そのうち、週7回以上の者は34.1%にも達することを考慮すると、両校ともに文化系部活動も含めて課外活動の時間や頻度が決して多い学校ではないことがわかる。その一方で、学習系習い事への参加率が84%、週当たりの平均回数が3.1回は、学校保健会（2014）の児童生徒健康状態サーベランスによる中学生の「習い事に通っている」は男子9.5%、女子27.6%、週当たりの平均回数が男子1.6回、女子1.4回と比較すると高い傾向にあり、文芸志向が強いことが伺い知れる。なお、平均睡眠時間の比較では、学校保健会のデータである男子7.2時間、女子7.0時間と比較しても大差はない。これらの生活習慣状況を踏まえると、本研究の対象者のPALが1.83±0.25であったという結果は、食事摂取基準2010年度版に示されている1.65（レベルⅡ：普通）を見直す必要があることを示唆しており、少なくとも15～17歳の区分PAL1.75（レベルⅡ：普通）に引き上げることが望ましいのではないかと考えられる。

次に、重回帰分析の結果から、PAL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体を動かす時間ならびに往復通学合計時間が抽出された。当初の予想では、運動部活動への加入の有無や、運動系習い事への加入の有無がPALに寄与すると考えられたが、そのようにならなかった点は興味深い点でもある。この点は、対象者が国立大学附属中学校に通う生徒を対象にしたことが理由とも考えられるが、年々と中学校での運動・スポーツ習慣の二極化が進行していることを考えれ

ば、公立中学校に通う生徒にも一部該当する可能性がある。一方、往復通学時間が負の要因として寄与していた点はやや解釈が難しい点ではあるが、学校部活動のない日において往復通学時間が短い者ほど、体を使った運動や遊びに費やす時間を確保できやすくなるからだと考えれば、この結果もある程度、納得できるのかもしれない。ただし、予測モデルの係数 ($B = -0.001$) の大きさから考えても、その影響力は非常に小さい。

今後は、学校部活動のない日や本結果では抽出されなかった休日の過ごし方について、さらに詳細に分析できるような質問項目を再検討することが必要であろう。

E. 結論

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 II : 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. 研究発表

1. 学術論文

1. 笹井浩行、引原有輝、岡崎勘造、中田由夫、大河原一憲(2015)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)
2. 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(2014)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.

3. Hikihara Y, Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara, Ishikawa-Takata, Tanaka S. (2014) 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.

2. 学会発表

1. 引原有輝(2014)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.
2. 引原有輝(2015)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.

G. 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

Table 1 対象者の特徴

	I群		O群	
	Boys (n=40)	Girls (n=38)	Boys (n=20)	Girls (n=19)
Age (years)	13.6 ± 1.0	13.5 ± 1.0	13.0 ± 0.6	13.0 ± 0.6
Height (cm)	163.3 ± 9.0	156.4 ± 5.7	158.2 ± 9.0	155.9 ± 3.7
Weight (kg)	52.0 ± 9.6	43.8 ± 5.3	48.5 ± 9.4	45.9 ± 5.7
Body fat (%)	17.6 ± 9.3	20.3 ± 6.5	16.7 ± 6.9	22.7 ± 4.9

Table 2 対象者のエネルギー消費量、基礎代謝量、身体活動レベル

	I 群		O 群	
	男子 (n=40)	女子 (n=38)	男子 (n=20)	女子 (n=19)
TEE (kcal)	2920 ± 563	2173 ± 323	2764 ± 481	2288 ± 321
BMR (kcal)	1535 ± 206	1208 ± 95	1575 ± 244	1283 ± 100
PAL (TEE/BMR)	1.91 ± 0.31*	1.80 ± 0.24	1.76 ± 0.17	1.78 ± 0.16

TEE; total energy expenditure, BMR; basal metabolic rate, PAL; physical activity level

*, $P < 0.05$ vs. O 群男子

Table 3 対象者の生活習慣状況

生活習慣調査項目	I群 (n=78)	O群 (n=39)
平均睡眠時間(分)	6.6 ± 1.1	7.3 ± 1.0
学校部活動への加入状況(%)		
1:運動系	18	82
2:文化系 or 無所属	32	68
学校部活動の頻度(回/週)	2.8 ± 0.2	2.0 ± 0.1
習い事への参加状況(%)		
1:運動系	17	41
2:学芸系	84	85
3:なし	12	10
習い事の頻度(回/週)	2.8 ± 1.8	3.6 ± 2.4
往復通学時間(分)	95.2 ± 33.6	88.0 ± 38.5
往復通学時間のうち徒歩に要する時間(分)	54.7 ± 19	29.4 ± 17.0
休み時間の過ごし方		
1:体を使った運動や遊び	49	44
2:読書や談話などの静的な活動	51	56
学校部活動のない日の体を使った運動や遊びに費やす時間(%)		
1:なし	15	3
2:1-30分未満	46	41
3:30-60分未満	24	33
4:60分以上	14	23
休日の過ごし方(%)		
1:部活動や買い物など活動的な生活	59	59
2:読書やTVなどの座位活動中心の生活	41	41

Table 4 PAL に寄与する生活習慣諸因子

R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差	変化の統計量					Durbin-Watson		
				R2 乗変化量	F 変化量	自由度 1	自由度 2	有意確率 F 変化量			
.390 ^a	.152	.114	.23432	.152	3.986	5	111	.002	1.595		
				標準化されていない係数		標準化係数		t 値	有意確率	B の 95.0% 信頼区間	
				B	標準誤差	ベータ				下限	上限
定数				1.980	.083			23.995	.000	1.816	2.143
通学合計				-.001	.001	-.179	-2.032	.045	.000	-.002	.000
休み時間の過ごし方（動的な活動）				.133	.046	.269	2.923	.004	.000	.043	.224
休み時間の過ごし方（静的な活動：基準）				—	—	—	—	—	—	—	—
放課後体動かす時間なし				-.097	.085	-.124	-1.144	.255	.000	-.266	.071
放課後体動かす時間1-30分未満				-.125	.063	-.250	-1.991	.049	.000	-.249	-.001
放課後体動かす時間30-60分未満				-.119	.067	-.215	-1.784	.077	.000	-.252	.013
放課後体動かす時間60分<（基準）				—	—	—	—	—	—	—	—

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田中茂穂	VII. 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」,	2572 (増刊号4)	423-427	2014
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
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
<u>Hikihara Y</u> , Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara, <u>Ishikawa-Takata K</u> , <u>Tanaka S</u> .	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

IV. 研究成果の刊行物・別刷

VII 肥満症の予防・治療

食事療法

エネルギー摂取と体重管理

Energy intake and weight management

田中茂穂

Key words : エネルギー摂取量, エネルギーバランス, 食事調査, エネルギー密度, 身体活動

1 食事調査によるエネルギー摂取量の過小評価

肥満は、エネルギー摂取量と消費量とのアンバランスによってもたらされる。しかし、‘過食が肥満や体重増加にどの程度、寄与しているか?’という点については、意外と明らかにされていない。その大きな原因は、‘食事調査によるエネルギー摂取量の推定誤差が大きいこと(概して過小評価)’があげられる。

通常、エネルギー摂取量は、何らかの食事調査によって推定される。一方、現時点で、習慣的なエネルギー摂取量を評価する gold standard と考えられているのは、二重標識水(doubly labeled water: DLW)法を用いる方法である¹⁾。DLW法は、1980年代以降、人の日常生活におけるエネルギー‘消費量’を評価するための gold standard と考えられている。DLW法は、一般に2週間程度の期間におけるエネルギー消費量を推定する。体重変化がなければエネルギー消費量=エネルギー摂取量と考えてよいが、エネルギー消費量に測定期間中の体重変化を考慮することによって、習慣的なエネルギー摂取量を推定することができる。この方法によると、成人を対象としたほとんどの報告で、食事調査は平均としてエネルギー摂取量を過小評価する

という結果が得られている。食事調査の方法(秤量法、思い出し法、摂取頻度調査法、など)による過小評価の程度の違いは、ほとんどみられない。

国内でも、これまでに同様の検討が2件、報告されている。自記式食事歴法質問票 DHQ (diet history questionnaire)を用いた報告²⁾、および秤量法を用いた報告³⁾のいずれでも、男性で16%、女性で6%の過小評価であった。しかも、DLW法と食事調査から推定したエネルギー摂取量の相関係数は、いずれもおおよそ0.4前後かそれ以下であった(図1)。このことは、エネルギー摂取量が相対的に大きいかどうか、あまりわからないということの意味する。このように、実験室で完全に管理しないかぎり、エネルギー摂取量そのものを正確にとらえることは難しいため、食事調査に基づくエネルギー摂取量を用いて、体重増加における過食の寄与を検討することはできない。

2 国民健康・栄養調査結果の解釈

国民健康・栄養調査によると、年齢構成の変化(高齢化)を考慮しても、日本人のエネルギー摂取量の平均値は減少傾向にある。そのため、‘日本人における長期的な肥満者の増加の主な

VII

肥満症の
予防・治療

Shigeho Tanaka: Department of Nutritional Science, National Institute of Health and Nutrition (独)国立健康・栄養研究所 基礎栄養研究部

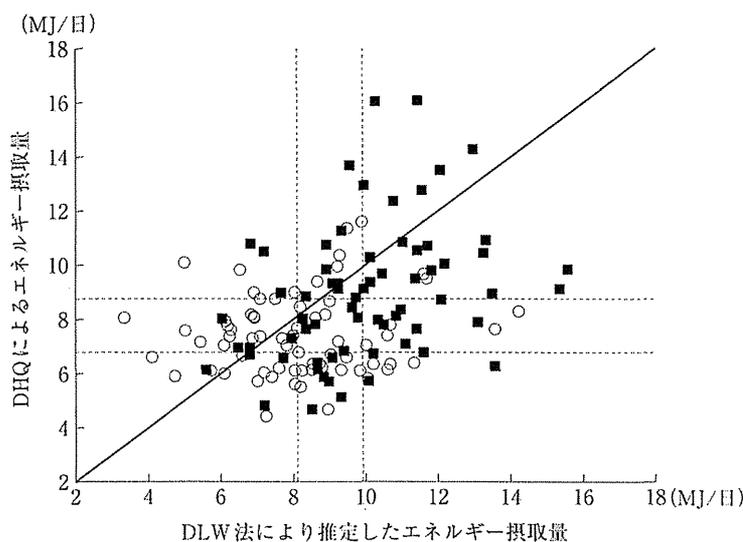


図1 DLW法およびDHQによるエネルギー摂取量の関係(○: 男性, ■: 女性)(文献²⁾より引用)

原因は、身体活動量の減少による’と推測されることが多い。確かに、2000年頃からの約10年間に限っては、平均歩数が減少しており、その可能性は否定できない。しかし、食事調査に基づくエネルギー摂取量については、先に述べたように、過小評価の問題がある。食事調査は、食事の‘実態’というよりは、調査される者の‘こうありたい’という‘願望’も反映していると考えられている。やせ願望が強くなってきていることを考えると、本当に減少傾向が続いているかどうか疑問もある。

3 体重変動に寄与する要因

1) エネルギー摂取量

現在、日常生活におけるエネルギー摂取量を評価するうえで最も信頼できる方法であるDLW法を用いて、習慣的なエネルギー摂取量と体重変動との関係をみた研究としては、Pima Indianを対象としたTataranniら⁴⁾の縦断研究がある。それによると、そうして得られた習慣的なエネルギー摂取量が多い方が、その後の体重が増加しやすい($r=0.25$, $p=0.028$)と報告している。ただし、この研究の74人の対象者は、

4.2±2.6年の観察期間で体重が5.8±6.5kg増加しており、体脂肪率の初期値も36±9%と、かなり肥満に偏った集団であった。また、安静時代謝量はPima Indian以外のほとんどの報告では体重変化と有意な相関が得られていない⁵⁾が、この研究では、 $r=-0.28$ ($p=0.016$)という有意な相関が得られている。一方で、身体活動量と体重変化の間には有意な相関はみられなかった。これも、全体に身体活動量が少なく(平均の身体活動レベルは約1.6)、非常に体重増加が大きい対象集団ならではの結果であり、どこまで一般化してよいか、疑問の残る点がある。

一方、Swinburnら^{6,7)}は、成人や子どもを対象に、エネルギー摂取量や消費量測定法の限界を踏まえたうえで、

$$\begin{aligned} \text{energy flux} &= \text{DLW法で得られた総エネルギー消費量 (kcal/日)} \\ &= \text{エネルギー摂取量 (kcal/日)} \end{aligned}$$

という概念を導入し、energy fluxと体重変化との関係などを検討した。その結果、‘energy fluxが多い方が、その後の体重は増加しやすい’という結果を得た。しかし、総エネルギー消費量が多いから太るとは考えにくい。そこ

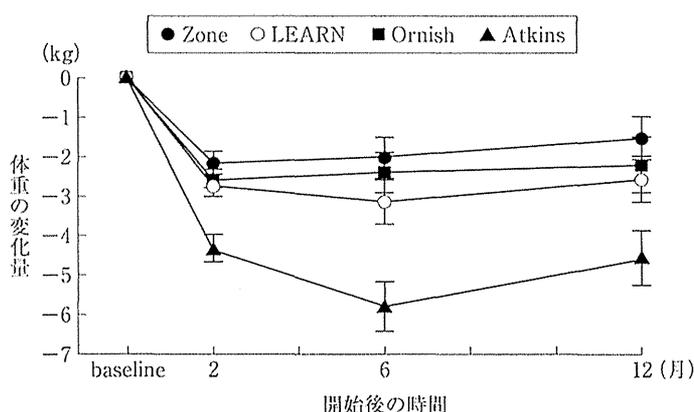


図2 閉経前の過体重女性において、Atkins, Zone, Ornish, LEARNの4種類の減量食が体重変化に与える影響(文献¹⁰⁾より引用)

で、総エネルギー消費量≒エネルギー摂取量であることを踏まえ、この結果は‘エネルギー摂取量が大きいと太りやすい’ことを示していると、著者らは解釈している。少なくともそれらの対象集団においては、エネルギー消費量よりエネルギー摂取量が果たす役割の方が大きかったことがうかがえる。

エネルギー出納のもう一方の側面として、エネルギー消費量の低下も考えられる。その場合、基礎代謝量の低下ではなく身体活動の2つの要素、すなわち運動および運動以外の身体活動(nonexercise activity thermogenesis: NEAT)のいずれかが低下することが肥満をもたらすと考えられる⁹⁾。しかし、身体活動と体重変化との関連は弱いこと、および先に述べたenergy fluxの結果を考えると、やはりエネルギー消費量の低下よりエネルギー摂取量の方が問題であろう。

2) 三大栄養素のバランス

体重の増減に直接影響するのは、エネルギーの消費と摂取(吸収率なども含む)のバランスによるが、三大栄養素のバランスは、それらに影響を与える可能性がある。現状では、三大栄養素のバランスの評価は食事調査によるしかないため、十分に信頼のできる知見が得られているとはいえないが、これまで問題ではないかと考えられてきたのは、‘脂質によるエネルギー摂

取量がエネルギー摂取量に占める割合(以下、脂質のエネルギー%)である。脂質のエネルギー%と肥満予防との関連についてのメタアナリシス⁹⁾によると、脂質エネルギー%を1%減少させると、0.19kgの体重減少につながるという。これは、脂質エネルギー%が低くなるとエネルギー摂取量が少なくなりやすいためと考えられる。

たんぱく質については、①満腹感を維持してエネルギー摂取量を抑える傾向にある、②食後の熱産生が大きい、③除脂肪量の維持により基礎代謝量を維持しやすい、という効果により、体重の維持や減量に有効である可能性がある⁹⁾。低炭水化物食は概して高たんぱく質食であるため、低炭水化物食の効果とされている知見の一部は、むしろ高たんぱく質食の効果といった方がよいかもしれない。

図2は、Atkins, Zone, Ornish, LEARNという4種類の減量食が体重変化に与える影響を、過体重・肥満者で検討した結果である¹⁰⁾。低炭水化物食・高たんぱく質食であるAtkins食の場合で最も大きな減量効果が得られている。ただし、高脂質食が生活習慣病をもたらすリスクも併せて考慮する必要がある。

3) エネルギー密度や砂糖入り飲料

エネルギー密度(kcal/g)も、体重変動と関連があることが指摘されている¹¹⁾。先に述べたよ