

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

### 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、 $1.83 \pm 0.25$ であった。男女別では、男子で  $1.86 \pm 0.28$ 、女子で  $1.79 \pm 0.21$  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：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 $1.85 \pm 0.28$ 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 $1.77 \pm 0.16$ であったことや、古泉らが報告したPAL( $1.85 \pm 0.28$ )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尿し、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分間の呼気を2回採取した。採取した呼気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、 $1.83 \pm 0.25$  であった。男女別では、男子で  $1.86 \pm 0.28$ 、女子で  $1.79 \pm 0.21$  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、 $6.8 \pm 1.1$  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  $2.5 \pm 1.6$  回および  $3.1 \pm 2.0$  回であった。往復通学時間と通学徒歩時間は、それぞれ  $92.8 \pm 35.3$  分、 $46.3 \pm 22.0$  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：低い）、1.65（レベル：普通）、1.85（レベル：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3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 $1.83 \pm 0.25$ 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：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：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 : 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、岡崎勲造、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 <sup>a</sup>	.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
<b>通学合計</b>				<b>-0.001</b>	<b>.001</b>	<b>-0.179</b>		<b>-2.032</b>	<b>.045</b>	<b>-0.002</b>	<b>.000</b>
<b>休み時間の過ごし方（動的な活動）</b>				<b>.133</b>	<b>.046</b>	<b>.269</b>		<b>2.923</b>	<b>.004</b>	<b>.043</b>	<b>.224</b>
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				-0.097	.085	-0.124		-1.144	.255	-0.266	.071
<b>放課後体動かす時間1-30分未満</b>				<b>-0.125</b>	<b>.063</b>	<b>-0.250</b>		<b>-1.991</b>	<b>.049</b>	<b>-0.249</b>	<b>-0.001</b>
放課後体動かす時間30-60分未満				-0.119	.067	-0.215		-1.784	.077	-0.252	.013
放課後体動かす時間60分 <（基準）											