

研究種目： 基盤研究 (A)  
 研究期間： 2006～2009  
 課題番号： 18200047  
 研究課題名 (和文) 現代の小・中・高校生の生活スタイルと身体活動レベル (PAL)  
 に関する研究  
 研究課題名 (英文) Physical activity level (PAL) and lifestyle in Japanese adolescents  
 研究代表者  
 金子 佳代子 (KANEKO KAYOKO)  
 横浜国立大学・教育人間科学部・教授  
 研究者番号：50076197

## 研究成果の概要 (和文)：

小・中・高校生の基礎代謝量および身体活動レベル (PAL) を正確に測定し、この年齢階級の推定必要エネルギー (Estimated Energy requirement: EER) 算出のための日本人のデータを得ることを目的として、小・中・高校生を対象として、フード法による基礎代謝量及び二重標識水 (DLW) 法によるエネルギー消費量を測定した。また、三次元加速度計を装着して日常生活の身体活動状態を把握するとともに生活活動記録及び食事摂取状況の調査を行った。

## 研究成果の概要 (英文)：

To assess the physical activity level (PAL) and estimated energy requirement (EER) for Japanese adolescents, the basal metabolic rate (BMR) and total energy expenditure (TEE) of 232 adolescents (age; 6-17 years old) were evaluated. A ventilated hood indirect calorimetry system (hood system) was applied for BMR measurement and TEE was evaluated by doubly labeled water (DLW) method. Subjects were also assessed daily physical activity by triaxial accelerometer and habitual physical activity and food intake by questionnaire.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	15,700,000	4,710,000	20,410,000
2007年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2008年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2009年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
年度			
総計	37,600,000	11,280,000	48,880,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：健康と食生活、栄養学、エネルギー代謝、基礎代謝、身体活動レベル、成長期

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

日本人の食事摂取基準（2005年版）では成長期の推定必要エネルギー（kcal/日）は、基礎代謝量（kcal/日）×身体活動レベル+エネルギー蓄積量として算定されている。身体活動レベル（physical activity level：PAL）は、1日の総エネルギー消費量を1日当りの基礎代謝量で除した指数である。現時点で、日常生活を自由に営んでいる状態でのエネルギー消費量を最も正確に測定する方法は二重標識水（doubly labeled water：DLW）法である。しかし、日本人を対象として、成長期の1日エネルギー消費量を二重標識水法で測定したデータはないため、日本人の食事摂取基準では諸外国における研究報告の系統的レビューを行い、各年齢階級におけるPALを推定している。その際、7歳以下の場合にはPALの個人差は小さいと考えて、PALの区分はされていないが、8歳以降は部活動・クラブ等でスポーツを行っていてPALが高いものがあるとして、8～11歳についてはPALを1.7と1.9の2区分、12～17歳については成人と同じ3区分（1.50、1.75、1.90）としている。しかしながら、この区分は推測したもので、その適切さについての検証はなされていない。

近年わが国では、大人も子どもも身体活動量が減少しており、肥満をはじめ高脂血症、虚血性心疾患、糖尿病、骨粗鬆症などの増大の要因と考えられている。子どものこころと身体の状態についてもさまざまな問題が指摘され、基礎的な体力の低下が懸念されている。子どもの生活に関する研究によると、屋外で活発に活動する時間よりも、屋内で過ごす時間の長いことが報告されており、個人差も大きいと考えられる。このような身体活動量の低下、消費エネルギー量減少の問題と食生活の問題とを総合的に把握して、心身の健康との関わりを明らかにすることが必要である。

## 2. 研究の目的

小・中・高校生の基礎代謝量および身体活動レベル（PAL）を正確に測定し、この年齢階級の推定必要エネルギー（Estimated Energy requirement：EER）算出のための日本人のデータを得ることを目的として、小・中・高校生を対象とした測定実験を行う。また、三次元加速度計による日常生活の身体活動状態の把握、食事摂取状況の調査もあわせて実施し、小・中・高校生の生活スタイルの現状とエネルギー消費・摂取との関わりについて明らかにする。

## 3. 研究の方法

まずフード法による基礎代謝測定実験の精度について、呼吸器モデルを作成して実験

を行い、被検者への負担が少なく、精度よく測定を行える条件等の検討を行った。

その後、中学生80名（平成18年度）、小学生80名（平成19年度）、高校生72名（平成20年度）を対象として、基礎代謝量測定、二重標識水（DLW）法によるエネルギー消費量測定実験を実施し、三次元加速度計による日常生活の身体活動状態の把握および食事摂取状況の調査もあわせて行った。

採取した尿サンプルのDLW分析は、独立行政法人国立健康・栄養研究所にて、質量比分析計を用いて行った。

## 4. 研究成果

## (1) フード法による基礎代謝量測定精度に関する検討

呼吸器モデルを用いた研究により、乳児から成人までの代謝量に相当する範囲で、誤差0.02%以内で測定できること、フード法とダグラスバッグ法の測定値に有意な差のないことを検証した。

フード法は被験者への負担が少なく、小児でも安静時エネルギー消費量（REE）の測定が行える。本研究のフード法でもアルコール燃焼試験から安定した良い結果が得られたが、アルコール燃焼のエネルギー量は大きく、呼吸商は非生理的な値であり、測定精度の検定方法としては不十分であると考えられる。そこで、呼吸器モデルを用いて実際の呼吸に近い動的な状況において乳児のREEに相当する呼吸量から検討したが、理論値と測定値の間に実質的な差はほとんど認められなかった。また、従来の研究では全く検討された事が無いフード内部の頭部位置と呼吸量の検討結果から、仰臥位では困難なほど真横にした場合には測定値に有意な影響が認められた。本研究の結果より測定中の姿勢が斜め45度以内であれば測定値に及ぼす影響は小さいと考えられ、小児・学童を測定する際には仰臥位保持の条件を緩和して心理的な圧迫を軽減できると考えられた。

## (2) 小・中・高校生を被検者とした基礎代謝等の測定

小学生（70名）、中学生（80名）、高校生（71名）の基礎代謝量（RMR）測定結果からBMR（体重1kgあたり基礎代謝量）を算出した。年齢が上がるにつれて、RMRは増大し、BMRは低減した。BMRと体重あるいはLBMとの間には有意な相関が認められた。

## (3) DLW法による1日の総エネルギー消費量の測定

DLW法による1日の総エネルギー消費量（TEE）については、小学生80名、中学生78名の分析が終了し、TEEと基礎代謝量の両者を測定できた対象（小学生70名、中学生78名）についてPALを算出した。

中学生においては、PAL は 1 年生、2 年生では男子が女子より高いが、3 年生では女子の方が高く、有意な性差は認められなかった。また、いずれの項目でも学年差は認められず、性と学年の交互作用もみとめられなかった。活動記録による活動内容を活動レベル別に比較すると、平日では活動レベルの低い者で睡眠時間が長く、散歩・買物等の時間が短かく、授業時間と回答している時間も短かった。休日では活動レベルの低い者で睡眠時間が長く、運動部での活動の多い者は活動レベルⅢに多かった。

小学生においては、PAL は、学年別にみると性による差がやや見られ、最も高値であったのは男子では 6 年の 1.98、女子では 4 年の 1.84 であった。食事摂取基準による年代別でみると、本研究における PAL は、PAL の値は、実測 RMR、推定 RMR のいずれを用いても、男子では DRI より高い値であった。女子では 6~7 歳、10~11 歳では、実測の RMR を使用した場合は DRI とほぼ同じ値であったが、推定 RMR から計算した PAL は DRI に比べて高い値であった。

#### (4) 三次元加速度計による日常生活のエネルギー消費量推定法の検討

三次元加速度計による日常生活のエネルギー消費量推定法について検討するとともに、DLW 法による TEE と RMR から求めた PAL の値と三次元加速度計による身体活動状況との関連性について検討を行った。

小中学生を対象に各種身体活動時のエネルギー消費量、心拍数、身体 3 箇所 of 3 次元加速度を実測し、エネルギー消費量を推定するための回帰式について検討を行った結果については、エネルギー消費量(kcal/min)を目的変数とし、心拍数や加速度、性、体格などの変数を投入して重回帰分析を行った結果、性と体格、心拍数(対椅座変化量)、手首と足首の加速度により、エネルギー消費量の分散の 87.5% を説明することができた。

中学生において、加速度計により推定したエネルギー消費量は  $2,552 \pm 507$  kcal で DLW 法により求めたエネルギー消費量  $2563 \pm 603$  kcal と比べ、 $-11 \pm 393$  kcal ( $1.5 \pm 16\%$ )、95% 一致限界は  $-113 \sim 91$  kcal で平均値はよく一致し、2 法間で有意な差はみられなかった ( $p=0.829$ )。

#### (5) 小中高校生の食事摂取状況及び生活スタイルの現状とエネルギー消費・摂取との関連

日常生活での身体活動量と活動内容との関連を検討するために、三次元合成加速度を目的変数として、遊び、部活動、習い事等の活動の有無を説明変数とした重回帰分析を行った。小学生では、平日、休日ともに、ボール遊びや鬼ごっこ、遊具で遊ぶといった体を大きく使う遊びとスポーツの習い事が身

体活動量の増大に有意に影響していた。また、平日では遊びや習い事以外の外出も活動量をも高める因子であった。一方、パソコンやゲームをする時間、TV の視聴は身体活動量を低下させる因子となっていた。

中学生においては、放課後にくらべて学校生活における身体活動が大きく、中でも体育の授業、部活動のある日は身体活動量が大きくなっていった。放課後の活動については、スポーツの習い事に参加している日の活動量が大きく、また外出の有無によって活動量に違いがみられた。したがって、習い事や外出の際の交通手段等が日常生活全体の身体活動量をも高める要因の一つになると考えられた。

食事摂取状況調査の結果については、小中学生では、平日の朝食欠食率は低く、休日の昼食の欠食率が高かった。食事の内容をみると、朝食では、昼食・夕食にくらべて「牛乳・乳製品」の摂取が多く見られ、休日では「主食」「主菜」「副菜」の料理が平日より少ない傾向がみられた。また、休日には間食をとる割合が高くなり、菓子類や清涼飲料などの摂取が多くみられた。

小中高校生の食事摂取状況調査及び生活スタイルの現状とエネルギー消費・摂取との関わりについては、今後さらに詳細な検討を行っていきたいと考えている。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1) 熊江隆、金子佳代子ほか「呼吸器モデルを用いた安静時代謝量測定におけるフード法の精度に関する検討」体力・栄養・免疫学雑誌 (査読有)、19 巻、32-41 頁、2009 年
- (2) 大森桂、金子佳代子ほか「3 次元加速度と心拍数による日常生活時のエネルギー消費量の推定」日本家政学会誌 (査読有)、59 巻、221-229 頁、2008 年
- (3) 熊江隆、金子佳代子「ダグラスバッグ中の呼気ガスの湿度変動がエネルギー消費量の計算に及ぼす影響」体力・栄養・免疫学雑誌 (査読有)、17 巻、75-84 頁、2007 年
- (4) 熊江隆、金子佳代子ほか「呼吸器モデルによるフード法の測定精度の検討」体力・栄養・免疫学雑誌 (査読無)、17 巻、140-143 頁、2007 年

[学会発表] (計 8 件)

- (1) 古泉佳代、金子佳代子ほか「3 次元加速度計により測定した小学生の日常生活における身体活動量」日本栄養・食糧学会、2009 年 5 月

- 21日、長崎県長崎市
- (2) 古泉佳代、金子佳代子ほか「中学生の放課後の身体活動強度」日本発育発達学会、2008年3月16日、福岡市
  - (3) 伊藤千夏、金子佳代子ほか「質問紙法による中学生の食生活の把握」日本栄養・食糧学会、2008年5月3日、埼玉県坂戸市
  - (4) Koizumi K., Kaneko K. et al. “Physical activity assessed by triaxial accelerometer in Japanese adolescents” 21st world Congress of International Federation for Home Economics, July 31, 2008, Lucerne, Switzerland
  - (5) Ito C., Kaneko K. et al. “Research on Japanese junior high school students’ diet by a questionnaire” 15th International Congress of Dietetics, September 10, 2008, Yokohama, Japan
  - (6) 熊江隆、金子佳代子ほか「呼吸器モデルを用いたフード法による安静時代謝量の測定精度に関する検討」日本栄養・食糧学会、2007年5月20日、京都市
  - (7) 古泉佳代、金子佳代子ほか「加速度計を用いた中学生の日常生活における身体活動量の検討」日本栄養・食糧学会、2007年5月20日、京都市
  - (8) 熊江隆、金子佳代子ほか「呼吸器モデルによるフード法の測定精度の検討」体力・栄養・免疫学会、2007年8月31日、東京都

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

金子 佳代子 (KANEKO KAYOKO)  
横浜国立大学・教育人間科学部・教授  
研究者番号：50076197

### (2) 研究分担者

高田 和子 (TAKATA KAZUKO)  
独立行政法人国立健康・栄養研究所・健康増進プログラム・上級研究員  
研究者番号：80202951

### (3) 研究分担者

大森 桂 (OMORI KATSURA)  
山形大学・地域教育文化学部・准教授  
研究者番号：50344784