

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：11501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650472

研究課題名(和文)乳幼児期のエネルギー消費量の発達的変化の解明と正確な推定方法の開発

研究課題名(英文)Assessment of developmental changes of energy expenditure in young Japanese children and development of an accurate method for estimation of physical activity level

研究代表者

大森 桂(Omori, Katsura)

山形大学・教育文化学部・准教授

研究者番号：50344784

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、測定が困難な乳幼児のエネルギー消費量の発達的変化を明らかにすること等を目的とし、2012年から2014年の夏期と冬期に幼児21名を対象に二重標識水法及び3次元加速度計法により日常生活におけるエネルギー消費量を実測した。1日のエネルギー消費量の平均値は79.0～84.0(kcal/kg/day)の範囲にあった。2カ年の実測値が得られた園児の夏期の合成加速度を比較した結果、幼稚園内、家庭内、移動・外出先、いずれの時間帯においても、合成加速度平均値は発達に伴い減少する様子が見られた。フード法により幼児の安静時代謝量を縦断的に実測した結果、体重当たりの安静時代謝量は発達に伴い漸減していた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is to assess the developmental changes of energy expenditure using the doubly labeled water (DLW) method and triaxial accelerometry. We measured daily energy expenditure in twenty one Japanese children aged 3-6 in both summer and winter from 2012 through 2014. Analysis of the data which we obtained using both methods in the summer and winter of 2012, showed that the averages of total energy expenditure per weight measured by the DLW method were between 79.0 and 84.0(kcal/kg/day). Comparing the data between summer 2012 and 2013 revealed that the average of integrated triaxial acceleration during three periods: at kindergarten, at home, and all other activities including transit, tended to decrease as the subjects grew. We also measured resting energy expenditure using a hood method. Measurements taken every three months revealed that the average resting energy expenditure per weight decreased as the subjects' age increased.

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：エネルギー消費量 幼児 二重標識水 3次元加速度

1. 研究開始当初の背景

(1) 食事を通して不適切なエネルギー量を習慣的に摂取することは、肥満ややせを招く危険性があり、より正確なエネルギー必要量を求めるには、個人の身体活動レベルを正確に評価する必要がある。エネルギー消費量の測定方法としては、二重標識水法がゴールドスタンダードだが、高額かつ分析施設も限られていることから、これまで国内ではほとんど行われてこなかった。特に、日本人の乳児について二重標識水法により総エネルギー消費量を測定した報告は存在しない。従来、身体活動量の簡便な評価方法として主に1次元加速度計や歩数計が用いられてきた。近年、身体の動きを上下・左右・前後で計測できる3次元加速度計が開発され、活発で複雑な動きの多い乳幼児の場合は特に有効と考えられる。既に研究代表者らは、科学研究費基盤研究(B)により子どもを対象に3次元加速度計による測定を行い、その有効性を検証している(大森ら2008, 2010)。引き続き基盤研究(A)では、二重標識水法により小学生以上の子どものエネルギー消費量を実測している(金子ら2010)。しかし、乳幼児のエネルギー消費量を二重標識水法と3次元加速度計法により同時測定した例は、国内外を問わず報告されていない。

(2) 安静時代謝量についても、乳幼児はマスクによる測定が難しく、国外ではフード法が検討され始めているが、乳幼児の実測データは依然極めて少ない。これまで子どもを対象とした代謝量の測定には、顔面に装着したマスクにより呼吸を採取する方法が主に用いられているが、体重が軽く、体格および顔の小さい幼児の場合、身体的・精神的負担やマスクの密着性等方法上の課題も多い。

2. 研究の目的

本研究の目的は、二重標識水法を用い、測定が非常に困難な乳幼児を対象に、エネルギー消費量を縦断的に測定し、乳幼児期におけるエネルギー消費量の発達的变化を明らかにすることである。また、3次元加速度を同時測定し、高額な二重標識水法によらずに、3次元加速度計により簡便かつ精度よく乳幼児のエネルギー消費量を推定する方法について検討する。さらに、子どもの負担をできるだけ少なくして安静時代謝量の発達的变化を測定する方法について検討することを目的とし、フード法により安静時代謝量を縦断的に実測する。

3. 研究の方法

本研究計画については、山形大学地域教育文化学部倫理委員会の承認を得て実施した。

(1) 幼児の日常生活におけるエネルギー消費量の実測

山形市内の幼稚園に通う幼児(男児14名、女児7名)計21名を対象に、2012年から2014

年の夏期と冬期において、以下の測定を行った。

エネルギー消費量の測定

測定当日、対象園児には登園後に身長と体重を計測し、二重標識水(各被験者体重1kg当たり<sup>2</sup>H0.06gと<sup>18</sup>O0.14gを含む水)を服用してもらった。その後8日間にわたり、1日1回採尿を行った。採尿においては、飲食後30分以上経過していることとし、採尿時刻等を記録用紙に記入するよう依頼した。測定の最終日には、登園後に身長と体重を計測し、採尿瓶、記録用紙等を回収した。尿試料は国立健康・栄養研究所に送付し、質量比分析計を用いて同位体比(<sup>2</sup>H:<sup>1</sup>H,<sup>18</sup>O:<sup>16</sup>O)を分析し、<sup>2</sup>Hと<sup>18</sup>Oの減衰率から二酸化炭素排出量を求め、Weirの式と国民健康・栄養調査成績より求めたFQ(食物比)から1日のエネルギー消費量(平均)を算出した。

3次元加速度の測定

二重標識水を服用後、3次元加速度計(EW4800P, パナソニック株式会社, 大阪)を被験者の右腰部に装着した。服用翌日から連続8日間、入浴や水泳等の時間を除いて終日装着してもらった。また、測定期間中の生活内容について、記録用紙に記入するよう依頼した。加速度計を回収後、研究用のソフトウェアにより三軸の加速度を出力し、合成加速度を算出した。併せて歩数およびエネルギー消費量の計測結果も出力し、分析に用いた。

(2) 安静時代謝量の測定

2歳から7歳までの乳幼児計5名を対象に、フード法により安静時代謝量を実測し、発達的变化について検討した。測定前夜9時以降絶食とし、当日朝起床後、フード法により約20分間仰臥安静状態にて1分間隔で呼気中の酸素および二酸化炭素量等を計測した。呼気分析にはポータブルガスモニター(AR-1O2朗, アルコシステム, 千葉)を用いた。

4. 研究成果

(1) 幼児の日常生活における身体活動量

2012年度に二重標識水法により夏期と冬期いずれも実測できた園児9名の1日のエネルギー消費量(体重当たり)の平均値は表1の通りであり、79.0~84.0(kcal/kg/day)の範囲にあった。対応のあるt検定の結果、有意な季節差は認められなかった。

表1. 1日のエネルギー消費量

	夏期	冬期
男児	80.0 ± 15.8	83.6 ± 8.4
女児	79.1 ± 8.7	82.3 ± 11.2
全体	79.8 ± 14.0	83.3 ± 8.3
平均 ± SD		(kcal/kg/day)

2カ年の実測値が得られた園児の夏期の測

定期間中の平均合成加速度を表 2 に示した。対応のある t 検定により、年度間の比較をしたところ、「幼稚園内」「家庭内」「移動・外出先」いずれの時間帯においても、男女共に合成加速度は発達に伴って減少する様子がみられた。

表 2. 平日の活動別合成加速度

男児	12 年度夏期	13 年度夏期
幼稚園内	359.6 ± 29.3*	308.5 ± 56.6*
家庭内	220.5 ± 24.6	202.2 ± 73.2
移動・外出先	308.0 ± 95.9	302.5 ± 98.8
一日平均	279.8 ± 27.0	257.2 ± 68.9

女児	12 年度夏期	13 年度夏期
幼稚園内	296.4 ± 48.0	257.8 ± 29.6
家庭内	226.6 ± 67.5	211.6 ± 6.5
移動・外出先	295.0 ± 77.2	284.6 ± 31.4
一日平均	260.9 ± 55.3	244.9 ± 29.2

平均 ± SD (mG)

\*対応のある t 検定の結果、有意差あり。

3 次元加速度計により計測した歩数について、測定期間中の平均値を表 3 に示した。両季節の平日、休日いずれにおいても平均値は 1 万歩を超えていた。対応のある t 検定の結果、平日、休日それぞれの歩数平均値に有意な季節差は認められなかった。また、夏期、冬期それぞれについて、平日と休日の歩数を比較したところ、両季節共に平日の歩数は休日に比べて有意に多かった。

表 3. 夏期および冬期における 1 日の歩数

男児	夏期	冬期
平日	15425.9 ± 2068.3	15919.1 ± 2791.4
休日	10681.9 ± 2585.7	10745.9 ± 3750.1
全体	14006.8 ± 2036.5	14685.7 ± 2843.0

女児	夏期	冬期
平日	15707.1 ± 4385.4	13772.6 ± 3060.6
休日	13344.4 ± 5352.5	11844.0 ± 1496.6
全体	15149.4 ± 4171.6	13290.5 ± 2512.1

平均 ± SD (歩/日)

2012 年度の夏期および冬期に二重標識水法および 3 次元加速度計法の双方の値が得られた園児のデータを用い、両法の相互関連性を分析した。その結果、二重標識水法により実測したエネルギー消費量と 3 次元加速度計

により計測された歩数およびエネルギー消費量には、夏期、冬期いずれも有意な相互関連性は認められなかった。なお、2013 年度の夏期と冬期に二重標識水法により実測したエネルギー消費量については現在解析中であり、両法の相互関連性については、そのデータも合わせた上で今後さらに分析を行う必要がある。

## (2) 幼児の安静時代謝量の発達の变化

約 3 か月おきに縦断的に実測した男児 2 名の体重当たり安静時代謝量(kcal/kg/day)は、2 歳時 68.0、7 歳時 46.1 であり、年齢が上がるにつれて低下する様子が確認された。また、実測した安静時代謝量について、日本人の食事摂取基準における該当する年齢幅の基礎代謝基準値と比較したところ、図 1 に示した通り、全般的に実測した安静時代謝量は基礎代謝基準値よりも高い傾向が見られた。今後さらに実測データを蓄積し、安静時代謝量の発達の变化および個人差等について詳細に検討していく必要があると考えられる。

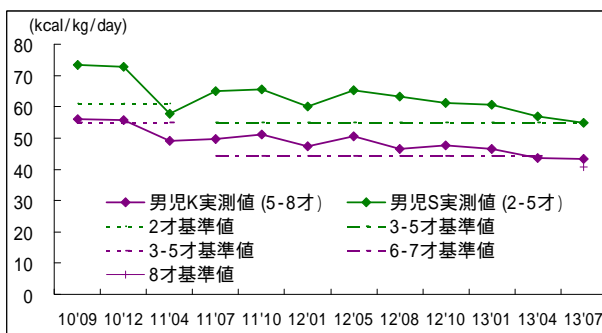


図 1. 安静時代謝量の発達の变化

本研究の遂行にあたり、ご協力頂いた被験者およびその家族の皆様並びに幼稚園の教職員の皆様、測定補助の皆さんに深謝いたします。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 3 件)

Katsura Omori, Kayoko Kaneko, Measuring of energy expenditure in young Japanese children, IUNS 20<sup>th</sup> International congress of nutrition, September 15-20, 2013, Granada congress centre, Granada, Spain  
大森桂、幼児の基礎代謝量の縦断的測定、日本家政学会東北・北海道支部第 57 回研究発表会、2012 年 9 月 15 日、福島大学

白岩未来子、相馬志保、大森桂、幼児の日常生活における身体活動量の研究、日本家政学会東北・北海道支部第 57 回研究発表会、2012 年 9 月 15 日、福島大学

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

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：5 0 3 4 4 7 8 4

(2)研究協力者

高田 和子 (TAKATA, Kazuko)  
国立健康・栄養研究所・栄養教育研究部・  
栄養ケア・マネジメント研究室長  
研究者番号：8 0 2 0 2 9 5 1