

平成 22 年 5 月 15 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20700537  
 研究課題名（和文） 二重標識水法を用いた小児の日常生活におけるエネルギー消費量の評価  
 研究課題名（英文） Estimation of Free-Living Energy Expenditure using Doubly Labelled Water Method in Japanese Children  
 研究代表者  
 寺本 圭輔（TERAMOTO KEISUKE）  
 愛知教育大学・教育学部・講師  
 研究者番号：70362308

研究成果の概要（和文）：本研究は，二重標識水法（DLW 法）を用いて幼児の 1 日総エネルギー消費量（TEE）を，呼気ガス分析により安静時代謝量（REE）を，TEE と REE より活動エネルギー代謝量（PAEE）を算出し，この時期のエネルギー消費量について評価することを目的とした．測定は 3 歳から 5 歳までの園児男女 60 名を対象とし，人体計測，皮下脂肪厚，身体組成測定，DLW 法による TEE，呼気ガス分析による REE を測定した．本研究の結果，TEE，REE，PAEE には有意な性差はみられず，それらは身体組成とも関係性を示さなかった．本研究で定量された幼児期のエネルギー消費量は，TEE  $1374.5 \pm 223.8$  kcal/day，TEE/体重  $74.3 \pm 10.4$  kcal/kg/day，PAEE  $353.7 \pm 194.3$  kcal/day，PAEE/体重  $19.1 \pm 10.5$  kcal/kg/day，であり，この年代の基準値を提示できたものとする．

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to determine total energy expenditure (TEE), resting energy expenditure (REE), and physical activity energy expenditure (PAEE) in Japanese infant. Subjects were 30 boys and 30 girls (age:  $68.1 \pm 8.0$  months, BMI:  $15.4 \pm 1.2$  kg/m<sup>2</sup>). TEE was measured in free-living conditions using doubly labeled water method. PAEE was determined from TEE and REE. Simultaneously, anthropometry and body composition by bioelectrical impedance analysis were measured. In present study, no gender differences in TEE, REE, and PAEE were observed. Additionally, they were no significant correlations with body composition. This study showed that DLW-derived TEE and PAEE were  $1374.5 \pm 223.8$  kcal/day (TEE/Wt:  $74.3 \pm 10.4$  kcal/kg/day) and  $353.7 \pm 194.3$  (PAEE/Wt:  $19.1 \pm 10.5$  kcal/kg/day), respectively.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，応用健康科学

キーワード：小児，エネルギー消費量，二重標識水法

## 1. 研究開始当初の背景

二重標識水 (Doubly Labeled Water: DLW) 法は，日常生活を自由に営んでいる健康人のエネルギー消費量を正確に測定できるゴールドスタンダード法とされ，1980 年以降に用いられるようになった比較的新しい測定法である．1990 年代後半より DLW 法を用いた研究報告は増加し，海外では食事摂取基準算定のためのエネルギー消費量算出のために利用されている．しかし，幼児から児童を対象とした研究は，海外ではいくつか報告されているが，我が国では我々が報告した 1 日総エネルギー消費量 (Total Energy Expenditure: TEE) のみである．

従って，交通の利便化，TV ゲーム等の室内遊びの蔓延など，生活環境の時代変化に伴う日常生活全般における身体活動量減少傾向やエネルギー出納バランスの崩れを一因とする小児肥満の増加傾向が指摘されている社会的背景から考えると，小児期における TEE を DLW 法を用いて明らかにするとともに，TEE を安静時エネルギー消費量 (Resting Energy Expenditure: REE) 活動エネルギー消費量 (Physical Activity Energy Expenditure: PAEE) に分けて検討することが必要である．

## 2. 研究の目的

本研究の目的は，DLW 法を用いて幼児の TEE を算出し，さらに，呼気ガス分析により REE を，TEE と REE より PAEE を算出

し，この時期の 1 日のエネルギー消費量を評価するとともに，その内訳として活動に伴うエネルギー消費量がどの程度占めるであろうか，ということをはっきりとすることを明らかにすることとした．

## 3. 研究の方法

### (1) 被験者

被験者は，保育園に通う健康な幼児 30 名 (男児 15 名，女児 15 名，月齢  $68.1 \pm 1.5$  ヶ月) であった．研究実施にあたり，通園している保育園と保護者に十分な説明を行い，同意を得た園児のみを対象とした．なお，本研究は，愛知教育大学研究倫理委員会の承諾を得て実施した．

### (2) 測定方法

DLW 法による TEE の測定は，二重標識水 ( $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) 投与日から 1 週間後の計 8 日間とした．投与前日は 21 時までには食事を終えることとし，その後就寝まで絶食，起床後は絶食もしくは軽食とした．投与した同位体は  $^2\text{H}$  が推定体水分量の 0.05% (99.9atom%)， $^{18}\text{O}$  が 0.25% (10atom%) として経口投与した．採尿は投与前，投与 3 時間後，1 日後，3 日後，7 日後の計 5 回とした．

REE は，呼気ガス代謝モニター (インターリハ社製 Cpex-1) を用いて昼食 2 時間後以降に仰臥位安静をとり，呼気が安定した 3 分以上の採気によりを測定した．

形態・身体組成の測定は，身長，体重，周

表1. 被験者の特性と身体組成

	男児 n=15	女児 n=15	p
月齢,月	66.7 ±8.4	69.5 ±7.8	ns
身長,cm	108.3 ±5.8	111.1 ±4.7	ns
体重,kg	18.25 ±2.74	18.89 ±1.65	ns
Body Mass Index, kg/m <sup>2</sup>	15.15 ±1.14	15.29 ±0.92	ns
腹囲,cm	49.78 ±4.29	50.75 ±3.30	ns
Fat-Free Mass, kg	14.74 ±1.71	14.37 ±1.09	ns
%Fat Mass, %	18.87 ±3.61	23.83 ±2.97	p<0.001

径囲(腹囲, 臀囲, 大腿囲), 皮下脂肪厚(肩甲骨下部, 腰部, 腹部, 背中下部, 上腕背側部, 大腿部, 下腿部), 骨端幅(上腕, 大腿), および仰臥位による生体インピーダンス法(トーヨーフィジカル社製 TP-95K)を実施した。

### (3) データ分析

55 尿サンプルは 10 以下で数日間保存し, その後-30 で冷凍保存した。同位体の分析は PyrOH-IsoPrime 同位体比質量分析計(GV Instruments, UK)を用い, 1 検体あたり 9 回の分析を行った。TEE の算出は, 分析結果より Schoeller ほか(1986)の式より体水分量(TBW), CO<sub>2</sub> 排泄量を, Weir ほか(1949)より TEE を算出した。REE は原口(1986)の式を用い, PAEE は食事誘発性体熱産生による 10% のエネルギー消費量を考慮し, PAEE=TEE × 0.9-REE としして算出した(Maffeis ほか, 1993)。身体活動レベル(PAL)

は TEE/REE より算出した(Torun, 2005)。

身体組成は, 測定したインピーダンス値より Masuda ほか(2004)の推定式を用いて TBW を求め, Fommon ほか(1982)による水和定数を用いて除脂肪量(FFM)を算出し, 体重と FFM の差を脂肪量(FM)とした。

### 4. 研究成果

本研究では, エネルギー消費量指標(TEE, REE, PAEE)と身体活動レベル(PAL)に性差はみられず, 同年齢を対象に加速度計法を用いて行った鈴木ほか(2001)の TEE に性差はないとする研究結果と同様の結果であった。本研究と同年齢を対象に DLW 法を用いている複数の海外研究(Davies ほか, 1991; Kaskoun ほか, 1994; Fontvieill ほか, 1993; Goran ほか, 1995; Wren ほか, 1997; Goran ほか, 1998)をみると, TEE は 1385-1575kcal/day の範囲で 1473kcal/day 程度であり, 体重あたりでは 67.1-87.5kcal/day/kg

表2. エネルギー消費量と身体活動レベル

	男児 n=15	女児 n=15	p
TEE, kcal/day	1305.0 ±186.4	1444.1 ±242.2	ns
REE, kcal/day	848.3 ±136.5	918.5 ±234.7	ns
PAEE, kcal/day	326.2 ±170.3	381.1 ±218.1	ns
TEE/Wt, kcal/kg/day	71.8 ±6.5	76.8 ±13.0	ns
REE/Wt, kcal/kg/day	47.0 ±8.1	48.4 ±11.0	ns
PAEE/Wt, kcal/kg/day	17.6 ±8.2	20.7 ±12.5	ns
PAL	1.75 ±0.37	1.85 ±0.55	ns

の範囲で 74.7kcal/day/kg 程度であったため、本研究の TEE 1374.5kcal , TEE/ 体重 74.3kcal/day/kg は同程度であった。

本研究は、日本人幼児 30 人を対象にこれまで提示されていない TEE を DLW 法を用いて明らかにした。この値はこの年代のエネルギー消費量の基準値となるとともに、身体教育・保健教育の資料になると考える。さらに本研究では TEE を REE と PAEE に分けて、身体活動に伴うエネルギー消費量を提示することを試みた。小児の体型の大型化に対して運動能力の低下は顕著であり、小児期の体力低下は既に乳幼児期から生じているという指摘もされている(小林,2009)ことから、今後さらに研究を遂行し、PAEE と運動能力との関係などを明らかにしていくことが必要であろうと考えている。

以上、本研究で定量された幼児期のエネルギー消費量は、TEE  $1374.5 \pm 223.8$  kcal/day , TEE/ 体重  $74.3 \pm 10.4$  kcal/kg/day , PAEE  $353.7 \pm 194.3$  kcal/day , PAEE/体重  $19.1 \pm 10.5$  kcal/kg/day , であり、この年代の基準値を提示できたものとする。

## 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 )

[ 学会発表 ] ( 計 2 件 )

寺本圭輔 , 二重標識水法による小児における 1 日エネルギー消費量の評価 , 第 11 回日本発育発達学会東海地方月例研究会 , 2010 年 5 月 15 日 , 愛知工業大学

寺本圭輔 , 幼児の 1 日におけるエネルギー消費量と運動能力 , 身体組成との関係 , 第 8 回日本発育発達学会 2010 年 3 月 27,28 日 , 山梨大学

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

寺本 圭輔 ( TERAMOTO KEISUKE )  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号 : 70362308

### (4)研究協力者

井川 正治 ( IGAWA SYOJI )  
日本体育大学・体育学部・教授  
小宮 秀一 ( KOMIYA SHUICHI )  
九州大学・名誉教授