

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：11501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26560053

研究課題名(和文)乳幼児用活動量計の開発

研究課題名(英文) Research to develop the assessment tool of a child's daily physical activity level

研究代表者

大森 桂 (Omori, Katsura)

山形大学・地域教育文化学部・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

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、測定が困難な幼児のエネルギー消費量を二重標識水(DLW)法により実測し、同時に3次元加速度及び心拍数を測定し、簡便かつ精度よく身体活動量を推定する方法について検討することである。山形市内の幼稚園に通う3～6歳の男女を対象に実測した結果、対象児の日常生活におけるエネルギー消費量は日本人の食事摂取基準に示されている値に近似であった。心拍数と加速度の相関は低く、身体的運動以外の要因でも心拍数の変動しやすい幼児においては、心拍計のみでは身体活動量を精度よく推定することが困難であり、3次元加速度計や活動記録法等を効果的に組み合わせる必要性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We measured Japanese children's daily energy expenditure by the doubly labeled water (DLW) method, in addition to the heart rate monitor and the triaxial accelerometer, in order to prove a simple and accurate method for an estimation of a child's daily physical activity level. The subjects were Japanese boys and girls from 3 to 6 years old. The mean of energy expenditure measured by the DLW method was similar to the value showed in the Japanese dietary guideline. There was a low correlation between the heart rate and the measurement from the accelerometer in the subjects. The results suggested that the children's heart rates might be easily fluctuate and could be influenced by many other variables. It would be difficult to accurately estimate a child's physical activity level only by the heart rate monitor. Therefore, we should combine an triaxial accelerometer and a diary method for a better approximation of a child's daily physical activity level.

研究分野：食教育

キーワード：身体活動量 二重標識水 心拍数 加速度 幼児 エネルギー消費量

1. 研究開始当初の背景

従来、食事指導においては、身体活動レベルの代表値から算出した推定エネルギー必要量を参考にしているが、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 (Doubly Labeled Water: DLW) 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、日本人の乳幼児について、日常生活におけるエネルギー消費量を二重標識水法により測定した報告は見られない。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、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)にも採択され、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)。さらにH23年度から3年間、挑戦的萌芽研究により日本の幼児のエネルギー消費量を二重標識水法により実測している。これらの研究を通して、乳幼児を対象とした場合、従来の成人用の加速度計では、被験者が装着を嫌がったり、適切に装着を継続させることが難しく、より軽量で子どもに適した装着箇所を考慮した新しい機器の開発の必要性が明らかとなった。また、エネルギー消費量と心拍数等その他の変数との相互関係性も考慮する必要性が示唆された。

2. 研究の目的

本研究は、乳幼児の身体活動量を数量的に評価するための機器開発をめざし、DLW法により、測定が困難な幼児を対象にエネルギー消費量を実測し、同時に3次元加速度及び心拍数を測定し、高額な二重標識水法によらずに簡便かつ精度よく身体活動量を推定する方法について検討することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 調査対象

山形市内の幼稚園において、被験者募集の文書の配布および保護者説明会を実施し、個別に同意の得られた園児を対象に以下の調査を実施した。

(2) 調査方法

エネルギー消費量：測定当日、登園後に身長と体重を計測し、一人一人の体重に基づいてあらかじめ用意しておいた二重標識水を各自に服用してもらった。その後8日間、1日1回採尿を行った。回収した尿試料を分析施設に送付し、質量比分析計を用いて同位体

比を分析し、1日のエネルギー消費量を算出した。

心拍数：二重標識水を服用後、胸部にベルト式の心拍計(Polar, A300)を装着した。その後、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。心拍計を回収後、専用のソフトウェアにより調査期間中の心拍データを収集・解析した。

3次元加速度：研究用に製作された3次元加速度計を測定専用ベストの右胸ポケットに入れ、対象児に着用してもらった。従来、成人の場合、万歩計や加速度計は腰部に装着するのが一般的であるが、幼児はトイレに行く際等に服の着脱で機器が外れてしまうことがあるため、今回は試験的に胸部に装着した。1分毎の3軸(X, Y, Z)別加速度を連続的に終日記録し、3軸の合成加速度を1分毎に算出した。

生活活動の内容：専用の記録用紙を用意し、調査期間中、対象児の起床から就寝までの毎日の活動内容を時系列で保護者および担任に記録してもらった。

なお、本研究は、山形大学地域教育文化学部倫理委員会の承認を受けた上で実施した。

4. 研究成果

(1) エネルギー消費量

二重標識水法(以下、DLW法)により、対象園児の日常生活におけるエネルギー消費量を実測した結果を表1に示した。サンプル尿の分析ができた14名(3~6歳の男児7名、女児7名)全体における調査期間中のエネルギー消費量の平均値は、約1,380(kcal/日)であった。3名以上のデータの得られた年齢・性別に集計したところ(表2)日本人の食事摂取基準に参考表として示されている推定エネルギー必要量の該当年齢・性における値に近似であった。

表1 DLW法により実測した対象児の日常生活におけるエネルギー消費量

	人数	エネルギー消費量 (kcal/日)
男児	7	1410.0 ± 181.9
女児	7	1349.7 ± 137.9
全体	14	1379.8 ± 220.4

表2 DLW法により実測した対象児の日常生活におけるエネルギー消費量(年齢・性別)

	人数	エネルギー消費量 (kcal/日)
5歳女児	3	1269.5 ± 132.1
6歳男児	4	1540.0 ± 192.6

(2) 心拍数

調査期間中の対象児の日常生活における

心拍数の平均値は、平日 115 (拍/分) 休日 113 (拍/分) であり、男女間および平日・休日間に顕著な差は見られなかった。場所別にみると、平日に幼稚園で過ごしている時間帯の心拍数が男女ともに最も高い様子が見られた。また、20 (拍/分) ごとに区切り、一日の中での頻度分布を算出した結果、表 3 に示した通り、100~119 (拍/分) が全体の約 4 割~5 割を占めていた。さらに、活動別に平均心拍数を算出したところ、表 4 に示した通り、屋外での遊びや登園降園時の心拍数が高い他、室内で静的な活動をしている間でも心拍数の高い様子が観察された。このことから、幼児の場合、身体的運動以外の要因でも心拍数が変動しやすいことが推察された。また従来、成人に比べて子どもの平常時の心拍数は高いと言われており、本研究の結果もふまえ、心拍数から身体活動量を推定する場合には、年齢等を変数として導入する必要性が示唆された。加えて、極まれではあるものの、200 (拍/分) 前後と特に高い心拍数が計測されるケースもあり、幼児における心拍計測の精度や計測値の適切な活用方法についてもさらに検討する必要があると思われる。

表 3 心拍数の頻度分布

(拍/分)	60未満	60~79	80~99	100~119
平日	0.3	3.6	15.5	49.5
休日	0.3	2.9	23.3	41.0

(拍/分)	120~139	140~159	160~179	180以上
平日	23.3	4.7	1.4	1.7
休日	19.5	9.3	1.9	1.9

(%)

表 4 平日における活動別平均心拍数

場所	活動内容	平均心拍
A 幼稚園内	室内・静的な活動(n=9)	121.7
	室内・動的な活動(n=5)	119.9
	室内・静・動が混合した活動(n=9)	116.9
	屋外での遊び(n=6)	124.7
	遊び(場所不明)(n=4)	113.1
	集会活動(n=5)	118.0
	昼食・おやつ(n=10)	115.9
	身の回りの用事(n=9)	119.7
	身の回りの用事(n=7)	110.3
	食事・おやつ(n=10)	108.7
B 家庭内	室内・静的な活動(n=10)	110.3
	室内・動的な活動(n=2)	118.0
	室内・静・動が混合した活動(n=4)	114.3
	室内・活動内容不明(n=3)	109.3
	屋外での遊び(n=7)	129.5
休息(n=2)	116.4	
C 移動・外出先	登園降園・徒歩(n=3)	129.0
	登園降園・乗り物を使用(n=9)	117.4
	移動・徒歩(n=3)	111.4
	移動・乗り物を使用(n=6)	107.2
	外出・静的な活動(n=5)	106.2
	外出・動的な活動(n=4)	116.6
	外出・静・動が混合した活動(n=4)	109.5
	外食(n=2)	109.1
	運動以外の習い事(n=3)	99.2
	A 幼稚園内	119.4
	B 家庭内	111.0
	C 移動・外出先	113.9
	全体	115.0

(3) 消費エネルギー量、心拍数および加速度の相互関連性

起床から就寝まで連続測定した心拍数と 3 次元加速度の相互関連性を分析するため、図 1~3 に例示した通り、対象園児の活動内容を「静的な活動」「動的な活動」「静・動が混合した活動」の 3 種類に分け、X,Y,Z 軸別に加速度と心拍数の相関を求めた。3 種類の活動別では、「静・動が混合した活動」における加速度と心拍数の相関係数が最も高く、3 軸の中では Z 軸と心拍数の相関係数が相対的に高かったものの、相関係数は全体的に低かった。

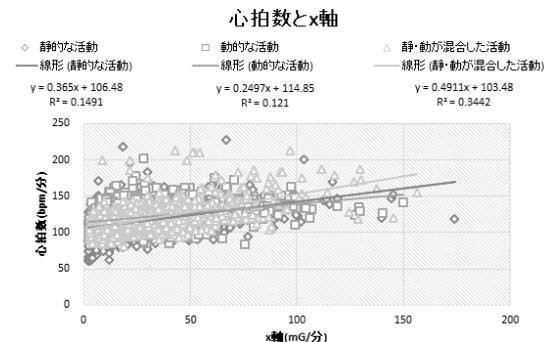


図 1 心拍数とx軸加速度の相互関連性

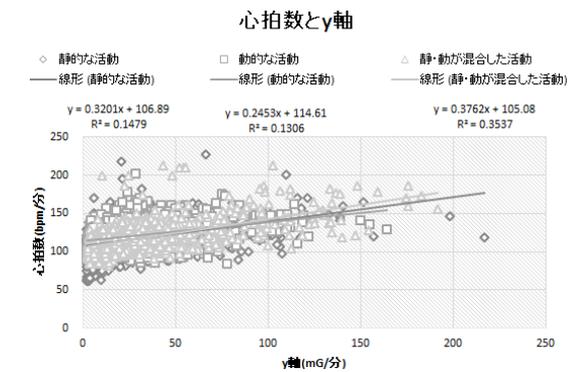


図 2 心拍数とy軸加速度の相互関連性

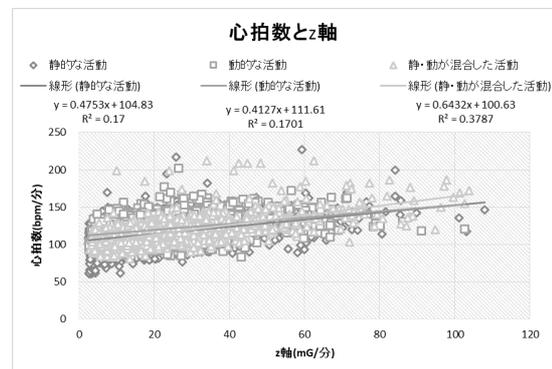


図 3 心拍数とz軸加速度の相互関連性

さらに、起床時から就寝時まで時系列で記入された生活活動記録をもとに、各活動のメッツと所要時間(分)から活動ごとの消費エネルギー量を求めて総計し、一日のエネルギー消費量を算出した(以下、活動記録法)。DLW法により実測したエネルギー消費量との比較を行ったところ、両法による値の得られた13名の園児のうち、2名を除き、活動記録法による計算値の方がDLW法による実測値よりも高く、活動記録法は幼児の日常生活におけるエネルギー消費量を過大評価する可能性が示唆された。

(4)まとめと今後の課題

本研究において、山形市内の幼稚園に通う3~6歳の幼児を対象に、身体活動量を実測した結果、対象児の日常生活におけるエネルギー消費量は、日本人の食事摂取基準に参考表として示されている推定エネルギー必要量の数値に近似であった。心拍数と加速度の相関は低く、身体的運動以外の要因でも心拍数の変動しやすい幼児においては、心拍計のみでは身体活動量を精度よく推定することが困難であり、3次元加速度計や活動記録法等を効果的に組み合わせる必要性が示唆された。

今後の課題として、第一に、実測データの蓄積が挙げられる。DLW法は、安全性の認められた手法ではあるものの、安定同位体を含む二重標識水の服用や8日間毎日1回ほぼ同時刻の採尿、心拍計や加速度計の確実な装着、詳細な生活活動記録等を同時期に依頼することは難しく、今回全ての変数を同時に計測することのできたケースが少なく、推定式を作成するためには更なるデータの蓄積が必要である。第二に、3次元加速度計と心拍計を内蔵した軽量小型の機器の製作経費は未だ高く、製品化するためにはコスト低下のための更なる技術開発も必要と考えられる。今回、腰部ではなく、ベストの胸ポケットに3次元加速度計を入れ、胸部ベルト式の心拍計を装着してもらう方式をとった。上半身に機器類を装着することによる支障は特になかったことから、今後、上半身に簡単に装着でき、小型軽量で負担感のより少ない機器が開発できると望ましいだろう。第三に、活動記録法については、エネルギー消費量の厳密な推定は難しいが、より簡便な質問紙法により、幼児の身体活動量のレベル分けを行うことができないか今後さらに検討を行いたい。

煩雑な調査にご協力頂いた被験者並びにそのご家族と幼稚園の教職員の皆様、また、分析にご協力頂いた関係者の皆様に深く感謝いたします。

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0件)

〔学会発表〕(計2件)

大森桂、幼児の日常生活における身体活動の数量的評価に関する研究、日本家政学会東北・北海道支部第61回研究発表会、2017

Katsura Omori, Factors Associated with Bone Density among Japanese Teenagers, Society for Nutrition Education and Behavior Annual Conference, 2017

〔図書〕(計1件)

大森桂、アイ・ケイコーポレーション、白熱教室食生活を考える、2016、92-99

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

大森桂、食教育の効果的な方法を探求する、山形大学ホームページ研究紹介動画2017、<https://www.yamagata-u.ac.jp/jp/education/poster/y2017/education/>

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・教授
研究者番号：50344784

(2)研究分担者

()
研究者番号：

(3)連携研究者

()
研究者番号：

(4)研究協力者

高田 和子 (TAKATA Kazuko)
阿曾 美幸 (ASO Miyuki)
加藤 あかね (KATO Akane)
阿部 瑞希 (ABE Mizuki)