

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 4 日現在

機関番号：32503

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：21700700

研究課題名（和文）児童の形態および動作特性を考慮した身体活動量の評価法の開発

研究課題名（英文）Development of new predictive model for physical activity of children adjusting for body composition and typical motion

研究代表者

引原 有輝（HIKIHARA YUKI）

千葉工業大学・工学部・助教

研究者番号：10455420

研究成果の概要（和文）：本研究は、合成加速度と METs との関係について子どもと成人との相違を明らかにし、3次元加速度計を用いて子どもの身体活動強度（METs）ならびに総エネルギー消費量（TEE）を推定するための評価法を開発することを目的とした。合成加速度から子どもの METs を推定する際に、成人で得られた推定式を用いると過大評価された。したがって、子どもの METs を評価する際には、子ども独自に作成した推定式を用いる必要があることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：The aim of study is to propose the new predictive model for physical activity of children based on the difference between adults and children on relationship of synthetic acceleration to metabolic equivalents (METs). When we used the adult predictive equation to estimate the physical activity of children, it led to overestimation comparing to measured values using by doubly labeled water method. It means that we must use the specific predictive model for children to estimate children's METs more correctly.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学（分科）・応用健康科学（細目）

キーワード：子ども、加速度計、メッツ（METs）

1. 研究開始当初の背景

近年、加速度計を用いた身体活動によるエネルギー消費量（Physical activity energy expenditure：PAEE）や身体活動強度（Metabolic equivalents：METs）の評価に注目が集まっている。加速度計は、ヒトの活動時に生じる加速度に基づいて身体活動を定量化する装置であり、加速度を検知するセンサは1軸から3軸までが存在する。これ

までから、加速度から PAEE や METs などを推定するためのアルゴリズムについて提案がなされてきたが、それらは未だ幾つかの問題点を有している。第一に、これまでの加速度計は、成人を対象に開発されたものが多く、子どもへの適用については必ずしも適切でない可能性が考えられる。これは形態、体組成、活動時の筋活動などの諸要因により、子どもと成人とでは活動時のエネルギー消費

量に差異が生じていると考えられているためである。第二に、既存の加速度計の多くは腰部に装着することもあり、主に歩行や走行など規則性を有した動作様式の評価を得意としていることがあげられる。しかしながら、歩行や走行活動から得られた加速度とエネルギー消費量との関係式の傾きや切片は、歩行以外の活動から得られた関係式のそれらとは異なることが指摘されており、従来の加速度計を用いて歩行走行以外の活動を評価することは、推定した PAEE や METs に大きな推定誤差を生じさせることにつながる。これらの問題を解決するためには、歩行走行活動とそれ以外の活動において子ども独自の推定式をそれぞれに作成すること、さらに3軸の加速度情報から歩行走行活動からそれ以外の活動であるかを判別する方法が必要である。

2. 研究の目的

(1) 3次元加速度計を用いて歩行走行活動およびそれ以外の活動時の METs を評価するために、子ども独自の推定式を提案し、従来の成人式との比較を試みた。

(2) フィールド研究における TEE の妥当基準である二重標識水 (Doubly labeled water : DLW) 法を用いて、新規の加速度計のアルゴリズムから算出した総エネルギー消費量 (Total energy expenditure : TEE) の妥当性について検討した。

3. 研究の方法

(1) 小学生男子 42 名 (年齢: 10±2 歳)、女子 26 名 (年齢: 9±2 歳) を対象とした。児童の日常生活にみられる代表的な活動として、学習 (椅子座位)、ゲーム (床座位)、片付け、ほうき掃き、雑巾かけ、ボール投げ (以上、歩行以外の活動)、階段昇り、階段降り、歩行 (2 段階)、走行 (以上、歩行活動) の計 11 種類を取り上げ、各活動時における 3 次元合成加速度とダグラスバッグ法によるエネルギー消費量を測定した。また、座位安静時エネルギー消費量を測定し、各活動時のエネルギー消費量を除して METs を算出した。

(2) 小学生男女男子 13 名 (年齢: 9±2)、女子 9 名 (年齢: 8±1) 対象とした。対象者には、実験室に早朝空腹条件下で入室してもらい、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、20 分間の基礎代謝量を測定した。また、被験者には 9 日間にわたり、保護者の協力のもと自宅にて 7 回の採尿を実施させた。採尿期間と

同期間において 3 次元 AC を常時装着させた。また、やむなく装着できなかった場合には、所定の記録用紙に脱着時刻ならびに活動内容を記録するように指示した。尿中の安定同位体濃度の測定は (有) イーエステックに外注分析した。

4. 研究成果

(1) 子どもにおける合成加速度と METs との関係は、歩行活動と歩行以外の活動とで異なることが明らかになり、成人での報告と一致した (図 1)。また、検知した加速度とハイパスフィルタ処理後の加速度との比を用いることで歩行活動とそれ以外の活動とをより高い精度で判別することができた (表 1)。一方、歩行活動および歩行以外の活動ともに、子どもと成人の関係式との間には相違が認められ、同一加速度に対応する METs は、子どもの方が小さい傾向がみられた (図 2)。さらに、歩行活動に着目すると、同じ歩行時の速度でも検出された合成加速度には差異 (子ども > 成人) が認められた。まとめると、合成加速度から子どもの METs を推定する際に成人で得られた推定式を用いると過大評価される。したがって、子どもの METs を評価する際には、子ども独自に作成した推定式を用いる必要があることが明らかになった。

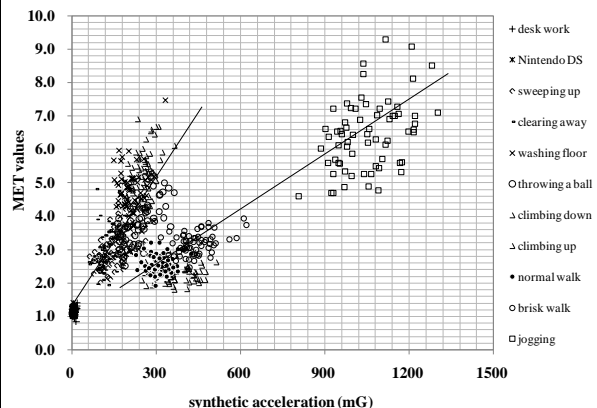


図 1: 歩行活動と歩行時以外の活動における合成加速度と METs との関係

表 1: 検知した加速度とハイパスフィルタ処理後の加速度との比を用いた歩行活動とそれ以外の活動との判別率

	ratio of unfilter / filter acceleration					
	theshold	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16
desk work		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nintendo DS		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
sweeping up		100.0	98.2	96.4	94.6	94.6
clearing away		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
washing floor		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
throwing a ball		98.2	96.4	94.6	91.1	91.1
climbing down		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
climbing up		96.4	98.2	98.2	100.0	100.0
normal walk		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
brisk walk		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
jogging		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
discrimination		99.5	99.3	99.0	98.7	98.7

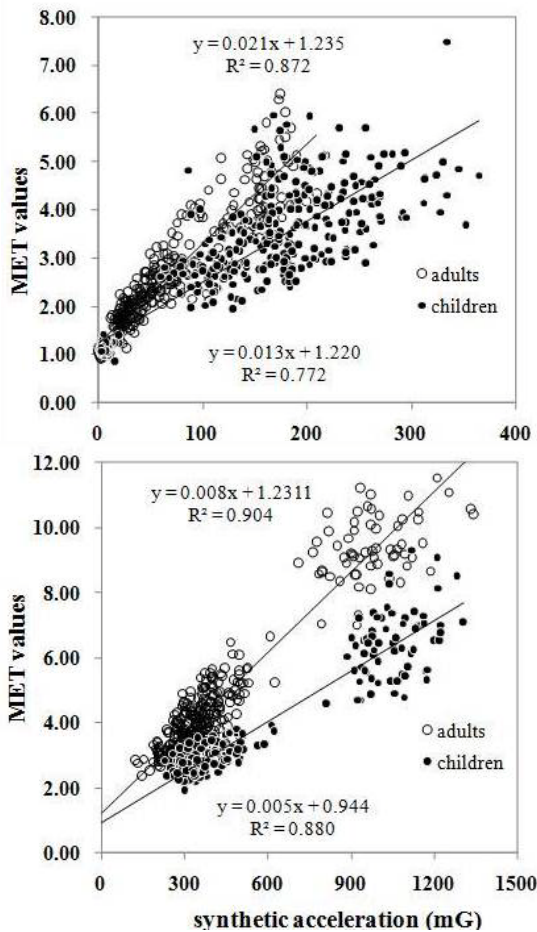


図 2: 合成加速度と METs との関係式における成人と子どもとの比較 (上図: 歩走行以外の活動、下図: 歩走行活動)

(2) DLW 法により求められた被験者の平均 TEE は、 $2203 \pm 356 \text{ kcal/day}$ であった。TEE を BMR で除した身体活動レベル (Physical activity level: PAL) は 1.63 ± 0.20 であった。一方、加速度計から得られた TEE は、 $2223 \pm 311 \text{ kcal/day}$ であり、DLW 法の TEE との間には、統計的な有意差は認められなかった (図 3)。また、両測定法による TEE の関係を検討した結果、有意な相関関係 ($r=0.83$, $P<0.01$) が認められた (図 4)。これらの結果は、加速度計による TEE は、集団の代表値だけでなく、より個人レベルでの TEE を評価できる有効な指標となる可能性を示唆している。本研究で扱った加速度計は、歩走行以外の活動を評価することを意識したツールである。そこで、DLW による TEE と加速度計から求めた歩走行活動時のエネルギー消費量 (Energy expenditure: EE) および歩走行以外の活動時の EE との関係性を調べたところ、DLW 法による TEE と歩走行以外の活動時の EE との間のみ正の相関関係が認められた ($r=0.67$, $P<0.01$) (図 6)。これらのことから、本実験の被験者は、不規則な動きや上肢・上体を主とする活動を含む歩走行以外の活動が比較的多く、それが TEE によ

り寄与している対象であったと考えられる。このような被験者においても、良好な精度で TEE を推定できた点は、これまでの評価法が抱える課題を幾分か改善できたと考えてよいのかもしれない。今後、様々な活動を有する対象者での検討が望まれる。

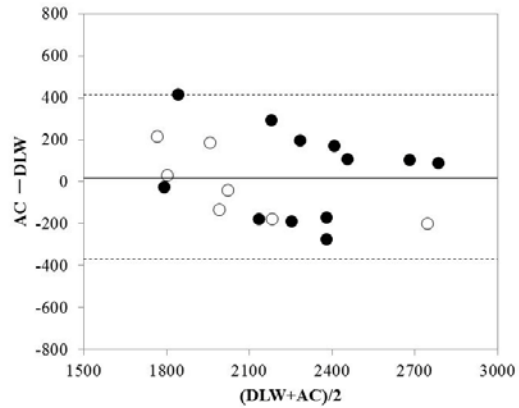
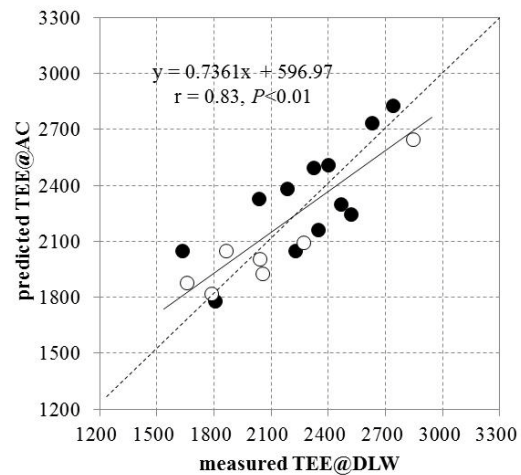


図 3: Bland and Altman プロットによる基準値 (DLW) と推定値 (AC) との誤差平均値



および 95%信頼限界幅 (●:Boys, ○:Girls)、図 4: 二重標識水法 (DLW) による総エネルギー消費量 (TEE) と加速度計 (AC) による TEE との相関 (●:Boys, ○:Girls)

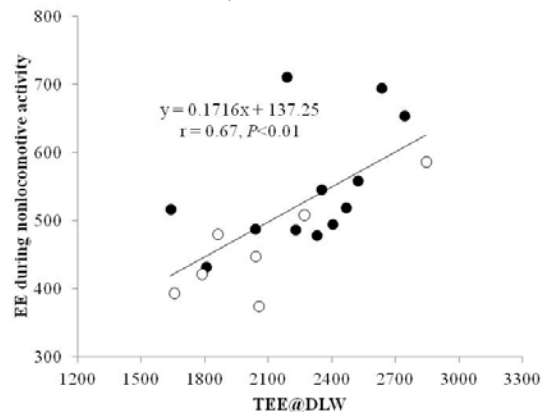


図 5: 二重標識水法 (DLW) による総エネルギー消費量 (TEE) と加速度計 (AC) による歩走行以外のエネルギー消費量 (EE) との相関

(● : Boys、○ : Girls)

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 3 件)

(1) Hikihara Y, Tanaka S, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Validation and comparison of three accelerometers for measurement of physical activity intensity during nonlocomotive activity and locomotive movement. J Phys Act Health, 2011, 27 [Epub ahead of print] (査読有)

(2) Ohkawara K, Oshima Y, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S. Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. Br J Nutr, 2011, 105:1681-1691. (査読有)

(3) Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. Gait Posture, 2010, 31:370-374. (査読有)

5.

[学会発表] (計 4 件)

(1) Hikihara Y, Midorikawa T, Ohta M, Sakamoto S, Tanaka S. Relation of physical activity to body composition in elementary school children, 28th Obesity Annual Scientific Meeting, San Diego. 2010 年 10 月 9 日

(2) 引原有輝、緑川泰史、太田めぐみ、田中茂穂、生体電気抵抗法を用いた小児の体脂肪率の妥当性、第 65 回日本体力医学会大会、千葉. 2010 年 9 月 16 日

(3) Hikihara Y, Tanaka C, Midorikawa T, Ohta M, Ohshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tanaka S. Effect of morphology and body composition on prediction of physical activity intensity using an accelerometer, 57th American College of Sports Medicine, Baltimore. 2010 年 6 月 3 日

(4) 引原有輝、田中千晶、田中茂穂、大河原一憲、高田和子、大島秀武、川口加織、田畑泉、3 次元加速度計による児童の身体活動強度の評価—成人との比較に着目して—第 64 回日本体力医学会大会、新潟. 2009 年 9 月 20 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

引原 有輝 (HIKIHARA YUKI)
千葉工業大学 工学部・助教
研究者番号 : 10455420

(2) 研究協力者

緑川 泰史 (MIDORIKAWA TAISHI)
桜美林大学 総合科学系・講師
研究者番号 : 50434345

太田 めぐみ (OHTA MEGUMI)
金沢星陵大学 人間科学部・准教授
研究者番号 : 20434342

田中 千晶 (TANAKA CHIAKI)
桜美林大学 総合科学系・講師
研究者番号 : 40369616

田中 茂穂 (TANAKA SHIGEHO)
独) 国立健康・栄養研究所 健康増進研
究部・室長
研究者番号 : 50251426