

機関番号：34310

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300219

研究課題名（和文） 二重標識水法によって求められた児童の身体活動レベルに及ぼす身体活動強度の影響

研究課題名（英文） The effect of physical activity intensity on the level of physical activity in elementary school students obtained by a double-labeled water method

研究代表者 石井 好二郎（ISHII KOJIRO）

同志社大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：30243520

研究成果の概要（和文）：ゴールドスタンダードである二重標識水法を用いて、児童のエネルギー消費量を測定した。同一人物の5年生時と6年生時の比較では、体格の向上があるにもかかわらず、エネルギー消費量の上昇が認められず、身体活動量の低下が示唆された。また、農漁村部と都市部の児童の比較などから、身体活動強度が児童のエネルギー消費量に及ぼす影響が強いことが示された。しかし、成人の身体活動強度の指標を児童に適用させるのには問題があり、新たな指標作成の必要性が明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：The energy consumption of elementary school students was measured using a double-labeled water method, which is the gold standard. In a comparison of grade 5 and grade 6 regarding the same students, no increase in energy consumption was observed though their physiques were improved, thus suggesting a decline in the amount of physical exertion. Moreover, from a comparison of elementary school students in farming or fishing villages and those in urban cities, it was shown that the intensity of physical activity heavily influences energy consumption in elementary school students. However, there are issues with applying the index of physical activity intensity of adults to elementary school students, so it became clear that a new index needs to be created.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2008年度 | 8,300,000 | 2,490,000 | 10,790,000 |
| 2009年度 | 5,200,000 | 1,560,000 | 6,760,000 |
| 2010年度 | 1,300,000 | 390,000 | 1,690,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 14,800,000 | 4,440,000 | 19,240,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：身体活動量、エネルギー消費量、体重、小児、二重標識水、児童、肥満、体力

1. 研究開始当初の背景

(1)小児の体力低下

文科省の実施する「体力・運動能力調査」によると、小児の体力・運動能力は昭和60年ごろから低下傾向が続いていることを報告している。小児の体力低下は、将来的に国

民全体の体力低下につながり、生活習慣病の増加やストレスに対する抵抗力の低下などを引き起こすことが懸念され、社会全体の活力が失われるという事態に発展しかねることが危惧されていた。

(2)体力低下防止への文科省の取り組み

上記のような状況を受け、文科省では「子どもの体力向上キャンペーン」を毎年実施するなど、体づくりへの課題意識をもって取り組んでいる。また、2007年9月末に発表した2008年度概算要求の中でも、豊かなスポーツ環境づくりの推進の一環として、子どもの体力の向上を掲げた施策の拡充を盛り込んでいる。

(3)小児肥満の増加

文科省が毎年刊行する「学校保健統計調査報告書」には肥満傾向児(肥満度120%以上)の頻度が報告されている。ここ約30年間に肥満傾向児は2~3倍増加し、現在は学齢期小児の10人に1人が肥満しているという状況である。小児肥満も成人肥満と同様、高血圧、高脂血症、脂肪肝、2型糖尿病の誘発、睡眠時無呼吸症候群、運動能力低下、自尊心の低下といった心身の健康障害をもたらすことが明らかになってきた。

(4)小児の身体活動のガイドライン

小児の体力向上や肥満の予防・改善を目的とした身体活動のガイドラインが海外の多くの学会等より発表されている。それらのガイドラインでは高強度な身体活動が30~60分/日、週3日~毎日必要であることが述べられている。しかしながら、これらガイドラインの基準に実はエビデンスは無く、「小児には成人より高強度の運動が必要であろう」との一般論から作成されていた。

(5)小児の身体活動に関するエビデンス

当時、心疾患リスク因子や身体組成から、小児の身体活動の目標を示す研究が散見されるようになっていた。Andersenら(2006)は小児の運動は90分/日以上必要であり、これまでのガイドラインでは少ないことを提言している。また、身体活動強度については、Denckerら(2006)が6METs以上相当(Vigorous)の運動時間が身体組成には強く関連したことを認め、彼らは「子供の身体活動には高い目標を設定すべきである」との見解を示していた。

2. 研究の目的

(1)これまで、小児の運動強度の判定については、成人と同様の基準をもって実施されていることが少なくない。たとえば、健康の獲得に推奨されている中等度強度は通常歩行を基準とした(3METs)からとなっている。しかしながら、小児の安静時代謝(RMR)は成人の安静時代謝にくらべて高い。すなわち、成人のRMRを基準に作成されたMETsをそのまま小児に当てはめることは妥当ではないと考えられる。したがって、本研究の目的

の第1として、小児の歩行時のMETsを実測して作成することがあった。

(2)第2の目的は、小児の高強度運動を規定することであった。歩行あるいは走行は、日常生活における代表的なヒトの身体活動である。一般的にヒトが移動する場合、低速での移動には歩行、高速での移動には走行が選択されるが、速度が上がるにつれて自発的に歩行から走行へと運動形式が移行する。そのときの速度のことをPreferred Transition Speed (PTS)といい、成人の場合およそ6~7METsにあたる。すなわち、Vigorousと判定される強度に相当する。我々はすでに374名の児童を対象としてPTSの発現速度を明らかにしている(中江ら, 2007)。したがって、小児の高強度運動が何METs以上であるのかを規定できると考えた。

(3)さらに本研究では、加速度計を対象小児に装着させた状態で、二重標識水法(DLW)による総エネルギー消費量の測定を行い、居住地の違いや学年の違いを調査した。また、同時に加速度計により小児の生活の中での身体活動量や強度を分析した。

3. 研究の方法

(1) 児童の中等度強度(Moderate)ならびに高強度(Vigorous)の規定

小学1~6年生の児童を対象とした(各学年の対象数は男女3名ずつの36名とする)。座位で20分以上安静にさせた後、歩行・走行をステージ1からステージ5までの5段階の速度で順次計測した。なお、小児の自然な歩・走行を再現するためにトレッドミルは用いず、2m間隔に設置された信号機が順次点灯していくペースリーダーにより移動速度を規定するフィールド走によって測定した。また、エネルギー消費量の計測には、呼気流量の少ない小児を考慮し、携帯型呼気ガス分析器を用いず、ダグラスバッグ法によって分析した。

(2) 二重標識水法(DLW)による児童のエネルギー消費量の測定

対象児童を空腹状態で登校させ、ベースラインとなる尿サンプルの採取および身体計測を行った後に、二重標識水を摂取させ、7日間の総エネルギー消費量を得た。また、加速度計も装着させた。

4. 研究成果

(1) 児童の中等度強度(Moderate)ならびに高強度(Vigorous)の規定

低学年(1・2年生)の通常歩行の速度は 68.2 ± 14.2 m/min(平均±標準偏差)であり 2.8 ± 0.7 METsに相当した。同様に中学年(3・4年生)の通常歩行は 78.3 ± 7.3 m/min; $3.3 \pm$

0.4METs, 高学年(5・6年生)は 85.8 ± 11.4 m/min; 3.8 ± 0.7 METs であった。また、ヒトが歩行から徐々に速度が上がるにつれ自然と走行へと運動様式が移行するときの速度のことを Preferred Transition Speed (PTS) という。児童のPTSは、低学年 102.3 ± 4.7 m/min; 4.0 ± 0.3 METs, 中学年 110.5 ± 8.1 m/min; 4.9 ± 0.4 METs, 高学年 118.0 ± 8.3 m/min; 5.7 ± 0.5 METs であった。成人では時速4kmの通常歩行が3METsとされ、それ以上の運動が中等度強度であるとされている。また、成人のPTSは6~7METsに相当し、中等度強度から高強度の身体活動と見なされる。これらを勘案し児童の中等度強度は3~5METs, 高強度は5METs以上と推定された。

(2) 二重標識水法(DLW)による児童のエネルギー消費量の測定

農漁村部(男子:n=20, 女子:n=10)と都市部(男子:n=13, 女子:n=8)の5年生児童のエネルギー消費量をDLWによって比較したところ、男子では差が見られなかったが(農漁村部: 2012 ± 238 kcal, 都市部: 2085 ± 288 kcal), 女子では有意($p < 0.05$)に都市部が低値を示した(農漁村部: 1969 ± 294 kcal, 都市部: 1709 ± 222 kcal)。しかしながら、歩数については男子では平日・週末とも、都市部の児童の方が高値を示した。すなわち、都市部の児童は、身体活動量(歩数)は多いものの強度が低く、その結果、エネルギー消費量では差がなかったものと考えられる。一方、女子の歩数は、平日では農漁村部と都市部とで差が見られないが、週末は都市部が高値を示した。この結果は、都市部の女児が週末に身体活動量(歩数)を増やしても、日常的な強度が低いいため、エネルギー消費量が少ないことを示唆する。

また、都市部に居住する、同一人物の児童の5年生時と6年生時のエネルギー消費量を縦断的に検討した。男子(n=13)のエネルギー消費量は5年生時 2085 ± 288 kcal から、6年生時 2253 ± 265 kcal へと有意($p < 0.05$)に上昇した。一方、女子(n=6)においては5年生時 1724 ± 223 kcal, 6年生時 1833 ± 231 kcal であり、その差は有意ではなかった。当然ながら、体格(身長, 体重, BMI)は男女共、5年生時に比べ6年生時に向上していた。したがって、女子のエネルギー消費量に上昇が認められなかった背景としては、身体活動量の低下が考えられた。

(3) DLWによるエネルギー消費量と体格・体組成、および体力との関連

農漁村部の児童に関しては、体格・体組成、および体力も測定できたため、DLWによるエネルギー消費量との関係も分析した。各身体

活動指標と体重、肥満度および体脂肪率との相関分析では、体重と総エネルギー消費量($r=0.513$, $p < 0.01$), 体重当りの総エネルギー消費量($r=-0.647$, $p < 0.01$), 肥満度と体重当りの総エネルギー消費量($r=-0.561$, $p < 0.01$), 体脂肪率と体重当りの総エネルギー消費量($r=-0.626$, $p < 0.01$)および体重当りの身体活動によって消費したエネルギー量($r=-0.400$, $p < 0.05$)との間に有意な相関関係が認められた。

体力に関する項目では、長座体前屈を除くすべての項目で身体活動と有意な関係性がみられた。総合得点との間では、体重当りの身体活動によって消費したエネルギー量が最も関係性が強かった($r=0.680$, $p < 0.01$)。

(3) 子どもの身体活動ガイドライン「アクティブ・チャイルド 60 min」の公刊

本研究の成果は、日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会でプロジェクト研究「日本の子どもにおける身体活動・運動の行動目標設定と効果の検証に関する研究」(平成18~20年度), および文部科学省委託事業「子どもの発達段階に応じた体力向上プログラムの開発事業」(平成21~22年度)の一部を担い、「子どもの身体活動量と健康指標」の部分を担当した。その成果より、日本で初めての子どもの身体活動ガイドライン「アクティブ・チャイルド 60 min」が公刊された。

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. 中江悟司, 石井好二郎: 小児における身体活動の重要性-心身の健康に及ぼす影響-. 日本小児科医会会報, 37: 37-41, 2009. (査読無)
2. 中江悟司, 石井好二郎: 男子児童における体格と身体活動量との関連について. 同志社スポーツ健康科学, 1: 33-38, 2009. (査読有)
3. 中江悟司, 山田陽介, 木村みさか, 鈴木和弘, 小澤治夫, 石井好二郎: 児童におけるエネルギー消費量と肥満および体力との関連. 平成20年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告I 日本の子どもにおける身体活動・運動の行動目標設定と効果の検証 -第3報-, 13-16, 2009. (査読無)

[学会発表] (計7件)

1. Nakae S, Yamada Y, Kimura M, Hirakawa K & Ishii K: Relationship between energy expenditure estimated by doubly labeled water method and body

- composition, physical fitness in primary school children. Inaugural International Academy of Sportology, ARIYAMA NOBORU Memorial Hall, Juntendo University (Tokyo), Mar. 5, 2011.
2. 中江悟司, 大島秀武, 小澤治夫, 石井好二郎: 児童における歩行および走行時の身体活動強度測定ツール作成の試み 3軸加速度計と酸素摂取量からの予備的検討 - 日本発育発達学会第8回大会, 山梨大学(甲府), Mar. 28, 2010.
 3. 海老根直之, 中江悟司, 引原有輝, 足立稔, 石井好二郎: 食事摂取基準と小児の身体活動. 第64回日本体力医学会大会シンポジウム(小児の体力低下・肥満と身体活動 -エビデンスに基づく対策の提言-), 朱鷺メッセ(新潟), Sep. 28, 2009.
 4. 石井好二郎: 小児の体力低下・肥満と身体活動 -エビデンスに基づく対策の提言 - 第64回日本体力医学会大会, 朱鷺メッセ(新潟), Sep. 28, 2009.
 5. Nakae S, Yamada Y, Kimura M, Suzuki K, Ozawa H & Ishii K: Relationship between daily energy expenditure and body fatness, physical fitness in children aged 10-11 years. 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo Congress Centre (Oslo), Jun. 27, 2009.
 6. 中江悟司, 山田陽介, 木村みさか, 鈴木和弘, 小澤治夫, 石井好二郎: 二重標識水法による児童のエネルギー消費量と肥満度および体力との関連. 日本発育発達学会第7回大会, 国際武道大学(勝浦), Mar. 7, 2009.
 7. 大島秀武, 川口加織, 渡邊將司, 佐々木将太, 中江悟司, 石井好二郎: 加速度データに基づく児童の歩行・走行状態の判別方法の検討. 第63回日本体力医学会大会, 別府ビーコンプラザ(別府), Sep. 18, 2008.

[図書] (計1件)

1. 石井好二郎: 発育発達・体力的見地 (pp.114-117), だまされないで! 子どもの異変には原因がある (pp.120-121), 体育・スポーツは何ができるのか? (pp.136-137). (財)日本体育協会(監修) 竹中晃二(編集) アクティブ・チャイルド 60 min. -子どもの身体活動ガイドライン-, サンライフ企画, 東京, 2010.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石井 好二郎 (ISHII KOJIRO)
同志社大学・スポーツ健康科学部・教授
研究者番号: 30243520

(2) 研究分担者

小澤 治夫 (OZAWA HARUO)
東海大学・体育学部・教授
研究者番号: 60360963

鈴木 和弘 (SUZUKI KAZUHIRO)
国際武道大学・体育学部・教授
研究者番号: 20327183

平川 和文 (HIRAKAWA KAZUFUMI)
神戸大学・人間発達環境学研究科・教授
研究者番号: 00093526

海老根 直之 (EBINE NAOYUKI)
同志社大学・スポーツ健康科学部・准教授
研究者番号: 30404370