

平成 21 年 6 月 18 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007 年度 ～ 2008 年度

課題番号：19700549

研究課題名 (和文) 幼児の日常における身体活動量の変動要因

研究課題名 (英文) Determinants of daily physical activity in preschoolers

研究代表者 田中 千晶 (TANAKA CHIAKI)

桜美林大学・総合科学系・講師

研究者番号：40369616

研究成果の概要：

東京近郊の幼稚園または保育所に通っている 4～6 歳の幼児を対象に、遊びを含む様々な身体活動を考慮して推定法が確立された 3 次元加速度計 (ActivTracer) を用いて、日常生活における身体活動強度を評価し、体力・運動能力との関連を横断的・縦断的に検討した。その結果、中～高強度活動の実施時間にとって、瞬発力・巧緻性・敏捷性が重要であることが示唆された。さらに、瞬発力・巧緻性は、幼児の中～高強度活動時間を増加させることが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	0	2,400,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

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, エネルギー代謝, 発育発達, 幼児, 体力, 運動能力

1. 研究開始当初の背景

Sallis et al. (2000) は、3～18 歳の子どもの身体活動量とその関連要因に関する複数の論文をレビューし、性、保護者の過体重、身体活動を好むか、活動の目的、障害への気付き、身体活動歴、健康な食事、プログラムや施設へのアクセスおよび屋外で過ごす時間と有意な関係がみられたことを報告している。現在、身体活動量の評価には、二重標識水法、加速度計法、歩数計法、心拍数の連続測定および質問紙法など様々な方法が用いられている。なかでも質問紙法は、他の測

定方法に比較して、短時間で実施可能であり、安価で導入しやすく、対象者の日常の身体活動パターンを長期的に評価できる。しかし、一般に、身体活動の定量化において、質問紙法あるいは活動記録では、強度の個人差を判別するのは難しい (山村ら, 2002, Yamamura et al. 2003)。特に幼児の場合は、比較的定量化しやすいと考えられる、ウォーキングやジョギングなどの規則的な「運動」の頻度・時間が少ない一方で、不規則な活動の割合が多い「遊び」の時間が長いと考えられる。Wareham et al. (2005) や Blair & Haskell

(2006)が指摘しているように、加速度計法などのより客観的かつ正確な方法を用いる必要がある。しかし、身体活動量の評価を加速度計などの客観的な方法を用いた報告は極めて少ない。また、我が国では、青少年期において、運動の実施状況など一部の身体活動量と体力との間には関連が見られることが指摘されてきたものの、日常生活全般を捉えた報告はなされていない。そこで、本研究で、身体活動の分類精度の妥当性を行った加速度計を用いて、幼児の日常の身体活動量を明らかにした上で上記の検討を行うことは意義深い。

2. 研究の目的

我が国における幼児の日常の身体活動量の関連要因を検討するために、以下の2点について研究を行った。

(1) 平成19年度は、身体活動の分類精度の妥当性を行った3次元加速度計を用いて、幼児の日常の身体活動量を評価し、幼児の体力・運動能力など、身体活動量に変動を及ぼす可能性のある要因を横断的に検討した。

(2) 平成20年度は、平成19年度に調査に参加した幼児の身体活動量と体力・運動能力の追跡調査を実施し、幼児の身体活動量に及ぼす要因について縦断的検討を行った。

3. 研究の方法

平成17～18年度科研費を用いて身体活動の分類精度の妥当性を行った3次元加速度計(ActivTracer)を用いて、幼児の日常の身体活動量を評価し、体力・運動能力など、幼児の身体活動量に変動を及ぼす可能性のある要因を検討した。対象は、本研究の実施に保護者が同意した東京都内または近郊の幼稚園または保育所に通う、4～6歳を中心とする男女幼児であった。保護者への問診により、甲状腺機能の異常などエネルギー代謝や通常の身体活動量に影響を与えると考えられる疾病についての既往歴がある者は対象から除いた。本研究は桜美林大学の倫理委員会の許可を得て実施した。測定にあたって、保護者に測定目的、利益、不利益、危険性、データの公表について説明を行い、書面にて同意を得た。

原則として木曜の登園後に、用意したベルトに3次元加速度計を装着し、一週間後の同じ曜日の登園後に回収した。水泳や着替え、風呂などやむを得ない場合を除いて装着するように依頼した。装着しなかった時間および睡眠時間については、記録をつけてもらった。

本研究で用いた3次元加速度計は、2mGの感度で40msec毎に3方向の加速度を検出する本体57gの加速度計である。これを左腰に装着し、1分毎に3方向の平均加速度を得た。加速度計の結果は、全ての測定が終了した後、コンピュータに取り込んだ。

得られた加速度の値より、1分毎のPAR(Physical Activity Ratio: エネルギー消費量÷基礎代謝量)(FAO/WHO/UNU, 2004; Puyau et al. 2002)を推定した。記録により睡眠とされた時間についてはPARを1.03、着替えについては2.4(着替え, シャワールのMETs 2.0より)、入浴時間は、10分までを2.4(着替え, シャワールのMETs 2.0)を、それ以上は1.8(bath sittingのMETs 1.5)を当てはめた。そして、中強度以上の活動の指標としてPARが3以上の時間(分)を推定した。活動時間の算出にあたり、平日の平均値と土日・祝日の平均値を求め、それぞれ5日、2日と重み付けすることによって、個人毎の代表値を求めた。なお、土曜日を保育所で生活していた保育所児については、平日の値として算出に用いた。多くの幼児においては、平日4日、土日・祝日それぞれ1日ずつであるが、少なくとも平日2日以上、土日のいずれか1日以上データのデータが得られた者を、分析に用いた。

身体的特徴について、身長と体重を測定した。体力・運動能力については、開眼片足立ち、体支持持続時間、25m走、立ち幅跳び、とび越しくぐり、20mシャトルラン、長座体前屈および握力の8項目を測定した。開眼片足立ち、立ち幅跳び、長座体前屈、および握力は2回測定し、大きい方を代表値とした。なお、握力は、左右の手で2回測定し、それぞれの大きい方の値の平均値を代表値とした。

全ての調査は、平成19年度および1年後の同時期に実施した。

統計処理は、SPSS 15.0J for Windowsを用いて行った。統計上の有意水準は全て両側5%未満とした。平成19年度の横断的検討において、2変量間の関係は、Pearsonの相関係数、および性と身長および体重を制御変数とした偏相関係数を用いて評価した。また、平成20年度の縦断的検討では、年中時および年長時の各項目の縦断的变化を、対応のあるt検定を用いて検討した。さらに、各項目について、年中時および年長時の相関関係を検討することにより、身体活動量および体力・運動能力項目のトラッキングを検討した。そして、年長時の身体活動量の予測要因を知るために、年長時の身体活動量を従属変数、性、年齢、身長、体重、年中時の身体活動量、年中時の各体力・運動能力およびそれらの変化量を独立変数に投入した一般線形モデル(ステップワイズ法)による解析を行った。また、年長時の体力・運動能力については、年長時の各体力・運動能力を従属変数、性、年齢、身長、体重、年中時の身体活動量およびその変化量、年中時の各体力・運動能力を独立変数とした。

4. 研究成果

(1) 幼児の日常生活における身体活動量と体力・運動能力との関連における横断的検討
単相関分析において身体活動量と有意な関係の見られた身長・体重、および性を制御変数とした偏相関分析を用いて、体力・運動能力との関連を検討した。その結果、PAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）の実施時間は、立ち幅跳びと有意な正の相関が、とび越しくぐりと有意な負の相関が見られた（表1）。他の項目との間に有意な関係は見られなかった。

表1. 身体活動量と体力・運動能力との間の偏相関

体力・運動能力の変数	PAR \geq 3
開眼片足立ち	0.09
体支持時間	-0.09
25m走	-0.19
立ち幅跳び	0.26 ※
とび越しくぐり	-0.30 ※
シャトルラン	0.02
長座体前屈	0.13
握力	-0.04

考慮した変数：性，身長，体重． ※：p<0.05.

また、同様に身長および体重を制御変数とした偏相関分析を用いて、男女別に体力・運動能力との関連を検討した。その結果、女兒では、PAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）の実施時間が立ち幅跳びと有意な正の相関が見られた。男児では、何れの項目との間にも有意な相関は見られなかった。このように身体活動量と体力・運動能力との関係には、性差が見られた。

これらの結果は、基本的運動能力との関連を検討した、Fisher et al. (2005) や Williams et al. (2008) の報告と同様であった。従って、この時期の子どもが、瞬発力・巧緻性・敏捷性が優れていることは、活動的な日常生活を送るうえで有益であることが示唆された。また、開眼片足立ち、体支持時間、25m走、20mシャトルラン、長座体前屈および握力とPAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間との間に有意な関係は見られず、平衡性、筋力、筋持久力、全身持久力、柔軟性および走力は、幼児の身体活動量との間に関連は見られなかった。最近の幼稚園に

通う子どもの遊びを検討した研究によると（国土，2003）、上位より、おにごっこ、かくれんぼ、ドッチボール、ままごと、砂遊び、縄跳び、サッカー、ブランコ、鉄棒、自転車であったと報告されている。瞬発力や巧緻性・敏捷性を高める遊びは行われているものの、雲梯や木登りなどの、自重を支えたり筋力、筋持久力や柔軟性を必要とする遊びや、太鼓橋、平均台およびタイヤ跳びなどのバランス感覚の必要な遊びの頻度が低いことが影響しているのかもしれない。全身持久力については、子どもの行動は、所要時間が短時間であることが指摘されているため（Bailey et al. MSSE, 1995）、関連が見られなかったのかもしれない。

Malina (2004)によると、基本的運動課題のパフォーマンスは、男子では走ることが女子より優れ、女子では平衡能が男子より優れることが報告されている。そこで、身長と体重の影響を取り除いたうえで、男女別に身体活動量との関連を検討した。その結果、女兒では、身体活動量と立ち幅跳びとの間に有意な正の相関が見られた。一方、男児では、有意な関係が見られなかった。このように身体活動量と体力・運動能力の関係には、性差が存在することが明らかとなった。

(2) 幼児の日常生活における身体活動量と体力・運動能力との関連における縦断的検討
平成20年度の縦断的検討では、年中時および年長時の各項目の縦断的变化を検討したところ、年中時から年長時にかけて、PAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間および長座体前屈を除く体力・運動能力は、有意に向上した。さらに、PAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間および各体力・運動能力について、年中時および年長時のトラッキングを検討した結果、全ての項目において、トラッキングが認められた。

年長時の身体活動量の予測要因を知るために、線形モデルを用いて検討した結果、PAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間は、年中時のPAR3以上の強度の活動量（中～高強度活動）と立ち幅跳びによって、その変動の45.8%が説明された。一方、年長時の体力・運動能力については、握力が、年中時の握力とPAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間によって、その変動の約63.6%が説明された。

このように、横断的検討からは、幼児のPAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間に対して、瞬発力・巧緻性・敏捷性が重要であることが示唆された。一方、縦断的データから分析した、両者の因果関係については、瞬発力・巧緻性が幼児のPAR3以上の強度の活動（中～高強度活動）時間にとって重要であることが示唆された。また、体力・運動能力については、幼児のPAR3以上の強度の活

動（中～高強度活動）時間が、筋力にとって重要であることが示唆された。

思春期の日本人を対象とした研究では、身体活動量と体力との関係は、子どもの発育において変化することが知られている（引原ら、2007）。就学前の子どもは、移動能力、コントロール技術、神経系が急速に変化する基本的運動能力や体力・運動能力の個人差が大きい時期である（Malina, 2004）。そのため、就学前の子どもと思春期の子どもとは、身体活動量と体力・運動能力との関連は異なるものと考えられる。しかし、就学前の子どもを対象とした幼児の中～高強度活動と体力（Physical fitness）の関係は、これまで国内ではなされていない。また、海外では、基本的運動能力（Fundamental motor skill development）との関係が検討されてきた（Fisher et al. 2005, Williams et al. 2008）。しかし、これらの研究では、一軸加速度計が用いられている。幼児の身体活動は、規則的で長時間の活動時間が少なく、活動の種類においても、ブロック遊びなどの成人と異なる種類の活動があることや、低年齢の子どもほど睡眠時間が長いなどの特徴がある。さらに幼児は、児童期の子どもと比較しても垂直方向への動きが少なく、遊びの中に、回転や登るといような、不規則な動きが多いことが指摘されている。歩行中の動作パターンについても、幼児の場合は、より水平方向への動きが大きい（Oliver et al. 2007）。このような動作特性から考えると、成人以上に、1次元よりも3次元の加速度計の意義は大きいと考えられる。このように、幼児を対象とする場合、遊びを含む様々な身体活動を考慮して検討した方法を用いて、日常生活における身体活動強度を評価する必要がある。ただし、加速度計も、幼児独特の身体活動様式にあわせた評価法を確立した上で、はじめて利用可能となる。さらに、幼児に限らず加速度計を用いた評価は、アルゴリズムによって、得られる活動量の値に大きな差が生じることも指摘されている（Guinhouya et al. 2006, McClain et al. 2007）。特に、成人と子どものいずれにおいても、歩行と歩行以外の生活活動では、加速度と活動強度の関係式は大きく異なる（Matthews et al. 2005, Leenders et al. 2006, Midorikawa et al. 2007, 田中茂穂, 2007）。さらに、幼児を対象とした場合、日本で多様されている1次元加速度計では、幼児の活動を十分に評価することができない（田中ら、2007）。

本研究は、これまで不明であった、幼児の中～高強度活動と体力・運動能力との関係について、歩行と歩行以外の生活活動を含んだ身体活動の分類精度の妥当性を行った3次元加速度計を用いて（Tanaka et al. 2007）、幼児の日常の身体活動量を評価し、検討した研

究である。本研究の結果は、基本的運動能力との関連を検討した、国外の先行研究と一致し、幼児期の子どもが、活動的な生活を送ることは瞬発力・巧緻性・敏捷性といった体力・運動能力要素にとっても有益であることが示唆された。また、縦断的検討については、国内外で実施されておらず、この検討によっても、瞬発力・巧緻性が幼児の中～高強度活動にとって重要であることが示唆されたのは、意義深い。一方、筋力については、成人においても生活習慣病や身体活動習慣との関連に関して、科学的なエビデンスが十分あるとは言えない。

本研究の限界として、身体活動と体力・運動能力間の因果関係を迫るという点において、1年間という短期間の追跡であったことから、今後、より長期の追跡を実施し、更なる検討を実施する必要がある。また、加速度計のデータは、任意に設定した選択時間（epoch）の中での、加速度の最大値を使用する方法がとられるが、特に子どもにおいて、間欠的な高強度の身体活動をとらえるためにepochを短く（10秒以下）することが望ましいことが指摘されている（Rowlands, 2007）。本研究で用いた3次元加速度計では、装置のメモリの問題で、1分間毎にしかデータが収集が出来なかった。今後、評価法の進展、妥当性の検証と、それに基づいた更なる研究が必要である。

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）

〔雑誌論文〕（計5件）

- ① 田中千晶, 田中茂穂: 加速度計と幼児の身体活動量評価. 臨床スポーツ医学, 2009, 印刷中, 査読無.
- ② 田中千晶, 田中茂穂: 幼稚園および保育所に通う日本人幼児における日常の身体活動量の比較. 体力科学, 58巻, 2009, 123-129, 査読有.
- ③ 田中千晶: 子どもの身体活動量とエネルギー消費量. トレーニング科学, 20巻, 2008, 233-238, 査読無.
- ④ 田中千晶, 田中茂穂, 河原純子, 緑川泰史: 一軸加速度計を用いた幼児の身体活動量の評価精度. 体力科学, 56巻, 2007, 489-500, 査読有.
- ⑤ Tanaka C., S. Tanaka, J. Kawahara, T. Midorikawa: Triaxial Accelerometry for Assessment of Physical Activity in Young Children. Obesity, Vol.15, 2007, 1233-1241, 査読有.

〔学会発表〕（計4件）

- ① 田中千晶, 田中茂穂. 幼稚園および保

育所に通う日本人幼児における日常の身体活動量の比較. 日本発育発達学会第7回大会, 2009年3月7-8日, 国際武道大学.

- ② Kawahara J., C. Tanaka, S. Tanaka, Y. Aoki, J. Yonemoto. Estimation of daily inhalation rate of preschool children by using tri-axial accelerometer. International society for environmental epidemiology & International society of exposure analysis 2008 Joint Annual Conference, October 12-16, 2008, Pasadena California USA.
- ③ 田中千晶, 田中茂穂. 3次元加速度計を基準として検討した幼児における身体活動量の指標としての歩数. 第63回日本体力医学会大会, 2008年9月18-20日, 別府ビーコンプラザ.
- ④ 新開省二, 吉田裕人, 藤原佳典, 渡辺直紀, 李相侖, 天野秀紀, 深谷太郎, 田中千晶, 佐藤茂子, 土屋由美子. 地域高齢者における「虚弱」の疫学的特徴. 第66回日本公衆衛生学会総会, 2007年10月24-26日, 愛媛県民文化会館, 愛媛県総合社会福祉会館, 愛媛看護研修センター.

[図書] (計2件)

- ① 田中千晶, 骨づくりとカルシウム摂取, 69-83, 樋口 満 (編) 新版 コンデイショニングのスポーツ栄養学, (2007), 市村出版.
- ② 田中千晶: 小児の発育・発達と健康, 35-54, 藤沢良知, 山口蒼生子, 田中千晶, 河原純子, 後藤玲子, 逸見幾代, 岡林一枝, 矢島真由美, 菊池和美, 小児栄養・実習, (2007), 家政教育社.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中千晶 (TANAKA CHIAKI)

桜美林大学・総合科学系・講師

研究者番号: 40369616

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(7) ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

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 10 件)
- ① 学振太郎、半蔵門一郎、学振花子、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年 (西暦)、査読の有無
 - ② 学振太郎、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年 (西暦)、査読の有無
 - ③ 学振花子、論文名、掲載誌名、巻、最初と最後の頁、発表年 (西暦)、査読の有無

- [学会発表] (計 5 件)
- ①
 - ②
 - ③

- [図書] (計 2 件)
- ①
 - ②

[産業財産権]

○出願状況 (計□件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計◇件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

http://○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

6. 研究組織

(1) 研究代表者

学振 太郎 (GAKUSHIN TARO)
○○大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

(2) 研究分担者

学振 花子 (GAKUSHIN HANAKO)
○○大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

学振 次郎 (GAKUSHIN JIRO)
○○大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

学振 三郎 (GAKUSHIN SABURO)
○○大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：

(3) 連携研究者

学振 四郎 (GAKUSHIN SHIRO)
○○大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：