

ジュニアスポーツ選手における総エネルギー消費量の評価法の確立
—エネルギー必要量の策定をねらいとした基盤的研究—

研究代表者：引原有輝

目次

要約	．．． 1
I．緒言	．．． 2
II．方法	．．． 3
III．結果	．．． 5
IV．考察	．．． 6
V．結語	．．． 9
VI．引用文献	．．． 10
VII．図表	．．． 13

ジュニアスポーツ選手における総エネルギー消費量の評価法の確立 —エネルギー必要量の策定をねらいとした基盤的研究—

引原有輝¹⁾³⁾ 緑川泰史²⁾ 田中茂穂³⁾

- 1) 千葉工業大学 工学部
- 2) 桜美林大学 総合科学系
- 3) 国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム

要約

【背景】加速度計を用いた身体活動量の評価が注目されるようになり、多くの特徴的なアルゴリズムを有した加速度計が開発されつつある。特に、成人を対象とした歩行・走行活動の評価を得意とするものが多いことから、子どもの総エネルギー消費量を推定するために適用することは難しい可能性がある。【目的】本研究では、合成加速度と身体活動強度 (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における METs を評価するための方法について検討することを目的とした。【方法】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・走行以外の活動)、階段昇り、階段降り、歩行 (2 段階)、走行 (以上、歩行・走行活動) 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。【結果】子どもにおける合成加速度と METs との関係式は、歩行・走行活動と歩行・走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。また、検出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・走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。一方、歩行・走行活動および歩行・走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。さらに、歩行・走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。【結論】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ことが明らかとなった。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。

代表者所属：千葉工業大学 工学部

・緒言

本年度、厚生労働省により食事摂取基準が 2010 年版として新たに改定され、「エネルギー」の必要量についても幾つかの変更がなされた。従来の内容からの変更点の 1 つとして、子どもの身体活動レベル (Physical activity level: PAL) が引き下げられたことがあげられる。2005 年版策定時に用いた文献を含め、基礎代謝量 (Basal metabolic rate: BMR) を実測したものに限定するなどより厳密にレビューされた結果である。しかしながら、このエネルギー必要量の基準値に日本人の子どものエネルギー消費量 (Total energy expenditure: TEE) に関するデータは 1 件のみで、未だ十分に含まれておらず、また、ジュニアアスリートなど、激しい運動やトレーニングを頻繁に実施している子どもにもこの基準値は該当しない。本邦の子どもの TEE に関する十分なエビデンスが蓄積されてこなかったのは、基準法となる二重標識水 (Doubly labeled water: DLW) 法のコスト面ならびに測定分析における技術面の難しさ (齊藤ら, 1999) が原因であると推察されるが、近年では DLW 法の問題点を踏まえて、推定精度が高く簡便性に優れた新たな TEE の評価法が提案されつつある (Westerterp, 2009)。

ヒトの TEE は、BMR、食事誘発性熱産生 (Diet induced thermogenesis: DIT) および身体活動量 (Physical activity energy expenditure: PAEE) から構成されている (田中, 2007)。BMR は体格や体組成から概ね推定することが可能であり、DIT は TEE のおよそ 10% 程度であると認識されている (Maffeis *et al.*, 1993)。しかしながら、PAEE は個人差が大きいだけでなく構成要素の中で最も評価が難しいことから、TEE を正確に推定するためには、PAEE をより正確に評価することが重要となる。

近年、加速度計を用いた PAEE や身体活動強度 (Metabolic equivalents: METs) の評価に注目が集まっている (Plasqui and Westerterp, 2007)。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 軸までと様々なタイプが存在する。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 (Freedson *et al.*, 2005 ; Allor *et al.*, 2000)。またこの点については、成熟レベル (形態、体組成) が大きく異なる子ども間においても考慮すべき問題である (Freedson *et al.*, 2005)。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 (Matthew, 2005 ; Trost *et al.*, 1998)。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、歩走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 (Midorikawa *et al.*, 2007 ; Heil *et al.*, 2005 ; Hendelman *et al.*, 2000)。従来の加速度計を用いて歩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 (Leenders *et al.*, 2006 ; Matthew, 2005)。これらの問題を解決するためには、歩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。判別方法については、Ohshima *et al.* (2010) が成人を対象に 3 軸の加速度情報を用いた新しい判別方法を提案しており、その方法に準拠することにより子どもの活動を判別できる可能性がある。

これらことを背景として、本研究は 3 次元加速度計を用いて歩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について検討することを目的とした。

．方法

1．対象者

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。学年の内訳は、低学年が 27 名、高学年が 41 名であった。対象者の身体的特性は、男子で 140.4 ± 11.0 cm、 33.6 ± 9.5 kg、女子で 131.9 ± 14.2 cm、 28.8 ± 9.3 kg であ

った。

2. 実験手順

対象者には、午前7時までに朝食を済ませるように指示し、その後、激しい活動を控えながら保護者同伴で午前10時に指定の実験室に来室させた。到着後に、朝食有無ならびに内容を確認し、形態計測を行った。さらに、対象者の胸部に心拍計を、腰部に加速度計をそれぞれ装着し、座位で30分間の安静状態をとらせた後、安静時エネルギー消費量と12種類の活動時の3軸加速度ならびにエネルギー消費量を測定した。

3. 加速度計

測定可能範囲が $\pm 6G$ で、加速度分解能が $3mG$ である3次元加速度センサを搭載した加速度計(大きさ: $W 80\text{ mm} \times D 20\text{ mm} \times H 50\text{ mm}$ 、重さ: 60.7 g)を腰部に装着して、鉛直、前後、左右方向の加速度を 32 Hz でサンプリングした。さらに重力加速度を除くためにそれぞれハイパスフィルタ処理を施した加速度データから合成加速度を求めて分析に用いた。

4. 安静時および身体活動時のエネルギー消費量

対象者は、歩行・走行以外の活動(1.学習: 椅子座位で漢字の書き写し、2.ゲーム: 床座位で Nintendo DS、3.ほうき掃き、4.片付け: 本を棚に戻す、5.雑巾がけ、6.ボール投げ: ドッチボールの投げあい)ならびに歩行・走行活動(7.階段上り、8.階段降り、9.普通歩行: 60 m/分 、10.速歩: 80 m/分 、11.走行: 低学年 100 m/分 ・高学年 120 m/分)の計11種類の活動を実施した。活動時の呼気ガスは、専用のガスマスクならびにダグラスバッグを用いて採取された。定常状態として2分間を前置きし、その後、各活動に応じて2から7分間の呼気ガスを採取した。また、採取した呼気ガスの酸素濃度ならびに二酸化炭素濃度を質量分析計(ARCO-1000, Arco System Inc., Chiba, Japan)により測定した。また呼気量を乾式ガスメータ(DC-5, SHINAGAWA Co.,Ltd., Tokyo, Japan)により測定した。得られた測定値は Weir (1949) の間接熱量測定式を用いてエネルギー消費量に換算された。また、各身体活動時のエネルギー消費量を安静時エネルギー

ー消費量で除すことにより身体活動強度 (METs) を求めた。

5. 歩行・走行活動とそれ以外の活動との判別

Ohshima *et al.* (2010) が提案する判別方法に準拠して、各活動時に検知された3軸の合成加速度と重力加速度を除去した3軸の合成加速度との比を歩行・走行活動とそれ以外の活動とを判別するための境界値として用いた。

6. 倫理面への配慮

本研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会疫学研究部会」の承諾を得て実施した。測定にあたっては、対象者に測定の目的、利益、不利益、危険性、個人情報の管理について説明し、書面にて同意を得た。測定データは外部流出することがないように厳重に管理した。なお、測定にともなう重大な危険性はない。

7. 統計処理

得られた測定値は平均値±標準偏差で示した。また、活動時の加速度と METs との関係は、回帰分析を用いて検討した。また、暦年齢が回帰式に寄与するかどうかについては重回帰分析を用いて検討した。これまでに我々の研究グループが、成人を対象に実施した合成加速度と METs との関係式 (ただし、測定した活動内容は子どもの場合と異なる) を参照し、回帰直線の傾き、切片ならびに決定係数 (R^2) について子どもと成人とでの比較検討を行った。また、Ohshima *et al.* (2010) の判別方法を用いて歩行・走行活動とそれ以外の活動との判別境界値を決定するために Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線を用いて感度ならびに特異度を求めた。統計処理は、JMP8.0 (SAS Institute, Tokyo, Japan) を用いて行い、その際の統計的有意水準は 5%未満とした。

・結果

合成加速度と METs との関係を Figure 1 に示した。その結果、歩行・走行活動とそれ以外の活動とにプロットが分離していることがわかった。またそれぞれ

プロットは、直線的な関係（歩行走行活動： $y = 0.0004687x + 0.966569$, $R^2=0.88$, それ以外の活動： $y = 0.0011558x + 1.2242151$, $R^2=0.78$ ）を示していた（Figure 2）。しかしながら、階段上りについては、歩行走行活動にみられる直線的な関係から大きく外れており、むしろそれ以外の活動の直線的な関係に近似していた（Figure 2）。

また、暦年齢は独立変数として投入した場合の重回帰モデルでは、歩行走行活動ならびにそれ以外の活動ともに有意性のある変数となり、推定式の精度が高まった（歩行走行活動： $y = 0.0004723 \times \text{合成加速度} + 0.1866872 \times \text{暦年齢}$, $R^2=0.91$, standard error estimate (SEE) = 0.532、それ以外の活動： $y = 0.0011755 \times \text{合成加速度} + 0.1583425 \times \text{暦年齢}$, $R^2 = 0.81$, SEE = 0.595）。

成人で得られた関係式との比較を Figure 3 に示した。その結果、歩行走行活動とそれ以外活動ともに回帰直線の傾きならびに切片において、子どもと成人（歩行走行： $y=0.0008x + 1.2311$, $R^2=0.90$, それ以外： $y=0.002x+1.556$, $R^2=0.89$ ）との間で相違が認められた。特に、両活動ともに、加速度が大きくなるに伴い、成人と子どもの METs により大きな差異が生じやすいことが明らかになった。

歩行走行活動とそれ以外の活動との判別率については、検知された合成加速度とハイパスフィルタ処理後の合成加速度との比を用いた結果、その値が 1.12 であったときに判別率が最大（99.5%）となった（Table 1）。

歩行走行速度に伴う加速度の変化について子どもと成人とを比較した（Figure 4）。その結果、同一の歩行走行速度であっても、子どもの合成加速度は成人のそれと比較して高値を示した（子ども： $y = 2.6155x^2 - 297.93x + 11896$, $R^2=0.95$, 成人： $y = 1.842x^2 - 238.49x + 10504$, $R^2=0.91$ ）。

得られた判別閾値に基づいて得られた歩行走行活動とそれ以外の活動との判別結果から、歩行走行活動とそれ以外の活動のそれぞれの回帰式に検知された加速度を外挿して推定値を算出し、実測値との比較を行った（Figure 5）。その結果、階段上りを大きく過小評価していたが、その他の活動は実測値と推定値が近似していた（平均推定誤差： 0.14 ± 0.36 METs）。

・考察

これまでの加速度計の多くは、主に歩行・走行活動に対して優れた評価精度を有していることが報告されてきた(Kumahara *et al.*, 2004 ; Matthew, 2005)。また、それらの加速度計は疫学研究において子どもから高齢者までの多岐にわたった対象に利用されている。しかしながら、子どもと成人とでは形態や体組成の相違により安静時ならびに活動時のエネルギー消費量に相違があることや、多岐にわたる活動が短時間(3 秒)に変化していくという子ども特有の行動パターンを有している(Bailey *et al.*, 1995) ことなどから、成人を対象に開発された加速度計を子どもに適用することは必ずしも適切でないと考えられる。本研究は、加速度から METs を推定するために子どもの独自の推定式を作成することに加え、歩行・走行活動ならびにそれ以外の活動を評価できる方法について検討した。その結果、子どもの場合でも合成加速度と METs との関係性が歩行・走行活動とそれ以外での活動とでは大きく異なっており、従来の加速度計に多かった歩行・走行活動の推定式を用いて歩行・走行活動以外の活動を評価することは、METs が過小評価されることが明らかになった。特に、子どもの日常生活を考えた場合、歩行・走行活動だけでなく遊びやスポーツ活動の中でみられる不規則な動作様式が多分に含まれていることが予想されるため、本研究が提案する歩行・走行活動とそれ以外の活動をそれぞれの推定式で評価することは、子どもの TEE の推定精度に大きく貢献する可能性が考えられる。また、階段上りを除いた上で、両活動ともに回帰式に強い直線性(歩行・走行 : $R^2=0.88$ 、それ以外 : $R^2=0.78$) が得られたことから、METs を評価するための有効な推定式として利用できる。さらに、暦年齢を独立変数に投入した場合の重回帰モデルでは、歩行・走行活動ならびにそれ以外の活動ともに R^2 と SEE に改善が認められた。これらの数値は、先行研究(Eston *et al.*, 1998 ; Puyau *et al.*, 2004 ; Treuth *et al.*, 2004)が歩行・走行活動とそれ以外の活動を含めた 1 本の回帰式から得られたものと比較しても高値を示していた。したがって、本研究が提案するアルゴリズムは、これまで以上に子どもの身体活動量を適切に評価できると考えられる。残念ながら、階段上りについては歩行・走行活動の式から推定すると顕著な過小評価(63%)が生じた。ただし、1 日の中で階段を利用している時間は少ない

ことや階段下りが過大評価 (23%) していることなどを考慮すると、TEE への影響は必ずしも大きくない。

さらに本研究は、合成加速度と METs との関係について子どもと成人との比較を行った。その結果、成人の推定式を用いて子どもの METs を評価すると歩行活動およびそれ以外の活動ともに過大評価されることが明らかになった。これまで、Allor *et al.* (2002) や MacDougall *et al.* (1983) により、同一の歩行速度であっても体重あたりの酸素消費量は多くなることが指摘されている。体重に対する内臓組織重量の割合が多いことだけでは説明しきれない (Hsu *et al.*, 2003) が、子どもは成人と比較して安静時エネルギー代謝量が高く (Harrell *et al.*, 2005 ; Roemmich *et al.*, 2000) それが運動時のエネルギー消費量にも反映されているという解釈がなされている。もしそのことが原因であるならば、本研究で扱った METs は安静時エネルギー代謝量で補正した指標であることから、体重あたりの酸素消費量で生じたような差異 (子ども > 成人) は起こらないと考えるのが妥当である。それにもかかわらず、本研究では合成加速度と METs との関係性において、子どもと成人との間に差異が生じていた。そこで、歩行活動時の各速度で検知された合成加速度について、子どもと成人との比較を行った。その結果、子どもは成人と比較して同一の歩行速度でありながら、加速度反応が大きいことが明らかになった。すなわち、同一歩行中の力学的エネルギー (全仕事量) には子どもと成人との間に差異があり、子どもは成人と比較して動作の経済性が低いものと考えられる。このことは、合成加速度と METs との関係性において、子どもと成人との相違が認められた原因の 1 つであると推察される。また、METs の指標が体重や年齢の影響を受けているとの報告 (Harrell *et al.*, 2005 ; Spadano *et al.*, 2003) が複数にわたってみられることから、子どもと成人における合成加速度と METs との関係性の相違については、複数の要因が潜在しているものと考えられる。一方、歩行以外の活動においては、対象とした身体活動内容に相違があるため、合成加速度と METs との関係性について歩行活動時と同様に、直接的な比較を行うことは困難であるが、成人の式を用いて子どもに特有の身体活動の評価することは、いずれにしても適切でないものと判断できる (Figure 3)。

本研究で対象とした 11 種類の身体活動は、日常生活中でも出現頻度の多い

ものを選定しており、「ボール投げ」や「走る」を除くとスポーツ種目にみられるような身体活動項目はない。したがって、ジュニアアスリートのエネルギー必要量を策定していく上では、本研究により提案されたアルゴリズムがスポーツ活動中のMETsをどの程度推定できるかについて明らかにすることが今後の課題となろう。

・ 結語

本研究は、合成加速度と身体活動強度（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歩行・走行活動だけでなくそれ以外の活動時の子どものMETsを評価するための方法について検討した。

その結果、子どもにおける合成加速度とMETsとの関係式は、歩行・走行活動と歩行・走行以外の活動とで異なることが明らかになった。また、検出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・走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。一方、歩行・走行活動および歩行・走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、同一合成加速度に対応するMETsは、子どもの方が小さい傾向がみられた（子ども<成人）。さらに、歩行・走行活動に着目すると、同一の歩行・走行速度であって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。したがって、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ことが明らかとなった。これらの知見は、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り、本研究が提案するアルゴリズムはその推定精度に寄与することを示唆するものである。

. 参考文献

Allor KM, Pivarnik JM, Sam LJ and Perkins CD. (2000) Treadmill economy in girls and women matched for height and weight. *J Appl Physiol*, 89, 512–516.

Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ and Cooper DM. (1995) The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc*, 27: 1033-1041.

Eston RG, AV Rowlands, and DK Ingledew. (1998) Validity of HR, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *J Appl Physiol*, 84: 362-371.

Freedson P, Pober D and Janz KF. (2005) Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc*, 37: S523-S530.

Harrell JS, McMurray RG, Baggett CD, Pennell ML, Pearce PF and Bangdiwala SI (2005) Energy costs of physical activities in children and adolescents. *Med Sc. Sports Exerc*, 37: 329-336.

Heil D. (2005) Predicting activity energy expenditure using the Actical activity monitor. *Res Q Exerc Sport*, 77: 64-80.

Hendelman D, Miller K, Baggett C, Debold E and Freedson P. (2000) Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc*, 32, S442–449.

Hsu A, Heshka S, Janumala I, Song M, Horlick M, Krasnow N and Gallagher D. Larger mass of high-metabolic-rate organs does not explain higher resting energy expenditure in children. *Am J Clin Nutr*, 77: 1506–1511.

Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, Yoshioka M, Yoshitake Y, Shindo M, Ishii K and Tanaka H. (2004) The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr*, 91: 235-243.

Leenders NY, Nelson TE and Sherman WM (2003) Ability of different physical activity monitors to detect movement during treadmill walking. *Int J Sports Med*, 24, 43–50.

Maffeis C., Schutz Y., Zocante L., Micciolo R. and Pinelli L. (1993) Meal-induced thermogenesis in lean and obese prepubertal children. *Am J Clin Nutr*, 57: 481-485.

Matthew CE (2005) Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 37, S512–522.

Midorikawa T, Tanaka S, Kaneko K, Koizumi K, Ishikawa-Takata K, Futami J and Tabata I. (2007) Evaluation of low-intensity physical activity by triaxial accelerometry. *Obesity (Silver Spring)*, 15, 3031–3038.

Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikihara Y, Ishikawa-Takata K and Tabata I. (2010) Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait & Posture*, In press.

Plasqui G and Westerterp KR. (2007) Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)*, 15: 2371-2379.

Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA and Butte NF. (2002) Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res*, 10:150-157.

Roemmich JN, Clark PA, Walter K, Patrie J, Weltman A and Rogol AD. (2000) Pubertal alterations in growth and body composition. V. Energy expenditure, adiposity, and fat distribution. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 279: E1426-1436.

齊藤慎一，海老根直之，島田美恵子，吉武裕，田中宏暁（1999）二重標識水法によるエネルギー消費量測定の原理とその応用：生活習慣病対策からトップスポーツ選手の栄養処方まで．*栄養学雑誌*，57: 317-332．

Spadano JL, Must A, Bandini LG, Dallal GE and Dietz, WH. (2003) Energy cost of physical activities in 12-y-old girls: MET values and the influence of body weight. *Int. J. Obes. Relat Metab Disord*, 27: 1528-1533.

Treuth MS, Schmitz K, Catellier DJ, McMurray RG, Murray DM, Almeida MJ, Going S, Norman JE and Pate R. (2004) Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc*, 36:1259-1266.

田中茂穂（2008）運動・身体活動と公衆衛生（5）「日常生活における生活活動評価の重要性」，*日本公衆衛生誌*，7，474-477．

Westerterp KR. (2009) Assessment of physical activity: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*, 105: 823-828, Epub.

. 图表

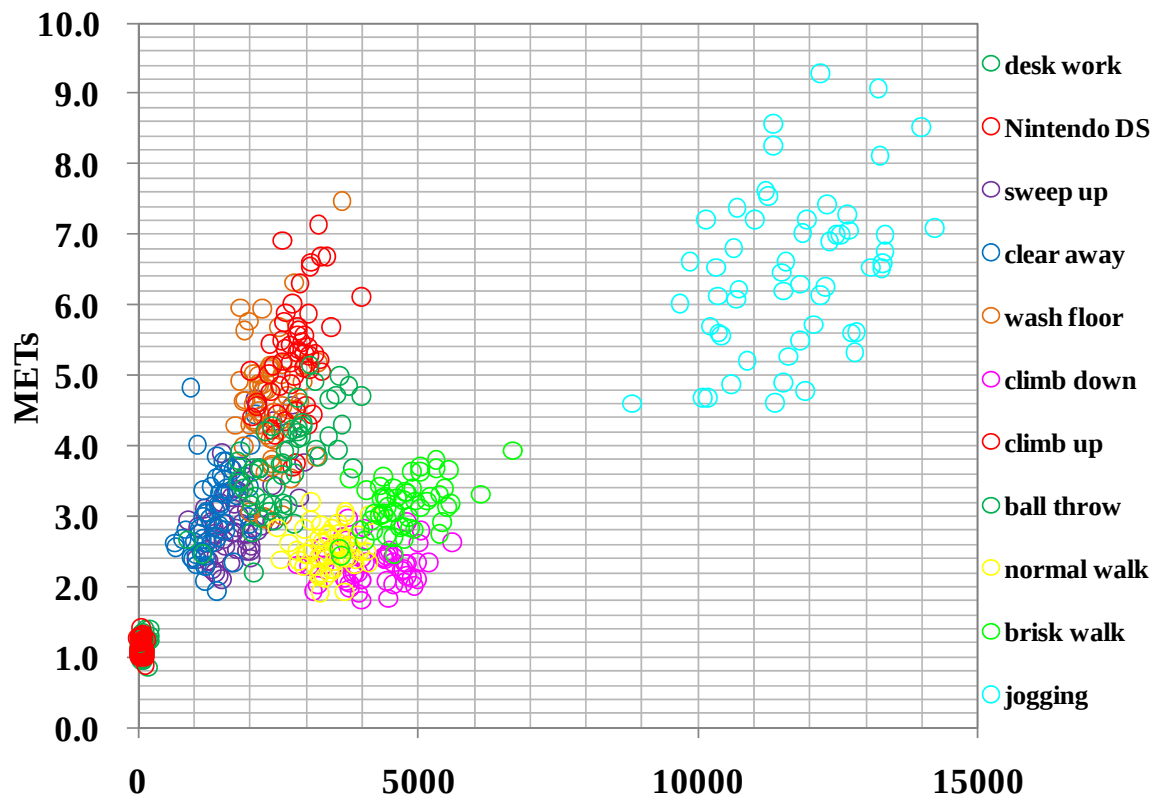


Figure 1 Relation of synthetic acceleration to METs in all activities.

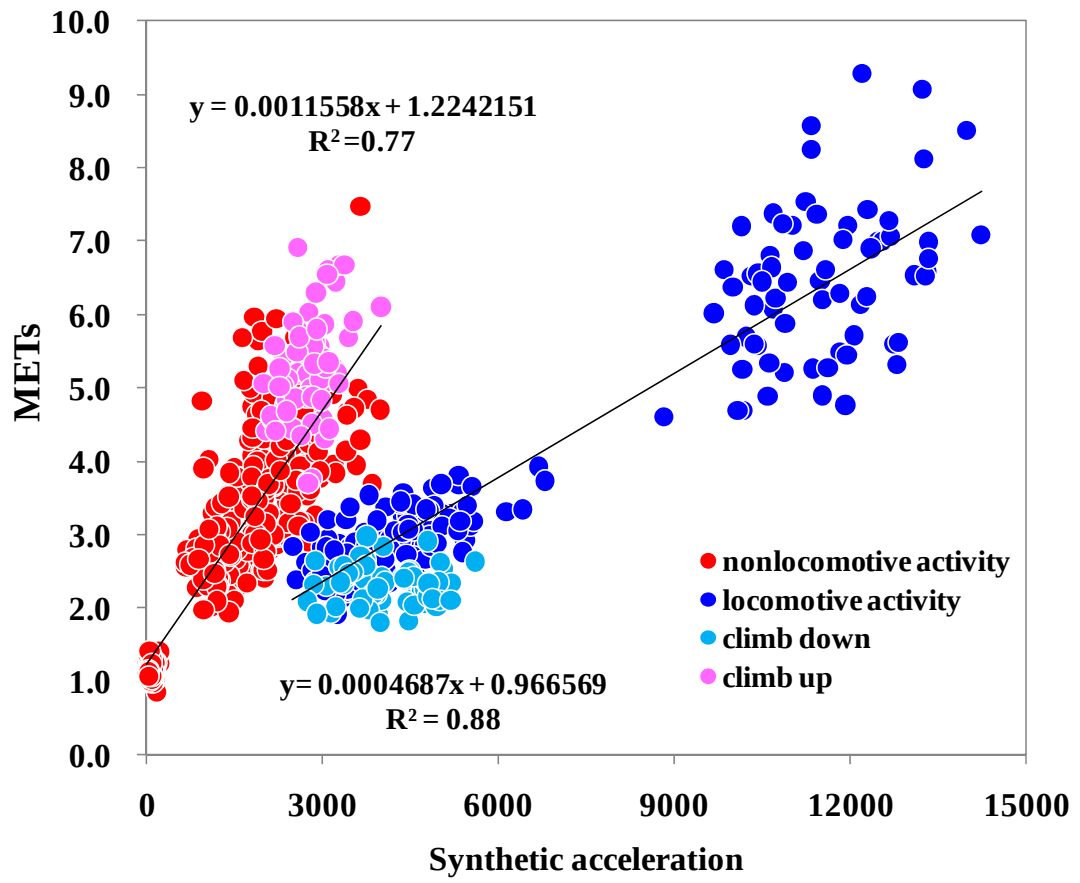


Figure 2 Relation of synthetic acceleration in both nonlocomotive activity and locomotive movements to METs.

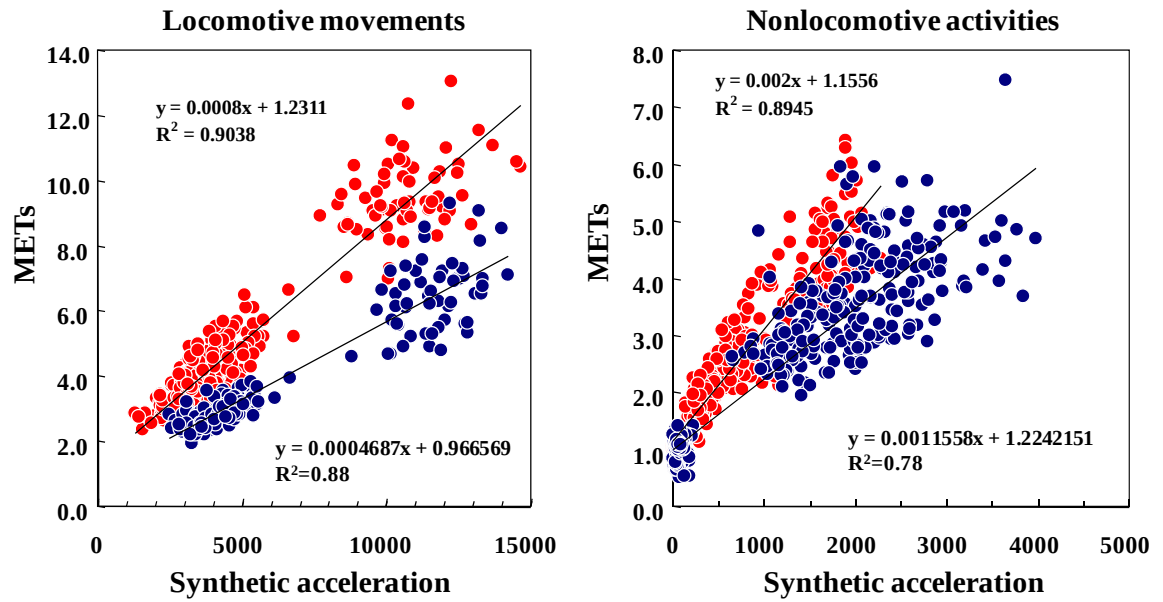


Figure 3 Comparison of relation of synthetic acceleration to METs in children and adults. Blue plots show relation of synthetic acceleration to METs in children, while red plots show the relation in adults.

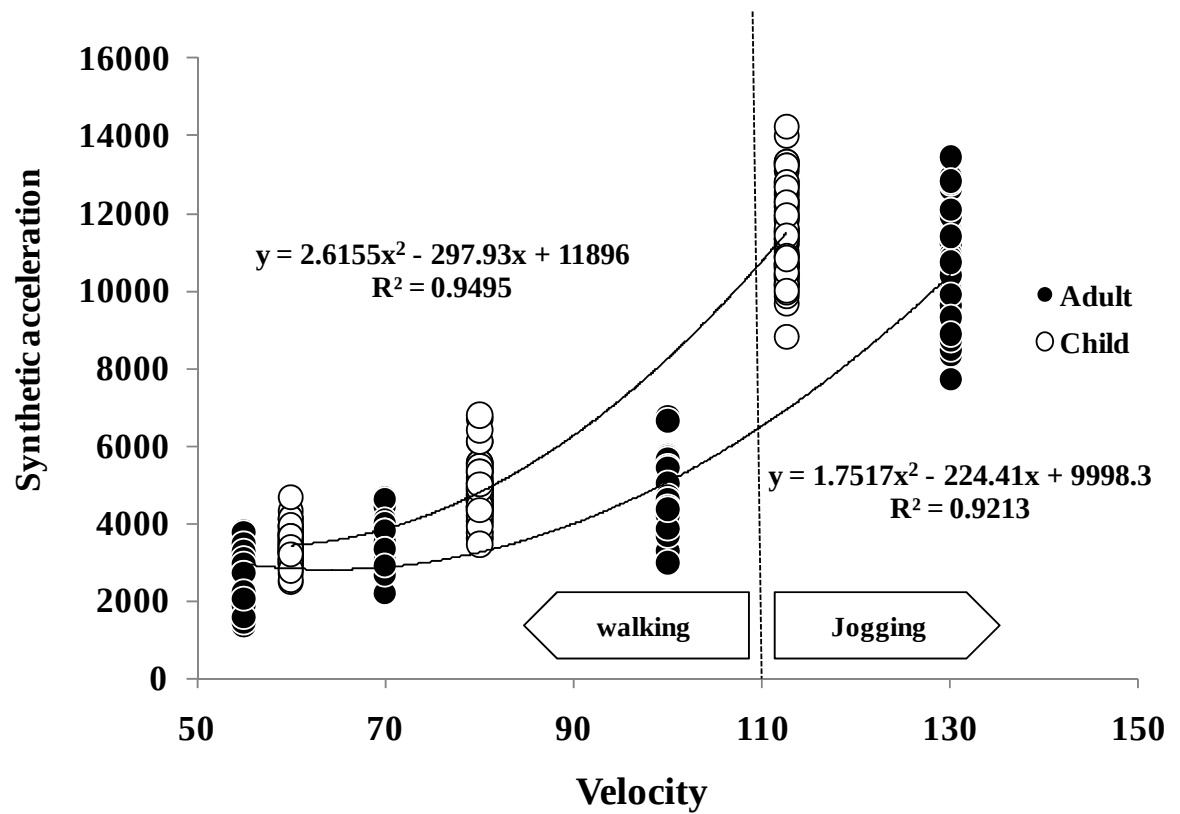


Figure 4 Comparison of relation of velocity to synthetic acceleration in children and adults

Table 1 Sensitivity of discriminating locomotive movements from nonlocomotive activities

threshold	un filtered / filtered ratio				
	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
sweep up	100.0	98.2	96.4	94.6	94.6
clear away	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
wash floor	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ball throw	98.2	96.4	94.6	91.1	91.1
climb down	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
climb 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

▲
adult cut off value

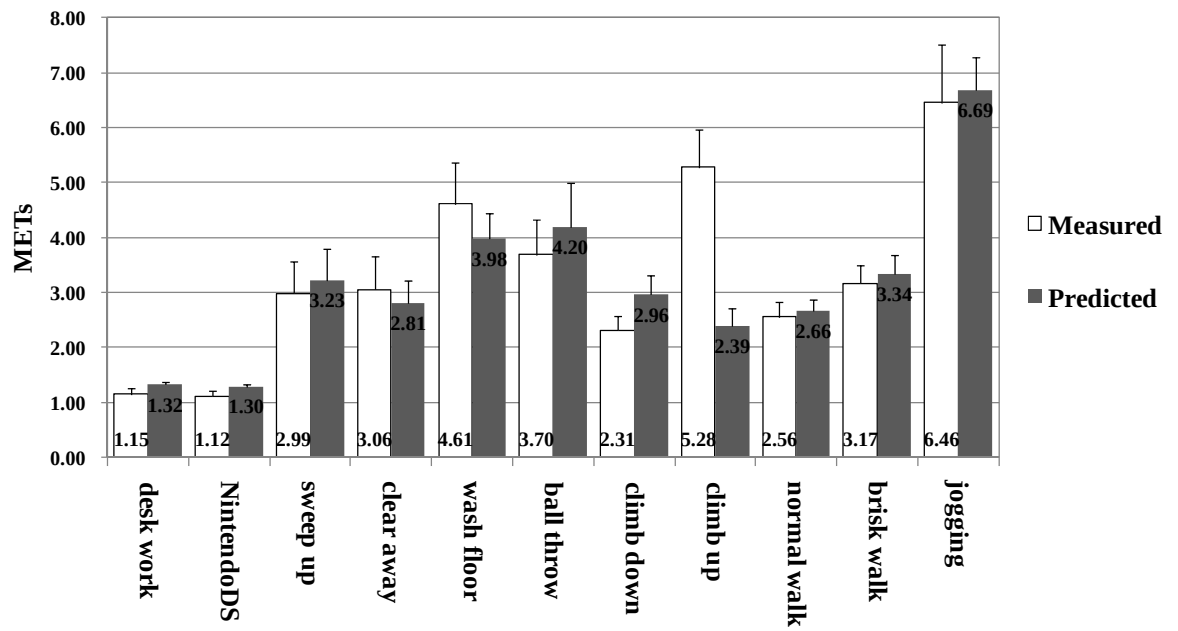


Figure 5 Predicted errors of measured METs and predicted for each physical activity.