

## ジョギング時における数種類の活動量計表示値の精度に関する事例検討

文 谷 知 明\*<sup>1</sup>

### 要 約

本研究の目的は、同じ機種種の活動量計4個を異なる4部位（ハーフパンツの右ポケット、左ポケット、左胸ポケット、首から垂らす）に装着して運動を行い、その表示値（歩数、運動量、距離）の精度を検証することであった。被験者は健康な50歳代の男性1名である。活動量計には5社（A、B、C、D、E）の機器を用いた。運動は屋外における約7.6kmのジョギングとした。その結果、本被験者のジョギングにおいては、E社の活動量計が歩数、運動量、距離の全てにおいて、いずれの部位に装着しても精度が高いことが示唆された。

### 1. 緒言

我が国において、身体不活動（運動不足）は危険要因別の関連死者数の第3位に位置しており<sup>1)</sup>、身体活動量を増加させることが今日の課題である。その取り組みとして、座位行動に費やす時間を減らすこと<sup>2)</sup>、中等度強度の運動時間を確保すること<sup>3)</sup>、運動・スポーツを習慣化すること<sup>4)</sup>、一日の総歩数を増やすこと<sup>4)</sup>の必要性が提唱されている。

これらの目標を達成するためには、正しく身体活動量を測定・評価することは重要であり、近年では加速度、心拍数、大気圧、位置情報（GPS）、皮膚温などの物理的、生体的な値を測定する活動量計測器が開発されている<sup>5)</sup>。なかでも、加速度センサーを内蔵した歩数計（以下、活動量計と記す）は取り扱いが容易であることから、身近なツールとして普及してきている<sup>6)</sup>。研究向けの高精度な活動量計<sup>7)</sup>もあるが、数千円と安価な機器が様々なメーカーから市販されている。以前は、1軸（上下）の加速度センサーを内蔵した腰部装着型の機器が主流であったため、体幹の捻りや揺れ動作には適さないとの指摘があった<sup>8)</sup>。しかし現在は、3軸（上下、左右、前後）加速度センサー内蔵の機器がほとんどであり、その多くはポケット挿入型である。

活動量計が表示する数値（歩数、活動量、距離など）については、機器に内蔵されているアルゴリズム（手順の定式化や計算式）によって決定されるが、これはメーカーによって異なっている。それ故に、1メーカー<sup>9)</sup>または複数メーカー<sup>10,11)</sup>の活動量計を用い、測定の正確さを歩数表示値と実歩数との比較から検証した報告がなされている。また実歩数は測定していないが、歩数や活動量を複数メーカーの活動量計を同時装着することで検討した報告もみられる<sup>12,13)</sup>。しかしながら、活動量計表示値を装着する部位の差異から検討したウォーキングの報告は少ない<sup>9)</sup>。また、ジョギング時に活動量計（ポケット挿入型：3軸加速度センサー内蔵）を使用した報告はみられない。

一般に、測定値の精確さ（信頼性）は、真度（正確性）と精度（再現性）の2つの概念から成っている<sup>14)</sup>。そこで本研究では、市販されている同じメーカーの活動量計を複数の部位に同時装着し、ジョギング時における表示値の比較を、真度ではなく精度の観点から検討することを目的とした。併せて、腕時計型の活動量計測器（以下、ランニングウォッチと記す）の精度も検証した。

\*1 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 健康体育学科  
（連絡先）文谷知明 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学  
E-mail : bunya@mw.kawasaki-m.ac.jp

## 2. 方法

### 2.1 被験者

週に3~4回、ジョギングを行う習慣がある健康な50歳代の男性(著者)1名である。身体的特性は身長173cm, 体重66kg, BMI22.1kg/m<sup>2</sup>であった。

### 2.2 運動方法・使用機器

屋外の約7.6km(高低差約3m<sup>15)</sup>, 全般的に平坦なコース)におけるジョギングを活動量計およびランニングウォッチを装着して, 計120回試走した。距離判断はランニングウォッチによる計測値とした。実験では, 心地よく走れる強度(原則145~155拍/分の心拍数, 160拍/分でアラーム)の走速度を維持するよう努めた。なお, コース中には信号が4箇所あり, 信号の切り替わりを見つつジョギングレタイミングを合わせたため, 信号待ちの総停止時間は1分以内であった。

活動量計は5社の機器[e-style2(スズケン社), MC-500(ヤマサ社), AM-140(タニタ社), HJA-306(オムロン社), TR10(シチズン社)]であり, 各社4個, 合計20個を使用した。ランニングウォッチには2個(W1, W2)のWristableGPS SS-700(エプソン社)を用いた。

### 2.3 実験方法・手順

一社4個(a, b, c, dと印付け)の活動量計を4部位(①ハーフパンツの右前ポケットの中, ②左前ポケットの中, ③半袖ポロシャツの左胸ポケットの中, ④首から下げ, ポロシャツの内側に入れる)にそれぞれ装着して試走した。なお, ④については活動量計が肌に直接触れないよう布で覆い, 位置が上腹部になるよう紐の長さを調節した。これを, 機器の偏りを無くして再現性を確認するため, 全ての組み合わせ24通り(1番目の組み合わせ:①a, ②b, ③c, ④d, 24番目の組み合わせ:①d, ②c, ③b, ④a)を行い, 5社で繰り返した。そして歩数, 運動量(基礎代謝量・安静時代謝量を除く付加運動量)および距離を記録した。

同時に, ランニングウォッチW1, W2各1組〔送信器(胸部ベルト)と受信器(腕時計)]を4通り(心臓部上位・右腕, 心臓部上位・左腕, 心臓部下位・右腕, 心臓部下位・左腕)の組み合わせで各30回, 計120回装着した。なお, ランニングウォッチW1を心臓部上位・右腕に装着した時は, ランニングウォッチW2を心臓部下位・左腕に装着した(以下同様)。そして所要時間, 総消費量, 距離および平均心拍数を記録した。なお, ランニングウォッチでは運動量ではなく総消費量の表示となるため, 総消費量を記録することとした。ウェアおよびシューズは同じものを着用した。実験は順不同で行った。

### 2.4 事前の機器設定

取り扱い説明書を参考に機器の設定を行った。ジョギングに相当しない歩数のカウントが最小限となるように配慮した。e-style2(スズケン社)およびTR10(シチズン社)は歩数の区分がないため, 総歩数いわゆる「歩数」を記録した。MC-500(ヤマサ社)は「JOG」表示の値を, AM-140(タニタ社)は「走り」表示の値を記録した。HJA-306(オムロン社)は3メッツ以上(目安:時速4km以上, ピッチ100歩/分以上)の歩数(歩行対応)をカウントする「EX」の値を記録した。TR10(シチズン社)については, 時速6km以上のジョギングの測定は活動量計をケースに入れ, かつ事前に「スポーツウォークモード」設定にて腰部に装着することと記されている。しかし, 本実験は前述した4部位装着での比較としたため, ケースには入れず, 「スポーツウォークモード」の設定も行わなかった。なお, 歩幅が必要な活動量計には予備実験の結果をもとに, 105cm値(≒身長×0.6)を入力した。

なお, 活動量計(機種・メーカー名)の特定化を避けるため, 以下, A, B, C, D, E社と表記し, いずれに該当するかは伏せる。

### 2.5 実施時期

2014年6月下旬~9月下旬および2015年6月下旬~10月下旬の約7ヵ月間で, 試走前のWBGT〔Wet Buld Globe Temperature: 湿球黒球温度(暑さ指数)]は22.3±4.1℃であった。試走時刻は任意とした。

### 2.6 統計処理

活動量計の歩数, 運動量および距離における部位間の平均値の差の検定には一元配置分散分析を用い, 主効果が有意であった場合には, Tukey-Kramer法による多重比較検定を行った。また, スポーツウォッチの総消費量と距離の平均値の差の検定には, 対応のあるt検定を用いた。有意水準は5%とした。統計解析に「4Stepsエクセル統計」<sup>16)</sup>を用いた。

### 2.7 倫理的配慮

ヘルシンキ宣言の趣旨に則り実施した。本研究は著者と被験者が同一人物であることから, 自ら健康状態(血圧・脈拍数の測定, 睡眠状態・疼痛の有無・活気の確認)をチェックした上で試走を行った。体調不良の時は中止することとした。

### 2.8 推定の運動量の算出方法

参考として, 表1に厚生労働省<sup>17-22)</sup>およびアメリカスポーツ医学会<sup>23,24)</sup>による推定の運動量の算出方法を提示した。この方法(式)に必要な項目(身長, 体重, 走速度, 走速度に対応した運動強度)を当てはめて推定の運動量を求めた。

3. 結果

120回の所要時間は41分36±7秒であった。ランニングウォッチW1とW2を合わせた平均心拍数(240数値分)は、150.95±4.08拍/分(W1:150.93±4.08, W2:150.97±4.09拍/分;有意差なし)であった。内訳は、心臓部上位・右腕151.4±4.4, 心臓部上位・左腕150.6±3.8, 心臓部下位・右腕150.6±3.7, 心臓部下位・左腕151.3±4.4拍/分であった(全ての間に有意差なし)。

歩数, 運動量および距離の結果は①右前ポケット(以下, 右ポと記す), ②左前ポケット(以下, 左ポと記す), ③左胸ポケット(以下, 胸ポと記す), ④首から下げる(以下, 首下と記す), の順に示した。なお, 略記は結果のみとする。

3.1 歩数(図1)

A社は①右ポ6167±280, ②左ポ6523±295, ③胸ポ6825±194, ④首下6838±130歩であった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④, ②vs③, ②vs④)。B社は①右ポ7016±103, ②左ポ6967±96, ③胸ポ6955±92, ④首下6957±95歩であった。C社は①右ポ6995±91, ②左ポ7013±80, ③胸ポ7015±78, ④首下7014±80歩であった。D社は①右ポ6235±248, ②左ポ6564±141, ③胸ポ7019±57, ④首下6971±75歩であった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④, ②vs③, ②vs④)。E社は①右ポ7049±63, ②左ポ7051±65, ③胸ポ7042±65, ④首下7040±67歩であった。

3.2 運動量・総消費量(図2)

運動量について示す。A社は①右ポ370.6±13.6, ②左ポ389.6±6.5, ③胸ポ393.4±4.9, ④首下389.4±8.3kcalであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④)。B社は①右ポ554.6±13.6, ②左ポ543.8±11.9, ③胸ポ542.5±12.5, ④首下543.9±13.2kcalであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④)。C社は①右ポ531.8±9.5, ②左ポ513.6±9.1, ③胸ポ453.9±10.9, ④首下433.9±10.0kcalであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④, ②vs③, ②vs④, ③vs④)。D社は①右ポ363.3±33.2, ②左ポ409.5±21.6, ③胸ポ480.0±6.5, ④首下472.7±10.0kcalであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④, ②vs③, ②vs④)。E社は①右ポ478.6±2.7, ②左ポ479.1±2.4, ③胸ポ478.3±2.6, ④首下478.2±2.8kcalであった。

なお, ランニングウォッチの総消費量は右腕520.4±3.7, 左腕522.3±4.1kcalであり, 左腕が有意に高値を示した。

3.3 距離(図3)

A社は①右ポ6.26±0.39, ②左ポ6.84±0.23, ③胸ポ7.22±0.22, ④首下7.17±0.21kmであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④, ②vs③, ②vs④, ③vs④)。B社は①右ポ7.26±0.15, ②左ポ7.13±0.14, ③胸ポ7.13±0.19, ④首下7.11±0.14kmであった(p<0.05:①vs②, ①vs③, ①vs④)。C社は①右ポ7.38±0.08, ②左ポ7.39±0.07, ③胸ポ7.38

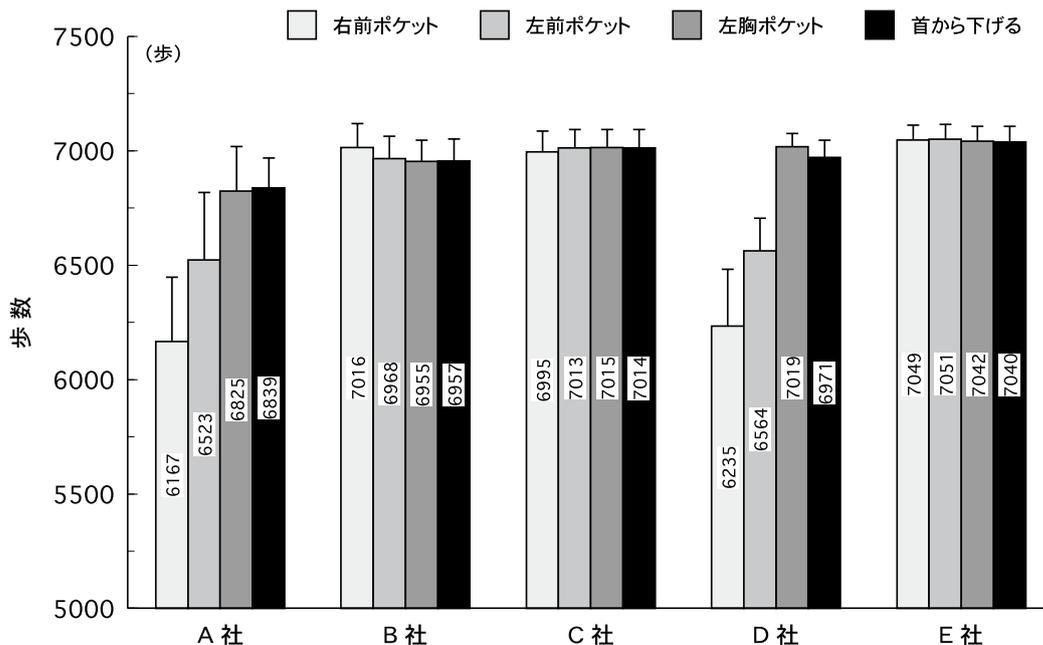


図1 活動量計の装着部位別の歩数

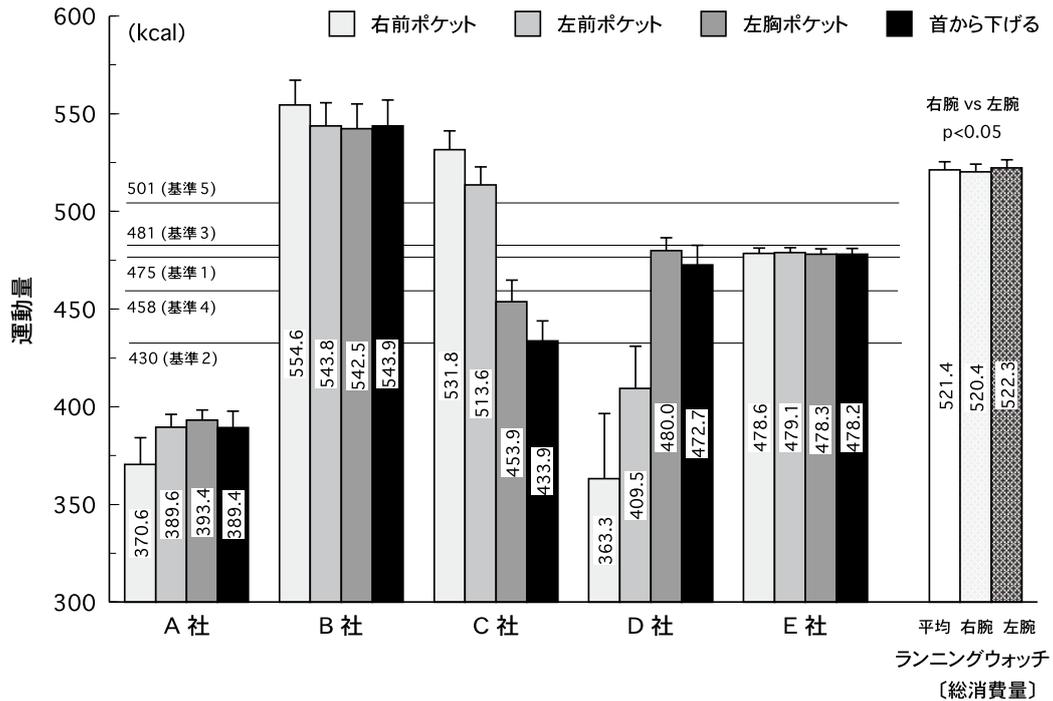


図2 活動量計の装着部位別の運動量およびランニングウォッチの右腕・左腕別の総消費量

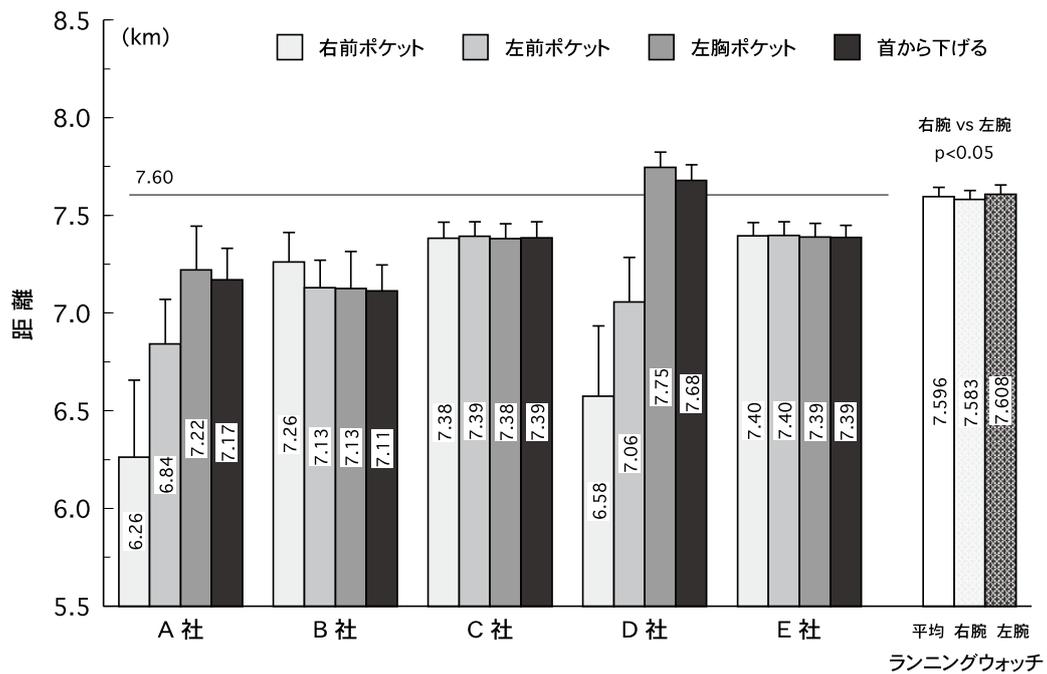


図3 活動量計の装着部位別およびランニングウォッチの右腕・左腕別の距離

±0.08, ④首下7.38±0.08 kmであった。D社は①右ボ6.58±0.36, ②左ボ7.06±0.23, ③胸ボ7.75±0.08, ④首下7.68±0.08 kmであった (p<0.05:① vs ②, ① vs ③, ① vs ④, ② vs ③, ② vs ④)。E社は①右ボ7.40±0.07, ②左ボ7.40±0.07, ③胸ボ7.39±0.07, ④首下7.39±0.07 kmであった。

なお、ランニングウォッチの距離は右腕7.583±0.045, 左腕7.608±0.048kmであり、左腕が有意に高値を示した。

### 3.4 変動係数 (図4)

図4に歩数, 運動量および距離の変動係数 (相対的なばらつき)を示した。まず一試走における各指

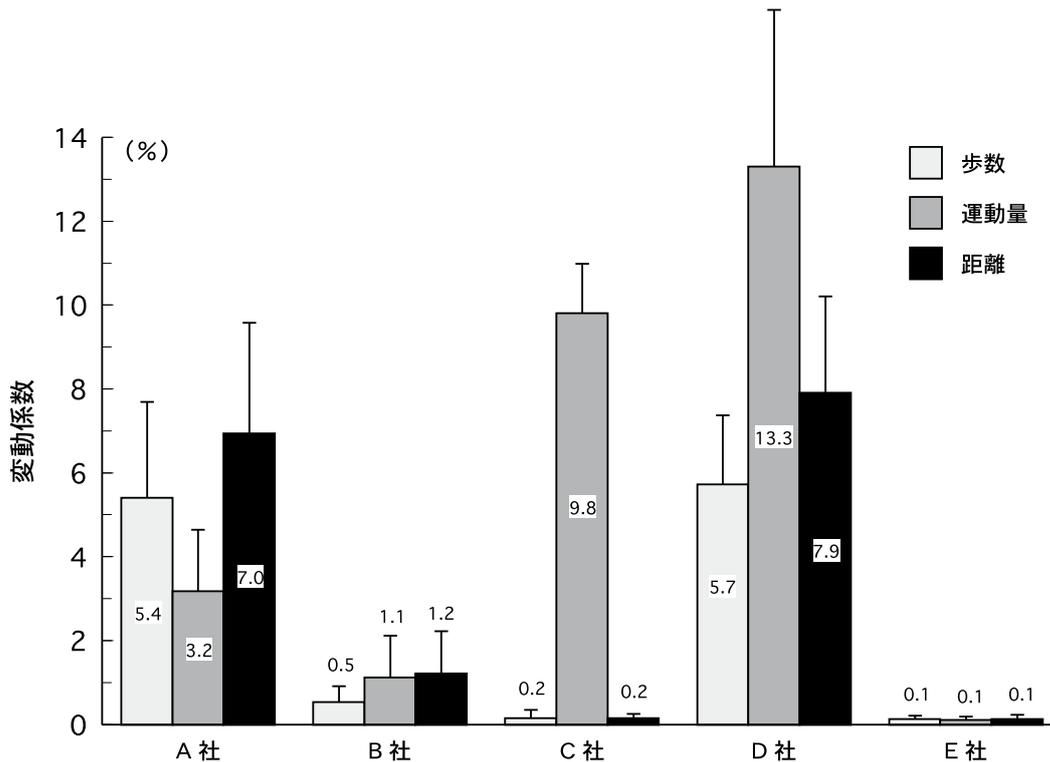


図4 測定項目の変動係数

標の4部位の変動係数（標準偏差 / 平均値 × 100）を算出し、次にこの変動係数の24試走分の平均値と標準偏差を求めた。

結果を歩数、運動量、距離の順に示す。A社は $5.4 \pm 2.3$ ,  $3.2 \pm 1.5$ ,  $7.0 \pm 2.6\%$ , B社は $0.5 \pm 0.4$ ,  $1.1 \pm 1.0$ ,  $1.2 \pm 1.0\%$ , C社は $0.2 \pm 0.2$ ,  $9.8 \pm 1.2$ ,  $0.2 \pm 0.1\%$ , D社は $5.7 \pm 1.6$ ,  $13.3 \pm 3.7$ ,  $7.9 \pm 2.3\%$ , E社は $0.1 \pm 0.1$ ,  $0.1 \pm 0.1$ ,  $0.1 \pm 0.1\%$ であった。

#### 4. 考察

本研究では、同機種4個の活動量計を4部位に装着し、歩数、運動量および距離を比較した。

##### 4.1 歩数

歩数は、A社とD社で両ポケットが低値であり、とりわけ右が顕著であった。小野寺ら<sup>9)</sup>は1軸センサー歩数計を上腕部、手関節、腰部、下腿部および足関節に装着してウォーキングを行ったところ、部位間に有意差は認められなかったが、上腕部と手関節は他の部位よりも被験者間のばらつきが大きかったと述べている。本活動量計は3軸センサーの機器であったこと、ハーフパンツの前ポケット(大腿部)に装着したこと、ジョギングであったことなど、相違点が多く対等な比較はできないが、部位によっては不規則な、変則的な動きと判断し、活動量計が歩

数をカウントしない状況は、先行研究からみても例外ではないことが確認できた。

##### 4.2 運動量・総消費量

運動量はC社、D社において部位間のばらつきが大きく、A社で低値、B社で高値を示した。ここで、推定の運動量を厚生労働省法およびアメリカスポーツ医学会法にて計算し、図2に示して本結果と比較した。5つの基準(表1)の最低値は430 kcal, 最高値は501kcal, 中央値は475kcalであった。E社は4部位で等しく、しかも中央値に近い値であったことは驚嘆に値する。

また、ランニングウォッチの総消費量を図2に加えた。右腕と左腕、それぞれ120回の比較では1.9kcalと僅かながらも左腕が高値を示した。通常、総消費量は心拍数から算出される。結果に示したとおり、W1・W2機種間にも、装着部位間にも差はみられなかった。それにも関わらず、総消費量には両腕間に差がみられた。その理由として、ジョギング中の心拍数変動が一律ではなかったことが考えられる。具体的には、信号待ちの影響(静止による減少、再スタートでの増加)、環境温の違い、その日の体調の影響が挙げられるものの、偶然誤差も否定できない。

ところで、Murakami et al.<sup>25)</sup>は12種類の活動量計測器を手首、胸部、腰部のいずれかに装着し、その

表 1 推定の運動量の算出方法

## 厚生労働省公表

【基準 1】<sup>17-19)</sup>

$$\begin{aligned} \text{運動量(kcal)} &= 1 \text{ 分あたりの基礎代謝量(kcal/分)} \times (Af - 1) \times \text{時間(分)} \\ \text{体表面积あたりの年齢別基礎代謝基準値} &= 37.5 \text{ (kcal/m}^2\text{/時)} \\ \text{体表面积} &= \{ \text{体重(66kg)}^{0.444} \times \text{身長(173cm)}^{0.663} \times 0.008883 \} = 1.739 \text{ (m}^2\text{)} \\ 1 \text{ 分あたりの基礎代謝量} &= 37.5 \times 1.739 \div 60 = 1.087 \text{ (kcal/分)} \\ Af \text{ (Activity Factor ; 活動強度)} &= 11.5 \quad / \quad Af - 1 = 10.5 \end{aligned}$$

【基準 2】<sup>19-20)</sup>

$$\begin{aligned} \text{運動量(kcal)} &= 1 \text{ 分あたりの基礎代謝量(kcal/分)} \times (Af - 1) \times \text{時間(分)} \\ 1 \text{ 分あたりの基礎代謝量} &= 21.5 \times 66 \text{ kg} \div 1,440 = 0.985 \text{ (kcal/分)} \\ Af \text{ (Activity Factor ; 活動強度)} &= 11.5 \quad / \quad Af - 1 = 10.5 \end{aligned}$$

【基準 3】<sup>21-22)</sup>

$$\begin{aligned} \text{運動量(kcal)} &= \{ \text{強度(メッツ)} - 1 \} \times \text{体重(kg)} \times \text{時間(時)} \times 1.05 \\ \text{メッツ} &= 11.0 \quad / \quad \text{メッツ} - 1 = 10.0 \end{aligned}$$

【基準 4】<sup>22)</sup>

$$\begin{aligned} \text{運動量(kcal)} &= \{ \text{強度(メッツ)} - 1 \} \times \text{体重(kg)} \times \text{時間(時)} \\ \text{メッツ} &= 11.0 \quad / \quad \text{メッツ} - 1 = 10.0 \end{aligned}$$

## アメリカスポーツ医学会公表

【基準 5】<sup>23-24)</sup>

$$\begin{aligned} \text{運動量(kcal)} &= 0.2 \times \text{速度(m/分)} \times \text{体重(kg)} \times \text{時間(分)} \div 1,000 \times 5 \text{ (kcal/} \ell\text{)} \\ \text{酸素} 1 \ell &= 5 \text{ kcal の熱量発生} \end{aligned}$$

表示値を測定精度の高い代謝チャンバー法および二重標識水法による一日の総消費量と比較している。その結果、活動量計測器表示値は代謝チャンバー法値よりも278kcal 低値から204kcal 高値の範囲にあり、ばらつきが大きいことを報告している。また、二重標識水法との比較では69kcal から590 kcal 低値であり、活動量計測器は過小評価していると述べている。この報告を参考にすると、E社の運動量も過小評価されている可能性があり、絶対値が妥当であったとは一概には言い切れなくなる。

## 4.3 距離

歩数と同様に、A社とD社の両ポケットが低値であり、とりわけ右が顕著であった。GPSを有したランニングウォッチを基準にすると、D社の左胸ポケット値と首から下げた値以外は低値を示した。活動量計の方が低値を示した報告<sup>26)</sup>はウォーキング実験においても確認されている。よって、低めに表示されることが活動量計の一般的な傾向なのかもしれないが、本被験者の走り方(歩幅や揺れなど)による可能性も否定できず、さらなる検討が必要である。

右腕と左腕、各120回の比較では25mと僅かなが

らも左腕が高値を示した。被験者は軸足である左脚の蹴りが強く、それに対応して左腕の振りが大きいのかもしれない。腕振りがアルゴリズムに反映されているのであれば、この相違がGPS測位値に影響した可能性はある。

なお、本実験は起点と終点と同じ場所(自宅)であり、走路にはカーブが数カ所あるものの、右カーブ、左カーブの数にはほとんど差はないことから、腕の前方移動距離の差とは考えにくい。偶然誤差も否定できず、これ以上言及することはできない。

## 4.4 本実験設定の課題と評価の限界

本研究では、歩数、運動量、距離すべてにおいて、「真実にあたる基準値」を測定していない。具体的には、歩数は数取器(カウンター)によるカウントやビデオ撮影からの判定、運動量は携帯型呼気ガス測定機器からの算出、距離は回転式メジャーや電子国土Webシステム(国土地理院)による計測がそれに該当する。また、「明白な実験環境下での基準値」も測定していない。具体的には、400mトラック(距離が明確で走路に傾斜がない平坦なコース)における測定結果である。通常は、両基準値と実験結果

を対比し考察する手法をとることで、真度(正確性)の面からの考察が可能となり、ひいては精度(再現性)も併せて検討する。

一般市民ランナーの場合は、400mトラックのような特殊な環境よりも、一般道(公道)での走行が多い。本実験ではこの実状を鑑み、敢えて一般道を選択した。一般道では、安全性と確実性の面から真度を測定することは容易ではない。そのため、「真実にあたる基準値」に相当する測定は行わず、精度のみに着目して実験を行った。したがって、測定値の精確さ(信頼性)については精度が実測値を元にした確実性のある考察となり、真度の面からの考察

は推定値を用いた比較のため、推測の域を出ない。真度の測定については今後の課題である。

## 5. 結語

本研究では健康な中年男性1名を対象に、同機種の活動量計を複数部位に装着してジョギングを行い、表示値の差異を検討した。

その結果、本被験者のジョギングにおいては、E社の活動量計が歩数、運動量、距離の全てにおいて、いずれの部位に装着しても精度(再現性)が高いことが示唆された。

## 付 記

本実験にあたり、利益相反に該当する事項はない。

## 文 献

- Ikeda N, Inoue M, Iso H, Ikeda S, Satoh T, Noda M, Mizoue T, Imano H, Saito E, Katanoda K, Sobue T, Tsugane S, Naghavi M, Ezzati M and Shibuya K: Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: A comparative risk assessment. *PLOS Medicine*, 9(1), e1001160, 2012.
- 岡浩一郎, 杉山岳巳, 井上茂, 柴田愛, 石井香織, Neville OWEN: 座位行動の科学—行動疫学の枠組みの応用—. 日本健康教育学会誌, 21(2), 142-153, 2013.
- Aoyagi Y and Shephard RJ: Steps per day: The road to senior health? *Sports Medicine*, 39(6), 423-438, 2009.
- 厚生労働省: 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針, 健康日本21(第二次). <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002eyv5.html>, 2012. (2012.7.31 確認)
- Chen KY, Janz KF, ZhuWeimo and Brychta RJ: Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1 Suppl 1), S13-23, 2012.
- 大河原一憲, 笹井浩行: ICTを用いた運動・身体活動の測定方法と健康増進への活用. 情報処理, 52(2), 152-158, 2015.
- Asai H: Assessing sedentary behavior using wearable devices: An overview and future directions. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 6(3), 135-143, 2017.
- 山田誠二, 馬場快彦: 運動強度を加味したカロリーカウンターによる運動時消費エネルギー量の測定. 産業医科大学雑誌, 12(1), 77-82, 1990.
- 小野寺昇, 石田恭生, 高原皓全, 松本希, 川西範明: 歩数計の数値と実歩行数の比較. 川崎医療福祉学会誌, 17(1), 243-246, 2007.
- Case MA, Burwick HA, Volpp KG and Patel MS: Accuracy of smartphone applications and wearable devices for tracking physical activity data. *Journal of the American Medical Association*, 313(6), 625-626, 2015.
- 長友麻里, 古道有紀, 中村純子, 棚町祥子, 山崎あかね, 飯干麻子, 津田紀子, 杉尾直子, 田上敬子, 酒元誠治: 国民健康栄養調査で用いられている歩数計の実用面における精度管理に関する検討. 南九州大学研報, 40A, 111-115, 2010.
- 西脇雅人, 栗山晃徳, 池上由美, 中嶋名菜, 松本直幸: 新しいゲーム機能付き活動量計で得られる日常活動時の歩数と身体活動量に関する検討. *Journal of Training Science for Exercise and Sport*, 24(2), 193-201, 2012.
- 飯塚竜也: 加速度センサー搭載歩数計による一日身体活動量の装着部位および各メーカー間の比較. 川崎医療福祉大学卒論研究発表会抄録集, 23, 2014.
- 定松義樹: 分析の信頼性にまつわる言葉の「信頼性」. CREATIVE 技術報告書, 10, 39-41, 2011.
- 国土地理院: 電子国土 Web システム. <https://maps.gsi.go.jp/>, 2012. (2018.5.3 確認)
- 柳井久江: 4Steps エクセル統計. 第4版, オーエムエス出版, 東京, 2015.
- 厚生省保健医療局健康増進栄養課編: 日本人の栄養所要量. 第五次改定, 第一出版, 東京, 1994.

- 18) 藤本薫喜, 渡辺孟, 坂本淳, 湯川幸一, 森本和枝: 日本人の体表面積に関する研究 (第18篇) —三期にまとめた算出式—. 日本衛生学雑誌, **23**(5), 443-450, 1968.
- 19) 公益財団法人健康・体力づくり事業財団編: 健康運動指導士養成講習会テキスト (下巻). 第7版, 南江堂, 東京, 2013.
- 20) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書: 日本人の食事摂取基準. 2010年版, 第一出版, 東京, 2009.
- 21) 財団法人健康・体力づくり事業財団編: 健康運動実践指導者養成用テキスト. 南江堂, 東京, 2012.
- 22) 厚生労働省: 運動基準・運動指針改定に関する検討会報告書 (健康づくりのための身体活動基準2013).  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xp1e-att/2r9852000002xpqt.pdf>, 2013.  
(2013.4.30 確認)
- 23) アメリカスポーツ医学会編, 日本体力医学会科学編集委員会監訳: 運動処方指針—運動負荷試験と運動プログラム—. 原書第8版, 南江堂, 東京, 2011.
- 24) 沼尻幸吉: 活動のエネルギー代謝. 増補第2版, 労働科学研究所, 神奈川, 1982.
- 25) Murakami H, Kawakami R, Nakae S, Nakata Y, Ishikawa-Tanaka k, Tanaka S and Miyachi M: Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: Comparison with metabolic chamber and doubly labeledwater method. *JAMA Internal Medicine*. **176**(5), 702-703, 2016.
- 26) 文谷知明: 数種類の活動量計におけるウォーキング時表示値の検証. 第13回日本運動処方学会予稿集, **23**, 2015.

(平成30年7月7日受理)

## Case Study of the Precision of the Display Values of Several Activity Monitors at Jogging

Tomoaki BUNYA

(Accepted Jul. 7, 2018)

**Key words** : activity monitor, jogging, precision, case study

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the precision of the display value (number of steps, energy expenditure except rest and distance) when exercising by placing four of the same activity monitors at four different positions (shorts right pocket, shorts left pocket, left breast pocket and hanging from the neck). The subject was one healthy man in his 50s. Activity monitors of five manufacturers (A, B, C, D and E) were used. The exercise was approximately 7.6 km jogging outdoors. As a result, regarding the jogging of this subject, it was suggested that number of steps, energy expenditure except rest and distance used by activity monitor of manufacturer E are high precision, no matter where it is placed.

Correspondence to : Tomoaki BUNYA

Department of Health and Sports Science  
Faculty of Health Science and Technology  
Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-0193, Japan  
E-mail : [bunya@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:bunya@mw.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.28, No.1, 2018 295 – 303)