

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

長友麻里¹, 古道有紀¹, 中村純子¹, 棚町祥子², 山崎あかね³
飯干麻子⁴, 津田紀子⁵, 杉尾直子⁶, 田上敬子¹, 酒元誠治^{1*}

¹南九州大学健康栄養学部管理栄養学科; ²医療法人仁愛会横山病院; ³山口県立大学看護栄養学部栄養学科;
⁴宮崎県日向保健所; ⁵宮崎県高鍋保健所; ⁶宮崎県宮崎郡清武小学校

2009年10月7日受付; 2010年1月27日受理

Practical aspects of accuracy management for the pedometer used in national health and nutrition surveys

Mari Nagatomo¹, Yuki Hurumichi¹, Jyunko Nakamura¹, Syouko Tanamati², Akane Yamasaki³,
Asako Iiboshi⁴, Noriko Tuda⁵, Naoko Sugio⁶, Noriko Tagami¹ and Seiji Sakemoto^{1*}

¹ Department of Nutritional Science, Faculty of Health and Nutrition, Minami-Kyushu University, Miyazaki 880-0032, Japan;

² Yokoyama Hospital, Miyakonojyou, Miyazaki 885-0083, Japan; ³ Department of Human Nutrition, Faculty Nursing and
Human Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Yamaguchi 753-8502, Japan; ⁴ Miyazaki Prefectural Hyuga
Health Center, Hyuga, Miyazaki 883-0041, Japan; ⁵ Miyazaki Prefectural Takanabe Health Center,
Takanabe, Miyazaki 884-0004, Japan; ⁶ Kiyotake Elementary School,
Kiyotake, Miyazaki 889-1602, Japan

Received October 7, 2009; Accepted January 27, 2010

南九州大学研究報告 40A 別刷

Reprinted from

BULLETIN OF MINAMIKYUSHU UNIVERSITY
40A, 2010

研究資料

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

長友麻里¹, 古道有紀¹, 中村純子¹, 棚町祥子², 山崎あかね³
飯干麻子⁴, 津田紀子⁵, 杉尾直子⁶, 田上敬子¹, 酒元誠治^{1*}

¹南九州大学健康栄養学部管理栄養学科; ²医療法人仁愛会横山病院; ³山口県立大学看護栄養学部栄養学科;
⁴宮崎県日向保健所; ⁵宮崎県高鍋保健所; ⁶宮崎県宮崎郡清武小学校

2009年10月7日受付; 2010年1月27日受理

Practical aspects of accuracy management for the pedometer used in national health and nutrition surveys

Mari Nagatomo¹, Yuki Hurumichi¹, Jyunko Nakamura¹, Syouko Tanamati², Akane Yamasaki³,
Asako Iiboshi⁴, Noriko Tuda⁵, Naoko Sugio⁶, Noriko Tagami¹ and Seiji Sakemoto^{1*}

¹ Department of Nutritional Science, Faculty of Health and Nutrition, Minami-Kyushu University, Miyazaki 880-0032, Japan;
² Yokoyama Hospital, Miyakonojyou, Miyazaki 885-0083, Japan; ³ Department of Human Nutrition, Faculty Nursing and
Human Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Yamaguchi 753-8502, Japan; ⁴ Miyazaki Prefectural Hyuga
Health Center, Hyuga, Miyazaki 883-0041, Japan; ⁵ Miyazaki Prefectural Takanabe Health Center,
Takanabe, Miyazaki 884-0004, Japan; ⁶ Kiyotake Elementary School,
Kiyotake, Miyazaki 889-1602, Japan

Received October 7, 2009; Accepted January 27, 2010

The accuracy of the ARNES 200s, a gravity-type pedometer used for measuring the exercise components in national health and nutrition surveys, was investigated in actual living situations and its compatibility with acceleration-type pedometers was determined.

One gravity-type pedometer and three acceleration-type pedometers were tested. Subjects were asked to walk 500 steps outdoors four times with a pedometer positioned on different parts of the body. Intra- and intergroup variations were analyzed.

Compared to the three acceleration-type pedometers, the difference between actual and displayed step counts was greater for the gravity-type pedometer. The obtained variation coefficient of ≥ 250 times for the gravity-type pedometer is an important consideration in studies comparing individuals. However, although such a high variation coefficient does not appear to be a major consideration in studies involving comparisons of groups, further investigations are necessary using a greater number of subjects. For the acceleration-type pedometers, the average step count for the four sessions of 500 steps ranged from 498 to 505, with the differences attributed to pedometer body placement being small. These findings show that there are no potential disadvantages associated with using acceleration-type pedometers for assessing step counts in individuals and groups.

Key words: acceleration-type pedometer, a gravity-type pedometer, national health nutrition surveys.

緒言

健康増進法¹⁾をその実施根拠とする国民健康栄養調査における運動量調査²⁾では、データの互換性を保つ

ため30年以上に渡って重力振動検知方式歩数計（重力方式）である山佐時計店の登録商標である万歩計アルネス200s（200s）が使われている。また、このデータは21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）の身体活動・運動の分野の「日常生活における歩数の増加」目標の基準値として用いられているなど、この機器から求められたデータが広く使われている³⁾。

*連絡著者

表1. 200sの500歩4回走行平均値の装着位置の差

装着位置	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差
右 腰 前 部	中央前隣	55	481	± 46
	中央	42	463	± 70
	中央後隣	55	480	± 61
左 腰 前 部	中央前隣	55	464	± 65
	中央	42	476	± 40
	中央後隣	55	474	± 38

分散分析結果

右腰前部3群間：p=0.2690

左腰前部3群間：p=0.4323

表2. 200sの500歩4回走行平均値の左右差

(n=152)

装着位置	平均値 (歩)	±	標準 偏差
右腰前部	481	± 46	46
左腰前部	464	± 65	65

左右差に関する t 検定結果:

t 値 = -0.7552 P 値 = 0.4507

表3. 200sの500歩4回走行平均値の測定者の差

測定者	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差	標準 誤差	変動 係数
A	98	475	± 44	44	4	9
B	102	451	± 68	68	7	15
C	104	494	± 38	38	4	8

シェフェの多重比較 (p 値)

AvsB: p=0.005

AvsC: p=0.026

BvsC: p=0.000

200sの計測機器としての精度管理はメーカーにおいて行われているが、実際の生活場面を想定した精度に関する検討は少ない⁴⁻⁶⁾。また一般の人が、「国民健康・栄養調査必携⁷⁾」に従って装着しないことも考え、装着位置の差に関する検討も必要と思われる。

さらに、200sに関しては、国民健康・栄養調査やこれに準じて実施されている都道府県が実施する健康・栄養調査以外では使われることが少なくなっていることから、手に入れることさえ困難な特殊な機種となっている。また、現在使われている歩数計は主として加速度式歩数計（加速度方式）であることから、重力方式と加速度方式との互換性の検討を行う必要があると思われる。

これらのことから、これらの機器を用いて行う研究の資料となるような実験を行い一定の結果が得られたので報告する。

方 法

1. 使用機種と台数

使用した機器は、全て市販の機器を購入し使用した。重力方式では、市販の歩数計の主力が加速度方式となっているため、国民健康・栄養調査で使われている山佐時計店の万歩計アルネス200sの1機種152台のみとした。加速度方式では、コンピュータに取り込むことが出来る機種を選んだ結果、スズケンライフコーダ(LC)を24台、オムロンのwalkingstyleHJ710IT (WS)を29台、コナミのe-walkeylife2 (EW)を11台の3社4機種を準備した。

2. 200sの装着位置の差、左右差、測定者の差および精度管理に関する検討

20歳代女性3名(A, B, C)が、国民健康・栄養調査必携で定められた右腰前部(中央)及びその前(中央前隣)後(中央後隣)に1台ずつの計3台を装着し、これを装着位置の差とした。さらに左腰前部に同様に3台装着し、右腰前部のデータと比べることで左右差とした。歩数の計測は、1週1,570mの公園の外周の歩道を歩数をカウントしながら500歩毎に歩数計の計測値を記録する方法で精度管理実験を行った。この際に、152台をローテーションすることや連続4回分の平均値を用いることで、機種間の影響が少なくなるようにした。

また、この中で歩数計の計測値が実歩数に比べて10%以上または以下を示した機器については、50歳代男性(D)が、同様の方法で再実験を行い機器の誤差か、測定者側の歩き方の影響かについての検討を行った。

さらに、200mを歩くのに要した時間をストップウォッチで計測し、分速(m/分)を求めた。

3. 重力方式と加速度方式との互換性の検討

200sで行ったのと同様の方法で3種類の加速度式歩数計のメーカー差、位置差および精度についての検討を行った。この際の測定者は、20歳代女性3名(A, B, C)および50歳代男性(D)である。

互換性の検討に用いた重力方式1機種152台、加速度方式3機種84台と、使用した機種毎に異なりが見られるため、機種毎に得られた標本平均値の母平均からのバラツキの程度を示すため標準誤差を求めた。

4. 解析

解析にあたっては、医学研究のための統計的方法⁸⁾を参考とし、解析ソフトはSTATISTICA 03Jを用いた。

1) 200sにおける装着位置差および左右差の検討

腰前部3カ所の装着位置の差については、各々分散分析で有意差の見られたものについて、シェフェの方法による多重比較を行った。腰前部3カ所の位置の差が見られなかった場合には、左右の機器の平均値を用い、対応のあるt検定を行い左右差の確認を行った。

2) 個人間変動の検討

被験者3名間の差の検定については、分散分析で有意差の見られたものについて、シェフェの方法による多重比較を行った。併せて、200sの20歳代女性3名にお

る個人間変動を見るために、標準誤差及び変動係数を求めた。

歩数計の計測値が実歩数に比べて10%以上または以下を示した機器については、50歳代男性(D)が、同様の方法で再実験を行ったデータと元データの間で対応のあるt検定を行った。

3) 200sの精度管理に関する検討

平均歩数±標準偏差で示したが、国民健康・栄養調査においては、都道府県等が購入した歩数計200sについて、事前の精度管理は行われていないことから異常が疑われる機器についても、除外することなくデータとして用いた。

4) 重力方式と加速度方式の比較および位置差の検討

重力方式と加速度方式の比較は、両機種を同時に装着して実験を行ったため対応のあるt検定を行った。

また、加速度方式3機種間の差の検定については、左右別に分散分析で有意差の見られたものについて、シェフェの方法による多重比較を行った。

5. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言の精神に則り、かつ、南九州大学倫理委員会の承認を受けて実施した。

結果

1. 200sの装着位置の差および左右差に関する検討

本実験では、2,000歩を連続して歩き、500歩毎のカウント数(4回分)の平均値を比べた。中央前隣・中央・中央後隣の3カ所に装着した歩数計152台の平均カウント数は、右腰前部の中央前隣が 481 ± 46 歩(表記は平均歩数±標準偏差)、中央が 463 ± 70 歩、中央後隣が 480 ± 61 歩で、3群間に有意差は認められなかった。また同様に、左腰前部の中央前隣で 464 ± 46 歩、中央で 476 ± 40 歩、中央後隣で 474 ± 38 歩と3群間に有意差は認められなかった。(表1)

左右差については、装着位置の差が認められなかったことから、3カ所のデータをまとめて解析を行った結果、右腰前部が 476 ± 59 歩、左腰前部が 471 ± 50 歩で両群間に有意差は認められなかった。(表2)

2. 200sの測定者の差に関する検討

「200sの装着位置の差および左右差に関する検討」において装着位置の差および左右差が認められなかったことから、左右の腰前部に装着した計304台の4回計測値の平均カウント数を用いて測定者の差に関する検討を行った。Aは 475 ± 44 歩、Bは 450 ± 68 歩、Cは 494 ± 38 歩で、シェフェの多重比較法でAとB、AとC、BとCの全群間に5%未満の危険率で有意差が認められた。標準誤差はAとCが4に対し、Bは7であった。変動係数は、AとCが8~9に対し、Bは15であった。(表3)

3. 200sの精度管理に関する検討

歩数計の装着位置の差および左右差が認められなかったことから、左右の腰前部に装着した計304台の4回計測値の平均カウント数は、 473 ± 54 歩となった。(表4)

表4. 200sの500歩4回走行平均値の精度

(n=304)					
平均値 (歩)	±	標準 偏差	中央値 (歩)	最小値 (歩)	最大値 (歩)
474	±	54	496	157	677

表5. 200sの500歩4回走行平均値の分布

(n=304)				
表示歩 数(歩)	度数	累積 度数	相対度 数(%)	累積相対 度数(%)
150~200	1	1	0.3	0.3
201~250	1	2	0.3	0.7
251~300	4	6	1.3	2.0
301~350	9	15	3.0	4.9
351~400	14	29	4.6	9.6
401~450	26	55	8.6	18.1
451~500	190	245	62.5	80.6
501~550	56	301	18.4	99.0
551~600	2	303	0.7	99.7
601~651	0	303	0.0	99.7
651~700	1	304	0.3	100.0

計304台の中で、±10%以上の誤差を生じたのは56台あり、-10%以上が53台、+10%以上が3台であった。これらの機種についてDが再実験を行った結果では-10%以上のカウント数は認められず、5台に+10%以上のカウント数が見られた。(表5)

なお、実験中の歩行速度は、分速83~93m程度であった。(表6)

4. 重力方式と加速度方式との互換性の検討

右側に装着した500歩毎のカウント数(4回分)の平均値は、200s(重力方式と同じ)が 485 ± 56 歩、LCが 499 ± 2 歩、WSが 501 ± 3 歩、EWが 498 ± 1 歩であった。標準誤差は200sが3.9に対し、加速度方式3機種は0.3~0.6であった。変動係数は、200sが11.5に対し、加速度方式3機種は0.2~0.6であった。(表7)

左右差は、加速度方式では右:左=(500 ± 3 歩):(502 ± 7 歩)で5%の危険率で有意差が認められた。(表8)

左右のデータをまとめた2方式の差は、重力方式:加速度方式=(484 ± 54 歩):(501 ± 5 歩)で0.1%の危険率で有意差が認められた。標準誤差は重力方式が2.7に対し、加速度方式は0.4であった。変動係数は、重力方式が11.2に対し、加速度方式は1であった。(表9)

加速度方式では、左右差が認められていることから、左右別々に解析を行った。右側に装着した加速度方式における機種間では、シェフェの多重比較法でWSはLCとEWに対して共に1%の危険率で有意差が認められたが、LCとEW間には有意差が認められなかった。(表10)また、左側に装着した加速度方式における機種間でも、シェフェの多重比較法でWSはLCとEWに対して共に1%の危険率で有意差が認められたが、LCとEW間には有意差が認められなかった。(表10)

表6. 200m3回歩行時の測定者の平均歩行速度

測定者	平均歩行速度 (m/分)		標準 偏差
A	83.1	±	0.6
B	89.5	±	4.8
C	90.9	±	3.0
C	93.1	±	2.7

表7. 4メーカーの右側装着時における500歩4回歩行時の
平均値と変動係数

メーカー名	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差	標準 誤差	変動 係数
200s (ヤマサ)	202	485	±	56	3.9	11.5
LC (スズケン)	24	499	±	2	0.4	0.4
WS (オムロン)	28	501	±	3	0.6	0.6
EW (コナミ)	11	498	±	1	0.3	0.2

表8. 加速度方式3機種種の500歩4回走行平均値の左右差

装着位置	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差
右腰前部	63	500	±	3
左腰前部	64	502	±	7

左右差に関する t 検定結果:
t 値 = -2.4765 P 値 = 0.0146

表9. 重力方式と加速度方式3機種種の500歩4回歩行平均値
の差と変動係数

装着位置	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差	標準 誤差	変動 係数
重力方式	404	484	±	54	2.69	11.2
加速度方式	127	501	±	5	0.44	1

方式の差に関する t 検定結果:
t 値 = 3.5362 P 値 = 0.0004

考 察

200sの装着位置の差に関しては、中央前隣・中央・中央後隣の3群間に有意差が認められなかったことから、200sの幅である3.5cm程度の影響は無いと考えた。

また、左右に装着した中央前隣・中央・中央後隣の3群を合わせた平均歩数にも有意差が認められなかったことから、左右差は検出出来ない精度と考えた。

200sでは、装着部位および左右差が認められないという前提の元に行った測定者の差に関する検討において、AとB、AとC、BとCの全群間に5%未満の危険率で有意差が認められたことから、重力方式は歩き方によって生じる感度に差があると考えた。この際に、Bは歩行速度が89.5mと平均的な歩行速度であるにも関わらず、歩数計のカウント数が450±68歩と3名のうちで最も少なかった。加速動方式に比べて重力方式である200sの変動係数は大きい(表7)、その中でもBの変動係数はAやCの2倍あった。Bの歩行を観察するに、地面からあまり足を上げないで歩いていることから、上下振動を感知する重力方式では正確な値を計測するのに不向きなタイプと考えた。

200sの精度に関しては、左右の腰前部に装着した計304台の4回計測値の平均カウント数は、473±54歩であり、実歩数に対する表示歩数の補足率は95%であった。平成19年国民健康・栄養調査の概要⁹⁾によれば、国民の平均歩行数は、男性が7,321歩、女性が6,267歩であったことから、今回の誤差-27歩/500歩から考えると男性で-395歩、女性で-338歩実際より少なく出ていることになるが、-10%以上少なくカウントされた機種を測定者Dが再実験を行った結果では、大部分の機器が正常域に入っていることから、国民健康・栄養調査のように様々な属性を持った集団を扱う場合には平均としては許容範囲にあると思われる。しかし、今回の測定者が女性であったことから、女性のみを抽出した集団の解析や高齢者を抽出した集団の調査に200sを用いる場合、女性や高齢者のみを抽出して解析を行う場合にはこの点に留意する必要があると考えた。

また、調査協力者に対して結果の説明を行う場合には、足の上げ方の違いによりカウント数に差が見られることも考えられるなど、この機種に対する実際の生活場面を想定した精度管理の困難さを知った上でのコメントが必要と考えた。

今回のデータは3人の女性から得られたものであり、群間に有意差が見られたが、平均歩数の差は最大で1,000歩当たり88歩であり、女性の平均的歩行数6,267歩に換算する値と差は550歩程度となる。これは50kgの女性が3メッツの運動を5分間行った場合とほぼ同じで、エネルギーに換算して15kcal程度と推計される¹⁰⁾。これは、4gの飴1個分の摂取エネルギーと等価となる

表10. 500歩4回走行平均値における加速度方式の各機種種の差

装着部位	メーカー名	n数	平均値 (歩)	±	標準 偏差	シェフェの多重比較 (p値)		
						LCvsWS	LCvsEW	WSvsEW
右腰前部	LC (スズケン)	24	499	±	2	0.002	0.617	0.001
	WS (オムロン)	28	501	±	3			
	EW (コナミ)	11	498	±	1			
左腰前部	LC (スズケン)	24	500	±	3	0.010	0.622	0.004
	WS (オムロン)	29	505	±	9			
	EW (コナミ)	11	498	±	1			

ことから、200sはエネルギー収支を考えた集団の評価に耐えうるものと考えた。

重力方式と加速度方式との互換性に関しては、重力方式である200sが 485 ± 56 歩、LCが 499 ± 2 歩、WSが 501 ± 3 歩、EWが 498 ± 1 歩であった(表7)が、加速動方式の右側装着時の平均変動係数が0.4に対し、重力方式の変動係数は11.5と287.5倍あり、200sの個人間変動約1.8倍よりも遙かに大きい。ただ、集団の評価に用いる場合の検討に関しては、実歩数の差をエネルギーレベルで考えると、その影響は小さいことから問題が無いと考えられるが、被験者数が4人では判断できないことから、更に人数を増やす必要があると考えた。

左右差は、重力方式では右：左= (485 ± 56) 歩： (483 ± 52) 歩)で有意差は認められなかった。加速度方式では右：左= (500 ± 3) 歩： (502 ± 7) 歩)で5%の危険率で有意差が認められた(表8)が、加速度方式がバラツキが少ないために認められた有意差であり、実用面における問題とはならないと考えた。

左右のデータをまとめた2方式の差は、重力方式：加速度方式= (484 ± 54) 歩： (501 ± 5) 歩)で0.1%の危険率で有意差が認められたが(表9)、200sの個人間変動よりも小さなものであり、集団の評価に用いる場合に問題とはならないと考えた。

加速度方式では、左右差が認められていることから、左右別々に解析を行った。右側に装着した加速度方式における機種間では、シェフェの多重比較法でWSはLCとEWに対して共に1%の危険率で有意差が認められたが、LCとEW間には有意差が認められなかった。(表10)また、左側に装着した加速度方式における機種間でも、シェフェの多重比較法でWSはLCとEWに対して共に1%の危険率で有意差が認められたが、LCとEW間には有意差が認められなかったが、加速度方式がバラツキが少ないために認められた有意差であり、実用面における問題とはならないと考えた。

今回の調査は、被調査者が4名と少なかったことから、個人の影響を排することが出来なかったと考える。今後は被験者の数や性・年齢などの種類を増やしながらか検討を進めていきたい。

要 約

〔目的〕国民健康栄養調査における運動量調査に用いられている、万歩計アルネス200s(重力方式)の実際の生活場面を想定した精度に関する検討を行い、併せて現在使われている加速度式歩数計(加速度方式)と

の互換性の検討を行った。

〔対象と方法〕重力方式1機種、加速度方式3機種を用い、屋外における500歩4回の平均歩行数を、被測定者、装着位置を変えて測定し、群内変動および群間変動に関する解析を行った。

〔結果〕重力方式は、加速度方式3機種に比べて、実歩行数と表示歩行数の差が大きく、かつ変動係数も250倍以上あることから、個人を評価する場合に用いるにはこの点を留意する必要があると考えた。集団に対してエネルギー収支を考えて用いる場合には、特に問題は生じないと考えるが、被験者数を増やしての詳細な検討が必要と考えた。一方、加速度方式に関しては、500歩4回の平均歩行数の平均値が498~505歩と装着位置の差を含めて小さいことから、個人及び集団での歩行数の評価に用いることに支障は無いと考えた。

引用文献

- 1) 健康増進法(平成14年8月2日、法律103号)第10条。
- 2) 健康増進法施行規則(平成15年4月30日、厚生労働省令第86号)第1条2項の4。
- 3) 健康日本21企画検討会、健康日本21計画策定検討会報告書(2000)21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21)について、2-1-17。
- 4) 三浦次郎(1991)万歩計の信頼度の検討 体力学会抄録集 p.667。
- 5) 三浦次郎(1993)万歩計の信頼度の検討-第2報-カロリー表示について 体力学会抄録集 p.144。
- 6) 小野寺昇, 石田恭生, 高原皓全, 松本希, 川西範明(2007)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。
- 7) 厚生労働省(2006)平成18年度国民健康・栄養調査必携, p.26。
- 8) P.Armitage, G.Berry著 椿美智子, 椿広計共訳(2001)医学研究のための統計的方法 初版 サイエンス社。
- 9) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室(2009)平成19年国民健康・栄養調査の概要。
- 10) 運動所要量・運動指針の策定検討会編(2006)健康づくりのための運動指針2006<エクササイズガイド2006>, p.6。