

健康長寿のために重要な 身体活動量の測定に係る課題

中沢 孝

概 要

国内外の大規模研究等により、スポーツや生活活動等の身体活動量を増やすことが様々な疾病の発症率を引き下げ、寿命を伸ばす効果があることが判明している。身体活動量を測る活動量計も普及しつつあるが、階段の上り下り等、一部の活動における身体活動強度の推定誤差が大きいという問題がある。様々な活動の強度を精度良く計測可能な活動量計が普及すれば、個人の身体活動量に関する高品質なデータが得られ、医療への利用が期待されるとともに、疫学研究にも利用され、身体活動と健康の関係に関する研究が進展することが期待される。そして、各個人が自分の健康を自分で管理していく、いわゆるセルフメディケーションのための効果的なツールになることが期待される。以上を踏まえ、国として活動量計の精度基準を検討し、制定すること、一般の活動量計の精度評価にも使用可能な高精度な活動量計の研究開発を推進すること、そして活動量計を用いて得られた統計データを活用して、より健康長寿になる身体活動の条件を見出すための研究を推進することを提言する。

キーワード：健康長寿，身体活動強度，身体活動量，身体活動基準，活動量計，メッツ (METs)，加速度センサ

1 はじめに

少子・高齢化が進む我が国においては65歳以上の高齢者一人を支える18歳から64歳までの生産年齢者数は2010年の約2.8人から2040年には約1.5人と、ほぼ半減することが予想されており、年金制度や医療制度などに深刻な影響を与えている。このような状況の中で、いわゆる「健康長寿社会」を目指すことは、健康な高齢者が「支える」側に回ることによって、これらの問題に対する解決策の一つになる可能性があり、重要な課題とされている。

運動や日常生活活動等の身体活動は食事や睡眠・休養、喫煙等と並んで健康への影響が大きいことが知られている。近年多くの研究により、日常の身体活動量を増やすことによって、循環器疾患・糖尿病・大腸がん等の生活習慣病の発症およびこれら

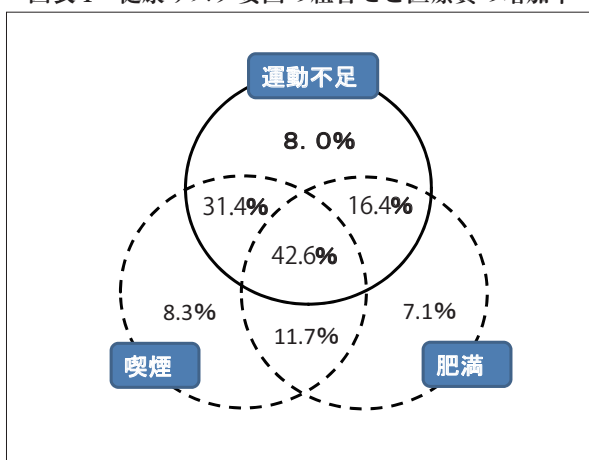
を原因として死亡するリスクの増加や加齢に伴うQOL (Quality of Life) の低下が抑制されることが明確になってきている。また、身体活動を活発化させることは、気分転換やストレス解消が図られメンタルヘルス不調の一次予防として有効であることや、中強度の運動によって風邪に罹患しにくくなることが報告されている。さらに健康的な体型を維持することによって自己効力感が高まること等、様々な観点から健康に対する利点が指摘されている¹⁾。また、図表1に示すように、運動不足が医療費の増加に関係しているという大規模研究の結果もある²⁾。

一方、現状ではメタボリックシンドローム (内臓脂肪症候群) の予防や改善のために適切な食事や定期的な運動等を半年以上継続してとした人の割合が前年に比べて減少したことが報告される等³⁾、日本人の身体活動量は平均的にはむしろ減少傾向にあると推定されているが、正確なデータはな

い。個人用の活動量計は従来からの歩数計に置き換わりつつあるものの、歩数計と活動量計を合計した販売台数は年間約600万台で、1億3千万人に近い日本の人口から見ると普及が進んでいるとは言い難い状況である。

身体活動の充実による健康の維持・向上を国や行政のレベルで、また個人のレベルで図るためにはまず身体活動量を正確にかつ必要な頻度で把握できることが必要であるが、その際に要となる活動量計について現状の課題・問題点を明確にすると共に、今後目指すべき事項についての提言を行う。

図表1 健康リスク要因の組合せと医療費の増加率



出典：参考文献2を基に科学技術動向技術センターにて作成

2 身体活動と健康の関係

2-1 身体活動の指標と我国における基準値

(1) 身体活動の指標

ヒトの身体活動の状況を表す指標として、身体活動強度と身体活動量がある。

a. 身体活動強度

図表2に示すように、身体活動の強さはメッツ (METs: Metabolic equivalents) という単位で表される⁴⁾。座って安静にしている状態を1メッツとして基準にし、歩行(含速歩)は速度に応じて2メッツから5メッツに相当する。ジョギングは約7メッツ、サイクリングは8メッツである。

b. 身体活動量

身体活動量は身体活動強度にその持続時間を掛けたものである(単位は「メッツ・時」)。座って安静にしている時(1メッツ)の消費エネルギーは、酸素消費量で約3.5ml/kg/分に相当する(例えば、全身持久力(最大酸素摂取量)が35ml/kg/分の場合は、メッツ値で表すと35/3.5=10メッツとなる)。また、酸素1リットルの消費は約5.0kcalのエネルギー消費と換算できるので、1メッツの身体活動強度の場合のエネルギー消費率(1時間当たりのエネルギー消費量)は、5.0(kcal/1000ml)×3.5(ml/

図表2 各種身体活動のメッツ表

強度	メッツ値	生活活動	運動
低強度 (2.9メッツ以下)	1.0	横になって静かにテレビを見る、睡眠、瞑想	
	1.3	編み物、裁縫、座って静かにする、勉強	
	1.5	会話、電話	
	1.8	立位(会話、電車、読書)	
	2.0	歩行: 3.2km/時未満(散歩または家の中)	
	2.3	ガーデニング、動物の世話	ストレッチング、全身を使ったテレビゲーム
	2.8	歩行: 3.2km/時、子ども・動物と遊ぶ(立位、軽度)	座って行うラジオ体操
中強度 (3.0~5.9メッツ)	3.0	歩行: 4.0km/時(平らで固い地面)、家財道具の片づけ、梱包	ボウリング、社交ダンス(ワルツ、サンバ、タンゴ)、ピラティス、太極拳
	3.3	フロア掃き、掃除機	
	3.5	歩行: 4.8km/時、自転車: 9km/時、階段を下りる、軽い荷物運び、風呂掃除など	体操(家で、軽・中等度)、ゴルフ(手引きカート)、カヌー
	4.0	階段をゆっくり上がる、高齢者や障がい者の介護	卓球、パワーヨガ、ラジオ体操第1
	4.3	やや速歩: 5.6km/時	ゴルフ(クラブを担いで運ぶ)
	4.5	耕作、家の修繕	テニス(ダブルス)、水中歩行、ラジオ体操第2
	5.0	かなりの速歩: 6.4km/時	野球、ソフトボール、サーフィン、パレエ(モダン、ジャズ)
高強度 (6メッツ以上)	6.0	スコップを使って雪かき	ゆっくりしたジョギング、ウェイトトレーニング、バスケットボール
	7.0		ジョギング、サッカー、スキー、スケート、ハンドボール
	8.0	運搬(重い荷物)	サイクリング(約20km/時)
	8.8	階段を上がる(速く)	
	9.0		ランニング(8.3km/時)
	10.0		水泳(クロール、速い、69m/分)、アイスホッケー(試合)
	10.3		武道・武術(柔道、空手、キックボクシング)
	12.5		スキー: クロスカントリー(8.0~12.7km/時)
	16.0		ランニング(17.7km/時)

出典：参考文献4を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 身体活動基準 2013 並びにアクティブガイドの概要

健康づくりのための身体活動基準		健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)				
①身体活動・運動		元気からだを動かしましょう。 1日60分!	筋力トレーニングやスポーツなどが含まれると、なお効果的です!	プラス10で健康寿命をのばしましょう! (今より10分多く、毎日からだを動かしてみませんか)		
(18~64歳) a. 3メッツ以上の強度の身体活動(生活活動+運動)を週に23メッツ・時以上実施 b. 3メッツ以上の運動を週に4メッツ・時以上実施。						
(65歳以上) 強度を問わず身体活動を10メッツ・時行う。		じっとしていないで、1日40分!				
② 全身持久力		/				
18~39歳 40~59歳 60~69歳						
男性	11メッツ (39)				10メッツ (35)	9メッツ (32)
女性	9.5メッツ (33)				8.5メッツ (30)	7.5メッツ (26)

()内:[ml/kg/分]

出典：参考文献5を基に科学技術動向研究センターにて作成

kg/分)×60分=1.05 kcal/kg/時である。現場での利用の利便性を考慮して、1メッツの強度の場合のエネルギー消費率を1kcal/kg/時とする場合も多い(例えば、3メッツ・時の身体活動を行った場合、体重が60kgであればエネルギー消費量は3×1kcal/kg×60kg=180kcalとなる)。

(2) 身体活動の基準値

国内外の研究報告のメタ解析に基づき、健康の維持・向上に有用であることが確実な身体活動量の下限値が抽出され、その結果を踏まえて、平成25年3月に、「健康づくりのための身体活動基準 2013(図表3の左側)」ならびに、それを平易なことばで言い換えた「健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)(図表3の右側)」が公表された。

b. 我が国における大規模・長期研究

45歳から74歳の男女8万人余りを対象に、国立がん研究所が行った多目的コホート研究(JPHC研究)においては、図表5に示すように、男女とも1日の身体活動量が多い程死亡リスクが小さく、死亡原因別でも身体活動が多い程がん、心疾患、脳疾患による死亡が少なくなる傾向にあることが明らかになった⁷⁾。ここで、1日の身体活動量はアンケート結果に基づくもので、基礎代謝分(1日当たり、約21~22メッツ・時)を含む。

なお、日本人の身体活動量の現状については、身体活動レベル(PAL: Physical Activity Level, 総消費エネルギーと基礎代謝量の比)や、1週間の運動日数、1日当たりの平均運動時間や歩行数などについての調査は行われているが⁸⁾、運動強度(メッツ値)とその時間についての大規模調査の実績は乏しい。

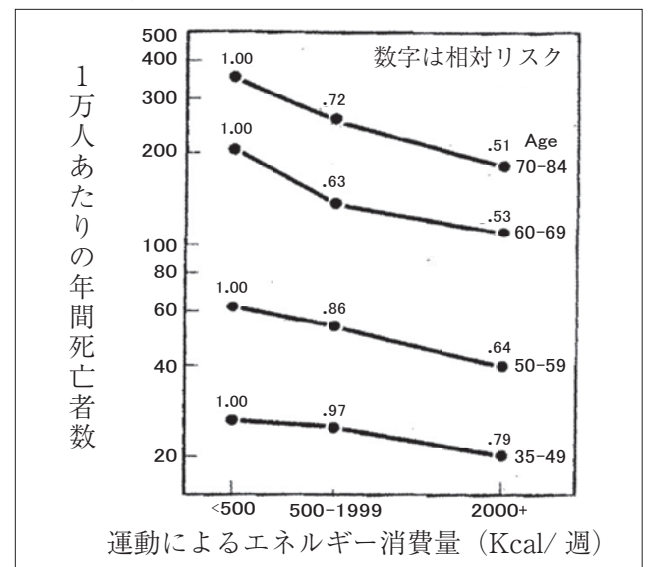
2-2 身体活動と健康・寿命の関係

これまでの研究で、身体活動量/エネルギー消費量と、生活医習慣病の発症率や寿命の長短との関係が明らかになっている⁵⁾。本稿では特に以下の二つの研究結果を紹介する。

a. 海外における大規模・長期研究

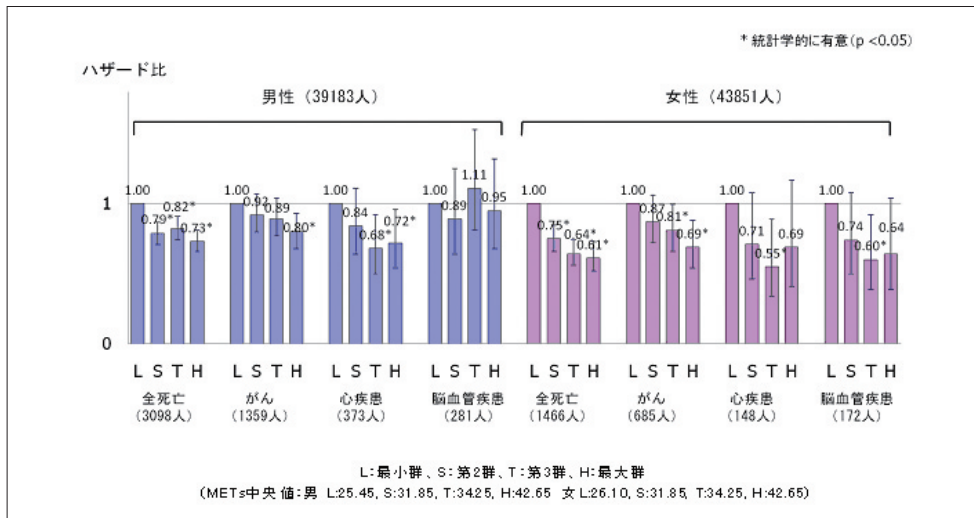
米国において、約1万7千人を12~16年間追跡調査した結果、図表4に示すように、歩行や階段上がり、スポーツ等で消費するエネルギーが多い人々ほど死亡率が低いことが明らかになった⁶⁾。エネルギー消費量(身体活動量)の少ない人が、身体活動量を増やすライフスタイルに変えることにより、2年程度寿命を伸ばせることも明らかになった。なお、運動によるエネルギー消費量はアンケート結果に基づく推定値である。

図表4 エネルギー消費量と死亡率の関係



出典：参考文献6

図表5 1日の身体活動量 (METs) と死亡との関連 (83034人を約9年追跡、4564人死亡)



出典: 参考文献7

3 身体活動量の測定に関する技術動向および課題

3-1 身体活動量の測定法の比較

図表6に示すように、身体活動量の測定には様々な方法がある。

ヒューマンカロリメータや二重標識水法⁹⁾は大がかりな設備が必要等の観点から個人が手軽に利用することが困難であり、ダグラスバッグ法とブレスバイブレス法は日常生活での活動の測定に不向きである。歩数計法¹⁰⁾とアンケート法は測定(推定)精度が低く、心拍数法と熱量計法¹¹⁾は測定前のキャリブレーションが必要、活動強度が変化した時の応

答性が低いなどの問題がある。

一方、加速度計法は測定が簡便であり、比較的安価であり、身体活動量の推定精度を比較した研究においても、測定精度は良好との結果が出ている¹²⁾。以降は加速度計法の活動量計に焦点を当て、現状と課題を示す。

3-2 活動量計の現状と課題

我が国で市販中の活動量計の例を図表7に示す。

3-2-1 1軸加速度センサを搭載した活動量計

図表7のNo.2のように、初期に開発された活動量計は、1軸の加速度センサで検知した加速度の値

図表6 身体活動量の測定方法

No.	方式	特徴等	測定結果の正確さ	長期間の測定	測定の簡便さ	費用
1	ヒューマンカロリメータ(エネルギー代謝測定室)	気密構造の部屋の中で24時間過ごし、外部から送り込んだ空気の酸素と二酸化炭素濃度が、滞在者の呼吸により変化することを利用して、1日の総エネルギー消費を測定する。人間のエネルギー代謝を最も正確に測ることができるが、基礎代謝や食事誘発性熱産生を含み、身体活動による消費エネルギーを求める場合はそれらを差し引く必要がある(No.2~4、9も同じ)。また、チャンバーという広さが制限された環境の中でのみ測定可能。	◎	△	×	×
2	二重標識水法	二重標識水(それぞれ水素及び酸素の安定同位体である ² H及び ¹⁸ Oを豊富に含む水)を使った測定方法。活動前に二重標識水を投与する。身体活動量の多い人は酸素を多く使うため、体の水分中の ¹⁸ Oの濃度が速く薄くなることを利用してエネルギー消費量を評価する。定期的に尿をとるだけなので、普段どおりの生活を行うことが可能。二重標識水が高価なこと、短時間の活動量は測定できないこと、分析に高度な技術を要することが難点とされている。	◎	△	△	×
3	ダグラスバッグ法	ダグラスバッグと言われる呼吸採集用の袋を背負って、それと接続した呼吸マスクを付けて活動し、呼吸を蓄積し、酸素と二酸化炭素の量から消費エネルギー量を計算する。長時間の測定は難しい。	◎	×	×	△
4	ブレスバイブレス法	マスクを付けて、呼吸毎に酸素と二酸化炭素の濃度、換気量を測定する。長時間の測定は難しい。	◎	×	△	△
5	加速度計法	加速度センサを用いて、加速度のパターンから運動の種類・強度を推定して、身体活動量(強度とその持続時間)を推定する。比較的精度良く身体活動量を求めることができるが、階段の上り下りや荷物運びなど強度を正しく評価できない場合がある。	○	◎	◎	◎
6	歩数計法	身に着けた歩数計に記録された日々の歩数の実績から、身体活動量を推定。高齢者などで歩行速度が極端に遅くなった場合など、歩数の誤差が大きくなる場合がある。ジョギング等の強度が歩行よりも大きい活動は身体活動を過小評価する。	△	◎	◎	◎
7	アンケート法	記録用紙に生活活動結果を記述し、それを基に身体活動量を推定。記憶違いや、運動強度の誤差などにより、精度の高い推定値を得るのは難しい。	△	○	○	△
8	心拍数法	強度が大きい身体活動を行うと、心拍数が亢進することを利用して、身体活動強度を推定する方法。心拍数は一人一人異なり、また身体活動の状況により変化するので、適宜キャリブレーションを行う必要がある。	○	◎	△	○
9	熱量計法	体内から発する熱量を上腕等に付けたセンサで測定し、エネルギー代謝量を推定する。個人差が大きいので、事前のキャリブレーションが必要である。	○	○	△	○

出典: 参考文献9等を参考に科学技術動向研究センターにて作成

図表7 活動量計の例

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
商品名 (型番)	VIMスポーツメモリ	ライフコーダーEX	Active style Pro (HJA-350IT)	ウェルサポート	カロリズム エキスパート (AM-140)	Fitbit One	ジョウボーン アップ	カロリスマン (HJA-401F)
発売日	2002年1月	2003年4月	2008年1月	2008年5月	2012/7/27	2013/3/15	2013/4/20	2013/9/2
製造元 (販売元)	マイクロストーン(株)	(株)スズケン	オムロンヘルスケア (株)	ニプロ(株)	(株)タニタ	米国Fitbit社 (ソフトバンクBB(株))	トリニティ(株)	オムロンヘルスケア(株)
用途	研究/健康指導用	研究/健康指導用	研究/健康指導用	研究/健康指導用	個人用	個人用	個人用	個人用
特徴	・腕時計型 ・角速度センサ(ジャイロ)と加速度センサの 組合せで、動作を 10種類に分類	研究用ツールとして の実績多数	歩行と生活活動を識別 するアルゴリズムを 搭載することにより 計測精度を改善	階段の昇降を精度良く 測定する機能を世界で 初めて搭載	日常生活に加えてジョギ ングを含む広範なス ポーツ及びトレーニング に活用可能	睡眠時間の記録 階段段数記録 身に付けているだけで スマートフォンと連携	プレスレット型 医療用低アレルギー 性ラバーを使用	Wellness LINKとの連 携により、活動記録の 保存、目標達成度の 表示、グラフによる確 認等が可能
対象とする活動	散歩から高速ジョギ ングまで10種類の動 きを識別	ウォーキングとジョギ ングに対応	ウォーキング、ジョギ ング等の各種スポ ーツ、家事等の生活活 動に対応	ウォーキングとジョギ ング、階段昇降に対 応(行動を9種類に分 類)	ウォーキング、ジョギ ングなどの各種スポ ーツに対応	ウォーキングとジョギ ング、階段昇降、睡 眠(手動)に対応	ウォーキング、ジョギ ング、睡眠(手動)に 対応	ウォーキングとジョギ ング、階段昇降に対 応
サイズ	71×64×57mm	72.5×41.5×27.5mm	74×46×34mm (クリップ部含む)	48×75×18mm	81×39×13mm	48×19×10mm	内径63×40mm / 外径76×54mm (Mサイズ)	33×78×12mm
重量	113g (電池含む)	60g (電池含む)	60g (電池含む)	70g (電池含む)	38g (電池含む)	8g (本体のみ)	22g (電池含む、Mサイズ)	27g (電池含む)
データ記録期間	5日間	最大200日間: 2分間隔 35日間:4秒間隔	最大150日間: 60秒単位 30日間:10秒単位	約6か月間	14日間	7日間:分単位 その前の23日間: 1日単位	非公開	表示: 7日間 本体記憶: 14日間
防水機能	防滴	なし	なし	なし	なし	日常生活防水	生活防水	なし
センサ	1軸加速度センサ +1軸角速度センサ	1軸加速度センサ	3軸加速度センサ	3軸加速度センサ +気圧センサ	3軸加速度センサ	3軸加速度センサ +気圧センサ	3軸加速度センサ	3軸加速度センサ +気圧センサ
対応運動強度	~12メッツ	~9メッツ	~18メッツ	~9メッツ	~18メッツ	未検証	非公開	~12.6メッツ
測定精度	実測METs値と予測 METs値の相関係数は ランダム負荷運動時 0.80、サッカー等のス ポーツ時は0.88	ライフコーダーによる 計測値と実測値の相 関係数は0.96	計測メッツ値と実測値 の相関係数は家事で 約0.91、歩行で約0.96	歩数の計測誤差は 真値に対して ±1%以内	消費エネルギーに関 する呼吸分析法の データと相関係数は 0.97	歩数の計測値は真値 に対して95~97%	非公開	非公開
PC、Web健康サー ビスとの連携等	RS-232Cケーブルで データをPCに転送し て、専用データ管理ソ フトで解析	USBケーブルでデー タをPCに転送して、 専用データ管理ソフ トで解析	USBケーブルでデー タをPCに転送して、 専用データ管理ソフ トで解析	USBケーブルでデー タをPCに転送して、 専用データ管理ソフ トで解析	なし	Bluetooth4.0によ ってスマートフォンなど と連携	イヤホンプラグをス マートフォンのジャッ クに挿して同期	NFC搭載、測定デー タを転送してパソコン やスマートフォンでデー タの管理・確認が可能
備考			運動強度の分解能: 0.1メッツ				S.M.Lの3サイズあり	運動強度の分解能: 0.2メッツ

から活動の強度を推定している。No.2の場合、図表8に示すように、階段の上り下りや掃除機かけ等は活動強度の推定誤差が大きい¹³⁾。

3-2-2 3軸加速度センサを搭載した活動量計

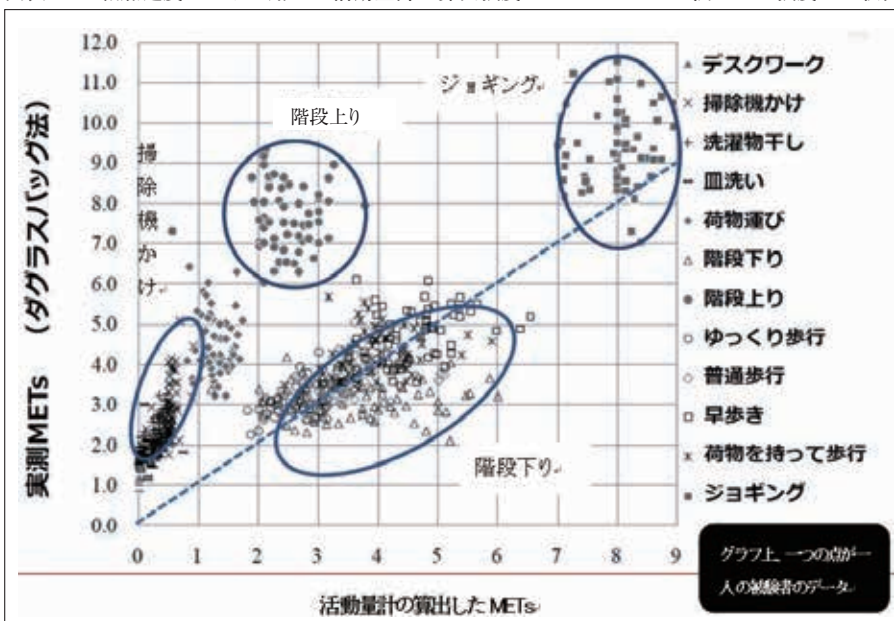
図表7のNo.3からNo.8のように、最近では3軸の加速度センサを搭載した活動量計が主流になっている。3軸加速度センサ方式の方が1軸方式に比べて計測誤差は減少する傾向にあるが、階段の上り下りや荷物運び等の活動の計測誤差が大きい点の改善は

十分とは言えない。なお、海外においても2軸または3軸の加速度センサを内蔵した活動量計が主流になってきた¹⁴⁾。

3-2-3 気圧センサ(高度センサ)を搭載した活動量計

上下方向への移動を検知するために、図表7のNo.4のように、加速度センサに加えて、微小な気圧の変化も認識することが可能な気圧センサを搭載した活動量計が考案された¹⁵⁾(No.6とNo.8

図表8 1軸加速度センサを用いた活動量計の算出強度とダグラスバッグ法による強度の比較例



出典: 参考文献13を基に科学技術動向センターが追記

も気圧センサを搭載)。加速度の変化のパターンの違い等からエレベーターによる移動と自力での階段上りを区別することが可能であるが、現状ではステップ運動(踏台昇降)のような10cmから20cmの高さを上下するような活動には対応していない。

以上のように、まだ身体活動強度を正確に測定することが難しい活動があり、加速度センサに心拍/脈拍数センサを併用して活動強度の推定精度を高める試み(例えば腕時計型脈拍計¹⁶⁾)や、図表7のNo.1のように加速度センサに

ジャイロセンサを付加して多様な体の動きを検知し、身体活動量をより正確に推定しようとする試みがされている¹⁷⁾。また、活動量計そのものの研究開発ではないが、複数の加速度センサを体の異なる位置に装着して、数十種類の業務上の行動を識別する研究も行われている¹⁸⁾。しかしながら多種多様な活動の強度を例外なく正確に測定できる活動量計は実現していない。

3-3 高精度な活動量測定の意義・必要性

身体活動強度を簡便にかつ正確に測定可能な活動量計が開発され、普及した場合、以下のような成果が期待される。

3-3-1 身体活動と健康の関係に関する研究の進展

運動疫学研究に活用可能な有用な高精度なデータを取得することが容易になる。それをを用いて日本人の身体活動と健康に関する研究を推進すれば、より健康長寿になる身体活動等の条件が明らかになることが期待される。

3-3-2 セルフメディケーションへの貢献

研究の進展で明確になった健康長寿のために最適な身体活動の条件を目標にして、各個人が自分の健康を自分で管理していく、いわゆるセルフメディケーションのための効果的なツールとして活用されるようになることが期待される。

4 提言

(1) 活動量計の精度基準の制定等

活動量計により測定されたデータを医療や疫学研究などで有効利用するためには、その精度が明らかになっている必要がある。現在は市販されている活動量計の精度基準が定まっていないため、活動量計の精度基準およびその精度を保証するための基準(使用すべきアルゴリズム、精度を確認するための試験の手順・基準など)を定める必要がある。

(2) 様々な身体活動量を正確に測定できる高精度な活動量計の研究開発の推進

従来の活動量計で用いられている加速度センサ

や気圧センサに加えて、心拍または脈拍センサ、GPS、ジャイロ、温度センサ等を組み合わせることや、処理アルゴリズムの工夫によって、多種多様なシーンにおける活動の強度を正確に測定することができる活動量計を実現する。そして、他の活動量計の精度評価に用いると共に、開発成果を他の活動量計の測定精度向上にも活用することが望ましい。

この研究開発の最終段階で行う測定精度の検証は、多種類の活動を想定してダグラスバッグ法等との比較実験を行う必要がある。従って、多くの工数/費用がかかるため、民間企業のみで行うことは難しく、国による推進方策が必要である。

(3) 身体活動と健康の関係に関する研究の推進

測定精度が高くかつ精度が保障された活動量計が普及すれば、運動疫学研究にも有用な高精度なデータを取得することができる。それをを用いて現在手薄となっている65歳以上および17歳以下を含む日本人の身体活動と健康に関する研究を推進し、より健康長寿につながる身体活動等の条件を明らかにしていく必要がある。

なお、研究の推進のためには、できるだけ多くの活動量計で測定されたデータを研究機関等が利用できるシステムを構築することが望ましい。

謝辞

本稿の執筆にあたり、国立健康・栄養研究所健康増進研究部 宮地元彦部長、同基礎栄養研究部 田中茂穂部長、鹿屋体育大学体育学部 吉武裕教授、東北大学大学院医学系研究科 永富良一教授、東京大学人工物工学研究センター 太田順教授、流通科学大学サービス産業学部 大島秀武教授、電気通信大学情報理工学部 大河原一憲准教授、千葉工業大学工学部 引原有輝准教授、国立がん研究センターがん予防・検診研究センター 末永泉研究員、オムロンヘルスケア(株) 学術技術部 志賀利一技術専門職、同永吉翔氏、ニプロ(株) 検査商品開発営業部 中野敦行氏、(株) タニタブランディング推進室 広報課 富増俊介氏、同営業戦略本部 国際商品部 加藤純氏、セイコーエプソン(株) センシングシステム事業部 S企画設計部 小須田司部長、マイクロストーン(株) 営業部/品質管理部 岡田恵也氏、筑波大学大学院人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻 田中喜代次研究室 大須賀洋祐氏、同大久保善郎氏を始めとして多くの方より貴重なご意見と情報提供をいただきました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 内藤義彦 運動・身体活動と公衆衛生 (9)「新しい身体活動ガイドライン」日本公衆衛生学会誌 2008年11月
- 2) Shinichi Kuriyama et al., Joint impact of health risks on health care charges: 7-year follow-up of National Health Insurance beneficiaries in Japan (the Ohsaki Study), Preventive Medicine 10 June 2004
- 3) 内閣府 平成25年版 食育白書 2013年5月:
<http://www8.cao.go.jp/syokuiku/data/whitepaper/index.html>
- 4) 国立健康・栄養研究所 改訂版「身体活動のメッツ (METs) 表」 2012年4月:
<http://www0.nih.go.jp/eiken/programs/2011mets.pdf>
- 5) 厚生労働省 運動基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書 2013年3月:
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xppl-att/2r9852000002xpqt.pdf>
- 6) Paffenbarger RS et al., Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni, N Engl J Med 314,606-613 (1986)
- 7) Inoue M et al., Daily total physical activity level and total cancer risk in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan, American Journal of Epidemiology, Volume 168, Issue 4, P391-403 (2008)
- 8) 厚生労働省 平成23年国民健康・栄養調査報告 2013年3月:
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyuu/h23-houkoku.html>
- 9) 海老根直之他 二重標識水法を用いた簡易エネルギー消費量推定法の評価 体力科学 (2002) 51 2002年
- 10) 堀田庸介 高齢者に対応した歩数カウントアルゴリズムの開発 生体医工学 46 (2) 2008年
- 11) 田村俊世 間接熱量計について 静脈経腸栄養 vol 27 No.6 2012年
- 12) 吉武裕他 エネルギー消費量推定法に関する研究 体力医学 56 2007年
- 13) Yuki Hirakata et. al., Validation and Comparison of 3 Accerometers for measuring Physical Activity Intensity During Nonlocomotive Activities and Locomotive Movements Journal of Physical Activity and Health, 2012年
- 14) 大島秀武 シンポジウム: 運動疫学研究における身体活動の評価法と発展性 加速度計
第15回運動疫学研究学会学術集会 2012年9月
- 15) 永富良一 身体活動量評価の健康福祉分野におけるニーズ 日本機械学会誌 Vol.110 2007年1月
- 16) 萩由美子他 ウォーキング実践時の脈拍を指標とする機器活用の有効性 ウォーキング研究 No.14, 105-109 2010年
- 17) 高橋信二他 ジャイロ搭載型加速度計によるスポーツ活動時の身体活動量測定 体力医学 54 2005年12月
- 18) 太田順 工学の立場から見た看護ケア (看護と工学の連携—加速度センサの開発を出発点として)
看護研究 vol.44 No.6 2011年10月

..... 執筆者プロフィール



中沢 孝

科学技術動向研究センター 特別研究員

群馬県出身。大学院修士課程 (専門はマイクロ波アンテナ) 修了後宇宙開発機関にてロケット搭載機器の開発や宇宙飛行士訓練設備の整備、宇宙食の開発等に従事。2011年6月より、ライフサイエンス分野の調査・分析を担当。健康寿命の向上に興味がある。趣味はランニングとスクエアダンス。