

地域在住邦人中高齢女性の年代別による身体活動量 —日常生活時の歩数と中等度活動強度時間の加齢による影響—

小泉 大亮*, Islam MM**, 岡田 壮市***,****, 竹島 伸生*****

An accelerometer-based study of age associated decline of step rate and moderate intensity physical activity performance in middle-aged and older women

Daisuke Koizumi, Islam MM, Soichi Okada, Nobuo Takeshima

Abstract

Accelerometers are widely accepted and applied to assess the quantity and quality of physical activity. The purpose of this study was to determine whether daily step rate (STEP) and/or time spent performing daily moderate intensity physical activity (MPA) decline with aging in community-dwelling middle-aged and older women by an accelerometer. Thirteen hundred six participants, aged 55-94 years, were recruited in this study. All participants wore an accelerometer (Lifecoder, SUZUKEN Co.) for a period of two weeks from the time of getting up in the morning to the time of going to bed at night excluding the time of taking a bath. Results were subjected to one-way ANOVA followed by post hoc test. Significant main effects of age groups were found on STEP ($F=41.04$, $P<0.001$) and MPA ($F=22.49$, $P<0.001$) by ANOVA. From post hoc test, there were significantly decreased in STEP and MAP at after 70 years old. Relationships existed between age and STEP ($r = -0.42$, $P<0.001$), and between age and MPA ($r = -0.30$, $P<0.001$). From linear regression analysis in each age group, it was suggested that the targeted 30 min of daily MPA in Japanese community-dwelling middle-aged and older adults can be achieved by walking about 10000 step/day. Large individual variation which is very common in older adults was also found on STEP and MPA in this study and this information may be important in making recommendation of STEP and MPA for each and every individual older adults in order to reach their physical activity goal successfully.

Keywords : accelerometer, physical activity, daily step rate, daily moderate intensity physical activity, community-dwelling middle-aged and older adults.

はじめに

近年、従来の身体運動 (Exercise) に加えて、身体活動量 (Physical Activity) の程度が健康に関連するという疫学的エビデンスが示され、すべ

ての人にその向上が求められている (US Surgeon General, 1996)。身体活動量とは、骨格筋の収縮によってエネルギー消費量の増加を伴う身体の動作と定義され、一般には一日あたりのエネ

* 鹿屋体育大学博士研究員

** ヨナハ病院リハビリ

*** 鵜飼病院

**** 鹿屋体育大学研究員

***** 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

ルギー消費量が指標とされる。例えば、古くは Paffenbarger et al. (1983, 1984, 1986) の著名な研究があり、週あたりに2000 kcal/wk を超える人と超えない人を比較した場合に総死亡率、高血圧症および冠動脈疾患発生率に対する相対危険度が週あたり2000 kcal/wk の身体活動を有する人の方が低いと報告している。その他の疾病や転倒のリスクなどとも関連性が指摘されている (US Surgeon General Report, 1996)。しかし、実際のエネルギー消費量の測定は専門的技術や機器を要するために一般的でなく、その代わりに歩数計が開発され、身体活動量の評価の一手法として日常生活時における一日あたりの歩数 (STEP) が使用されてきた (吉武, 2001)。しかし、歩数計のみの評価では動きの強さ (速さ) や質が評価できないことから歩数計に加速度計を組み込んだ活動量計が世界的に普及してきている。

本邦では、21世紀の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としている「健康日本21 (第二次)」において日常生活におけるSTEPの増加を身体活動・運動の中で掲げ、具体的には65歳以上で平成34年度 (2022年) までに男7000歩、女6000歩 (厚生労働省, 2013) という目標値を示しており、多くの国民がその重要性を認識している。一方、健康づくりのためには少なくとも一日あたり中等度の活動強度を30分以上維持することが必要であるという指針 (US Surgeon General Report, 1996) があり、STEP 換言すれば身体活動量のみならず、運動強度すなわち身体活動の質も問われている。

活動量計は、最近ではSTEPのみならず、エネルギー消費量をより正確に評価するために身体の動きを強度別に評価できる加速度センサー搭載型活動量計が用いられており、1次元 (軸) から3次元 (軸) のセンサーを内蔵した機器が開発されている。活動量計による身体活動量の評価は、エネルギー消費量との相関が高いことなどから推奨されている (Hendelman et al., 2000)。歩数計は世界に先駆けて本邦で開発されたことから歩数計

や活動量計を用いた研究は国内でも積極的に行なわれてきており、福岡大学や順天堂大学の研究グループでの一連の報告がある (Ayabe et al., 2004, Kumahara et al., 2004, Yoshioka et al., 2005, 綾部ら 2008)。

著者らは、これまでに加速度計付歩数計を用いて、活動量計による測定の信頼性や妥当性を検討するとともに一日あたりのSTEPと中等度強度の総時間 (MPA) をもとに地域在住高齢者の身体活動量と水準や日本、米国、韓国などの高齢者の活動水準の比較などを試みている (竹島ら, 2002)。しかし、同一地域に在住している高齢者においても年齢、ライフスタイルや体力水準などによってもその水準は異なる。

本研究では、地域に在住する中高齢者 (community-dwelling middle-aged and older adults) におけるSTEPとMPAの加齢に伴う変化および両者の関連性などを検討し、これらの指標から身体活動量の標準値に関する資料を作成することを目的とした。

方法

1. 被験者

名古屋市、飯田市 (長野県)、安来市 (島根県)、香春町 (福岡県)、安城市 (愛知県) に在住する55歳以上の中高齢女性1306人 (表1) である。自治体と大学が主体となって開催する運動教室に参加することを希望し、事前説明会にて参加と研究協力への同意をした人たちである。また、地域に在住し、身体的に自立した生活を営み、運動禁忌

表1 被験者の身体特性

	平均値	標準偏差
年齢, 歳	69.9	6.8
身長, cm	150.1	5.8
体重, kg	52.6	7.8
BMI	23.3	3.9
エネルギー消費量, kcal/日	1550	188
歩数 (STEP), 歩/日	7589	3203
中等度強度時間 (MPA), 分/日	29.1	18

注: BMI: body mass index (体重/身長²)

とされていない人たちである。研究に際しては、事前に研究目的、内容と手順およびメリット・デメリットを説明し、自発的な参加とインフォームドコンセントを得て実施した。なお、本研究は名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 測定期間とプロトコル

測定は、2000年4月1日から現在までの期間である。対象者は、身長、体重を測定し、検者が性別、年齢、測定開始日時を入力し、測定を開始した。2週間以上に亘る測定の期間を設け、早朝起床とともに加速度計付歩数計（ライフコーダ、スズケン、名古屋、以下LC）を腰部ベルトに装着し、就寝前に着脱することを求めた。シャワーと入浴については外すように求めた。本活動量計は、曜日別、週別などの一定期間に亘るSTEP（一日あたり）、エネルギー消費量（身長、体重、年齢、性からの推定値）、後述する加速度計センサーの強度別で示される活動時間（または一日に示す比率）、および運動量（予め機器に組み込まれている）などが測定されるようになっている。コンピュータに取り込まれるまでのデータはすべてスズケン社製のオリジナルソフトによった。

3. データ処理と解析

LC データは、付属の通信機器（ライフコーダ通信オプション、スズケン、名古屋）を用い、Windows コンピュータにCSV データとして取り込みをおこない、マイクロソフト Excel にて解析をおこなった。2週間のLC装着により得られた

データから、性別、年代別の身長、体重、1日あたりのSTEP、加速度強度から1日に占める中等度強度相当の活動時間（MPA、なお本研究では中等度強度を加速度強度3-6として用いた）を求めた。本機器は、装着時間を記録するモードを有していないことから機器を装着、または脱着した時間の記録はできていないために簡単なメモを取ってもらい、少なくとも10時間（早朝7時から夕方5時程度まで）を下回る測定日は記録無しとして処理した。年代別のサンプル数に偏りが生ずる限界が認められるが、5歳毎に7群に分類を試み、全体および年代別によるSTEPとMPAデータから分散分析（ANOVA）をおこなった。主効果に有意差が認められた場合には post hoc test（Bonferroni）により年代間の相違を検討した。加えて、また、2変数の関連性は、ピアソンの積率相関分析および回帰分析によった。なお、統計的有意水準は、5%と未満とした。

結果

全体と年代別のSTEPとMPAの平均値、標準偏差、変化係数（CV）、および post hoc test（事後比較）の結果を表2に示した。分散分析の結果から、STEPとMPAには主効果（群間）が認められた。Post hoc test から、STEPとMAPともに55-59歳群（8837±2862歩/日、32.2±14分/日）、60-64歳（8921±2790歩/日、33.9±17分/日）、65-69歳群間（8432±3270歩/日、33.5±19分/日）では有意差を認めなかったが、それ以降の年代別の群間比較ではいずれも年齢が高くなるほど有意に低下（70-74歳（7527±2824歩/日、29.2±17分/日）

表2 年代別による歩数(STEP)と中等度強度時間(MPA)の比較

	1) 55-59歳 (n=53)	2) 60-64歳 (n=246)	3) 65-69歳 (n=347)	4) 70-74歳 (n=348)	5) 75-79歳 (n=203)	6) 80-84歳 (n=79)	7) 85-89歳 (n=24)	8) 90-94歳 (n=4)	全体 (n=1306)	ANOVA (主効果:群)	Post hoc test (群間比較)
STEP (歩/日)	8837± 2862 (32.0)	8921± 2790 (33.9)	8432± 3270 (33.5)	7527± 2824 (29.2)	6081± 2726 (44.8)	4872± 2900 (59.5)	3080± 2850 (92.5)	2522± 1937 (76.8)	7548± 3231 (42.8)	F=41.04 (P<0.01)	1)=2)=3)> 4)>5)>6) >7)
MIP (分/日)	32.2±14 (43.5)	33.9±17 (50.1)	33.5±19 (56.7)	29.2±17 (58.2)	22.4±16 (71.4)	16.4±17 (103.7)	9.8±15 (153.1)	4.8±7 (145.8)	29.0±18 (62.1)	F=22.49 (P<0.01)	1)=2)=3)> 4)>5)>6) >7)

注: post hoc test (Bonferroni法), =:有意差なし, >:有意に大きい, (CV変動係数, %)

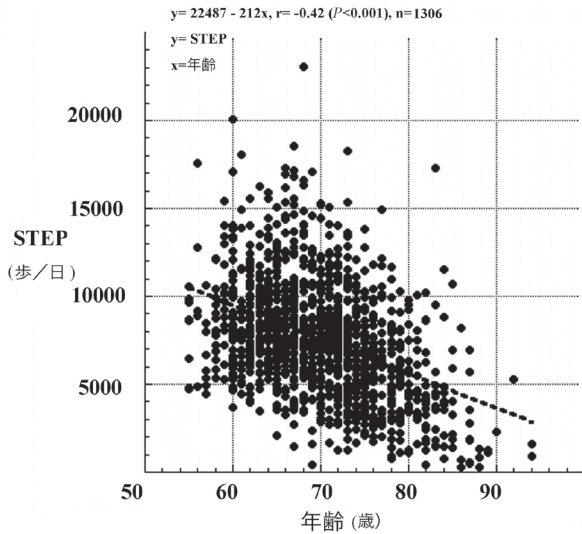


図1 地域在住中高齢女性の年齢と日常生活時の歩数 (STEP) との関係

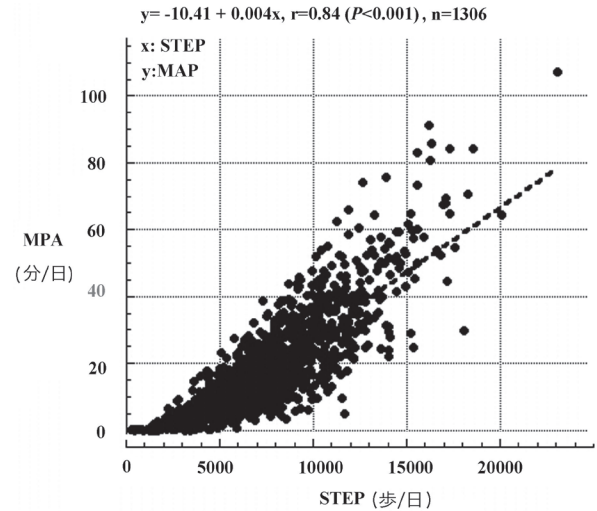


図3 地域在住中高齢女性の日常生活時の歩数 (STEP) と中等度強度時間 (MPA) との関係

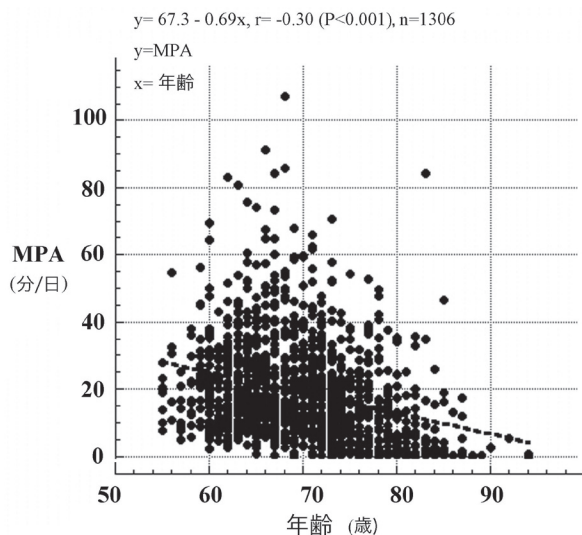


図2 地域在住中高齢女性の年齢と中等度活動強度時間 (MPA) との関係

／日), 75-79歳群 (6081 ± 2726歩 / 日, 22.4 ± 16分 / 日), 80-84歳群 (4872 ± 2900歩 / 日, 16.4 ± 17分 / 日), 85-89歳群 (3080 ± 2850歩 / 日, 9.8 ± 15分 / 日), 90-94歳群 (2522 ± 1937歩 / 日, 4.8 ± 7分 / 日) しており, 70歳以降の減退が大きかった。両指標ともに年齢が高くなるにつれ, CV が大きくなる傾向がみられた。

年齢と STEP および年齢と MPA の散布図と相関関係を図1と2に示した。また, 図3には全体および年代別の STEP と MPA との関係を示した。全体では, STEP と MPA との間には, $r=0.84$

の有意な相関関係が認められた。一次回帰式から STEP の10000歩に相当する MPA の推定値は, 55-59歳で26分, 60-64歳群28分, 65-69歳群が29分, 70-74歳群が29分, 75-79歳群が27分, 80-84歳群が30分, 85-89歳群が29分, および90-94歳群が11分となった。この年代別の STEP-MPA の回帰式から求めた MPA の予測値は, ANOVA から年代間に有意差が認められなかった。

考察

加速度計付歩数計を利用して最低2週間に亘る連続測定から, 中高齢女性の日常生活時の STEP と MPA を測定した。両指標ともに年代別による ANOVA の分析結果から, 主効果に有意差が認められ, 加齢による低下が明らかであった。しかし, post hoc test からは55-59歳, 60-64歳および65-69歳の3群間では有意差が認められなかったが, 70歳以降で有意な低下が示され, 70-74歳, 75-79歳, 80-84歳, 85-89歳および90-94歳群間ではいずれも年齢が高くなるほど両指標とも有意に低下していた。このことから70歳以上では STEP, MPA 双方ともに明らかに低下するとみられた。一方, 年代別の STEP は平成14年(2002年)厚生労働省国民栄養調査結果が報告している邦人高齢者60代女7313歩 / 日, 70代以上女4328歩 / 日と比較すると

本研究結果で示した STEP の平均値が明らかに高かった。厚生労働省は2022年までに達成する平均歩数の目標値（女性の場合に6000歩-65歳以上）を設定しているが、本対象者の900人（69.0%）が目標値を超えていた。このことから中高齢者の歩数の標準値については再考を要する必要性が示唆される。一方、Tudor-Locke et al. (2004) の報告によれば、座位中心の生活をおこなっている不活動な人はおおよそ5000歩/日以下の活動レベルであるとしている。本研究から、5000歩/日以下の対象者は約20.4%が示され、中高齢者の中に座位中心の不活動な生活習慣を有することが推察された。

加齢に伴い MPA は STEP と同様に低下していたが、その低下は70歳を超えたあたりから急峻とみられた。既述のように健康づくりのためには少なくとも一日中等度の活動強度を30分以上維持することが必要であるという指針（US Surgeon General Report, 1996）がある。今回の対象者の達成度をみると全対象者のうち257人（19.7%）が一日の蓄積として中等度の活動が得られているという結果であり、換言すれば活動強度（質）が低いことが示唆された。今回の加速度計付歩数計の場合に、3 から6 METs を中等度と仮定した。先行研究（Ayabe et al., 2008, Kumahara et al., 2004）では本機器の前モデルとなる活動量計では加速度強度1~3を低強度、4~9を中等度強度とする分類もある。また、Takeshima et al. (1996) によると一般高齢者の乳酸性閾値はおおよそ4 METs とする報告もあり、このあたりが中等度強度とすることが可能とみられる。筆者らが過去に実施した日本人とアメリカ人を対象とした加速度計強度と METs の関係からは加速度強度3がおおよそ3 METs, 4が4 METs, 5がおおよそ5 METs に相当したことを報告している（竹島ら, 2002）。中高年者であればおおよそ加速度4~6が中等度強度と見なすことが可能であるという示唆をした。しかし、一般的な中等度の評価は40~64歳で4.5-5.9 METs, 65歳~79歳で3.6~4.7 METs, 80歳以上で2.3~3.0 METs と加

齢に伴い相対的な強度が低下する（US Surgeon General Report, 1996）とされていることから、本研究では年齢範囲が広範なために中等度強度を加速度3~6の範囲としてみなした。今回の STEP と MPA の関係式からは、90-94歳代は人数がn=4であったためにこの群は参考程度の方が妥当と考えられるが、全年代を通してみれば STEP が一日10000歩達成するとおおよそ MPA が30分程度になるものとみられた。これまでに一般に10000歩の目標値が用いられることが多かったが運動強度、換言すれば質の点でも妥当なものとみられた。

しかし、本研究結果からは既述のように全体的にみて一日に MPA が30分を超えているのは全体の20%程度に留まっており、中高齢者の活動強度が低いことは明らかといえる。加齢とともに STEP と MPA の平均値は低下することが明らかであったが、いずれの年代でも CV が大きく、年齢が高くなるにつれ個人差が増大していた。個人差の要因は、加齢、体力の低下や慢性疾患等の影響や、家族環境の変化（配偶者との別れや独居生活）などによって活動量が低下していることが考えられるが、本研究からは定かでない。しかし、身体活動量と質（強度）には明らかに同じ年齢であっても大きな相違（図1, 2）が認められており、個人に至適な身体活動量、強度（質）の両面から処方を示すことが必要である。また、厚労省が示す目標値は、目標値以下で努力すれば達成できる人においては有効なものとみられるが、それを大きく超えている人や極めて低い人が多く存在しており、これらの人に対する個々の目標値や個別の指導が求められる。健康日本21が目指した歩数の増加は結果的に一次の取り組みでは失敗に終わっており、二次の指針も同様に歩数の増加を掲げている。しかし、STEP の増加や MPA の質的な増加には工夫も必要であり、身体活動を高めるための環境づくりが求められる。著者らが、先に実施した IT を利用し、随時フィードバックするシステム（Koizumi et al., 2009）なども有効なツールといえよう。運動や身体活動向上の必要性だけ

を示すことではなく、具体的な方法を提示することが必要で、その意味ではそれぞれに応じた目標値を示すことも必要といえる。今回は女性のみのデータであり、男性のデータの提示も必要であるが、こうした年代別基準値や範囲を表示することは Tudor-Locke et al. (2013) が示すように実際の健康づくりにおいては有効なものとみられる。

本研究の問題点については以下のことが考えられる。本測定は2週間の連続測定を試みたができるだけ高齢者に負担をかけないで測定をおこなうことを目指したために装着を忘れた日や外す時間が多かった日を除き、少なくとも10時間を超えて装着している時間を前提に一日あたりの測定を分析したが厳密に装着した測定開始時間と測定終了時間を調べることができていない。この意味ではデータの信頼性に問題も残るために一日の測定時間による相違についても今後検討する必要がある。

加えて、過去の健康と身体活動量に関連する研究成果をまとめてアメリカの国民に向けて身体活動量の重要性を示唆したアメリカ医務総監の US Surgeon General Report (1996) は、「健康づくりのために少なくとも30分程度の中等度強度での身体活動量が必要とする見方」は従来の運動 (Exercise) の視点と同様のものとみられる。すなわち、これは連続する30分程度 (または最小でも10分間程度の連続時間) とするものと考えられる。本研究は、一日あたりの蓄積した総時間であり、厳密には異なる。本評価による一日に蓄積した中等度強度の30分間の妥当性については今後明らかにする必要がある。

まとめ

本研究では中高齢女性における年代別による STEP と MPA から、これらの加齢に伴う変化および両者の関連性などを検討し、これらの指標から身体活動量の標準値に関する資料を作成した。分散分析の結果から STEP と MPA の両指標は、50歳代後半と60歳代ではほぼ同様であったが、70

歳を超えるとその低下が顕著であった。しかし、STEP はこれまでに示されている邦人の同年代による平均値 (厚生労働省, 2002年) より明らかに高かった。一方、30分を超える MPA の達成者は少なく、身体活動の質が低いとみられた。STEP と MPA の関係式から、STEP10000歩を達成するとおよそ MPA が30分程度得られるものとみられ、地域在住中高齢女性の目標値になるものとみられた。しかし、個人差が大きいことが高齢者の特徴であり、個人に至適な身体活動量、強度 (質) の両面から処方を示すことが重要である。

引用文献

- Ayabe M, Brubaker PH, Dobrosielski D, Miller HS, Kiyonaga A, Shindo M, Tanaka H. (2008) Target step count for the secondary prevention of cardiovascular disease. *Circ J* 72:299-303.
- Crouter ES, Schneider LP, Karabulut M, and Bassett RD Jr. (2003) Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Med Sci Sports Exer* 35 (8): 1455-1460.
- Koziumi D, Rogers N, Rogers M, Islam MM, Kusunoki M, and Takeshima N. (2009) Efficacy of an accelerometer-guided physical activity intervention in community-dwelling older women. *J Physical Activity and Health*, 6 (4), 467-474.
- Kumahara H, Schutz, Y, Ayabe M, Yoshioka M, Yoshitake Y, Shindo M, Ishii K, 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.
- 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 Exer* 32: S442-S449.
- Paffenbarger RS Jr., Hyde RT, Willing AL, Hsieh CC. (1986) Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*, 314:

- 605-613.
- Paffenbarger RS Jr, Willing AL, Hyde RT, Jung DL. (1983) Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol*, 117: 245-257.
- Paffenbarger, RS Jr., Hyde RT, Willing AL, Steinmetz CH. (1984) A natural history of athleticism and cardiovascular health. *JAMA*, 252: 491-495.
- Takeshima N, Kobayashi F, Watanabe T, Tanaka K, Pollock ML. (1996) Cardiorespiratory responses to cycling exercise in trained and untrained healthy elderly: With special reference to the lactate threshold. *Appl Human Sci*, 15: 267-272
- Yoshioka M, Ayabe M, Yahiro T, Higuchi H, Higaki Y, St-Amand J, Miyazaki H, Yoshitake, Y, Shindo M, Tanaka H. (2005) Long-period accelerometer monitoring shows the role of physical activity in overweight and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 29: 502 – 508.
- Tudor-Locke C, and Bassett DR Jr. (2004) How many step/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med* 34: 1-8
- Tudor-Locke C, Schuna JM Jr, Barreira TV, Mire EF, Broyles ST, Katzmarzyk PT, and Johnson W. (2013) Normative step/day values for older adults: NHANES 2005-2006. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 68 (11): 1426-1432
- U. S. Department of Health and Human Services. (1996) *Physical activity and health: a report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- Welk GJ. (2002) Physical activity assessments for health-related research. Welk, GJ. (Ed.) *Human Kinetics*: Illinois, pp126-141.
- 綾部誠也, 熊原秀晃, 青木純一郎, 内藤久士, 形本静夫, 田中宏暁 (2008) 歩行率による中等度身体活動時間の評価. *体力科学* 57: 453-462.
- 樋目博之, 綾部誠也, 進藤宗洋, 吉武裕, 田中宏暁. (2003) 加速度センサーを内蔵した歩数計による若年者と高齢者の日常身体活動量の比較. *体力科学*, 52: 111-118.
- 吉武裕 (2011) 身体活動量評価のゴールドスタンダード – 二重標識水法から歩数計まで –. *運動疫学研究* 3: 18-28.
- 厚生労働省 (2013) 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. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf
- 竹島伸生, 小泉大亮, Islam MM, 岡田暁宣, Rogers ME, 藤原孝之, 李美淑 (2002) 高齢者の健康づくりと自立を目指すために加速度計を用いた日常生活時身体活動量と質に関する国際共同研究. *鈴木謙三記念財団法人医科学応用研究財団研究報告* 21: 26-31.