

〔原著〕

3軸加速度センサー内蔵活動量計の比較

坂井 智明

要 旨

本研究では、ActiGraph社製活動量計wGT3X-BTとオムロンヘルスケア社製活動量計HJA-750Cで評価される歩数や活動強度別時間の一致度を明らかにすることを目的とした。対象者は73名（女性56.2%、年齢73.2±5.4歳、身長157.5±8.4cm、体重56.2±9.3kg、BMI22.6±2.1）であった。対象者に、wGT3X-BTとHJA-750Cを1週間、起床から就寝まで装着させ、歩数、低強度活動時間、中高強度活動時間を測定した。分析には、対象者がいずれかの機器を60分以上装着した486日のデータを用いた。歩数は両機器で類似した値であったが、低強度活動時間はwGT3X-BTがHJA-750Cに比べて大きく、中高強度活動時間はHJA-750CがwGT3X-BTに比べて大きかった。両活動時間を専用のソフトを用いて変換すると、wGT3X-BTとHJA-750Cの測定値の差は小さくなった。HJA-750Cは、wGT3X-BTに比べ歩数は同等であったが、低強度活動時間が過小評価、中高強度活動時間が過大評価されることが明らかになった。HJA-750Cによって計測されたデータを専用ソフトで変換することにより機器間の一致度が高まる可能性が明らかになった。

キーワード：高齢者、身体活動量、HJA-750C、wGT3X-BT、Bland-Altman plot

序文

非感染性疾患の予防には、継続的な身体活動が有効である。この身体活動とは、運動を実践することを意味するだけでなく、あらゆる技術レベルで全ての人々が楽しむことができる活動である [24]。身体活動の指標として1日の歩数や活動強度毎の時間は馴染み深く、1日

の歩数が多いほど、また3.0 METs (metabolic equivalents) 以上の中高強度活動時間 (Moderate to Vigorous Physical Activity, 以下MVPA) が長いほど死亡率は低い [15]。一方、座位行動や低強度活動時間 (Light Physical Activity, LPA) が多い身体不活動は非感染疾患の危険因子の一つとされ [2]、Ikedaら [9] は2007年の死亡者のうち、身体不活動が影響

した者が5.2万人存在し、特に心血管系疾患に強く影響したことを報告した。

この身体活動を測定するために欠かせないのが歩数計や歩数計に加速度計を付した活動量計である。以前より使用されていた歩数計では歩数しか評価できなかったが、歩数計に1軸の加速度計が付されたことで身体活動量の評価が可能になった [17]。現在では、活動量計に3軸の加速度計が付されていることに加え、小型化、軽量化、記憶媒体の大容量化が図られ、長期間にわたり詳細な身体活動をとらえられている。

このような機器の改良に伴い、過去のデータとの比較や異なる機器を装着した対象の比較が困難になることを避けるため、これまでに機器間の一致度に関する研究がおこなわれている [3, 4, 18, 25]。Cainら [3] は、ActiGraph社 (Pensacola, FL, USA) が開発した活動量計ActiGraph7164とGT3X+で測定された歩数、非装着時間、座位活動時間、軽強度活動時間、中等度活動時間、高強度活動時間を比較し、GT3X+の低い振幅の動きを検出する機能を用いることで歩数を除く5つのカテゴリで有意差は認められなかったが、ActiGraph7164よりも歩数が3500歩程度多くなると報告した。Clevengerら [4] は、同じくActiGraph社製GT9XとwGT3X-BTを比較し、活動強度毎に費やされた時間はほぼ同等であることを確認した。Sasakiら [18] は、前後軸と垂直軸の2軸加速度計を付したGT1Mと前後左右上下の3軸加速度計を付したGT3Xを比較し、その値が一致しないことから、3軸加速度計で使用可能な新たなカットポイントを公表した。Yanoら [25] は、オムロンヘルスケア社 (京都, 日本) が製造した活動量計Active Style Pro HJA-350IT (HJA-350IT) とその後継機であるActive Style Pro HJA-750C (HJA-750C) を比較し、活動

強度毎の活動時間では両者に有意差が見られたものの、信頼性を示す級内相関係数 (ICC: intraclass correlation coefficients) は0.95を超えて優れていたと報告した。

異なる企業が開発した機器間の検証もおこなわれ、Leeら [10] は、山佐時計計器株式会社製歩数計SW-701 (東京, 日本)、オムロンヘルスケア社製歩数計HJ-720、POLAR社製Active accelerometer (The Polar Electro Oy, Kimpel, Finland)、ActiGraph社製GT3Xを比較し、トレッドミルを用いて歩行速度を規定した場合、SW-701、HJ-720、GT3Xを用いて計測された歩数と研究者によって実際に数えられた歩数のICCは歩行速度の増加に伴い高まる傾向を確認した。Leinonenら [11] は、Hookie AM20 (Traxmeet Ltd., Espoo, Finland)、Polar Active (Polar Electro Ltd., Kempele, Finland)、GT3Xを日常生活条件下で比較し、3機種間の一致は使用されるカットオフポイントと活動強度に依存していることを報告した。Sasakiら [19] は、the Life Microscope (Hitachi Ltd., Tokyo, Japan) とHJA-750Cの測定値をICCやBland and Altman plotを用いて検証し、the Life Microscopeは身体活動量調査に適切なツールであることを示した。

一方、機器間の課題も明らかになっている。Yanoら [26] は、本邦で汎用されているHJA-350ITとGT3X+を就業者に装着させ、HJA-350ITはGT3X+に比べ歩数で300歩、中高強度活動時間で30分ほど多くなったと報告した。中高強度活動時間1分あたりの歩数はおよそ100歩とされることから [23]、HJA-350ITとGT3X+の間には歩数あるいは中高強度活動時間のどちらかの誤差が大きいことが考えられた。また坂井 [16] は、HJA-350ITのMVPAがActiGraph社製活動量計を使用した研究に比

べて顕著に大きく、過大評価している可能性を指摘した。ところが、ActiGraph社製活動量計と日本製の活動量計の一致度を比較検証した研究は散見される程度であり [20]、両機器に見られる誤差やその対応については明らかになっていない。そこで本研究では、身体活動研究で汎用されているActiGraph社製活動量計とオムロンヘルスケア社製活動量計で評価される歩数や活動強度別時間の一致度を明らかにすることを目的とした。本研究によって測定機器間に生じる誤差の原因を究明し、その対策を講じることができれば円滑な国際共同研究や国際比較が期待できる。

方法と材料

1) 対象者

2021年7月から12月にかけてN大学が開催する健康運動教室に参加した経験のある高齢者121名に対して研究概要を記した往復はがきにて研究参加の意向を伺い、90名が研究に参加の意向を示した。その者に対して、研究目的、方法、個人情報の保護、自己判断による参加であること等を記した書面を送付し、後日電話にてその書面を確認しながら口頭で説明し、同意した76名（女性55.3%、年齢73.4±5.4歳、身長157.8±8.4cm、体重56.6±9.4kg、BMI22.6±2.5）に対して身体活動量を測定した。なお、本研究は名古屋学院大学人を対象とする研究倫理委員会の承認を得ておこなった（承認番号2021-02）。

2) 身体活動量測定

対象者には、ActiGraph社製活動量計wGT3X-BTとオムロンヘルスケア社製活動量計HJA-750Cを1本の固定用ベルトにて右腰部

に装着させ、60秒毎にデータを記録した。いずれの機器も連続する7日間、起床から就寝までできるだけ長時間装着するよう指示した。いずれかの機器にて600分以上装着した日が3日以上ある者のデータを分析対象とした。なお両機器は、データを抽出する同一のコンピュータを用いて時刻が一致するよう調整した。

wGT3X-BTでは、Steps Counts、3軸方向の合成ベクトルの大きさであるVector Magnitude (VM)を計測した。wGT3X-BTで記録したデータは、ActiGraph社製ActiLife Version 6.13.4を用いて抽出し、VMからSasakiら [18]の基準にてLight, Moderate, Vigorous, Very Vigorous毎の活動時間を求め、各活動時間の総和である装着時間を算出した。なお、wGT3X-BTでLightと評価された活動時間をLight-AG, Moderateより高強度の活動時間をMVPA-AGと称した。

HJA-750Cでは、1日の歩数とMETsごとの活動強度時間を計測し、記録されたデータをオムロンヘルスケア社活動量計アプリケーションversion 2.0により抽出した。抽出したデータから3.0 METs未満の活動時間であるLight (LPA-OM)と3.0 METs以上の活動時間であるMVPA (MVPA-OM)を算出し、各活動時間の総和である装着時間を算出した。HJA-750Cによって計測されたデータは、身体活動研究プラットフォームが提供しているマクロプログラム (ver. 190829) [21]を用いて処理し、2.9 METs以下の生活活動時間、3.0 METs未満の活動時間、3.0 METs以上の歩行時間、3.0 METs以上の活動時間を求めた。なお活動時間とは、生活活動時間と歩行時間の和を指す。

MVPAに関する比較検討において、MVPA-AGとMVPA-OMの比較をMVPA1、MVPA-AGと3.0METs以上の歩行時間の比較

をMVPA2, MVPA-AGと3.0 METs以上の活動時間の比較をMVPA3と称した。同様に、LPAに関する比較において、Light-AGとLPA-OMの比較をLPA1, Light-AGと2.9METs以下の生活活動時間の比較をLPA2, Light-AGと3.0METs未満の活動時間の比較をLPA3と称した。

3) 統計解析

対象者の身体的特徴および身体活動量については平均値±標準偏差で示した。機器間の歩数, LPA, MVPAの差を検討するため対応のあるt検定をおこない、差の95%信頼区間と効果量(Cohen's d)を示した。信頼性を検討するために級内相関係数(ICC)を算出し、Bland-Altman plotを用いて系統誤差を検討した。なお、Bland-Altman plotでは差の平均値を実線、誤差の許容範囲の上下限值(差の平均値±1.96×差の標準偏差)を点線で示した。統計解析にはIBM SPSS Statistics 26 (IBM SPSS Japan, 東京, 日本)を用い、統計学的有意水準を5%

未満に設定した。なお、ICCが0.60未満の場合は信頼性が低い、0.60から0.79の間の場合は信頼性が中程度である、0.80を超える場合は信頼性が高いと判断した [5]。

結果

本研究の対象者は76名であったが、両種類の装着時間が600分以上の日が3日以上確認されなかった者が3名いた。そのため、それらを除いた73名(女性56.2%, 年齢73.2±5.4歳, 身長157.5±8.4cm, 体重56.2±9.3kg, BMI22.6±2.1)を最終的な対象とし、彼らが活動量計を装着した全511日のうち、いずれかの機器を600分以上装着したことが確認された486日のデータを分析に用いた。

活動量計で計測した身体活動を表1に示した。活動強度毎の時間の総和である装着時間はwGT3X-BTがHJA-750Cに比べて有意に長かった($t(72)=8.80, p<0.05$)。歩数は、wGT3X-BTが6877.8±3245.8歩, HJA-750C

表1 wGT3X-BTとHJA-750Cの比較

	wGT3X-BT	HJA-750C	95%信頼区間	t値	p値	効果量(d)	ICC	(95% CI)
採用日数(日)	6.8±0.6	6.7±0.7	(-0.28, 0.03)	-1.58	0.12	0.15		
機器装着時間(分)	931.5±139.3	839.1±116.1	(-113.4, -71.5)	-8.80	<0.05	0.72		
歩数(歩)	6877.8±3245.8	6881.0±3360.2	(-176.8, 170.5)	-0.04	0.97	0.00	0.973	(0.958, 0.983)
LPA1(分)	889.3±141.0	733.3±123.26	(125.1, 164.4)	14.68	<0.05	1.03	0.769	(0.655, 0.848)
LPA2(分)		896.3±187.1	(-38.6, 2.12)	-1.78	0.08	0.11	0.851	(0.772, 0.904)
LPA3(分)		927.7±184.4	(-68.5, -30.7)	-5.23	<0.05	0.29	0.866	(0.795, 0.914)
MVPA1(分)	42.3±30.9	94.0±38.8	(-57.5, -48.4)	-23.23	<0.05	1.15	0.838	(0.754, 0.895)
MVPA2(分)		31.3±24.6	(5.62, 13.7)	4.76	<0.05	0.36	0.808	(0.710, 0.875)
MVPA3(分)		64.1±38.1	(-26.9, -19.2)	-11.96	<0.05	0.67	0.927	(0.886, 0.824)

LPA1: Light-AGとLPA-OMの比較, LPA2: Light-AGと2.9 METs以下の生活活動時間の比較, LPA3: Light-AGと3.0 METs未満の活動時間の比較, MVPA1: MVPA-AGとMVPA-OMの比較, MVPA2: MVPA-AGと3.0METs以上歩行時間の比較, MVPA3: MVPA-AGと3.0METs以上活動時間の比較, ICC: 級内相関係数

3 軸加速度センサー内蔵活動量計の比較

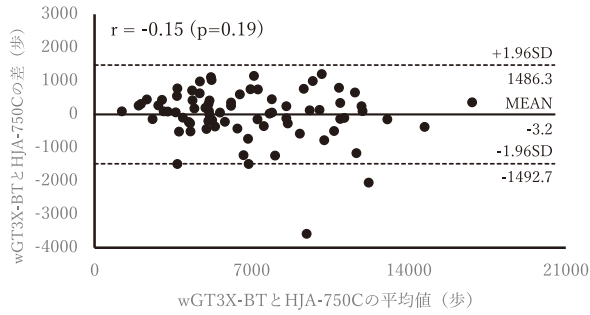


図1 歩数における Bland and Altman plots

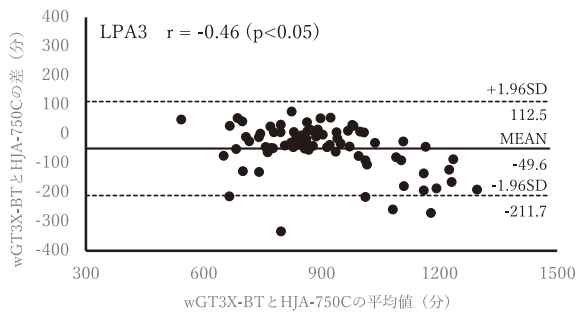
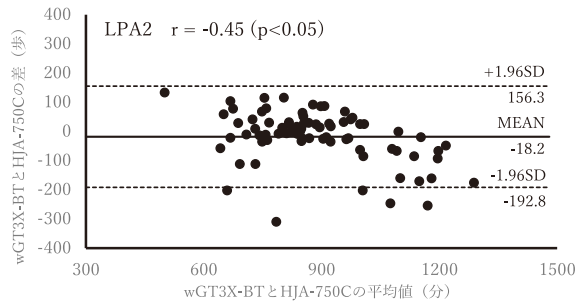
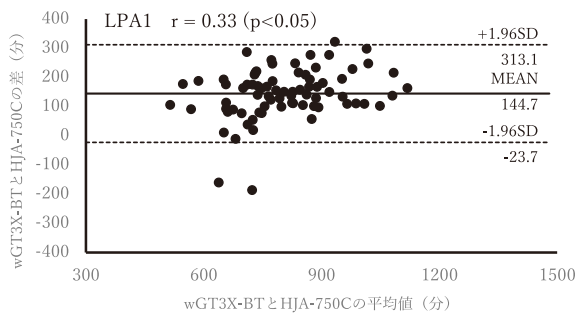


図2 LPAにおける Bland-Altman plots

LPA：低強度活動時間，LPA1：Light-AGとLPA-OMの比較，LPA2：Light-AGと2.9 METs以下の生活活動時間の比較，LPA3：Light-AGと3.0 METs以下の活動時間の比較

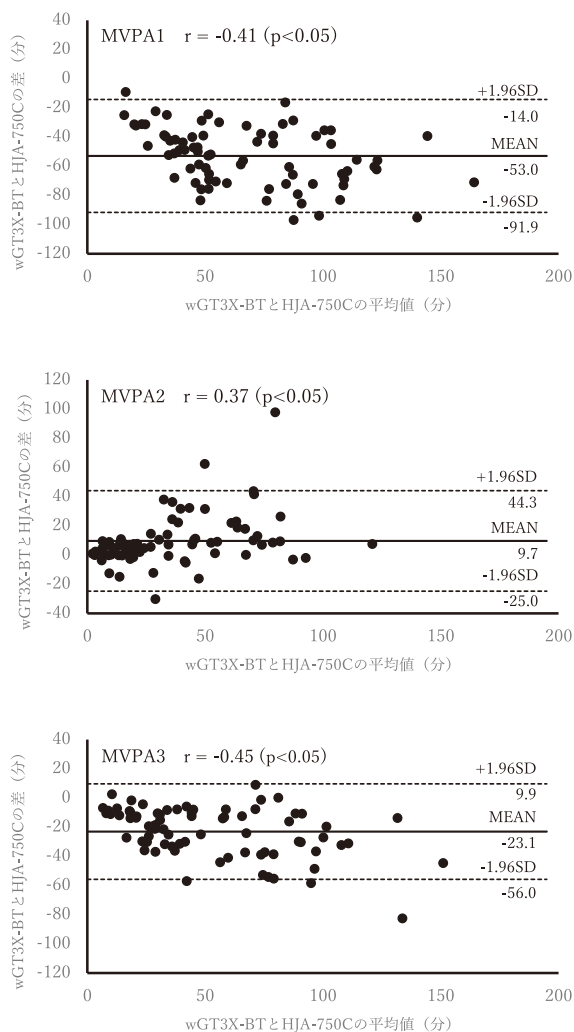


図3 MVPAにおけるBland-Altman plots

MVPA: 中高強度活動時間, MVPA1: MVPA-AGとMVPA-OMの比較, MVPA2: MVPA-AGと3.0METs以上活動時間の比較, MVPA3: MVPA-AGと3.0METs以上歩行時間の比較

が 6881.0 ± 3360.2 歩であり、両者に有意差は認められなかった ($t(72) = -0.04$, $p = 0.97$)。LPAの比較では、LPA1ではGT3X-BTがHJA-750Cと比し、LPA3ではHJA-750CがGT3X-BTに比して有意に高値を示したが、LPA2では両者に有意差は認められなかった。またMVPAの比較では全てに有意差が認められたが、データ変換をすることで効果量は小さくな

り、MVPA2にて最小になった。LPAとMVPAの比較において、ICCはLPA1を除いて0.8を上回り、データを変換することによりICCが高まる傾向にあった。

wGT3X-BTとHJA-750CAの一致度を検証するため、図1には歩数、図2にはLPA、図3にはMVPAのBland-Altman plotを示した。歩数では、系統誤差は確認されなかった。LPAで

は、LPA1とLPA3において一定方向への偏りを示す固定誤差、全ての比較においてLPAが大きくなるにつれて機器間の差が大きくなる比例誤差を認めた。MVPAの比較では、全てにおいて固定誤差と比例誤差を認めた。

考察

本研究では、地域在住高齢者にActiGraph社製wGT3X-BTとオムロンヘルスケア社製HJA-750Cを1週間装着させ、歩数や活動強度毎の時間を測定し、その一致度を検証した。両社の活動量計を比較した研究はこれまでに発表されているが [25]、装着させた世代が異なることや1世代前の機器で身体活動を評価しているため、新規性のある研究といえよう。成人を対象とした研究では、装着期間を連続する7日間、そのうち装着条件を満たした3～5日間以上のデータを分析対象とする研究が多く [16]、本研究においても頻用されている条件下で対象者の身体活動を評価した。

wGT3X-BTとHJA-750Cの比較において、総歩数の差は3.19歩（-176.8～170.5歩）と両者は同等の値を示した。同様の比較を就業者におこなった先行研究 [26] では、就業日では総歩数が9969歩に対して差が527歩（5.3%）、非就業日では7417歩に対して242歩（3.3%）の差であったことを鑑みても、両機器において歩数の一致度が高いと考えられた。

一方、活動強度毎の時間では両者に有意差を確認した。MVPAは、HJA-750CがwGT3X-BTと比べ有意に高値を示した。データを変換することで、3.0METs以上歩行時間とMVPA-AGの比較でその差は最小になった。このように両機種に生じる差の原因として、1) MVPAの継続時間に関する考え方に起因する分析ソ

フトによるデータ収集方法の違いと2) 機種毎に生じる真の値との誤差が考えられた。HJA-750Cでは毎分の3.0 METs以上の活動時間の総和をMVPAとするが、wGT3X-BTでは10分以上継続しておこなう活動時間の和をMVPAとする。そのため、10分未満の活動が分析値として換算されておらず、両者の差になったと考えられる。本研究ではHJA-750Cのデータを10分以上継続しておこなう活動時間に変換すると両機器の差は小さくなったことから、この影響があると考えられた。また、活動量計によって特徴が異なる。Albertoら [1] は、携帯型呼気ガス分析器にて評価した代謝当量を妥当基準に、3種類の活動量計を装着して日常の生活動作をした際の代謝当量を検証したところ、ActiGraphは座位活動では過大評価を、LPAでは過小評価されていることを指摘した。中野ら [12] は、身体活動強度を携帯型呼気ガス分析器とHJA-350ITを用いて測定し、歩行や走行といった強度が高い活動において身体活動量計の推定が高まることを報告した。このような機器の特徴が、結果に影響したことは否定できない。本邦では、厚生労働省等の施策において歩数を用いることが多いが、WHOや諸外国では中等度活動時間や高強度活動時間が指標として用いられる。世界基準により日本人の身体活動の評価や、身体活動に関する国際共同研究をおこなう際には機器によって生じる誤差には十分な注意が必要である。

LPAは、MVPAと異なりwGT3X-BTがHJA-750Cに比べ有意に高値を示したが、データを変換することで両者の差は小さくなり、2.9 METs以下の生活活動時間とLPA-AGにおいて両者の差が最小になることを確認した。MVPAは日中を中心に人が意図しておこなった立位による活動が中心である。一方LPAは1日の大半

を占める活動であり [11], 活動量計の装着時間や睡眠時間によって日々のLPAが容易に増減することや仰臥位から座位, 立位までの活動を正確に把握することが求められる。そのため, 機器間の誤差はMVPAよりも大きいと考えられたが, 実際はMVPAよりも効果量は低かった。近年, MVPAに加え, 生活活動であるSBやLPAも注目されており, LPAも高い精度で評価することが求められる。ところが, MVPAや歩数の信頼性を確認する研究成果は多数見られるが, SBやLPAの信頼性を検証した研究は散見される程度である [26]。本研究では, 機器間の一致度を見たとに過ぎず, LPAをよりの確に評価するための活動量計の装着条件等などについては今後の研究が待たれる。

身体活動量計評価する際には機種を選定や機種別の装着位置, カットオフポイントなど事前に決めておく [6]。本研究では, 両機器を右腰に装着させた。近年, 手首に活動量計を装着する研究が増加する傾向にある。wGT3X-BTは, 腰部と手首のどちらにも装着することが可能であり, 両者のICCは0.966から0.989の範囲である [14]。一方, HJA-750Cは腰部に装着させる活動量計であった。同一機種であっても測定部位が異なると値が完全一致することはなく, 機器が異なるとその誤差はさらに大きくなる。そのため, 本研究では装着位置が規定されているHJA-750Cにあわせて両機器ともに腰部に装着した。なお, 2機種を重ねて装着させることは困難なため, 装着位置をランダムに設定し, 測定位置による誤差が生じないように留意した。また, wGT3X-BTによって得られたデータをSasakiら [18] の基準を用いて活動強度毎の時間を区分した。後藤ら [8] は日本人におけるActiGraph社製活動量計の身体活動強度推定式の妥当性を検証し, 推定式の妥当性は装

着位置や選択する推定式によって大きく異なるため, 正確に活動強度を評価するには推定式の実験が重要であるとした。ActiLife ver. 6.10には13種類のカットオフポイントが搭載されているが, その多くは子どもを対象とした基準であり, 大人を対象とした基準はFreedsonら [7], Sasakiら [18], Troianoら [22] である。Freedsonら [7] は1軸の加速度計, Sasakiら [18] は3軸の加速度計を装着した対象者をトレッドミル上で活動させ, その代謝データと活動量計データの関連からカットオフポイントを示した。Troianoら [22] は, NHANES 2003-2004の1軸加速度計による身体活動データを用いて年齢, 性別, 人種に分けてカットオフポイントを明らかにした。本研究で使用したwGT3X-BTは3軸加速度計を付した活動量計であることから, Sasakiら [18] のカットオフポイントを使用することが妥当であると判断した。

データ収集の際に研究の限界があった。前述のように身体活動研究では事前に決定しておくべき事項があり, その一つがepoch lengthである。epoch lengthとはデータを収集する時間の範囲であり, HJA-750Cでは10秒と60秒, wGT3X-BTではさらに詳細に設定することができる。epoch lengthに関して中田ら [13] は, オムロンヘルスケア社製Active Style Proではepoch lengthを長くすると3.0 METs以上の活動では短く, 3.0 METs未満の活動では長く評価されることを確認した。本研究ではepoch lengthを60秒に設定したが, これを異なる時間に設定した場合, 同じような結果が得られるかは分からない。

まとめ

本邦にて用いられるオムロン社製活動量計HJA-750Cは、世界で汎用されているActiGraph社製活動量計wGT3X-BTに比べ歩数は同等の評価である一方、生活活動時間が過小評価、中高強度活動時間が過大評価されることが明らかになった。HJA-750Cのデータを身体活動研究プラットフォームにて変換することで、機器間の誤差を小さくすることが可能であった。

謝辞

本研究に快く参加していただいた方々に感謝申し上げます。なお、本研究は、2021年度名古屋学院大学研究助成（代表者：坂井智明）の助成を受けたものです。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反はない。

文献

- [1] Alberto FP, Nathanael M, Mathew B, Ainsworth BE (2017) Wearable monitors criterion validity for energy expenditure in sedentary and light activities. *Journal of sport and health science* 6(1): 103-110.
- [2] Archer E and Blair SN (2012) Physical activity, exercise and non-communicable diseases. *Research in Exercise Epidemiology* 14(1): 1-18.
- [3] Cain KL, Conway TL, Adams MA, Husak LE, Sallis JF (2013) Comparison of older and newer generations of ActiGraph

accelerometers with the normal filter and the low frequency extension. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 10(1): 1-6.

- [4] Clevenger KA, Pfeiffer KA, Montoye AH (2020) Cross-generational comparability of hip-and wrist-worn ActiGraph GT3X+, wGT3X-BT, and GT9X accelerometers during free-living in adults. *Journal of Sports Sciences* 38(24): 2794-2802.
- [5] De Craemer M, De Decker E, Santos-Lozano A, Verloigne M, De Bourdeaudhuij I, Deforche B, Cardon G (2015) Validity of the Omron pedometer and the actigraph step count function in preschoolers. *Journal of science and medicine in sport* 18(3): 289-293.
- [6] Freedson P, Bowles HR, Troiano R, Haskell W (2012) Assessment of physical activity using wearable monitors: recommendations for monitor calibration and use in the field. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(1 Suppl 1): S1.
- [7] Freedson PS, Melanson E, Sirard J (1998) Calibration of the computer science and applications, inc. accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise* 30(5): 777-781.
- [8] 後藤駿介, 大場一輝, 森川綾子, 海老根直之 (2020) 日本人における ActiGraph の身体活動強度推定式の妥当性. *日本生理人類学会誌* 25(4): 61-77.
- [9] Ikeda N, Inoue M, Iso H, Ikeda S, Satoh T, Noda M, Shibuya K (2012) Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: a comparative risk assessment. *PLoS medicine* 9(1): e1001160.
- [10] Lee JA, Williams SM, Brown DD, Laurson KR (2015) Concurrent validation of the Actigraph gt3x+, Polar Active

- accelerometer, Omron HJ-720 and Yamax Digiwalker SW-701 pedometer step counts in lab-based and free-living settings. *Journal of Sports Sciences* 33(10): 991-1000.
- [11] Leinonen AM, Ahola R, Kulmala J, Hakonen H, Vähä-Ypyä H, Herzig KH, Jämsä T (2017) Measuring physical activity in free-living conditions—comparison of three accelerometry-based methods. *Frontiers in physiology* 7: 681.
- [12] 中野渉, 深谷隆史, 白石英樹, 大橋ゆかり (2014) 身体活動量計による身体活動強度と活動種類の推定妥当性について. *医療保健学研究: つくば国際大学紀要* 5: 89-97.
- [13] 中田由夫, 大河原一憲, 大島秀武, 田中茂穂 (2012) 3軸加速度計 Active Style Pro を用いた身体活動量評価において epoch length が解析結果に及ぼす影響. *運動疫学研究* 14(2): 143-150.
- [14] Ozemek C, Kirschner MM, Wilkerson BS, Byun W, Kaminsky LA (2014) Intermonitor reliability of the GT3X+ accelerometer at hip, wrist and ankle sites during activities of daily living. *Physiological measurement* 35(2): 129-138.
- [15] Saint-Maurice PF, Troiano RP, Bassett DR, Graubard BI, Carlson SA, Shiroma EJ, Matthews CE (2020) Association of daily step count and step intensity with mortality among US adults. *JAMA* 323(12): 1151-1160.
- [16] 坂井智明 (2022) 中高齢者の体力と身体活動量評価研究の特徴と課題名古屋学院大学論集 医学・健康科学・スポーツ科学篇 10 (1): 97-116.
- [17] 笹井浩行, 引原有輝, 岡崎勘造, 中田由夫, 大河原一憲 (2015) 加速度計による活動量評価と身体活動増進介入への活用. *運動疫学研究* 17(1): 6-18.
- [18] Sasaki JE, John D, Freedson PS (2011) Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of science and medicine in sport* 14(5): 411-416.
- [19] Sasaki S, Ukawa S, Okada E, Wenjing Z, Kishi T, Sakamoto A, Tamakoshi A (2018) Comparison of a new wrist-worn accelerometer with a commonly used triaxial accelerometer under free-living conditions. *BMC Research Notes* 11(1): 1-5.
- [20] Sasayama K and Adachi M (2020) Comparison of ActiGraph GT9X Link with two Japanese accelerometers for assessments of free-living physical activity in junior high school students. *BMC Research Notes* 13(1): 1-6.
- [21] 身体活動研究プラットフォーム (Japan Physical Activity Research Platform). <http://papplatform.umin.jp>
- [22] Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(1): 181.
- [23] Tudor-Locke C, Camhi SM, Leonardi C, Johnson WD, Katzmarzyk PT, Earnest CP, Church TS (2011) Patterns of adult stepping cadence in the 2005-2006 NHANES. *Preventive medicine* 53(3): 178-181.
- [24] World Health Organization: Physical activity. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> (閲覧日: 2022年12月1日)
- [25] Yano S, Koohsari MJ, Shibata A, Ishii K, Frehlich L, McCormack GR, Oka K (2019a) Comparison of older and newer generation active style pro accelerometers in physical activity and sedentary behavior surveillance under a free-living environment. *International journal of environmental research and public health* 16(9): 1597.
- [26] Yano S, Koohsari MJ, Shibata A, Ishii K, Mavoia S, Oka K (2019b) Assessing physical

3 軸加速度センサー内蔵活動量計の比較

activity and sedentary behavior under free-living conditions: Comparison of active style pro HJA-350IT and actigraphm GT3X+.

International journal of environmental research and public health 16(17): 3065.

[Original Article]

Comparison of tri-axial accelerometers, Active Style Pro with ActiGraph

Tomoaki Sakai

Abstract

The purpose of this study was to clarify the degree of agreement in time by number of steps and intensity of physical activity evaluated by Omron Active Style Pro HJA-750C and ActiGraph wGT3X-BT. The subjects were 73 elderly individuals (Female: 56.2%, Age: 73.2 ± 5.4 years old, Height: 157.5 ± 8.4 cm, Weight: 56.2 ± 9.3 kg, BMI: 22.6 ± 2.1). HJA-750C and wGT3X-BT were worn by the subjects from awakening until bedtime for 1 week, and steps, light physical activity time, and moderate to vigorous physical activity times were measured. The analysis used 486 days of data in which the subjects wore either device for at least 600 minutes. The number of steps was similar with both devices, but the light physical activity time was larger with wGT3X-BT than with HJA-750C, and moderate to vigorous physical activity times was larger with HJA-750C than with wGT3X-BT. When both physical activity times measured by HJA-750C were converted, the difference between wGT3X-BT and HJA-750C became small. The number of steps with HJA-750C was equivalent to that with wGT3X-BT, but it became evident that light physical activity time was underestimated and moderate to vigorous physical activity times was overestimated. By converting the data obtained using HJA-750C, it was possible to reduce the error between the devices.

Keywords: elderly, physical activity, HJA-750C, wGT3X-BT, Bland-Altman plot