生活活動度計による高齢片麻痺者の 身体活動時間計測の妥当性

Validity of Measuring the Physical Activity Time of Elderly Hemiplegics by an Activity Monitoring Evaluation System

眞鍋 克博^{1,2)} 前園 徹³⁾ 石川 剛⁴⁾
坂田 俊一⁵⁾ 山本 澄子²⁾ 東畠 弘子²⁾

KATSUHIRO MANABE, RPT, MS^{1,2)}, TORU MAESONO, RPT³⁾, TSUYOSHI ISHIKAWA, RPT⁴⁾,
SHUNICHI SAKATA⁵⁾, SUMIKO YAMAMOTO, Ph.D²⁾, HIROKO HIGASHIHATA, S.W, Ph.D²⁾

¹⁾ Department of Tokyo-Physical Therapy, Faculty of Medical Science, Teikyo University of Science and Technology: 2-2-1
Senjusakuragi, Adachi-ku, Tokyo 120-0045, Japan. TEL+81 3-6910-3721 E-mail: k-manabe@ntu.ac.jp

²⁾ International University of Health and Welfare Graduate School

³⁾ Department of Rehabilitation, Ageochuo Medical Group

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Koshigayaseiwa Hospital

⁵⁾ Kumamoto Technology and Industry Foundation

Rigakuryoho Kagaku 28(4): 477-480, 2013. Submitted Jan. 18, 2013. Accepted Mar. 16, 2013.

ABSTRACT: [Purpose] This study assessed the validity of using the Activity Monitoring Evaluation System (A-MES), which has been developed in Japan to measure the motion of posture over time, in measurements of physical activity levels of elderly hemiplegics in their daily living by comparing the measurement results with their actual motion. [Subjects] The subject was one young elderly person with Brunnstrom recovery stage 3 of the upper and lower extremities. [Method] We measured the motions of daily living of the subject for 1200 seconds with A-MES under the direction of the examiner, and the measurement results and video records were compared to evaluate the concordance rate. [Result] There was a high concordance rate between the A-MES results and the video records. The non-concordance rates of decubitus and the sitting position were below 3% throughout the time performing the respective positions, that of gait was below 8.2%, that of wheelchair driving was below 9.8%, and that of standing was below 25.0%. [Conclusion] The results clearly demonstrate that A-MES can be used to objectively and accurately evaluate physical activities of daily living of elderly hemiplegics.

Key words: Activity Monitoring Evaluation System (A-MES), aged hemiplegic, physical activity time

要旨:〔目的〕高齢片麻痺者の身体活動量について、生活活動度計を用いた計測結果と実動作との比較を行い妥当性について検証した。〔対象〕片麻痺上下肢ブルンストローム回復ステージ3の前期高齢者1名とした。〔方法〕被験者に検者の指示のもとで1200秒間、身体活動を行わせ、その間の生活活動度計による計測と連続的ビデオ撮影録画との間で判別された動作の時間を検討した。〔結果〕臥位と座位の非一致は当該対象時間全期間の2.9%以下、歩行は8.2%以下、車いす駆動は9.6%以下、立位は25.0%以下であった。〔結語〕本機器を用いた片麻痺者の身体活動時間の測定は、座位や立位の評価に問題が残されるものの、高齢片麻痺者に対する身体活動状況の評価手段として応用できる可能性が示唆された。

キーワード: 生活活動度計, 高齢片麻痺者, 身体活動時間

¹⁾ 帝京科学大学 医療科学部 東京理学療法学科:東京都足立区千住桜木2-2-1 (〒120-0045) TEL 03-6910-3721

²⁾ 国際医療福祉大学大学院

³⁾ 上尾中央医科グループ協議会 リハビリテーション部

⁴⁾ 越谷誠和病院 リハビリテーション科

⁵⁾ くまもとテクノ産業財団産学連携推進センター

I. はじめに

日常生活における身体活動について計測器を利用した研究は、身体活動量の計測に対するさまざまな方法手段の試みとともに進められてきた。アクチグラフを用い、在宅療養者の生活¹⁾や慢性透析患者の身体活動量²⁾を明らかにしたもの、Clemensによる歩数計を用いた成人に対する活動性に関するもの³⁾がある。また、生活環境との関連性から、田中らの加速度計を用い幼児を対象に日常の身体活動量⁴⁾や山下らの加速度計を用い中高年者の日常身体活動量と身体特性等を調べた例⁵⁾がある。しかし何れも日常生活での身体活動量を把握する上で基本となる姿勢動作の活動量に焦点をあててはいない。坂田らは2002年に生活活動度計 (A-MESTM; activity monitoring and evaluation system, Solid Brains, 熊本: 以下A-MESと略す)の開発に関する研究⁶⁾の中で、日常生活における身体活動について、生活活動度計を用いた身体活動量の測定を行っている。この装置は3次元加速度計とジャイロセンサーを使用し、両者のデータから日常生活における動作を判別するものである。この装置の新規性は身体活動量の情報化と、規定された動作の経時的かつ定量的な評価および計測作業の自動化と操作方法の簡便化にあり、従前に比して日常生活活動状況のより客観的かつ定量的な計測が可能となった。その後、このA-MESを用いた評価の妥当性が、若年健常者を対象とした身体活動量について北村ら⁷⁾と佐藤ら⁸⁾により検証されている。

しかし、障害をもつ高齢者の身体活動量についての客観的かつ定量的な研究報告は未だされておらず、A-MESを使用した身体活動量に関する臨床研究が必要である。

本研究は、高齢片麻痺者の身体活動量について、A-MESを用いた日常生活活動時間の計測と、その妥当性の検証を行い、A-MESの身体活動に関わる計測への応用の可能性を検討することを目的とした。なお、本研究においては、身体活動量とは、臥位、座位、車いす駆動、立位、歩行に要した時間を示す。

II. 対象と方法

1. 対象

脳卒中による片麻痺上下肢ブルンストローム回復ステージ3、老人保健施設入院中の発症後1年以上経過し症状の安定した前期高齢者、男性、1名を対象とした。

本研究は国際医療福祉大学倫理委員会の承認をうけ(承認番号11-116)、対象者に研究内容を説明し、理解を得た上での書面同意をもって実施された。

2. 方法

身体活動に対する測定には、A-MESを用いた。本装置は、3次元のジャイロセンサーと加速度センサーが内蔵された2つの端末部(体幹用端末と大腿用端末)、それらの端末に蓄積されたデータ情報を収集するためのステーション部および解析用パソコンの4部から構成されている。

本装置を用い、上述した体幹部と大腿部に装着した2つの端末の相互の位置関係の経時的变化から、臥位、座位、車いす駆動、立位、歩行時の動作を判別し、その各々に要した時間の計測、姿勢変換回数、各動作の総時間、最大連続時間等を算出することができる。

被験者は、A-MES専用の端末が収納可能なポケットが、前胸部中央部にある体幹用ベストと、非麻痺側大腿部前面中央部にある大腿部用サポーターを衣服の上から装着し、それぞれのポケットに収納した端末を挿入口のボタンで固定した。A-MESとビデオ撮影の開始時期を同期させるため、開始前に数分間の静止時間を取ってから開始した。被験者に、リハビリテーション室において20分(1200秒)間、検者の指示に従って、ベッド端座位およびベッド上臥位動作、介助歩行、車いす座位および駆動、平行棒内歩行、車いす座位および駆動、階段昇降動作を実施させ、その間の状況を、市販のデジタルビデオカメラ(GZ-HM900, JVC社製、シャッター速度1/60~1/4000秒)を用いて撮影録画した。

A-MESによって計測された情報は、ステーション部を経由してパソコンにアップロードし、専用の解析ソフトにより、各動作の時間および回数、さらにそれらの総時間を算出した。また、A-MESの計測と同期してビデオ撮影録画した映像を、DVD専用デッキに取り込み、それと連動したテレビモニターに再上映された画面上で、目視的に各動作の時間および回数、さらにそれらの総時間を算出した。

ビデオ映像の目視的判定は、できる限り客観的に判断するため、検者を含めた2名の経験年数25年以上の理学療法士が数回の練習を行った後に実施した。目視的判定基準は、次のように設定した。先行動作とそれに続く後続動作の中間時点において、動作を判定区分した。座位についてはほぼ垂直位で股関節は45度以上の屈曲位を、歩行は2歩以上の1周期をその判定の目安とした。A-MESによって計測判別された動作の時間とビデオ撮影録画された時間の対応を経時的に検討するために、1200秒間の計測時間における1秒ごとの動作を比較し、その一致率を求めた。

III. 結果

表1は、1200秒間のA-MESとビデオによる同時刻かつ経時的に各動作時間を計測した結果をA-MESの判別動作としてまとめたものである。A-MESによる自動的

動作判別およびその時間計測ごとに、評価者AとBの2名が目視的に判別計測し、A-MESが判別した動作(臥位・座位・車いす駆動・立位・歩行・全姿勢)時間内において一致しない動作の計測時間とその割合および、一致したそれらについて示したものである。

A-MESによる動作計測時間(s)は、臥位では総時間に占める割合が17.0%となる204sであった。A-MESで臥位と計測判別された動作時間内においてビデオによる判別動作と一致しない時間を、動作計測者Aとの対応で見ると座位と判別されたのが2s(1.0%)、同様にBとの対応で見ると座位と判別されたのが1s(0.5%)であった。他の各動作はすべて一致していた。

A-MESにより座位と判別された計測時間は、478sで、総時間に占める割合は、39.9%であった。その計測時間内において一致しなかった動作計測時間は、Aでは臥位が2s(0.4%)、車いす駆動が8s(1.7%)、歩行が4s(0.8%)、各動作の合計は14s(2.9%)であった。Bは臥位が1s(0.2%)、車いす駆動が10s(2.1%)、歩行が2s(0.4%)であり、各動作の合計は、13s(2.7%)であった。立位は、A・B両者とも0sであり一致していた。

A-MESにより車いす駆動と判別された計測時間は114sで、総時間に占める割合は、9.5%であった。その計測時間内において一致しなかった動作計測時間は、Aでは座位が11s(9.6%)、各動作の合計も11s(9.6%)で同数であり、他はすべて一致していた。Bは座位が10s(8.8%)、各動作の合計も10s(8.8%)で同数であり、他はすべて一致していた。

A-MESにより立位と判別された計測時間は76sで、総時間に占める割合は、6.3%であった。その計測時間内において一致しなかった動作計測時間は、Aでは座位が

8s(10.5%)、歩行が8s(10.5%)、各動作の合計は16s(21.0%)であり、他はすべて一致していた。Bは座位が10s(13.2%)、歩行が9s(11.8%)、各動作の合計は19s(25.0%)であり、他はすべて一致していた。

A-MESにより歩行と判別された計測時間は328sで、総時間に占める割合は、27.3%であった。その計測時間内において一致しなかった動作計測時間は、Aでは立位が25s(7.6%)、各動作の合計も25s(7.6%)で同数であり、他はすべて一致していた。Bは立位が27s(8.2%)、各動作の合計も27s(8.2%)で同数あり、他はすべて一致していた。

なお今回は、階段昇降を実施したが、A-MESには階段昇降の判定項目がないため、階段昇降動作は立位と歩行として判別され、それにともなって、ビデオの判定では階段昇降動作を立位と歩行として判別した。

IV. 考 察

加速度計を内蔵した機器の多くは、その機能が一方測定に限られ、歩行等の分析に用いられてきた。本研究に使用したA-MESは、傾斜計機能付きセンサー内蔵の3軸加速度計であり、体幹用端末と大腿用端末の2つの端末の相互位置関係から経時的な動作とその時間を計測できることが特徴である。本研究の結果、A-MESによって計測判別された各姿勢・動作の時間とビデオ撮影録画された時間を比較検討したところ、高い一致率が認められた。したがって、本研究に使用したA-MESは、片麻痺者の日常生活活動である臥位、座位、車いす駆動、立位、歩行の動作時間を経時的かつ正確に表現していることが明らかになった。その根拠として、上述したとおり

表1 A-MESとビデオにより判別された各動作の時間的対応
(全計測時間：1200s)

A-MES 判別計測動作		臥位		座位		車椅子駆動		立位		歩行	
A-MES 各動作計測時間(s)		204 (17.0%)		478 (39.9%)		114 (9.5%)		76 (6.3%)		328 (27.3%)	
ビデオ 各動作計測者(A, B)		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
A-MES 判別動作 時間と 一致しな かった 動作計測 時間 および その割合 s (%)	臥位	2 (1.0%) 202 (99.0%)	1 (0.5%) 203 (99.5%)	2 (0.4%) 476 (99.6%)	1 (0.2%) 477 (99.8%)	0	0	0	0	0	0
	座位					11 (9.6%) 103 (90.4%)	10 (8.8%) 104 (91.2%)	8 (10.5%) 68 (89.5%)	10 (13.2%) 66 (86.8%)	0	0
	車椅子 駆動	0	0	8 (1.7%) 470 (98.3%)	10 (2.1%) 468 (97.9%)			0	0	0	0
	立位	0	0	0	0	0	0			25 (7.6%) 303 (92.4%)	27 (8.2%) 301 (91.8%)
	歩行	0	0	4 (0.8%) 474 (99.2%)	2 (0.4%) 476 (99.6%)	0	0	8 (10.5%) 68 (89.5%)	9 (11.8%) 67 (88.2%)		
	全動作	2 (1.0%) 202(99.0%)	1 (0.5%) 203 (99.5%)	14 (2.9%) 464 (97.1%)	13 (2.7%) 465 (97.3%)	11 (9.6%) 103 (90.4%)	10 (8.8%) 104 (91.2%)	16 (21.1%) 60 (78.9%)	19 (25.0%) 57 (75.0%)	25 (7.6%) 303 (92.4%)	27 (8.2%) 301 (91.8%)

本機器は、加速度計に加え、傾斜計機能付きセンサーを付加したことによって、臥位、座位をはじめとする多様な動作位置の正確な測定が可能になったことをあげることができよう。

測定方法についての信頼性あるいは基準関連の妥当性を解析するための方法としてさまざまな統計手法がある。本研究では最も原始的であるが確実的な方法として1200秒間、1秒ごとに各動作の時間についてA-MESとビデオの一致性を確認する手法を採用し、立位を除いて高い一致率を確認することができた。臥位と座位の非一致は対象時間全期間の3%以下であり誤差は少なかったが、歩行は8.2%以下、車いす駆動は9.8%以下であり1割弱の誤差が認められ、立位では25.0%と最も大きい誤差が認められた。しかしながら、A-MES固有の機器的誤差や測定者の判断の仕方の偏りの有無については、明らかにすることはできなかった。

佐藤ら⁸⁾は、A-MESとビデオ撮影による身体活動時間の誤差について、系統誤差検出および弁別を目的に、Bland and Altman分析を行い、各動作(臥位、座位、立位、歩行)について、95%の信頼区間で比例誤差がなく、加算誤差も座位(95%の信頼区間で加算誤差あり)を除き他のすべての動作は認めず、A-MESによる計測では座位時間が少なく示めされることを報告している。加算誤差については、A-MES端末の内蔵センサー信号のDC成分が1を示せば各装着部位姿勢は垂直姿勢、0を示せば水平姿勢とする判断規準を採用している。したがって、臥位や座位の判定においては、大腿部装着センサーが水平を示せば電気信号は0近傍となるため、その誤差(2.9%以下)が、車いす駆動や立位、歩行と比較して小さくなったものと思われる。それに対して立位では、大腿部装着センサーが垂直を示せば電気信号は1近傍となる。電気信号が0.5のときも立位と判定することを報告し、同時刻のビデオ映像結果から股関節45度屈曲位腰掛け姿勢であることを原因としてあげ、本機器の限界を指摘している。本研究結果、立位姿勢でも同様にその誤差は10%を超える値を示した。さらに歩行でも同様に8%を超える値を示したが、これは片麻痺のため階段昇降時の動作においてスムーズな昇降動作にならず、静止と活動の判別が困難になることに起因していると考えられる。立位に対する誤差は、他の動作と比較すると最も大きな誤差(25.0%)を示した。歩行時の立位との誤差は8.2%

以下であり、立位時より低い値であった。

本研究においてA-MESによる身体活動時間の計測の妥当性をビデオ撮影によって確かめる作業を行った。1つには佐藤ら⁸⁾が指摘しているように専門家の動作に対する判定との間に関連性があることを確認できた。したがって、また、座位や階段昇降時の微妙な静止と運動を繰り返す動作においては、閾値を設けて判別するA-MESの限界があると考えられる。

本機器を用いた片麻痺者の身体活動時間の計測は、佐藤ら⁸⁾の健常者についての報告における評価と同様に座位やまた今回明らかになった立位の評価に問題が残されるものの、地域・在宅で居住する要介護高齢片麻痺者の身体活動状況の評価手段として広く応用されることが期待できる。

本研究の限界として、対象者が1名、片麻痺者のみであることが挙げられる。今後の課題は、さらに対象例を重ね、障害対象を広げ、検討していくことが望まれる。

引用文献

- 1) 宮島朝子, 西村一朗: 在宅療養者の居住環境と療養生活との関連—12名の事例分析から—, 日本家政学会誌, 2001, 52(5): 451-461.
- 2) 吉矢邦彦, 村木敏明: Actigraph による慢性透析患者の日常の身体活動量と睡眠パターンの評価, 透析会誌, 2001, 34(5): 323-327.
- 3) Clemens SA, Griffiths PL: How many days of pedometer monitoring predict monthly ambulatory activity in adults?, Med Sci Sports Exerc, 2008, 40(9): 1589-1595.
- 4) 田中千晶, 田中茂穂, 安藤貴史: 日本人幼児における日常の身体活動量と生活環境の関係, 発育発達研究, 2011, 51: 37-51.
- 5) 山下弘二, 小田桐愛, 佐藤秀一・他: 中高年における日常身体活動量と身体特性および脳波伝搬速度との関連性, 理学療法科学, 2007, 22(1): 133-137.
- 6) 坂田俊一, 永田正伸, 野尻晋一: 生活活動度計の開発(プロトタイプ1号試作結果), 電応研テクニカルレポート, 2002, 12(1): 19-25.
- 7) 北村葉月, 佐藤 拓, 川越厚良・他: 若年健常者の日常生活における身体活動量の評価, 理学療法科学, 2010, 25(5): 767-771.
- 8) 佐藤 拓, 北村葉月, 川越厚良・他: 3軸加速度計による身体活動時間測定の妥当性, バイオメカニズム学会誌, 2011, 35(3): 197-200.