

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500790

研究課題名(和文) 移動能力が異なる高齢者における日常生活活動水準の横断的、縦断的評価方法の開発

研究課題名(英文) Development of the cross sectional method and longitudinal method to evaluate the activity level in daily life in the elderly persons of different ambulatory abilities

研究代表者

野田 美保子 (NODA, MIHOKO)

弘前大学・保健学研究科・教授

研究者番号：50142881

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：移動能力が異なる高齢者における日常生活活動水準の横断的、縦断的評価方法の開発に当り、基礎的な研究に留まっていたが、心拍数測定に使用したActiHR(Mini Mitter社製)の有用性を確認することが出来た。また1日の総心拍数でも個人の活動水準の比較は可能であるが、睡眠時心拍数を基準心拍数として算出する総心拍増加法(TEBP)の方がより明解であり、移動能力が異なる高齢者の中で活動量の比較をする場合はTEBPである必要性が確認できた。

研究成果の概要(英文)：Although we stayed at the level of basic study in our research for the development of cross sectional method and longitudinal method to evaluate the activity level in daily life of the elderly persons of different ambulatory abilities, we could make sure the usefulness of ActiHR (Mini Mitter Co.) with which we measured heart rate. And we could also make sure that the Total Excess-Beats Product (TEBP) which is calculated using night-sleeping heart rate as a basal heart rate would be better in order to know the activity level clearly, even though the total heart rate is also possible to compare the individual activity level. From these results we strengthened the confidence that the TEBP method must be used in the comparison of the activity level for the elderly persons of different ambulatory abilities.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：心拍数 活動水準 日常生活 高齢者 移動能力

1. 研究開始当初の背景

高齢者にとって心身の健康増進や介護予防のためには、できる限り日常生活活動を高い水準に保ち、廃用性の機能低下を防ぐことが重要である。それゆえ彼らの日常生活活動水準を把握する必要があるが、これまでに生活時間調査法、加速度計法など様々な方法が開発されてきた。しかし、それらの方法のほとんどは歩行などのダイナミックな動きを測定するものであるため歩行可能な者には有用であっても、移動能力の異なる様々な高齢者を対象とする横断的比較や、移動能力の変化に伴う活動水準の変動を縦断的に追跡する調査には適当ではない。すなわち、移動能力や移動手手段の相違や変化に影響されない測定方法が必要である。しかし、これまでにそのような測定方法、特に歩行困難な高齢者にも適応可能な測定方法で簡便に使用できるものはなかった。

そこで、研究開始当初の本研究の目的を、歩行自立から寝たきりに至る種々の移動能力レベルにある高齢者を対象とする日常生活活動水準の横断的研究、及び、障害や疾病により歩行自立から車椅子に変わるような、移動能力の変化に伴う日常生活活動水準の変動を追跡する縦断的研究に適応可能な活動水準評価方法を開発することとした。

移動能力レベルに関係なく日常生活活動水準を比較する方法として、我々は「総心拍増加法 Total Excess-Beats Product:TEBP法」を提案している。TEBP法は対象者の1日24時間の心拍数を記録し、その個人の夜間睡眠時の平均心拍数を基準とし、その基準を超える心拍増加分の合計心拍数を日常生活活動水準の指標とする方法である。TEBP法検証のために、これまで使用してきた1日24時間の心拍数を記録できる心拍記録装置(Memory Mac VHM1-016:Vain社製)より比較的長期の日数の心拍数を連続的に記録でき、かつ小型軽量、配線コードが少ない型のActiHR (Mini Mitter社製)¹⁾の使用を試みることに主目的であった。しかし、実際にその使用を試みると予想より操作方法やデータ処理に戸惑うことが多く、高齢で理解力も低下している対象者に協力を依頼することが躊躇され、本格的なデータ収集に取り組みなかった。申請書には対象者の確保可能と記載したが介護保険法の実施に伴って介護老人保健施設等の利用者の高齢化・虚弱化・重度化が進展し、心拍記憶装置を胸部に装着して24時間あるいは数日に渡り心拍数を測定することは、高齢対象者への心身に及ぼす負荷が懸念され、高齢者本人のみならず家族や施設側も倫理的に研究協力を受け入れ難い状況が生じていることも研究遂行が困難な理由の一部として挙げられる。そこで最終年度では対象者

を高年齢の健常者に限定してActiHRによる心拍数のデータ収集を行い、活動的な日と非活動的な日のTEBPの比較検討を行うこととした。

2. 研究の目的

TEBP法に関する基礎研究として、ActiHRを用いて健常者を対象に心拍数のデータ収集を行い、ActiHR使用上の特徴を把握し、睡眠時平均心拍数の調べ方を検討し、TEBP法と総心拍数の比較検討、更に活動的な日と非活動的な日の比較検討を行い、TEBP法の妥当性を検討することである。

3. 研究の方法

対象は日常生活が自立している健常高齢者1名(60歳代前半、女性)。高血圧の診断はあるが心拍数に著明な影響を与えるベータブロッカーは服薬していない。ActiHRによる心拍・体動測定を実施し、それと並行して生活時間調査を行い、活動の種類とその時の主な姿勢(臥位、坐位、立位)を記録した。2014年9月~11月にかけてActiHRによる心拍数のデータ収集を行い、対象者が1回2時間程度の運動活動に参加している日を活動的な日とし、運動活動への参加のない日を非活動的な日として1日の総心拍数ならびにTEBPの比較検討を行った。総心拍数とTEBPの結果及び生活時間調査による活動遂行状況について検討を行い、最も活動水準を適切に示すと考えられる方法を探った。データ解析にはSPSS 16.0 Family for Windowsを用いた。平均値の差の検定には対応のないt検定を用い、危険率5%を有意水準とした。対象者は筆頭研究者本人であるため本研究の遂行に当たり倫理委員会への申請は行っていない。

4. 研究成果

(1) 機器使用時の装着具合について

ActiHRは軽量で配線コードが少ないため電極2個を胸部2か所に貼付し、その電極に機器を取り付けるだけであり、大変楽である。ただし1日以上長時間装着する場合はサージカルテープで固定した方が無難である。装着した後は、装着自体による違和感が少ないため、慣れてくると装着していることを忘れてしまうほどである。ただし、機器は完全防水ではないので、入浴等装着部位が水中に入る状況においてはいったん機器を取り外し、用が済んだ後に新たに電極を付け直して機器を取り付けなければならないことが面倒である。24時間以上長期に渡る心拍数測定においては必ず入浴等が予想されるためこの点が研究協力を依頼する上でネックになった。特に高齢者の場合はそのような面倒なことはなかなか理解できず、かつ嫌がる場合が多い。胸部2か所への電極貼付、電極への機器の取り付けも慣れてくればそれほど難しいことではないが、初めての場合は戸惑うことが多い。その際に研究者がそばにいたことができれば良いが、実験の設定ではなく日常

生活においては研究者がその場に立ち会うことは不可能である。それゆえ高齢者のデータを取らせていただくときは入浴しない日に限って1日程度の測定を依頼するのが限度かもしれないと思われた。その際も研究者は被験者の住居に向いて機器の装着や取り外し、その後の身体の清拭などに留意する必要がある。すなわち小型軽量で配線コードの少ない Act iHR においても高齢被験者においてはその使用は必ずしも簡便とはいえないと判断された。

(2) 機器のデータ解析具合について

Act iHR での測定は1分毎の心拍数を記録する Long Term モードであれば最大21日まで継続可能とされている。今回の約2か月の測定期間に徐々に測定に習熟してきた結果、最大9日の継続記録に成功した。それも9日目に事情があって計測を中断したためであり、それ以上の継続延長も可能であったと思われる。それらのデータは1日1440個の心拍データとしてその時の時間データと共に保存され、クリップボードにコピーすることによりエクセルシートに移してデータ処理が自由にできる。Act iHR の特徴として測定時のノイズ等のエラーデータを体動のデータからアルゴリズムを用いて補正してくれる優れた技があり有用である。ただし、数分程度の短時間であればその補正データを使用しても特に支障は無いと思われるが、心拍数の記録欠損時間が長くなるとその補正データに疑問を持つことが多いので要注意であり、その部分の補正データは使用しない方がよいと思われる。今回の測定において1日の最低心拍数は睡眠時においても53拍/分であったが、補正データには40拍台の心拍数が連続して表示されていることがあったからである。Act iHR は多機能であるが、今回使用した機能は心拍数とその時の時間だけであり、その他の機能は使用し切れなかった。その他の機能も様々な使いこなすことにより種々の研究に役立てる事が可能と思われる。すなわち Act iHR は小型軽量であるが非常に多機能であり、使用方法に習熟することにより日常生活の活動量の研究に多様に役立てられる機器であるといえる。

(3) 1日の総心拍数について

1日24時間の心拍数測定に成功した29日分のデータに関して、平均総心拍数は111,262 \pm 5,048拍/日(最少103,571拍/日~最多124,348拍/日)であった。平均年齢82.1 \pm 7.4歳の高齢者42名を対象とした我々の先行研究²⁾では、移動能力が異なる4群(屋外歩行自立群、屋内歩行自立群、車椅子自操群、車椅子介助群)の平均総心拍数は約100,000~106,000拍/日の範囲にあり4群間で有意差は認められなかった。因みに屋外歩行群11名と車椅子自操群11名の平均総心拍数は各々105,604拍/日、105,657拍/日であり殆ど同値であった。先行研究の高齢者の総心拍数が106,000拍/日とすれば本研究での60歳

台前半の対象者の総心拍数111,262拍/日は約5,000拍多いことになる。このことから1日の総心拍数は年齢により異なる可能性が示唆される。ただし1日の総心拍数が年齢によって異なるものかどうかについては、今回は対象者1名の結果であるため先行研究の結果との比較ができない。先行研究のように同年齢においては移動能力の差、すなわち運動能力や体力の差に関わらず総心拍数がほぼ一定であるものかどうかの検証も含め、今後更に各年代の対象者数を増やして確認する必要がある。

(4) 夜間睡眠時平均心拍数について

本研究の対象者において就床から起床までの全睡眠時間の平均心拍数は64.2 \pm 3.4拍/分であった。これに対して、先行研究の移動能力が異なる4群の夜間睡眠時平均心拍数は、屋外歩行自立群61.8拍/分、屋内歩行自立群62.0拍/分、車椅子自操群66.6拍/分、車椅子介助群67.4拍/分と、61.8~67.4拍/分の範囲にあり、移動能力が低い群ほど夜間睡眠時平均心拍数が高くなり、その差は5.6拍であった。今回の対象者は移動能力が高いにも関わらず、睡眠時心拍数が先行研究の屋外歩行群、屋内歩行群より高いという結果となる。この結果については、睡眠時の心拍数は就床から徐々に低くなっていくことから夜間睡眠時の平均心拍数には睡眠時間の長さも関係すると考えられる。本研究の対象者の睡眠時間は4時間~6時間45分の範囲にあり平均5時間35分であったのに対して先行研究の高齢者の平均睡眠時間は4群で8時間18分~12時間19分の範囲にあり、移動能力が低い群ほど睡眠時間が長くなっていた。これらのことから、本研究の対象者の夜間睡眠時平均心拍数については睡眠時間が短いことが影響しているかもしれないと推察される。本研究の対象者において、夜間睡眠時の最低心拍数は56.0 \pm 2.5拍/分であったが最低心拍数は殆どが起床前の数時間に認められており、また就床後の心拍数はしばらくはそれまでの活動による影響を受け高い状態が続くことを考慮すれば、TEBPの計算に必要な基準心拍数を、早朝の数時間に限定して検討することも可能ではないかと思われた。そこで、対象者の睡眠時間を考えて4時半から6時半までの2時間の時間帯で心拍数を計算した結果、平均63.0 \pm 3.4拍/分となった。すなわち全睡眠時平均心拍数64.2拍/分より早朝睡眠時平均心拍数63.0拍/分の方が1.2拍低いことになる。早朝睡眠時平均心拍数を用いるメリットの一つとしては就床時間が定かでない場合でも基準心拍数の計算上支障がないことがあげられる。

(5) 1日のTEBPについて

本研究の対象者においてTEBPの計算に全睡眠時平均心拍数64.2拍/分を用いた場合、29日分のデータの平均TEBPは18,652 \pm 5,207拍/日(最少11,123拍/日~最多31,900拍/日)であった。これに対して早朝睡眠時

平均心拍数63.0拍/分を用いた場合は20,380 ± 5,207 拍/日 (最少 12,851 拍/日 ~ 最多 33,628 拍/日) となる。すなわち 64.2 拍/分と 63.0 拍/分の差、1.2 拍に 1 日の 1440 分を乗じた 1,728 拍が増加することになる。先行研究の移動能力が異なる 4 群の TEBP は、屋外歩行自立群 16,049 拍/日、屋内歩行自立群 11,445 拍/日、車椅子自操群 9,314 拍/日、車椅子介助群 5,292 拍/日と、16,049 ~ 5292 拍/日の範囲にあり、移動能力が低い群ほど低くなり、4 群間に有意差が認められた。本研究の対象者の TEBP 20,380 拍/日は、先行研究の屋外歩行自立群の平均 TEBP 16,049 拍/日より 4,331 拍多い結果であったが標準偏差から推測して有意差はないかもしれない。1 日の TEBP が年齢によって異なるものかどうかについては、今回は対象者 1 名の結果であるため先行研究の結果との比較はできない。今後更に対象者数を増やして確認する必要がある。

(6) 1 日の総心拍数と TEBP の比較について

1 日 24 時間 (1440 分) の 1440 個の各心拍数から睡眠時平均心拍数に基づいた基準心拍数を差し引き、残りを合計したものが TEBP である。言い換えれば 1 日の総心拍数から 1440 分の基準心拍数を差し引いた残りが TEBP である。したがって総心拍数も TEBP も同じものであるといえるが、TEBP では日常生活における活動性の指標としてより明解に把握することが出来ると思う。今回はエネルギー消費量について検討していないが、総心拍数が 1 日全体の総エネルギー消費量とすれば睡眠時平均心拍数に基づいた基準心拍数は基礎代謝に相当し、総エネルギー消費量から基礎代謝量を差し引いた残りが活動時消費量 (食事による特異動的作用を含む) に相当すると思われる。その考え方は ActiHR にも利用されているようであるが今回はその点について検討し切れていない。

(7) 活動的な日と非活動的な日の心拍数の比較について

本研究の対象者は健康増進のために高齢者の踊りサークルに所属しており、週 1 回夜 6 時半から 9 時まで 25 人程度のメンバーと一緒に先生の指導を受けながら踊りの練習をしている。踊りはよさこいソーランの他に創作ダンス各種である。心拍数測定の時期には 2 年に 1 回の発表会開催真近ということで週に 4 回集中的に練習が有り、発表会前日はリハーサル、発表会当日は 6 回の出番で踊りを踊った。踊り以外には特にスポーツ的な運動は行っていないので、活動的な日は踊りのある日、非活動的な日は踊りのない日として比較検討した。踊りのある日 8 日間の平均総心拍数は 116,634 ± 4,723 拍/日、踊りのない日 21 日間の平均総心拍数は 109,215 ± 3,453 拍/日であり、踊りのある日の方がいない日より 7,419 拍多く、その差は対応のない t 検定にて有意 ($p < 0.001$) であった。一方、TEBP では踊りのある日 8 日間は 25,889 ± 4,694 拍/

日、踊りのない 21 日間では 18,280 ± 3,670 拍/日であり、踊りのある日の方がいない日より 7,609 拍多く、その差は対応のない t 検定にて有意 ($p < 0.001$) であった。すなわち総心拍数でも TEBP でも統計的に有意差がある事は明らかである。結局、同一対象者において比較検討する場合は総心拍数でも TEBP でも構わないといえるが、日常生活における活動量という視点で見ると、TEBP の方が何もしていないで寝ている状態よりも活動している分 (総心拍増加分) として捉えることが出来るので自身の活動量を知る目安としてより有用ではないかと思われる。移動能力が低下することにより日常の活動量が減少すると体力も低下し、そのことにより基準心拍数が高くなることから、移動能力や体力が異なる人々間では総心拍数で活動量の比較はできず、基準心拍数に基づいて算出した TEBP の指標が有用と考えられる。

< 引用文献 >

- 1) Soren Brage, Niels Brage, Paul W. Franks, et al. : Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure. *J Appl Physiol* 96 : 343-351, 2004.
- 2) M Noda, K Kida, R Mita, et al. : Comparison of Activity Level in Daily Life with Heart Rate: Application to elderly Persons of Different Ambulatory Abilities. *Environ. Health Prev. Med.* 11(5) : 241-249, 2006.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

- [雑誌論文](計 0 件)
- [学会発表](計 0 件)
- [図書](計 0 件)
- [産業財産権]
- 出願状況(計 0 件)
- 取得状況(計 0 件)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

野田 美保子 (NODA Mihoko)
弘前大学・大学院保健学研究科・教授
研究者番号 : 50142881

(2) 研究分担者

木田 和幸 (KIDA Kazuyuki)
弘前大学・大学院保健学研究科・教授
研究者番号 : 60106846