

# 日常生活の中の身体活動度の評価に関する研究（短報） ——市販のデジタルホルター心電計と 試作アナログ記録加速度計との比較——

解剖生理学 平野 三千代

## A Study of Evaluation of Physical Activity in a Daily Life ——Comparison between Digital Holter Accelerometer on the Market and Our Own Making Analog One——

Michiyo Hirano

### 要 旨

著者らは日常生活の中の運動量および身体活動度の解析ならびに評価法を確立するために、試作の加速度計と SM-28 ホルター心電計を用い「加速度信号—心拍数関連図」を作成し、その有用性について、一連の報告を行ってきた。

最近、ホルター心電計はデジタル化、小型軽量化しており、加速度センサーを内蔵しているものが発売されている。そこで、今回、市販の加速度信号同時記録が可能なホルター心電計が、著者らの研究目的の達成に利用できるか否かについて検討した。検討方法は、市販の加速度計内蔵デジタルホルター心電計（フクダ電子社製 FM-100）と著者らによる試作アナログ記録加速度計の2機種を、同一被検者に同時に装着し、日常生活の中の心電図と加速度信号を記録した。記録データをそれぞれの専用再生機により再生し、得られた加速度信号を元に「加速度信号—心拍数関連図」を作成し、日常生活の中の身体活動度を比較検討した。その結果、市販の加速度計内蔵デジタルホルター心電計（フクダ電子社製 FM-100）による加速度データは運動強度を段階的に表しており、さらに、上限が低い運動強度で制限されているため、日常生活の中の運動量および身体活動度の解析および評価には利用できないことが分かった。

### 緒 言

従来、成人病と言われていた疾患は、長い生活習慣によって作られるとされ、生活習慣病と呼ばれるようになった。生活習慣病の多くは、都市型生活による非活動が最大の原因とも考えられ、積極的に日常生活に運動を取り入れることで、軽減される場合が多く、国では、政策として「国民の健康づくり運動」を推進してきている<sup>1)</sup>。

また運動は、高齢者の生活機能を増大あるいは維持する上で、極めて効果的であり、日常的に運動をしている人は、非活動の人に比べ諸種の機能が長く保たれていることが知られてい

る。そこで、生命のある限り、健康を維持させ、質の高い豊かな生活をおくるという考えが浸透してきた。このことから、運動を通じて疾病の予防を図るのみならず、病気になった場合でも、病状に応じた運動を処方し、早期に社会復帰ができるようにするため、運動療法が導入されてきている<sup>1)</sup>。

これら、運動を実施するにあたり、安全の確認、運動処方の作成、運動効果の判定上、メデイカルチェックの必要性が叫ばれ、各種動作時のバイタルサインと運動量の解析、または日常生活における身体活動度を定量的にモニターし評価する手段の必要性が高まっている<sup>2,3,4)</sup>。

著者らは日常生活の運動量および身体活動度の解析ならびに評価法について、試作の加速度計と SM-28 ホルター心電計を用い、「加速度信号一心拍数関連図」を作成し、その有用性について一連の報告を行ってきた<sup>5,6,7,8)</sup>。

試作機は有用性を認められつつも、容積が大きく装着感に難点がある。

一方、ホルター心電計はアナログからデジタルの時代へと移行しつつあり、また、最近のデジタルホルター心電計は小型軽量化しており、加速度センサーを内蔵するものが出まわってきた。

そこで、今回、市販の加速度信号が同時記録可能なホルター心電計が、著者らの研究目的の達成に利用できるか否かについて検討したので、報告する。

## 装置と方法

加速度信号の同時記録可能な市販のホルター心電計としては、フクダ電子社製 FM-100 デジタル心電計を選んだ。この FM-100 デジタル心電計と著者らが試作した加速度測定アダプタおよび同社製 SM-28 (アナログホルター心電計) とを用いた。

実験では、市販の加速度計内蔵デジタルホルター心電計 (フクダ電子社製 FM-100) と著者らによる試作アナログ記録加速度計の 2 機種を、同一被検者に同時に腰部に並べて装着して、それぞれの装置により、日常生活中心電図と加速度信号を記録した。

FM-100 デジタル心電計で記録された信号はフクダ電子社製 Cardio Base FCP-4830 で再生および解析した。SM-28 (アナログホルター心電計) で記録された信号はフクダ電子社製 FCM-270 解析機にて再生および解析した。

それぞれの再生データから、X 軸に加速度信号、Y 軸に心拍数を時系列に沿ってプロットし、「加速度信号一心拍数関連図」を作成した。

今回、市販の加速度信号が同時記録可能なホルター心電計が、著者らの方法に利用できるか否かを知ることが主たる目的であるので、大きく日常生活の中で、座位動作中と立位動作中に

分けて、「加速度信号一心拍数関連図」を検討した。

## 結 果

FM-100 デジタルホルター心電計 (縦軸) と SM-28 (アナログ記録心電計・横軸) による心拍数に関する相関関係は図 1 に示す通りであった。比較した心拍数はそれぞれ、動作時の 5 分間の平均心拍数を使用した。二種の心電計で測定した心拍数はそれぞれ良く対応し一致した。図 2 には FM-100 デジタルホルター心電計 (縦軸) と試作機と SM-28 (横軸) による加速度信号に関する相関関係を示した。比較した加速度信号はそれぞれ、動作時の 5 分間の平均値を使用した。

SM28 における加速度信号が、運動強度により増大しても、FM-100 デジタルホルター心電計による加速度信号はある運動強度以上では、10 のラインで一定となっていた。FM-100 デジタルホルター心電計による加速度信号は、加速度の実信号を処理し、大まかに非動作 0、軽度動作 5、中等度 10 の 3 段階に分けて表示しており、中等度以上は 10 となるように制限がかけられている。

図 3、図 4 には、座位動作時 (デスクワーク中) と立位動作時 (歩行・軽度走行中) の「加速度信号一心拍数関連図」について、両装置の比較を示す。加速度信号・心拍数共に 5 分間の平均値である。

座位作業時には、FM-100 と試作機による結果の差には大きな差異は認められないが、立位動作時には、加速度信号が測定限界を越えてしまい定量的値は得られなかった。従って、試作の加速度計と SM-28 による身体活動度に比し、前述のように FM-100 デジタルホルター心電計による身体活動度は、動作の有無の判定には有用であるが、加速度信号の上限が一定値に制限されているため、運動強度・身体活動度を評価する上では、試作加速度計から得られるような定量性は認められなかった。

両者の比較検討の結果、FM-100 デジタルホルター心電計では、設計思想として運動強度の

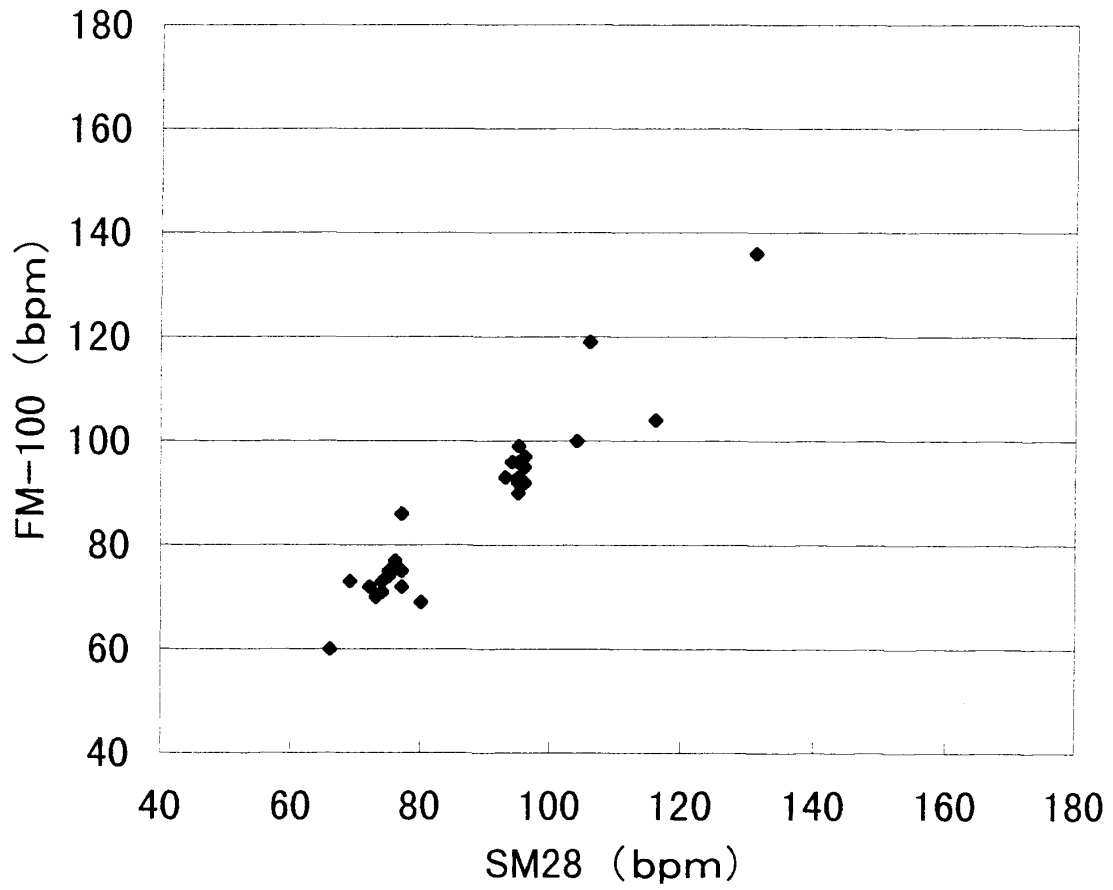
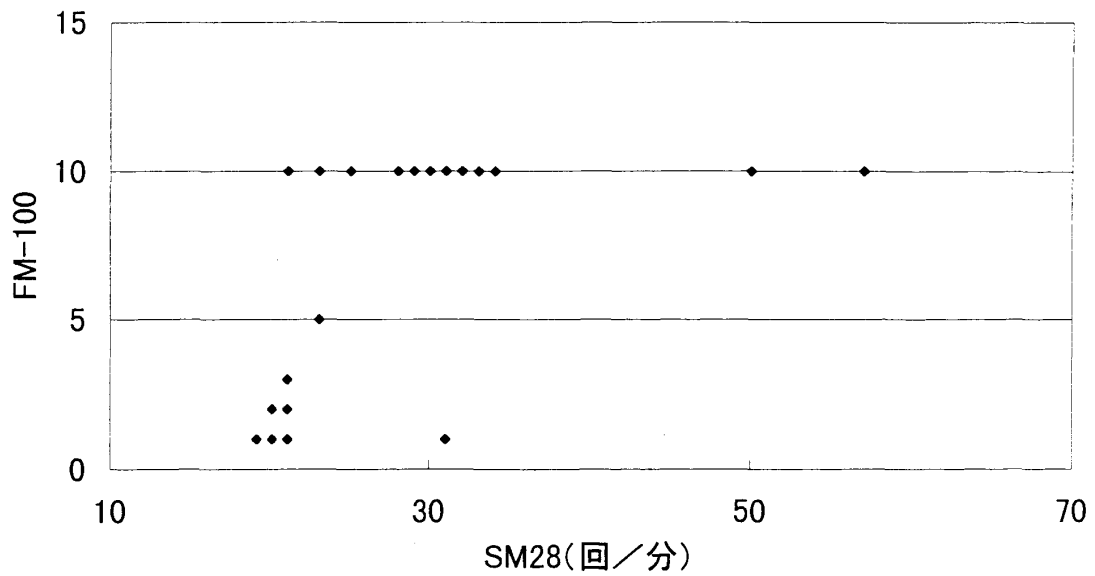


図1 SM28 と FM-100 の心拍数の関係

SM28とFM-100の加速度の関係



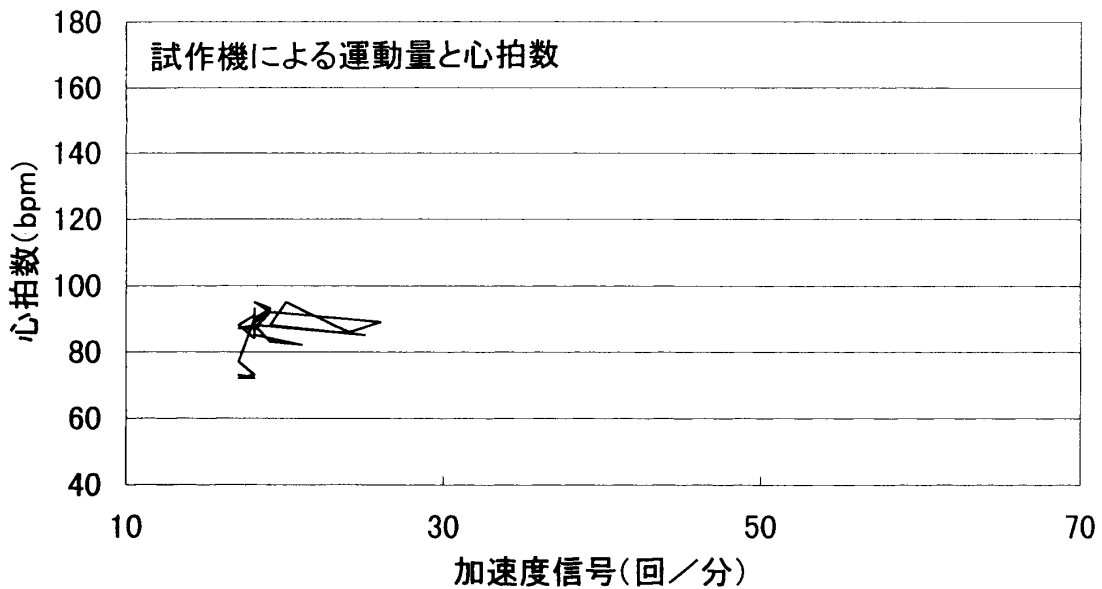
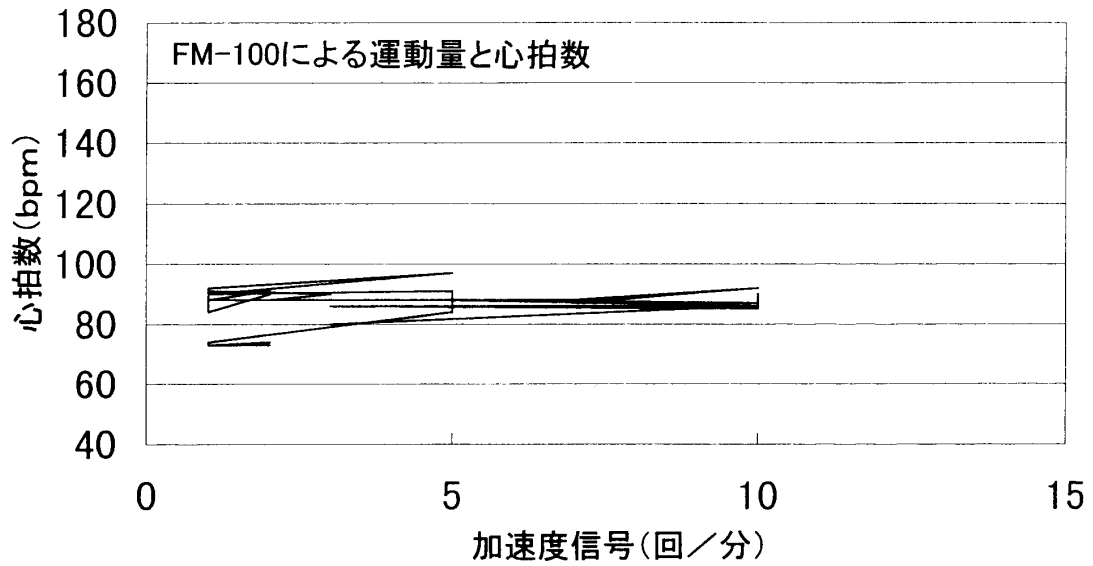


図3 座位作業時

測定を目的にしたものではなく、心電図診断の上で、心電図変化が本来のものか、動作に伴うアーティファクトかの判定を目的としたものであることが分かった。

### 考 察

近年、生活習慣病の予防および治療に運動が積極的に利用されている。

生活習慣病は長い間の生活習慣によって作られるとされ、その多くは、都市型生活による非活動性が最大の原因とも考えられている。各種の生活習慣病と呼ばれる疾患は、積極的に日常生活に運動を取り入れることで軽減されること

が多い<sup>9,10)</sup>。

各人に適した運動量の設定、運動が与える負荷強度を知るためになんらかの指標が必要になる。そこで、日常生活における身体活動度をモニターしたり、運動量あるいは、運動の身体に対する負荷量を知る方法および手段が要望されている。

著者らは、SM-28 ホルター心電計と試作した加速度測定用アダプタを用い、日常生活における身体活動度の解析・評価に関する一連の研究を行い、運動量の評価に十分利用できることを報告してきた<sup>5,6,7,8)</sup>。

しかし、問題点としては、装置の容積が大き

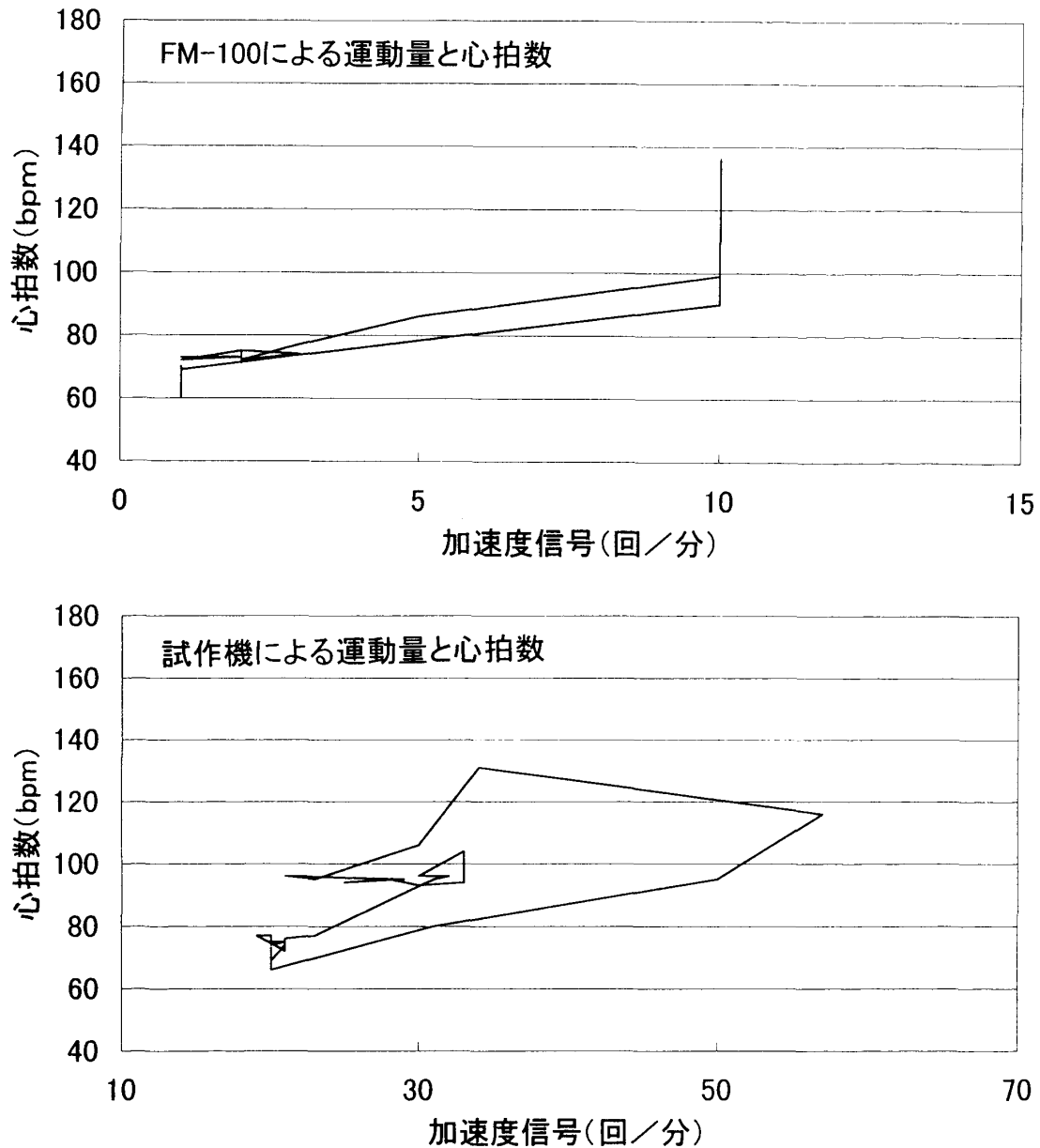


図4 立位作業時

く装着して日常生活をするのには不便であることがあげられる。

試作機は、当初、設計思想として、その他の機能を附加することを目的としていたので、スペースが加速度センサーの数倍もとっていたため、必要以上の容積となっている。

そこで、加速度センサー部分を小さくして再度、設計することが望まれるが、加速度センサー内蔵のデジタルホルター心電計が市販されており、しかも小型であるので、それが活用できれば、手軽に多くの人々が利用でき、著者らの方法の普及にも繋がると考えられた。

しかし、動作試験の結果は、FM-100 デジタルホルター心電計による加速度信号は、変化の上限が、一定値に制限されており、動作の有無の判定には有用であるが、運動強度や身体活動度を評価する上では、試作加速度計から得られるような定量性は認められなかった。

ホルター心電図の研究により、日常生活中心電図は、動作や姿勢の影響で波形が変化することが知られており、ホルター心電図を判読する際には、体動の有無を確認する必要があるとされている。FM-100 デジタルホルター心電計の加速度信号は現れた心電図の異常波形が、動

作や姿勢が原因かどうかを判断する目的で付けられたものといえる。

ホルター心電計は当初、心電図記録のみを行っていたが、姿勢のモニターや呼吸・睡眠・体温・血圧の測定など、心電図情報以外の生体信号への応用が行われるようになった<sup>11,12,13,14,15,16)</sup>。

運動量・身体活動量に関しては、万歩計を利用し、歩数とそれから導かれる代謝量などを利用する試みも報告されている。加速度センサーの利用も多いが、研究者がそれぞれに独自に、運動量の解析方法の開発や評価方法の検討を行っている現状である<sup>17,18,19,20,21,22)</sup>。

一口に運動量・身体活動量といっても、日常生活のどんな運動量を知りたいのか、日常生活の運動・動作のどんな情報が在宅高齢者の健康状況や残存機能を表し、独居可能あるいは介護の用不要を知る上で有用であるのかについては、まだまだ、混沌としている。

著者らの方法は、行動量、運動強度、動作量と運動が心臓にどの程度の負荷となっているかを総合的に判定できる点が特長である。

## 文

- 1) 日本医師会編：健康運動のガイドライン，医学書院，東京，1994.
- 2) 日本循環器学会・運動に関する診療基準委員会（委員長村山正博）編：運動療法に関する診療基準，1989年度報告，Jap Circ J. 55：Suppl, 1991.
- 3) 村山正博：心疾患運動療法における診療基準—日循学術委員会報告—，循環器専門医，3，163-165，1995.
- 4) アメリカスポーツ医学協会編（日本体力医学会体力科学編集委員会 監訳）：運動処方指針，原著第3版，南江堂，東京，1989.
- 5) 平野三千代他：体表面筋電図と加速度信号による日常生活行動の解析，心電図，9，S-1-9，1988.
- 6) 平野三千代：Holter心電図記録時の運動量と行動記録情報解析，加速度頻度—心拍数関連図を用いて，Jap Circ J. 57（March），341，1993.
- 7) 平野三千代：心拍数と加速度頻度による日常生活の運動量と身体活動度の解析およびその評価法，岩手女子看護短期大学紀要，1，37-45，1993.
- 8) 平野三千代，戸田桂子：看護学生の日常生活中

携行する部分の装置の小型化は比較的、容易に実現できるが、問題点は著者らの「加速度信号—心拍数関連図」を作成するためのデータ処理が煩雑であることにあり、それが実用化を妨げている。

本方法はその応用性が広いことは多くの人に理解されているが、試作機であるため実用化されていない。

本方法の普及のためには、試作機ではなく、データ処理が自動化された実用機の開発が望まれる。

## まとめ

市販の加速度信号の同時記録可能なホルター心電計を利用し、日常生活の心電図と加速度信号を同時記録した。市販の加速度信号の同時記録可能なホルター心電計は動作の有無の判定には、有用であるが加速度信号の上限が一定値に制限されており、運動強度・身体活動度を評価する上では、試作加速度計から得られるような定量性は認められず、著者らの試作機の改良と実用機の開発が望まれる。

## 献

- の運動量と心機能の同時判定法，看護人間工学研究誌，1，59-64，1998.
- 9) 村山正博：虚血性心疾患のリハビリテーションと運動療法，循環器専門医，4，37-43，1996.
- 10) 藤浪隆夫：生活習慣と心臓疾患，Cardiologist，2，304-305，1997.
- 11) 岡村哲夫他：長時間連続心電図の研究，体位情報同時記録によるST-T判読の改善，日内会誌，71，188，1982.
- 12) 大塚邦明他：24時間呼吸心電図記録の臨床的応用，cheyne-strokes症候群への応用，心電図，5，9，1985.
- 13) 平野三千代他：体表面筋電図を応用した行動記録メモの試み，心電図，7，S-1-13，1986.
- 14) 武者春樹他：体位および呼吸情報同時記録Holter心電計の開発，心電図，8，S-1-1，1988.
- 15) 後藤敏之他：多誘導記録と体位，歩行状況の同時記録を可能にしたホルター心電図付加装置の開発，医用電子と生体工学，26（特），377，1988.
- 16) 猪岡英二他：運動量を加味したホルター心電計

- の開発, 医用電子と生体工学, 28 (特別号), 420, 1990.
- 17) 稲田紘也: 在宅医療における ME 技術の応用の現状と課題, BME, 7, 1-7, 1993.
- 18) 稲田紘也: 携帯型血圧・心電図・身体活動度同時モニタリング装置の開発, 病態生理, 11, 865-870, 1992.
- 19) 山越憲一: 日常生活のバイタルサイとそのセンシング法, セキュリティ, No. 63, 56-59, 1991.
- 20) 牧川方昭: 高齢者支援と ME, 日常行動のモニタリング, BME, 10 (5), 39-48, 1996.
- 21) Hambrech R, Niebauer J, et al: Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: Effects on Cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions, J. Am. Coll. Cardiol. 22, 468-477, 1993.
- 22) 大河原千鶴子, 酒井一博: アクティブトレーサーによる入院患者の活動量定量測定—術後および高齢な患者との比較・検討, 看護人間工学研究誌, 1, 18-22, 1998.