

日常生活の中のホルターモニターの応用に関する最近の動向

解剖生理学 平野 三千代

Movement of Application of Ambulatory Monitoring

Michiyo HIRANO

Abstract; 高度経済成長のおかげで国民の生活水準が向上し、高度な高齢化社会を迎えようとしている。また、医療技術の進歩により、医療または健康に対する考えは大きく変化してきている。医療または健康に対する考えが変化する中で、著者らが以前から実施してきた日常生活の中の運動量および心機能の解析、日常生活の中の諸活動の運動量と運動が生体へ及ぼす負荷量を同時に判定する方法等、日常生活の中の諸情報のモニターに関する一連の研究の今後の発展方向を探るために、日常生活の中の諸機能のモニターに関する研究をとりまく現状を、QOLを高めるための健康運動の現状、各種疾患における運動療法、時間生物学、高齢者在宅医療の面から概説する。

key word: ホルター心電図、身体活動度、Life style Modification、運動療法、時間生物学、高齢者在宅介護

はじめに

高度経済成長とともに、国民の生活水準が向上したことと、医療技術の進歩のおかげで我が国の平均寿命は、年々記録を更新し世界一の長寿国となり、高齢化社会に向けて邁進している。

目前に迫る本格的な高齢化社会に対応するために、厚生省や労働省など、国では様々なケアプランが立てられ、それらに基づいた諸種の事業が盛んに推進され、なかでも健康づくり運動が広く国民に浸透してきている。¹⁾

その結果、最近では、単に命を永らえるというよりは、老後を心身共に健康で豊かに充実して暮らすという、いわゆるQOL (Quality of Life) 維持しつつ在宅で過ごすという考え方が広く受け入れられてきている。

本論ではこのように、最近の、医療または健康に対する考えが大きく変化してきている状況において、著者らが携わってきた日常生活の中の行動情報、身体活動度および運動量に関する研究のこれからの方向性を探ってみることを目的とし、関連するいくつかの分野の現状をホル

ターモニターが応用し得ると思われる部分について述べたい。

著者らはこれまで、日常生活の中のホルター心電図に関する一連の研究を行ってきており、日常生活が心電図の変化を誘発すること、被検者の姿勢が心電図に影響を及ぼすこと、また、心電図を評価する上で被検者の動作や身体活動度の情報が必要とされていること等を報告してきた。そこで、被検者の動作や身体活動度の情報を得るため、著者らは体表面筋電図および加速度信号と心電図の同時記録法の研究、さらに日常生活の中の動作および身体活動度を解析し、利用する方法を検討してきた。^{2,3,4)} また、日常生活動作中の心機能と身体活動度を同時に評価する方法についての研究も継続して実施している。⁵⁾

QOLを維持しつつ生活する上において、日常生活を普通に過ごすためには十分な身体活動能力が必要とされており、身体活動能力の評価法の確立が要望されているにもかかわらず、身体活動度についての研究は諸種あるがこのよう立場での研究はまだない。

また、最近の医療の発達・高度化により、多

少の病気は治療法が大きく変わり、日常生活がおくれる程度の身体活動度を得るまでに回復する可能性を有するまでになってきている。そこで退院後にも、重複するが、ただ生きているだけではなく QOL が問われ、どうすれば健康で豊かに日常を生きることができるかということも多くの人々が考え始めてきた。QOL に対する考え方の普及に関しては、リハビリテーション医学、看護学に携わる人々の貢献が大きいように思われる。

QOL の定義を調べてみると、生活力、健康状態、身体活動を有し、総合的な人生 life に対する満足度、幸福感の質を現わすとされるが、それらの中で、身体活動度は社会性を保つ上で重要な要素となると思われる。現実には、運動を習慣的にしてきた人は、してこなかった人に比較して、高齢者で調べたところでは、諸機能の維持の割合が高いことが知られている。そこで、運動を習慣的に実施し健康な国民を造るために、厚生省、労働省は、国民の健康運動を数年前から強力に推進し、各方面に受け入れられ浸透してきている。これは1つには、将来、高齢者の医療費負担の増大を軽減するためのみならず、高齢化社会の労働の担い手を得るためにも、健康な生活を支える身体活動度を有する国民が必要とされていることを示している。

日本医師会では、健康運動を推進するにあたり、「健康運動のガイドライン」を出している¹⁾。

それによると、健康運動を指導する際には

1. 安全性の確認
2. 運動処方作成
3. 運動効果の評価

の3つの項目についてチェック (medical check) することが安全で効果的に運動を行う上で重要であると言っている。上述の1~3のいずれにおいても運動強度と心血管系との関係を解析し、評価し得る著者らの研究は有効に応用しうるものと思われる。そこで、健康運動がどのように実施されているのか、現状について概説する。

1. 健康運動の現状

従来は、潜在的な異常を早期に発見する目的で、異常を誘発させるために、積極的に運動負荷が実施された。最近では、上記に加えて、スポーツマンの運動能力の増大を図るための訓練としての運動、中高年者のための健康維持増進のための所謂健康運動、各種疾患のリハビリテーションのための運動が実施されている。各種運動はその目的によって、運動強度、運動方法などが異なることは勿論であるが、各運動を実施するにあたって、その運動を実施しても良いかを予め、チェックしておかなければならない。

健康運動のための medical check は

1. スポーツマンあるいは健康人のため運動
2. 中高年者のための健康運動
3. 各種疾患のリハビリテーションのための運動療法としての運動

と、その目的によっておのずと方法が異なる。medical check のための運動負荷試験については日本循環器学会・運動に関する診療基準委員会 (委員長・村山正博) の報告がある。⁶⁾

この報告は以下の5つの章からなっているので参照されたい。

1. 運動負荷試験の一般的事項
2. 冠動脈疾患診断のための運動負荷試験
3. 急性心筋梗塞後の運動負荷試験
4. 心機能診断のための運動負荷試験
5. 健康人における運動負荷試験

本報告によると、健康人または外見上健康人とは現在治療中や経過観察中の疾患がなく、疾患の存在を強く示唆する自覚症状のないものをいうとしている。また、健康人における運動負荷試験の目的は (1) 潜在的な心疾患を早期に発見し、突然死などの運動や日常生活上の予期せぬ心臓事故を防止する。(2) 健康づくりのための安全かつ有効な運動の指導を行う。などとしている。

適応と禁忌は健康人に対しては絶対的な適応は少ないとし、相対的適応には (1) パイロット、消防士、警察官、バス・タクシー・列車等の運転手 (2) 冠危険因子を有する40歳以上

表1. 運動強度設定法(文献1、p.72より引用)

1. 心拍数 (HR) による設定法
1) 最高心拍数の65-80%
2) Karvonen の式による設定
$HR = (\text{年齢別最高HR} - \text{安静HR}) \times k + \text{安静HR}$
k:定数0.5-0.7
3) 100-120拍/分
2. 酸素摂取量による設定
1) 換気閾値の80-100%
2) 最高酸素摂取量の50-70%
3. 自覚症状による設定
1) 病的症状の出現レベルの80%
2) Brog 指数の11-13程度
4. 心電図による設定
1) ST 変化の出現レベルの80%
2) 不整脈発生のレベルの80%

の男性あるいは60歳以上の女性、(3)心疾患によるとは考え難いが、心疾患を否定できない自覚症状を有する人 (4) スポーツを始めようとする人あるいは現在行っている人などがあげられる。健康人では運動負荷試験の禁忌はないが、感冒などの急性疾患罹患時は避けるべきである。

参考までに、健康運動実施時の運動強度設定法を表1に、さらにとくに中高年者を対象に中高年者に適する運動、適さない運動を表2に示す。表1のKarvonenの式による設定は、著者

らが1979年に発表した運動の負荷指標に考えが極めて近似している。⁷⁾

村山らは運動療法に関する診療基準⁶⁾のなかで、心疾患患者の運動療法において適正な、運動強度の決定はきわめて重要であるといっており、さらに運動強度は不活動によるdeconditioningを解消し、よりよいphysical fitnessの状態を保持し、かつ、安全性を十分配慮した許容範囲として決定すべきであると述べているが、著者らも全く同様の考えであり、許容運動強度の定量・評価が必要あるいは有用性が高い

表2. 中高年者に適する運動と適さない運動 (文献1、p.73より引用)

1. 適する運動
ウォーキング (6 km/時間以下)
ハイキング (標高2,000m以下、4 km/時間以下)
軽いランニングまたはジョギング (過体重の者は禁忌、アスファルトの道路は避ける。8 km/時間以下)
サイクリング (18km/時間以下)
水 泳
ダ ン ス
テ ニ ス (ラリーを中心に行う)
卓 球 (軽いラリー)
2. 適さない運動
高度の技能を要する運動、競技的性格の強い運動
ストレスの多い運動、筋力を要する運動
無酸素的負荷およびインターバルトレーニング
重量挙げ、格闘技、フェンシング、ウィンドサーフィン
器械体操、スカッシュ、スキー滑走

と考えている所以である。

II. 各種疾患における運動療法

上述のように従来、運動負荷試験やホルター心電図検査は、潜在性の虚血性心疾患の早期発見のため、あるいは治療経過および薬剤の効果判定のために実施されてきた。

しかし、最近の動向として、運動は、積極的に治療の1つとして利用されるようになってきている。心筋梗塞の治療法としての、スポーツ療法⁸⁾が1982年に発表されて以来、心疾患のリハビリテーションの概念が発達し、現在では、積極的に治療法の1つとして運動が用いられている。⁹⁾

A. 虚血性心疾患における運動療法

日本循環器学術委員会では、村山を委員長として、1995年に「心疾患運動療法における診療基準」を検討し報告している。¹⁰⁾

そこで問題になるのは、安全に効果的な運動療法を実施する上での指標となるものが要望されることである。

すべての患者に一律な運動を負荷してもよいのか、どの程度の運動が効果的なのか、日常生活に耐えられる身体活動とは、どの程度なのか等、まだまだ明らかになっていない問題が沢山ある。どの程度の身体活動度であれば冠動脈硬化を改善させ得るかに関してはHambrechtら

の報告がある。¹¹⁾

それによると、安定型狭心症患者62名を1年間、フォローアップした結果、1週間に2,200kcalの身体活動量のときに冠動脈硬化が改善していたという。2,200kcalというのは1週間に5~6時間の運動に相当する。1週間に1,000kcal以下の身体活動量では冠動脈硬化は増悪していたという。また、運動療法と食事療法を組み合わせた場合でも運動量による効果に有意差が認められたとのことである。

牧田ら¹²⁾は、運動療法は虚血改善効果に認められるものの現在のところ、運動強度や運動量に関して具体的な指針は出されていないと言っていることから分かるが、日常生活の諸動作および身体活動度の解析法・評価法に適切な方法がまだ確立されていない。

身体活動・姿勢の無拘束計測装置による、日常行動のモニターの解析データの記録表示は、牧川の方法が一般的である。¹³⁾ (図1)

著者らのデータでも、心拍数、身体活動度(加速度の頻度)を、図2aのように現わされる。著者らがとくに提案している日常生活の運動量を心機能と同時に評価する方法は両者を合成し表現する方法である(図2b)。図3は図2と同一人について同じ時間内の運動量・心機能を、異なった日に検査したものである。図2bでは、運動量が多かったことを現し、図3では運動量は図2bより少ないが、心拍数が多く、

牧川方昭：日常行動のモニタリング

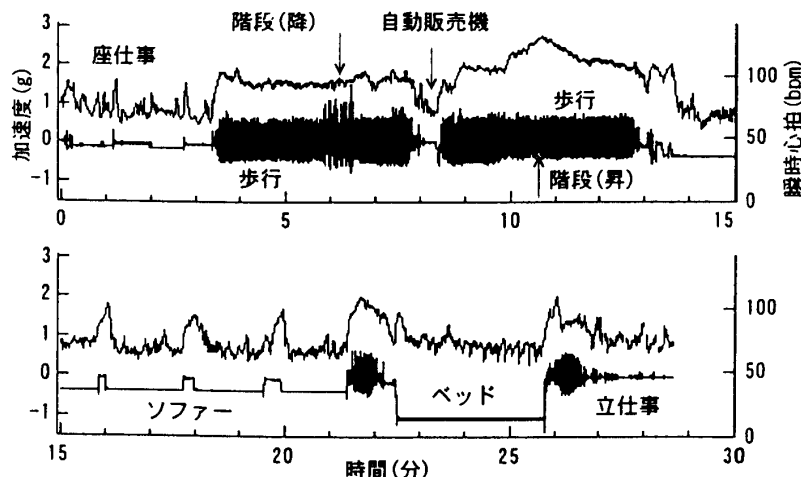


図1 日常生活における体動、心拍の計測例

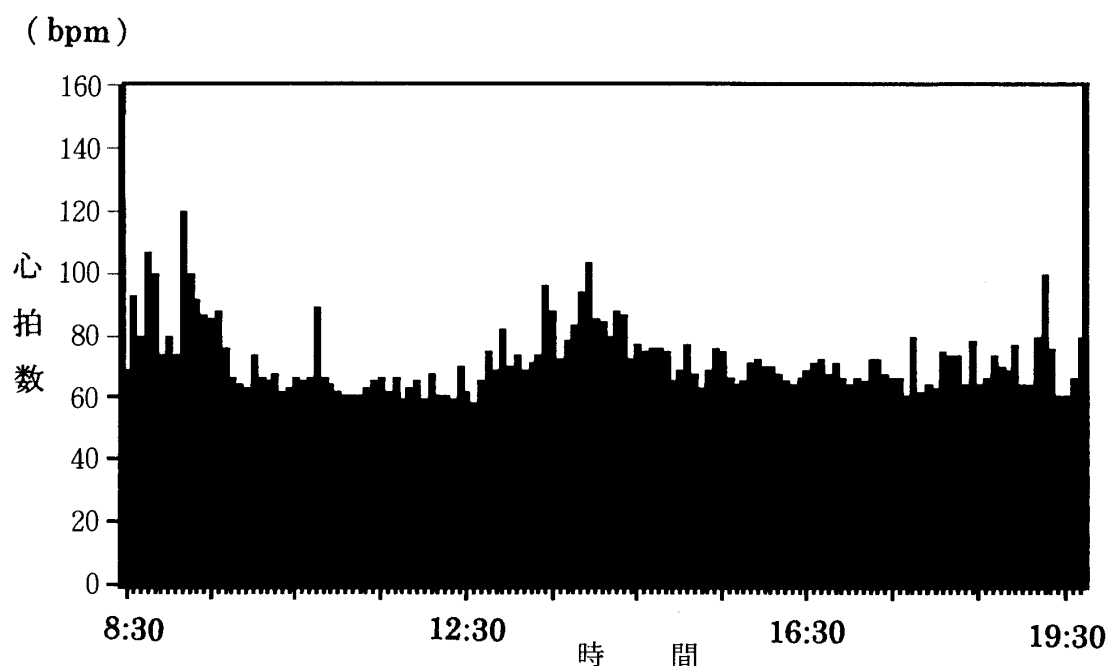
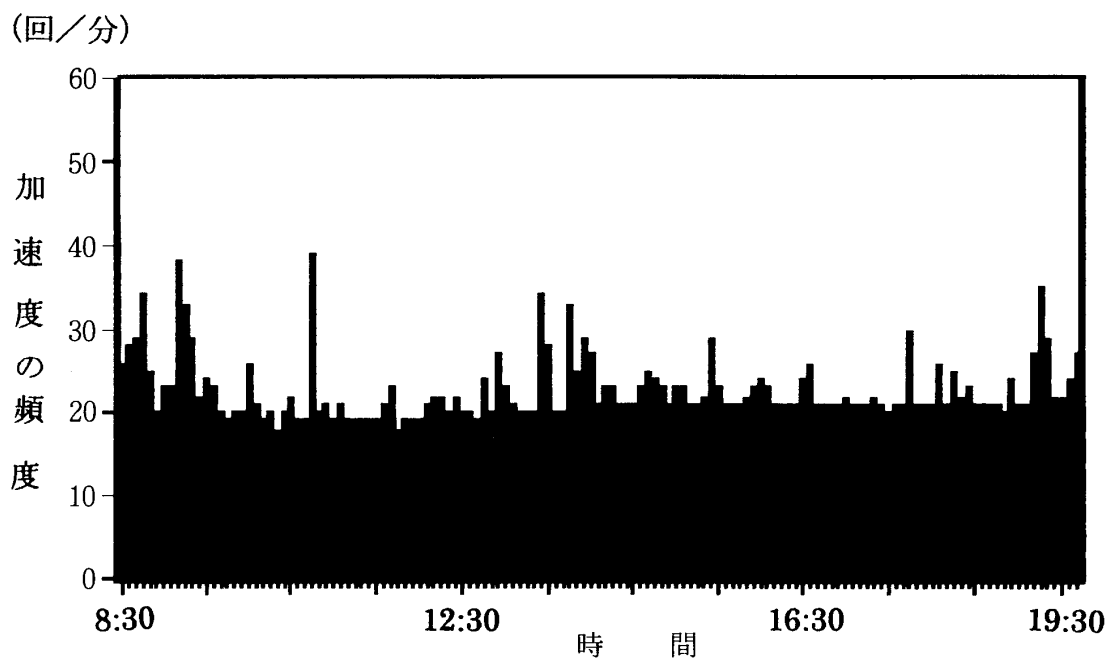


図2a 日常生活中(8:30-19:30)の運動量と心拍数の経時変化

staticな緊張を要する仕事が行われたことが推測される。心機能に対する負担が運動によるものか、精神的な負担によるものかの区別が容易になる点が著者らの方法の長所である。

虚血性心疾患における運動療法は、病態や病期によって目的が異なり、急性期の院内リハビリ期・退院から社会復帰まで・社会復帰後の維持期によって実施方法が異なると思われる。急性期の院内リハビリ期の運動療法は、最近で

は、広く普及してきているが、退院後については設備や専門の技術者の不足の問題のために普及していない。

退院後の社会復帰まであるいは維持期の運動療法はQOLを高める上で極めて重要であるので、在宅の運動療法を安全に(監視下、非監視下いずれにおいても)効果的に実施する方法の早期実現が望まれている現状である。

また、従来の医学や看護の研究は、どちらか

たとえば、「事物」あるいは「動物」を対象としてきた。続いて、「ヒト」が対象にされてきた。いま、これからの対象は「人間」がその対象となりつつあるといわれている。土肥は¹⁴⁾、ライフサポートテクノロジーの立場から生命から生活へと広く人間の生活を工学的に支援する技術の研究を進めており疾病を有する人の生命

維持支援、高齢者・障害者のみならず、介護者をも支援する機器の開発が必要であると述べている。

人間の生態学ともいうべき研究分野が日本で始まりかけている現状で、さらに日常生活を支援する上で、日常生活の行動様式を解析・評価することで今、何が特に求められているかを知

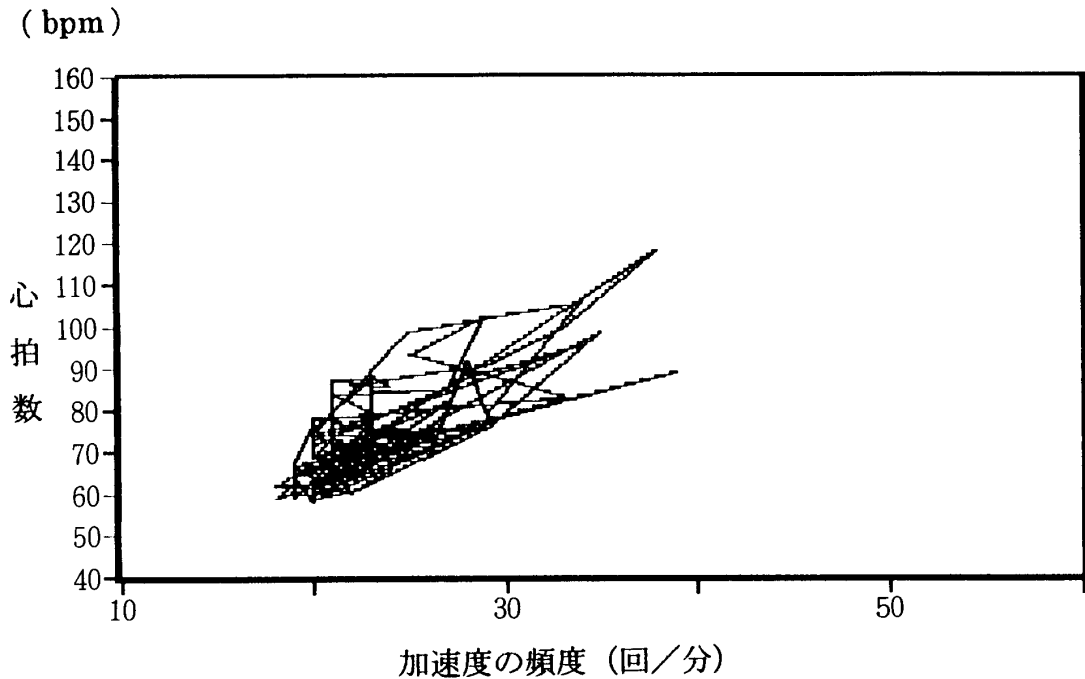


図 2b 日常生活中 (8:30—19:30) の運動量と心拍数の同時表示

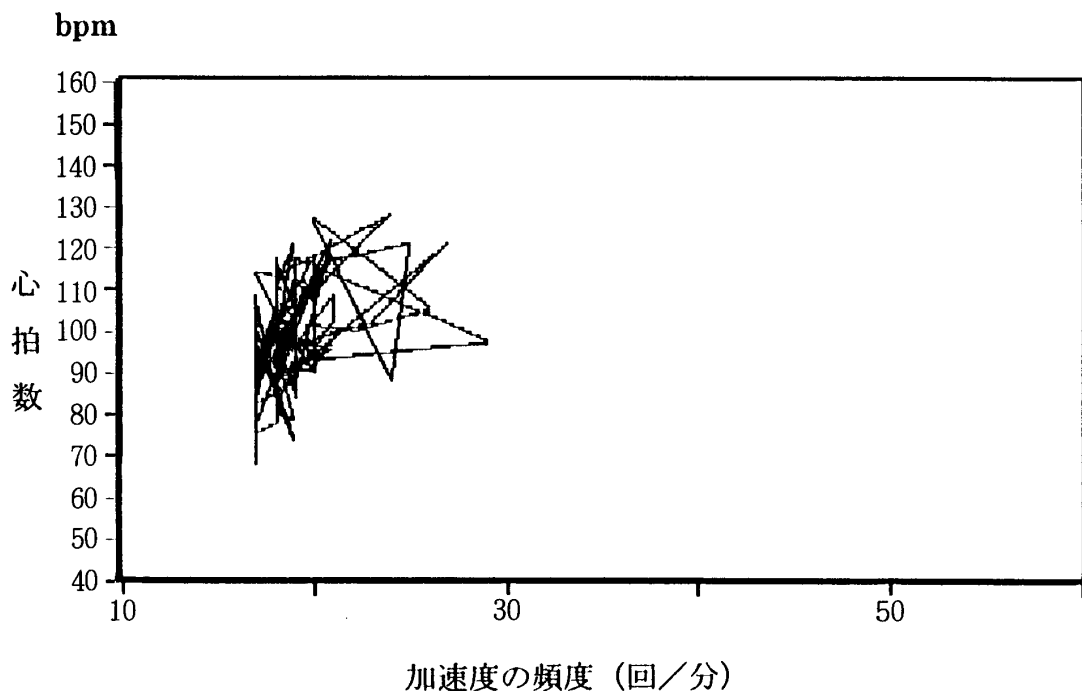


図 3 他日、同時時間帯 (8:30—19:30) における運動量と心拍の同時表示

る事は重要である。

欧米では behavioral medicine を教育に取り入れているというが、behavioral に「人間」を知る上で、われわれの長時間モニター、身体活動度の情報はこの分野でも、諸種の問題を解き明かす1つの手段となり得るように考えている。

B. その他の内科疾患のための運動療法 (Life Style Modification : 生活様式の改善)

平成8年の年末に、厚生省では、従来、成人病とよばれていた高血圧、糖尿病、高脂血症等を「生活習慣病」と呼ぶことに決めた。

高血圧、糖尿病、高脂血症等の疾患に加えて喫煙、肥満、運動不足などは、がんや心血管系疾患の危険因子として知られ、普段の生活習慣に負うところが大きく、生活様式を変えることで、かなりの改善と予防が予想され、食事療法とともに生活様式の改善 (Life style Modification) が重要視されつつある現状である。¹⁵⁾

生活改善のための運動療法は、先述の心筋梗塞患者のリハビリテーションのための運動療法とはおのずと異なり、心筋梗塞の急性期、慢性期など、目的が異なると運動が当然違ってきて、必要とされる身体活動情報もその目的によって当然異なってくる。

III. 時間生物学

心筋梗塞の発作出現時間あるいは虚血性心疾患患者の突然死の発現時間は日常生活のほぼ一定の時間帯に発生することが知られており、生体リズムとの関連が強いといわれる。Mullerらの報告によると突然死の好発時間は、午前10時~11時と午後5時~6時の2つのピークがあるとされる。¹⁶⁾

また、自律神経系に関して、圧受容体感受性低下が突然死を起こすのではないかと、という説もある。¹⁷⁾

また、長期的なストレスなどが冠動脈を硬化させ、社会的あるいは心理的ストレスが致死的イベントを引き起こすと考えられるとする文献もある。¹⁸⁾

自律神経の反応に関しては、ホルター心電図では長時間のR-R間隔を周波数解析するなどにより、生体リズムと関連した情報が得られるようになってきている。心電図R-R間隔変動のスペクトル解析により、不安状態の強い者ほどおよび現実適応能力の自己評価の低いものほど副交感神経機能が低くリラックスできないという報告もある。¹⁹⁾

これらのことから、生体リズムを考慮した時間医学という概念が出てきた。²⁰⁾ 看護を含む医療の現場では、最近のいじめなどに代表されるように、「こころの健康」が重要視されるようになり、看護教育のカリキュラム改正においても精神看護学がとりあげられてきている。精神疾患に関しても、生体リズム異常により、発症する疾患が知られるようになってきている。代表的なものとしては、季節性感情障害²¹⁾、睡眠覚醒リズム障害²²⁾、老年痴呆の行動リズム障害²³⁾などがあり、その診断、治療等に、心電図、脳波、呼吸などの長時間ホルターモニターおよび身体活動情報は今後ますますその応用が期待される。

IV. 高齢者在宅医療

最近、「在宅医療」・「在宅看護」に関する記事や情報が頻繁に目や耳に飛び込んで来るようになったが、そのイメージは曖昧でいろいろに解釈されているように感じられるが、実際に在宅ケアに従事しておられる専門の医師、看護師、学識経験者で検討された定義がある。²⁴⁾

それによると、「在宅医療」は、「外来医療」「入院医療」との相互関係のなかにあって、患者・家族の意志尊重とともに医療上、合目的に選択されるものであり、診療・看護・介護などのサービスは、チーム活動が行われている病院と同レベルであること、さらにそれ以外のサービスも在宅患者の主体的な生活を保障するに必要な内容が含まれていなければならない。

としている。また、「在宅看護」は、単に患者・家族のセルフケアを支援することではなく、自宅で医療を行うものであるから、患者・家族の意志を尊重しつつ、医療がもつべき責任

表3. 本人及び家族が訪問看護に求めていること

療養の世話および療養生活の指導 (164 件)	{ ・清潔面の援助・療養の世話と助言・食事指導・排泄の自立指導・精神や身体面での安楽・痴呆状態への対応等 }
専門的相談 (117 件)	{ ・精神的な支援・療養に対する不安の軽減 } { ・保健医療福祉サービスの相談等 }
医療看護処理および指導 (102 件)	{ ・褥創の処置や予防の仕方・チューブ類の交換や管理・衛生材料の支給・注射・諸検査・苦痛の緩和・緊急事対応・医師との連絡等 }
健康管理・疾病の早期発見 (75 件)	{ 一般状態や病状の観察・合併症や感染症、老人性痴呆症の予防の指導・健康維持のための助言 }
日常生活の維持拡大 (56 件)	{ ・リハビリ指導・歩行、移動方法の指導・寝たきり予防・言語障害の場合のコミュニケーションの取り方・散歩 }
ターミナルケア (4 件)	{ ・精神身体面での支援・医療看護処置等 }

(N=281 <自由記述より> 1990年11月)

『訪問看護の推進のために』訪問看護等在宅ケア総合推進モデル事業の調査報告書：日本看護協会より)

を果たさなければならないとし、在宅看護を実施する上で要望されることとして、

- 1) 医療機関での看護職の役割を、自宅では、在宅看護者がはたす。
- 2) 24時間にわたり、必要に応じ、看護できる体制をもつ。
- 3) 医師・看護職の関係は、原則として医療機関と同様に保つ。
- 4) 地域では医師と看護職は同じ場所にいるわけではないので、看護職の責任は重く、これを踏まえて作られた在宅看護の技術体系をもつ。の4項目をあげ、さらに在宅看護は医療の一環を担うものとして位置づけられている。

ここで、「在宅医療」・「在宅看護」を受ける立場で患者や家族が、在宅医療（訪問看護）に期待していることを表3に示す。²⁵⁾

この表3からも分かるように、少なくとも、健康管理・疾病の早期発見、日常生活の維持拡大の部分には著者らの研究が活用できる分野となり得ると思われる。

この分野の前段階の研究として看護学生の日常生活での運動量と身体活動度の解析を試み²⁶⁾、その有用性を確認しており、その臨床応用上の問題点を検討中である。

在宅医療は本来、疾病を有する患者が自宅で療養をする事を支援するものであるが、最近健

康人を対象とした生活支援システムに関する思想が起こってきている。

高齢化が進行し、一人住まいの高齢者が増加してくる状況が予想されることから、高齢者ができるだけ、長く健康維持ができるようにするための研究、遠隔地から一人住まいの高齢者の健康管理、異常の早期発見ができる方法に関する研究、無拘束で被検者が負担を感じることなく生体情報を検知する方法に関する研究など²⁷⁾、Home Health Care Telemetric という分野の研究が最近のME学会で話題を呼んでいるが、著者らの研究は、この分野への参加も実現し得るものと思われる。

さらに、最近の携帯電話の普及と情報ネットワークの普及は日常行動中の生体情報の通信にも応用化が進んでおり、今後は、前述の一人住まいの高齢者の健康管理などで問題となる無拘束における生体情報収集に利用できるものと思われる。通産省では、在宅介護のモデル事業として、在宅介護機器等の研究開発拠点サービス事業「ウェルフェアテクノハウス」(先端在宅介護システムの家)を全国各地で推進している。今年度は、弘前市と岩手(水沢)等で事業が採択された。これは、高齢者や障害者が快適に安心して暮らせる環境を開発するためのバリアフリーの研究施設・モデルハウスであり、介護を

必要とする人を住まわせ、快適な生活環境を模索すると同時に、介護用品や機器の開発・モニター法の研究および研究開発の展示なども行い、情報提供の場としても機能するものである。

快適な環境において、日常生活における生体情報の無拘束モニターの手段として、被検者に負担をかけないで得られる生体センサーが必要となるものと思われる。

そこで、新しい研究分野として生体情報を検

知する、着てファッションブルな衣服のデザインなども研究の対象となってくるのではないかと考えられる。

以上、著者らの日常生活での運動量および身体活動度に関する研究の今後の発展の方向性を検討してきて、応用分野が広くあることが再確認できた。さらに日常生活での運動量および身体活動度に関する研究の応用分野の現状について考察した。

引用文献

- 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) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 平野三千代：心拍数と加速度頻度による日常生活で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
- 6) 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. III. 1991
- 7) 佐藤忠一、平野三千代他：運動負荷心電図の問題点について、臨床病理、27：907-913、1979
- 8) 戸嶋裕徳：厚生省循環器研究委託費による心疾患リハビリテーションシステム開発に関する研究、昭和56年度業績集、1、142-143、1982
- 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) 村山正博：心疾患運動療法における診療基準一日循学術委員会報告一、循環器専門医、3：163-165、1995
- 11) Hambrecht R, Niebauer J. et al, Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: Effects on Cardio-respiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. J. Am. Coll. Cardiol. 22: 468-477. 1993
- 12) 牧田茂、野原隆司：虚血性心疾患における虚血改善はどの程度有効か、Cardiologist, 2 (5)：320-323, 1997
- 13) 枚川方昭：日常行動のモニタリング、BME、10 (5)：39-48、1996
- 14) 土肥健純：ライフサポートテクノロジーの今後の展望—生命から生活へ—、BME、7 (4)：44-57、1994
- 15) 藤浪隆夫：生活習慣と心臓疾患、Cardiologist、2：304-305、1997
- 16) Muller JE, Geoffreg H, et al: Circulation variation and triggers of on set of acute cardiovascular disease, Circulation, 79: 733-743, 1990
- 17) Anderson JL, et al: Comparative effects of beta-adrenergic blocking drugs on experimental ventricular fibrillation threshold, Am. J. Cardiol. 51: 1196-1202, 1983
- 18) 野原隆司：心臓突然死（改訂版）、医薬ジャーナル、94-110、1994
- 19) 小森賢一、武井茂樹他：健常者の睡眠中における心電図R-R間隔変動のスペクトルの解析、一副交感神経と不安、自己評価との関係、脳と精神の医学、8 (1)：77-83、1997
- 20) 田村康二：時間医学の現況、BME、10 (8)：3-11、1996
- 21) 坂元薫：季節性感情障害研究の展望と今後の課題、脳と精神の医学、8 (1)：45-56、1997
- 22) 内山真、大川匡子他：概日リズム睡眠障害と精神疾患、8 (1)：23-32、1997
- 23) 三島和夫：加齢に伴う概日リズム発現調節機能障害とその憎悪因子および治療対策、脳と精神の医学、8 (1)：33-44、1997
- 24) 日本プライマリ・ケア学会在宅ケア研究委員会：「わが国における在宅ケア制度—その現状と将来展望」、日本プライマリ・ケア学会誌、10：173-182、1987

- 25) 佐藤美穂子：訪問看護に関する教育、老人訪問
看護ステーションの実務・運営と経理・税務、
54、日本プランニングセンター、東京、1993
- 26) 平野三千代：看護学生の日常生活での運動量と
身体活動度の解析、岩手女子看護短期大学紀要、

3：7-15、1995

- 27) 小川充洋、木村裕一他：浴槽内心電図を用いた
個人識別、BME 医用電子と生体工学、35 (1) 82
-89、1997