

## Study on Heart Rate Variability and Self Rated Health during 24 Hours

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-07-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小山内, 弘和, 大石, 健二 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://saigaku.repo.nii.ac.jp/records/686">https://saigaku.repo.nii.ac.jp/records/686</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



# 24 時間心拍変動と 主観的健康観に関する研究

小山内弘和 大石 健二

## I. 緒 言

WHO 憲章では、健康とは「肉体的、精神的および社会的に完全によい状態にあることであり、単に病気あるいは虚弱ではないというだけではない」とされ、健康を検討する上での礎となつて久しい。日本においても、健康日本 21 を基礎とした健康に対する様々な活動が行われている。人々の健康に関する関心の高まりとともに、健康の価値観は大きな広がりを持ち、さらには、社会の変容により個々の健康感が多様化していると感じられる。

一方、人の体は、健康に関する価値観に変容があったとしても、無意識的に生体の恒常性を維持するように機能している。その統御機構の一つとして自律神経系の活動があり、生体内で大きな役割を果たしていることはよく知られている。自律神経系は交感神経系と副交感神経系に分類され、両神経系の相反作用により各臓器・組織を調節している。この自律神経系の測定方法として心拍変動 (heart rate variability; HRV) がある。HRV は心臓の拍動である R-R 間隔を時間領域および周波数領域から解析することにより、交感神経系および副交感神経系の指標を定量化することができる<sup>1)</sup>。この手法は、非侵襲的で簡便な測定方法であることから、運動<sup>2)</sup> や体位変換<sup>3)</sup> などの身体的ストレスの研究がされるとともに、様々な精神的ストレスより変動し、自覚的気分とも関係がある<sup>4)</sup> ことが報告されている。また、HRV 解析は自律神経系から日内変動も明確に示すことができる。人の日常生活が、24 時間の身体的および精神的ストレスなどが混在している状況であることを考慮すると、人全体を包含した生理指標の一つとして自律神経系があり、非侵襲的に、かつ、簡便に測定し定量化できる方法は HRV であると考えられる。

通常、HRV の解析に必要な R-R 間隔データは、心電図、ホルター心電図や R-R 間隔記録計が用いられる。特に、日常生活を含めた HRV の測定には、ホルター心電図や R-R 間隔記録装置が用いられる。近年では、これらの機器が小型化されているものの、その価格は数十万円以上と高価であり、日常的に使用すること、また、多数の被験者を測定することが困難である。これ

に対し、運動・スポーツ現場での心拍数の測定に一般的に用いられてきたPOLAR社製ハートレートモニターでR-R間隔の長時間記録が可能となった。POLAR社ハートレートモニターを用いたHRVの研究では、心電図との同時測定から、短時間の安静<sup>5)</sup>および運動時<sup>6)</sup>において妥当性が報告されている。さらに、小山内はPOLAR社製HRモニターによる24時間HRV解析を行い、その結果が携帯型R-R間隔記録計との間に高い相関関係があることを明らかにした<sup>7)</sup>。これらのことから、HRモニターは24時間HRV解析に有効な機器であり、簡便かつ広範囲に渡って自律神経系の活動を測定することができる可能性を有するものである。

上記のように、人の自律神経系の活動は無意識的に恒常性を維持するように反応しているからこそ、人の健康を生理指標として捉えることができる指標と成り得ると考えられる。しかし、これまでの測定手法の問題から、多数の被験者を対象に日常生活を測定することが困難であったことが現状であり、検討の余地がある。

そこで、本研究では、HRモニターによる24時間R-R間隔測定 of データを用いて日常生活のHRV解析を行い、その変動を検討するとともに、主観的健康観との関連も調査することを目的とした。

## II. 方 法

### 1. 被 検 者

被検者は、大学生28名（男13名、女15名；年齢 $20 \pm 1$ 歳、身長 $163.3 \pm 8.0$  cm、体重 $54.4 \pm 7.6$  kg）とした。

被検者には実験前に測定の内容および危険性、データの取り扱いに関する内容を十分に説明するとともに、質疑に対応し、実験参加の了承が得られた被検者より同意書を得た。また、被検者には未成年者が含まれていたため、それらの被検者には保護者からの同意を得た。さらに、長時間の測定となることから、実験中であっても、心身に違和感や嫌悪感が生じた場合には、即座に中止するよう指示した。本研究は日本体育大学倫理審査委員会の承認（H09-H21号）を得て行った。

測定は全ての被検者で月曜日-火曜日の24時間とした。測定は、被検者の生活を中心とし、開始日の8:50から13:00前後までに測定を開始した。実験中の注意事項として、被検者には21時までには帰宅し、0時までには就床することを心がけること、実験中の飲酒は禁止とし、運動は原則禁止（特に非日常的な運動は禁止）とした。入浴に関して、小山内<sup>7)</sup>は湯船への入浴は記録停止の危険性があることを報告していることから、シャワーのみ可とした。他の日常生活には制限を行わなかった。

## 2. 測定方法

### 1) R-R 間隔の 24 時間測定

R-R 間隔の 24 時間測定は、Polar 社製 HR モニター（Polar RS800, RS800CX, Polar, Finland）を用いて行った。被検者には、専用センサーを胸部に専用ベルトで装着させ、時計型記録計を手首に巻かせた（図 1）。

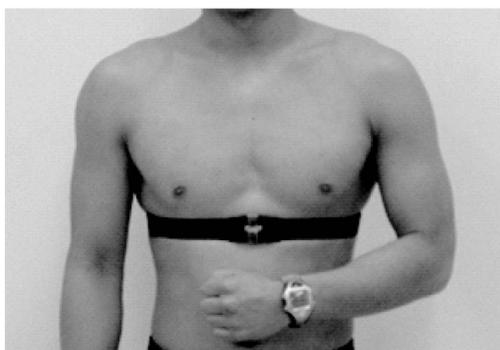


図 1 HR モニターの装着方法

装着に際しては、身体活動に伴うデータの欠損を防ぐため、日常生活に支障をきたさない範囲でベルトを締めるように指示し、被検者自身にベルトの調節を行わせた。データは、実験開始とともに記録を開始し、実験中は記録計のキーロック機能により誤操作を防ぐように心がけた。なお、HR モニターでの 24 時間 R-R 間隔の記録においては、中途停止が生じる場合があることが報告されている<sup>7)</sup>。その際は、事前に配布した再起動の要領に従って記録計の操作を行うことにより、記録を再開させた。記録したデータは、専用インターフェイスにてパーソナルコンピューター内の Polar Protrainer 5（Polar, Finland）に取り込んだ。本研究では、先行研究<sup>1)</sup>を参考に 24 時間中 18 時間の記録が検出されたものを記録成功としてデータを採用した。

### 2) アンケート調査

主観的健康感の調査は、WHO 憲章の健康の定義として広く用いられている「肉体的、精神的および社会的に完全によい状態にあることであって、単に病気あるいは虚弱ではないというだけではない」を参考に、Visual Analog Scale (VAS) による自作アンケート用紙を用いて行った。質問は、「あなたは、今、身体的に健康ですか？」（以下、身体）、「あなたは、今、精神的に健康ですか？」（以下、精神）、「あなたは、今、社会的に健康ですか？」（以下、社会）、「あなたは、今、幸せですか？」（以下、幸福）の 4 項目とした。記録は、質問紙に引かれた 100 mm の線上

の両端を 0 から 100% とし、今の状態を示す部分に、線を引かせた。また、0 または 100% の場合は、数字を囲むよう指示した。記録時間は、開始時、17:00、夕食前、21:00、就床前、起床時、8:30-9:00、昼食前、終了時の 9 回とした。指定された時間以外の記録に関しては、記録時間も記入するようにさせ、指定時間に記録を忘れた場合は記録をしない、または、記録時間を記入したうえで記録を行うことを指示した。

### 3. 解析方法

#### 1) R-R 間隔の周波数解析

データは 80% 以上の被検者のデータが存在する一日目の 12:30 を開始時間とし、2 日目の 12:10 までの 23 時間 40 分のデータを用いた。

Polar Protrainer 5 に取り込まれた R-R 間隔は、テキスト変換した後に Memc Calc Chiram (GMS, 東京) に取り込み周波数解析を行った。周波数解析は 5 分ごとに行い、心拍数 (Heart Rate; 以下, HR), 周波数解析の低周波成分 (Low frequency component; 0.04-0.15 Hz, 以下, LF) と高周波成分 (High frequency component; 0.15-0.4 Hz, 以下, HF) を求めた。また, HF を対数変換した  $\ln HF$ , LF を HF で除した LF/HF も算出した。本研究では, HF および  $\ln HF$  を副交感神経系の指標, LF/HF を交感神経系の指標として用いた。

HR, HF, LF/HF,  $\ln HF$  は, VAS との比較を行うため, 被検者毎に VAS の記録時間の間隔 (8 区間; 開始 (12:30)-17:00, 17:00-夕食, 夕食-21:00, 21:00-就床, 就床-起床, 起床-起床後 (8:30-9:00), 起床後-昼食, 昼食-終了 (12:10)) の値を算出するとともに, 平均値を求めた。

#### 2) アンケートの解析

VAS による主観的健康感の解析は, 全長 100 mm の記録部分を定規により計測し, 100 mm を 100% とした時の実測長 (mm) を健康観の測定値 (%) として用いた。

### 4. 統計処理

本研究では, R-R 間隔の記録データが 18 時間以上であった被験者を対象として以下の統計処理を行った。

HRV および VAS の結果では, 睡眠時と解析時間の差を確認するために, VAS の各指標および VAS の解析時間と同区間での HRV の各指標と, 睡眠時に当たる時間 (HRV: 就床-起床, VAS: 起床) とを Wilcoxon の符号検定を用いて比較した。また, HRV と VAS の関係性を確認するために, HRV の各指標と VAS の各指標との相関関係を Pearson の相関係数を用いて検

討した。

統計処理は SPSS 11.0 J for Windows を用い、危険率 5% を持って有意とした。

### Ⅲ. 結 果

#### 1. 24 時間 HRV 解析の各指標の変動

本研究では、HR モニターを用いて 24 時間 R-R 間隔の記録を 28 名行った。記録データが 18 時間以上であった記録成功率は 24 名 (86%) であった。

図 2 は、24 時間の HR および LF/HF, HF と lnHF の平均値の変動を示したグラフである。

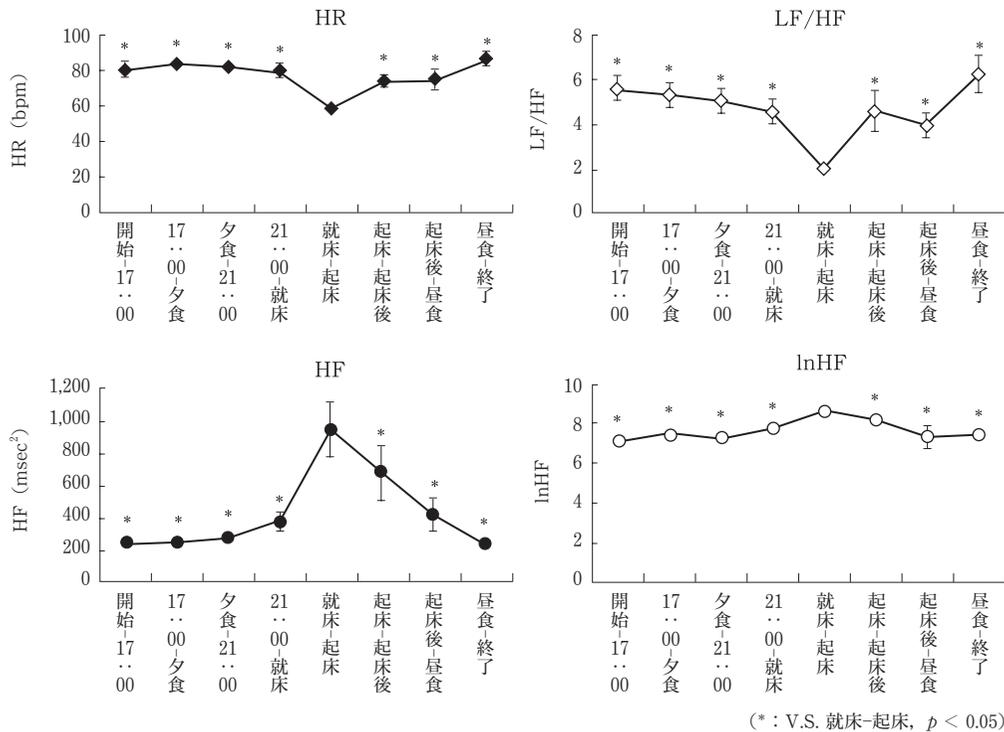


図 2 HRV 解析各指標の 24 時間変動

HR および LF/HF は日中に高い値を示し、夜間に低下、起床とともにその値が上昇するといった、明確な日内変動が観察された。就床-起床の値はすべての時間の値より有意に低値を示していた。HF および lnHF は、HR と LF/HF とは逆に、日中に低い値を示し、夜間に上昇し、起床後徐々に低下してくるという変化を示した。就床-起床の値はすべての時間の値より有意に高値を示していた。

## 2. 主観的健康感の変動

図3は、主観的健康感の身体、精神、社会と幸福の平均値の変動を示したグラフである。

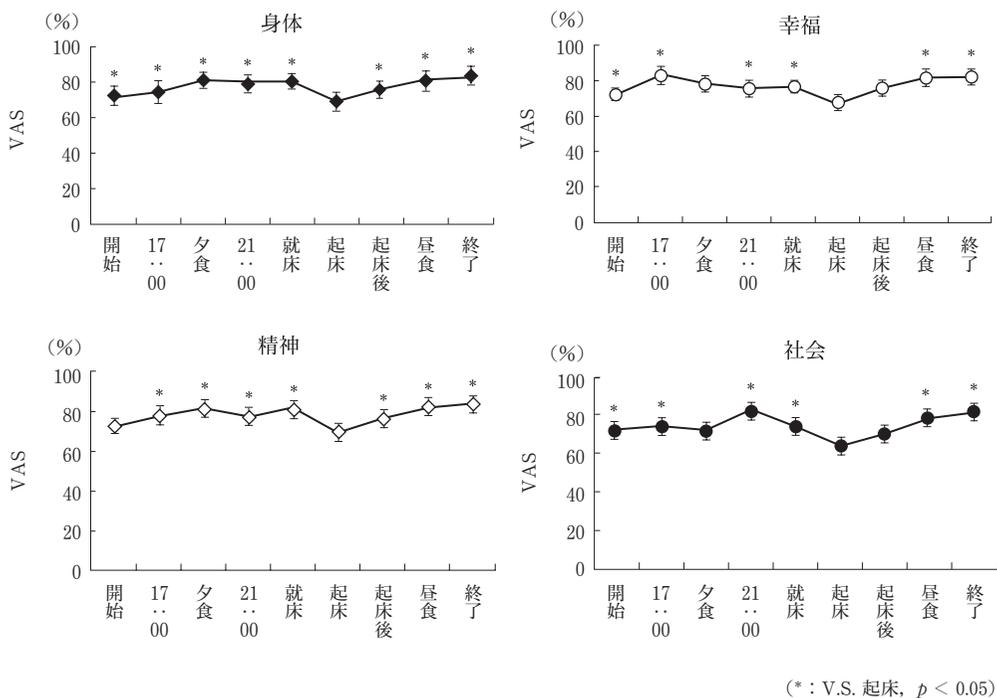


図3 VASの各指標の24時間変動

すべての項目で、起床時に低値を示す傾向が観察された。起床の値は他の時間と比較して多くの時間で有意に低値を示した。

## 3. 24時間のHRVとVASの相関関係

表1は、HRVの各指標と主観的健康感を一致させた8区分の相関関係を示したものである。

HRとLF/HFでは、LF/HFと社会以外の全てでVASの指標との間に有意な正の相関関係が観察された。一方、HFとlnHFと全てのVASの指標との間には有意な負の相関関係が観察された。

表 1 HRV と VAS の相関関係 (全時間)

		身 体	精 神	社 会	幸 福
HR	相関係数	0.79	0.79	0.76	0.88
	<i>p</i>	0.02	0.02	0.03	<0.01
LF/HF	相関係数	0.78	0.79	0.69	0.77
	<i>p</i>	0.02	0.02	0.06	0.02
HF	相関係数	-0.89	-0.92	-0.80	-0.97
	<i>p</i>	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
lnHF	相関係数	-0.76	-0.81	-0.77	-0.81
	<i>p</i>	0.03	0.02	0.02	0.01

#### IV. 考 察

本研究では、HRV と主観的健康感との関連について検討することを目的とした。

日常生活の HRV 解析は HR モニターを用いた 24 時間 R-R 間隔により行った。本研究では、28 名中 24 名のデータを使用した。小山内<sup>7)</sup>は、HR モニターを用いて 24 時間 R-R 間隔を記録し、24 時間 R-R 間隔記録の成功率が約 76%であったと報告している。一方、本研究では、18 時間以上のデータが記録されたもの<sup>1)</sup>としていることから、先行研究と比較して高いデータ採用率であった。先行研究における記録成功の条件は、中途停止をしなかったものとされていた。本研究においても、中途停止が生じた実験は 8 例であり、先行研究と同様の記録成功条件の場合では 71.4%とほぼ同数の成功率を示した。また、小山内<sup>7)</sup>は、本研究と同様の方法にて HR モニターの胸部センサーを固定し記録成功を報告しており、その有用性を示唆した。本研究では、先行研究と同様の基準であったとしても本研究の記録成功率は同様の数値を示しており、胸部センサーの固定に関しては、HR モニター付属の専用ベルトでも 24 時間 R-R 間隔の測定が可能であることを明確にした。この結果は、HRV 測定における簡便性の高さを強調するものである。さらに、HRV 解析の各指標の 24 時間変動は、先行研究と同様の日内変動を示しており、測定結果においても十分であることを示した。

主観的健康感に関する研究では、熊谷ら<sup>9)</sup>は、性および年齢による身体・精神・社会・生きがいに関する VAS を行い、どのライフステージにおいても、主観的健康感が包括的健康指標として有用であることを報告している。本研究では主観的健康感の各項目に対して定義付けを行わなかった。これは、主観的健康感はそれぞれの価値観や状況に大きく左右されるもので、個人内に存在するもののみが当人の主観的健康感であると考えたためである。このことが質問に対する回

答に対し大きな影響を及ぼしたことは当然予想される。しかし、個人の主観的健康感を評価するに当たっては必要十分で、本研究の結果は、主観的健康感と生理的な指標としての自律神経系の反応の関係を示した有用な知見であると考えられる。さらに、本研究では、主観的健康感が日常生活を通して一定ではないとの前提で、24時間の測定中に9回の測定を行った。その結果、主観的健康感においても起床時にすべての項目で低値を示す傾向があることが観察された。起床時は、日常生活の中で最も安静状態と考えられる睡眠直後の回答であることから、覚醒時中の回答とはデータの示す意図が変化する可能性が考えられるものの、今回はその原因を明確にすることはできなかった。今後、更に検討する必要がある。

HRVとVASの各指標の相関関係において、全ての時間のデータを用いた場合、多くの指標で有意な相関関係が観察された。交感神経系活動の亢進は、心機能を亢進させることが知られており、その反応は特に活動時に顕著に表れる。また、軽度の活動においては、心機能は主に副交感神経系の亢進・抑制により調節されている。さらに、自律神経系は日内変動を示し、副交感神経系の活動は日中に抑制され、夜間に亢進する。これらのことから、本研究でみられた交感神経活動および副交感神経系の活動と主観的健康感の関係は、心臓自律神経系の反応として「活動的であること」が健康観感を高めている要因の一つであることを示唆するものである。一方、副交感神経系の指標であるHFやlnHFはリラクスの指標としても用いられる<sup>9)</sup>。本研究でも、日常生活で最も安静状態でリラクスしているであろうと考えられる睡眠時はHFおよびlnHFの値は日中の値と比較して高値を示していた。多くの研究においては、HFの亢進はストレスを軽減している現象のひとつとして報告している。これに対し、本研究では、HFとlnHFはVASの各指標との間に有意な負の相関関係が観察されており、副交感神経系の亢進は主観的健康感を低下させる可能性を示唆する結果となった。

本研究の結果、自律神経系の指標は主観的健康感を客観的に評価する指標として有効である可能性が示唆された。一方、睡眠時の反応が他の時間と異なることも示され、さまざまな相互関係が生じていることが明白であり、今後更なる検討を必要とする。

## V. ま と め

本研究では、主観的健康感の指標としてHRV解析の有効性を検討することを目的とした。

24時間のHRV解析はR-R間隔の測定をHRモニターで行い、周波数解析により算出した。主観的健康感にはVASを用いて、身体的、精神的、社会的健康感とともに幸福感の4項目を測定した。

HRおよび自律神経系の指標で日中と夜間での日内変動が観察され、本研究の測定結果は一般

的な反応を示し、記録および解析が成功したことが確認された。HRV と主観的健康感の各指標の関係性として、主観的健康観との間に心拍数と交感神経系の指標は有意な正の、副交感神経系の指標では有意な負の相関関係が観察された。このことから、HRV を用いた自律神経系の指標は主観的健康感を客観的に評価する指標として有効である可能性が示唆された。一方で、さまざまな相互関係が生じていることは明白であることから、今後さらなる検討を必要とする。

#### 参考文献

- 1) Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Task Force, Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*, 17: 354-381, 1996.
- 2) 小山内弘和. 異なる運動強度が自律神経機能に及ぼす影響 — 心電図 R-R 間隔の周波数解析と皮膚血流周波数解析からの検討 —, 上智大学体育, 39: 21-31, 2006.
- 3) 小山内弘和. 体位変換による自律神経系の変動に関する検討, 体力・栄養・免疫学雑誌, 17(1): 31-38, 2007.
- 4) Nuissier F, Chapelot D, Vallet C, Pichon A, Relations between psychometric profiles and cardiovascular autonomic regulation physical education students. *Eur J Appl Physiol*, 99: 615-622, 2007.
- 5) GAMELIN FX, BERTHOIN S, BOSQUET L, Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest. *Med Sci Sports Exerc*, 38(5): 887-93, 2006.
- 6) Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF, Comparison of the Polar RS810i monitor and the ECG for the analysis of the heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res*, 41(10): 854-9, 2008.
- 7) 小山内弘和. ハートレートモニターを用いた 24 時間 R-R 間隔記録とその心拍変動解析, 自律神経, 47(5): 439-448, 2010.
- 8) 熊谷幸恵, 森岡郁晴, 吉益光一, 富田容枝, 宮井信行, 宮下和久. 主観的な精神的健康度と身体的健康度, 社会生活満足度および生きがい度との関連性 — 性およびライフステージによる検討 —, 日本衛生学雑誌, 63(3): 636-641, 2008.
- 9) 佐藤都也子. 健康な成人女性におけるハンドマッサージの自律神経活動および気分への影響, 山梨大学看護学会誌, 4(2): 25-32, 2006.

(2012年9月25日提出)