



Health Sensing Co.,Ltd.

自律神経活動指標 λ とHRV解析比較 (ストレス指標比較)

横臥、座位、起居状態比較

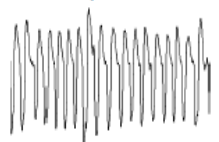
2022.8.21

ヘルスセンシング株式会社
東京都八王子市七国六丁目7番13号

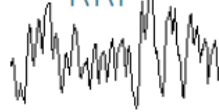
自律神経活動指標λ(心拍と呼吸の位相コヒーレンス)

心拍・呼吸より独自の自律神経活動指標“λ(ラムダ)”を抽出

Respiration



RRI



Digitizing
(1kHz)

Resampling
(10Hz)

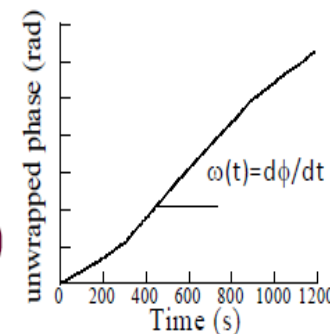
band-pass FIR
(0.15-0.75)

Hilbert
transform

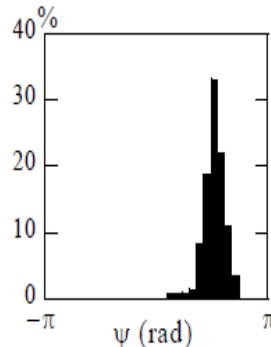
Analytical signal

$$s(t) + is_H(t) = v(t)e^{i\phi(t)}$$

$$\phi(t) = \tan^{-1}(s_H(t)/s(t))$$



Phase
difference



$$\psi(t) = \frac{1}{2\pi} \{ [\phi_{RRI}(t) - \phi_{resp}(t)] \bmod 2\pi \}$$

Respiratory
frequency

$$f_R = d\phi/dt$$

Amplitude of RSA

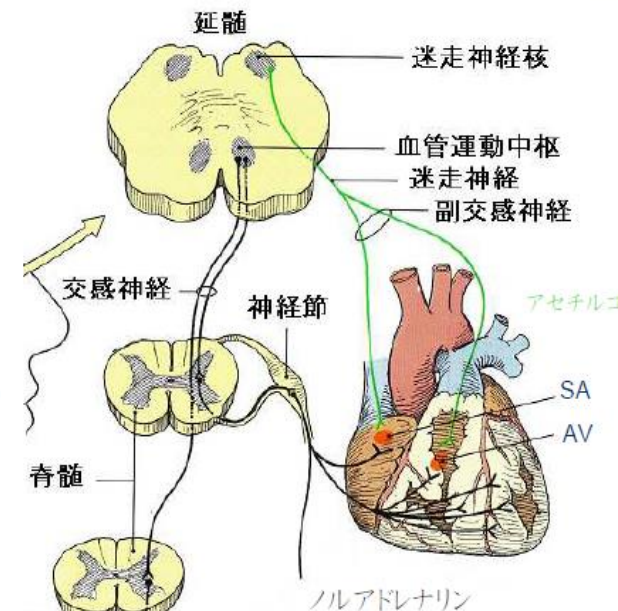
$$v(t)$$

Synchronization
index

(phase coherence)

$$\lambda = \left| \frac{1}{N} \sum_{j=k-N}^k e^{i\Psi_j} \right|^2$$

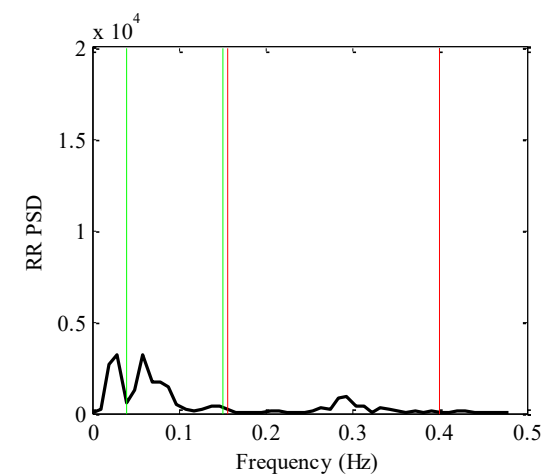
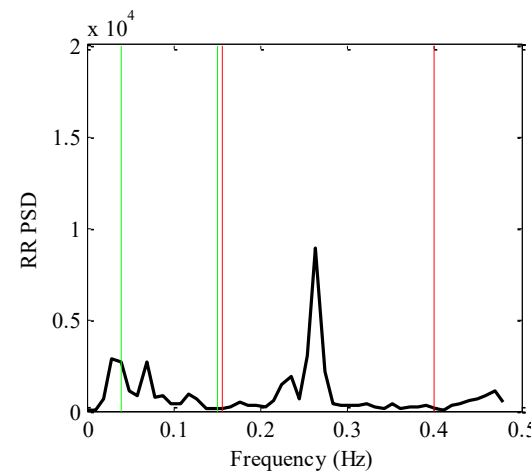
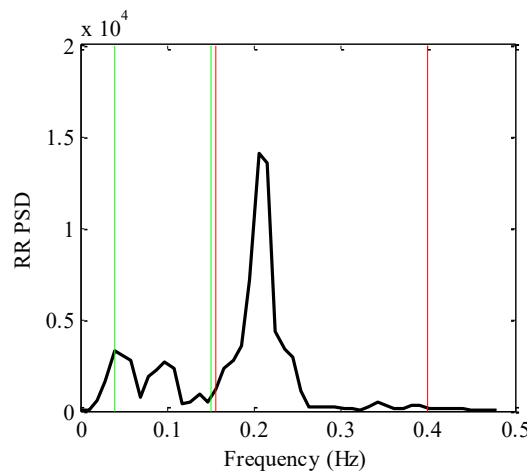
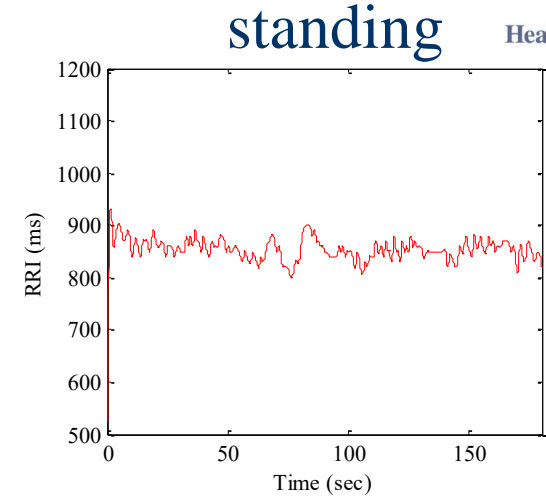
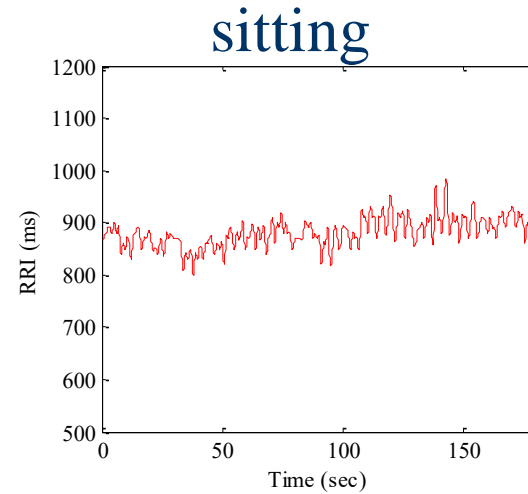
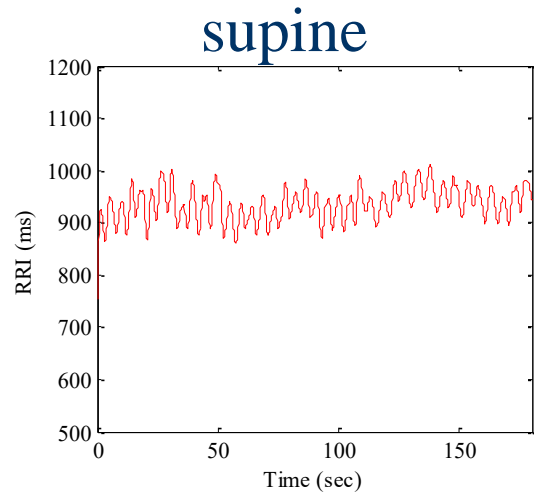
(新関久一教授(山形大)による)



横臥、座位、起居状態比較



Health Sensing Co., Ltd.



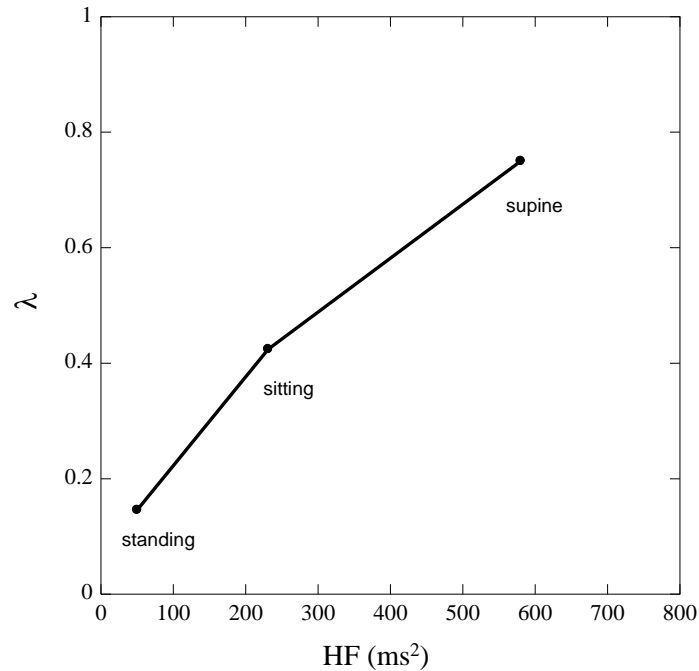
脈波から求めた心拍ゆらぎ(上段)とそのパワースペクトル波形(下段)。左は仰臥位姿勢, 中は座位姿勢, 右は立位姿勢
下段のパワースペクトルで, 黒は心拍ゆらぎスペクトル, 緑の線の周波数範囲は低周波成分, 赤線の周波数範囲は高周波成分を示す。仰臥位, 座位, 立位の順に赤線で囲まれた高周波成分のパワーが減弱していることがわかる。

自律神経活動指標 λ とHRV解析比較

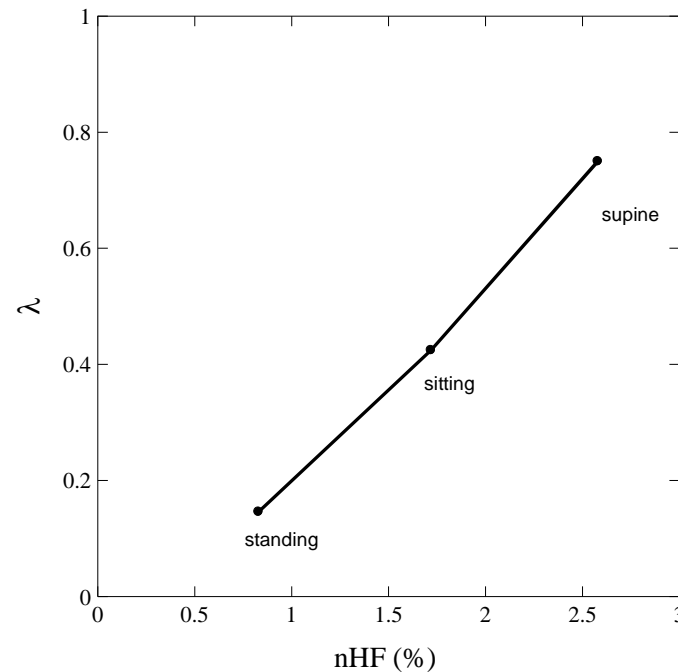


Health Sensing Co., Ltd.

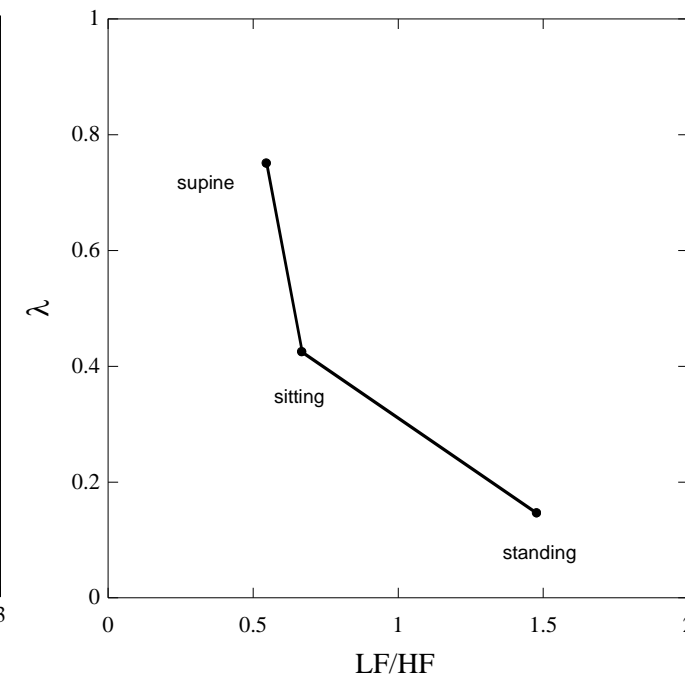
λ - HF



λ - nHF



λ - LF/HF



脈波から求めた心拍ゆらぎパワースペクトル成分と λ の関係。

左は λ と高周波成分HF，中は λ と心拍間隔で正規化した高周波成分nHF，右は λ とLF/HFの関係を示す。

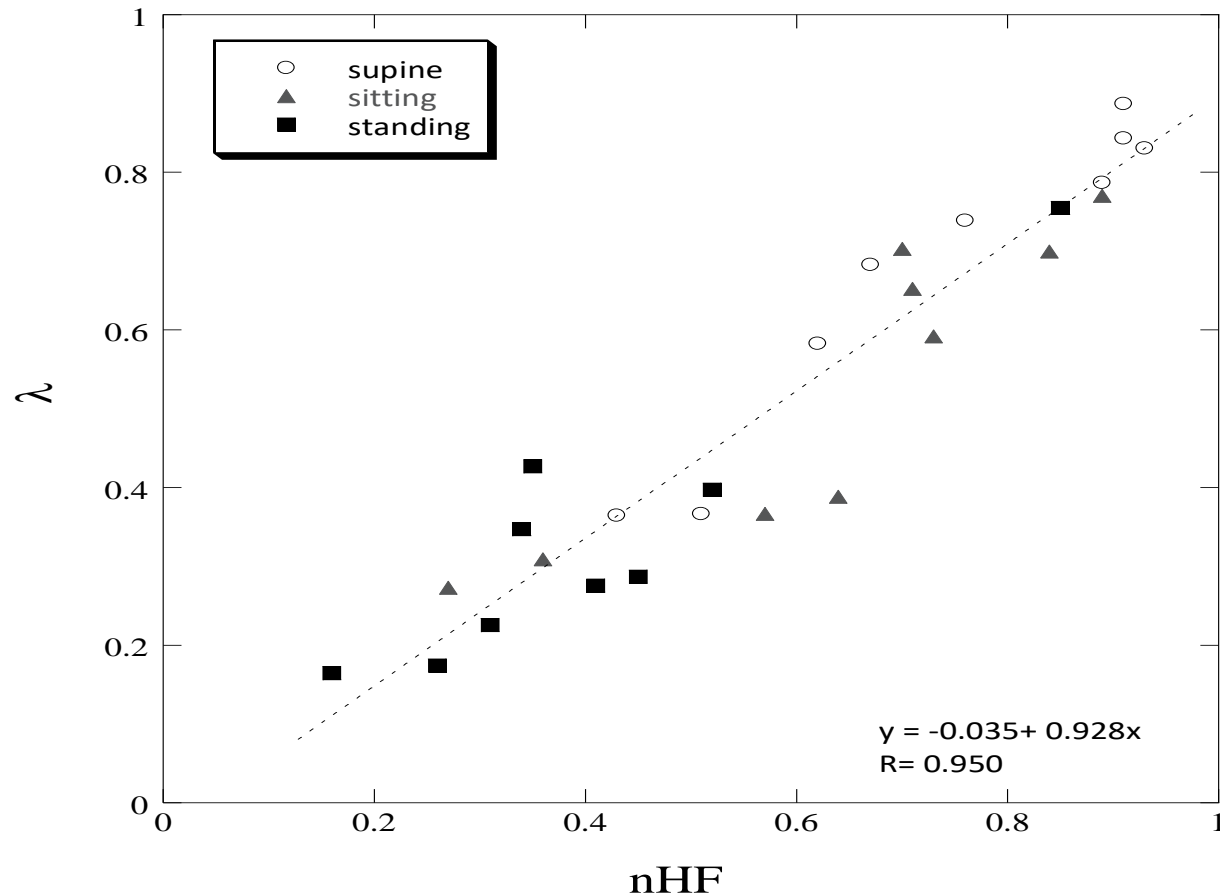
λ はHFおよびnHFとは正の相関，LF/HFとは負の相関を示すことがわかる。

λ —nHFの相関



Health Sensing Co., Ltd.

RRIの補間したデータを用いて心拍ゆらぎスペクトル解析(HRV)を行う。VLFは周波数0.004~0.04 Hz, LFは0.04~0.15 Hz, HFは0.15~0.4 Hzの領域を積分して求める。またトータルのパワーTFを上限1Hzまでの積分値とする。

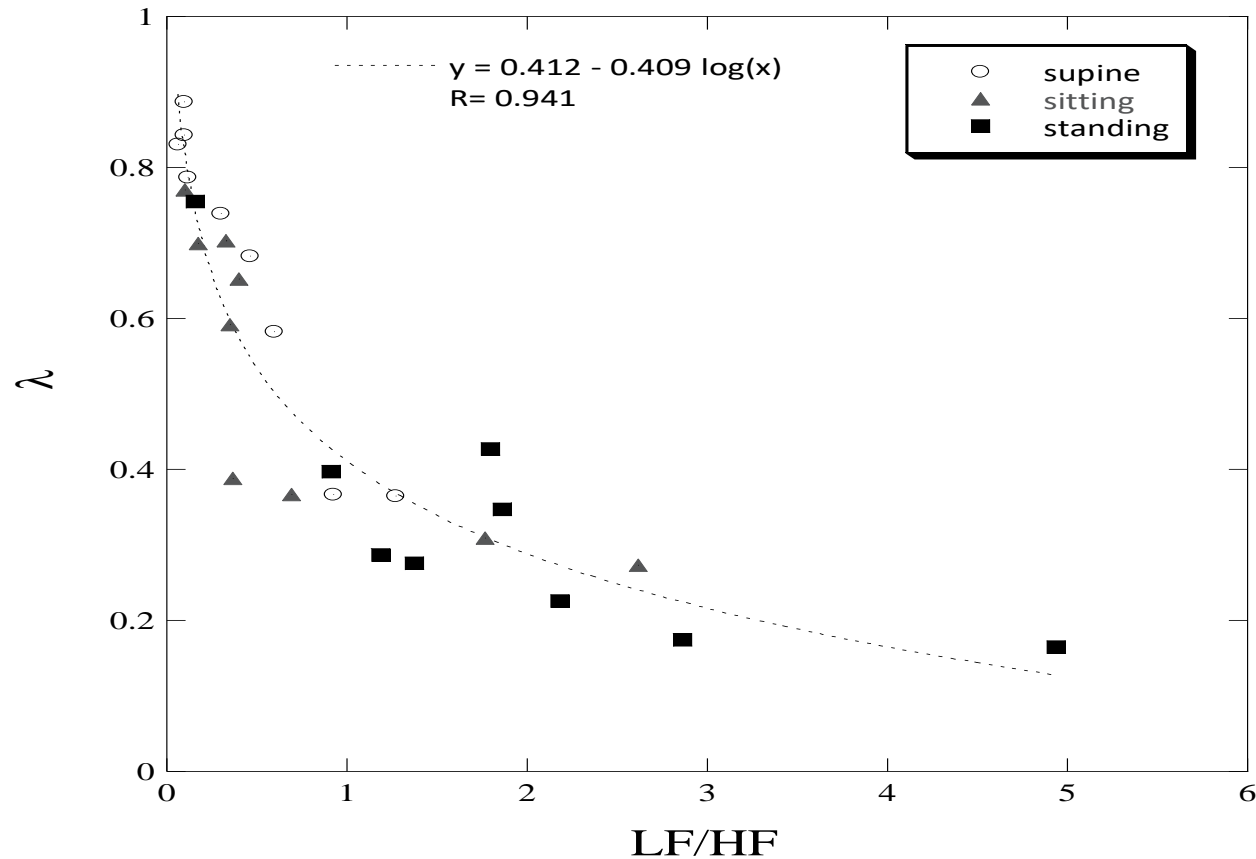


λ -LF/HFの相関



Health Sensing Co.,Ltd.

LF/HFを交感神経活動指標とする。HFはHF/(TF-VLF)で正規化(nHF)し、副交感神経活動指標とする。 λ とLF/HF間に対数関数で回帰できる逆相関が見られる。



ストレス指標アルゴリズム比較表

NO	項目	他社のストレス評価アルゴリズム	当社のストレス評価アルゴリズム(入)
1	信号取得方法	心電図(ECG)	心電図(ECG)及び心弾道図(BCG)
2	拘束・無拘束性	拘束(リストバンド脈波、胸部心電図)	拘束及び無拘束(椅子の下)
3	解析名称	心拍変動解析(HRV)	自律神経活動指標(心拍呼吸位相コヒーレンス)
4	解析原理	「RRI(心拍間隔)ゆらぎ」をフーリエ展開することにより周波数解析を行い、交感神経、副交感神経の定量関係性を求めるアルゴリズム(世界的な標準)	「心拍間隔揺らぎ(RRI)」及び「呼吸リズム」各々の瞬時位相を算出し、その差(コヒーレンス)から交感神経・副交感神経活動を定量化するアルゴリズム医師からは称賛を得ている。
5	特徴&サンプリング時間	一定(約3分間)のデータを蓄積した後、数値解析する。リアルタイム計測表示は困難。	<u>最小計測時間が5秒と短く、リアルタイム処理に向く。</u>
6	長短	センサ部分を生体に拘束するため、緊張状態で測定するために測定精度に課題が残る。最近の学会ではLF精度が疑問視されている。	被験者に生体情報取得を感知させることなく、無拘束に心拍等の生体情報をさりげなく取得できる。被験者への負担がない(無拘束の特徴)。
7	商品比較と総評	心電図(ECG)と脈波から上記HRV解析を求めた商品が販売されているが、拘束状態での測定であり、リアルタイム測定は困難。	当社製品は、リアルタイムで、心理ストレスを測定することができる。この結果、一日の調子の良し悪し(バイオリズム)、健康度等を定量化できる。