

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月30日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2012

課題番号：21500673

研究課題名（和文）心循環モニタリングを用いたストレス強度判定デバイスの開発と
応用の研究研究課題名（英文）Development of psychological stress-monitoring devices using
cardiovascular monitoring apparatuses

研究代表者

原田 俊英（HARADA TOSHIHIDE）

県立広島大学・保健福祉学部・教授

研究者番号：60181020

研究成果の概要（和文）：我々は、末梢血管モニタリング装置・アストリムSUと加速度脈波測定システム・アルテットCの2種類の心循環モニタリング装置を用いて、自律神経機能に関する心拍変動スペクトル解析により得られるパラメータや末梢手指静脈の血管幅・静脈酸素化指標（VOI）を非侵襲的に測定し、これらの測定値がストレス強度の客観的な判定に役立つか否かについて検討を行った。さらに、これらのデバイスが音楽療法の効果判定にも応用できるか否かを検討した。本実験の対象は51人の健常大学生であった。心理的ストレス負荷として日本版レーヴン色彩マトリックス検査を用いた。その検査の前後で、アルテットCとアストリムSUによる測定結果の比較を行った。ストレス負荷によって、アルテットCによるHFは低下し、LF/HFは上昇した。また、アストリムSUによる血管幅とアルテットCによるLF/HFとの間で有意の負の相関を示した。ストレス負荷により副交感神経活動は抑制され、交感神経活動は亢進することや末梢静脈血管幅は交感神経活動の上昇に伴い縮小することが証明された。クラシック音楽聴取によりLFやLF/HFが有意に低下した。音楽聴取前のVOIは、HFとの間で負の相関が、また、LF/HFとの間で正の相関がそれぞれ認められた。さらに、ストレス度アンケート点数とLFとの間では、音楽聴取前後ともに、有意の正相関がみられた。したがって、クラシック音楽聴取後には交感神経緊張度が減少したことが示された。また、聴取前の安静時には、VOIが副交感神経活動とともに減少し、交感神経活動とともに上昇することが判明した。さらに、音楽聴取の前後とは無関係に、交感神経機能は主観的なストレス強度に伴って上昇することが示唆された。

以上の研究から、2つの心循環モニタリング装置を組み合わせた多角的なパラメータ解析により、ストレス強度の判定を客観的に行えることが示され、音楽療法の効果判定にも応用できることが証明された。

研究成果の概要（英文）：

We noninvasively evaluated the condition of the peripheral venous circulation, such as the width of the peripheral vein and venous oxygenation index (VOI), using near-infrared spectrophotometry of Astrim SU (Sysmex, Inc., Co.). We also noninvasively evaluated the indices of autonomic nervous function such as the power values of the low frequency component (LF) and high frequency component (HF) and LF/HF ratio using the spectral analysis of heart-rate variability by measuring the acceleratingly plethysmogram (APG) waves.

We examined whether or not the width of the vein, VOI, and indices such as LF, HF, and LF/HF were useful for the objective evaluation of the response to a psychological stressor and psychological relaxation to music therapy. The subjects were 51 healthy university students.

We used Raven's colored progressive matrices as a psychological stressor. We examined the indices of autonomic nervous function using Artett type C and the vessel width and VOI using Astrim SU before and after Raven's colored progressive matrices. After the psychological stressor, HF reduced and LF/HF increased. The width of the peripheral vein showed a significant negative correlation with LF/HF. According to the psychological stressor, the parasympathetic activity reduced, sympathetic activity was promoted, and the width decreased with sympathetic activity.

The music therapy employing classical music significantly reduced LF and LF/HF. Before the music therapy, VOI showed a significant negative correlation with HF and a positive correlation with LF/HF.

Before and after the music therapy, the stress score using the questionnaire showed a significant positive correlation with LF. Therefore, we concluded that, after the music therapy, the sympathetic activity reduced, and suggested that, during rest before the music therapy, VOI decreased with parasympathetic activity and increased with sympathetic activity. We speculated that the sympathetic activity increased with the subjective psychological stressor irrespective of before or after music therapy. in conclusion, the Artett type C and Astrim SU may become new, useful devices to measure psychological stressors and evaluate the effect of music therapy objectively.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
2012年度	300,000	90,000	390,000
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：心循環モニタリング装置, 心理的ストレス, 末梢静脈血管幅, 心拍変動スペクトル解析, 音楽療法 (cardiovascular monitoring devices, psychological stressor, vessel width of peripheral vein, spectral analysis of heart-rate variability, music therapy)

1. 研究開始当初の背景

現代のストレス社会においては働き盛りの青壮年の多くがストレスによって様々な心理的・身体的障害を被っている。これらの現象は家族や社会が被る損失の面からも看過できない重大な問題である。

最近では、ストレスマネジメントを行う上で、ストレス度をチェックする簡便な質問票が何種類か報告されている。これらは芸術療法、行動療法、認知療法、音楽療法、自律訓練法、アロマセラピー、ヨガ、気功などによるストレス解消法やリラクゼーション法の効果判定に用いられている。

しかしながら、これらの評価法によるストレス強度の判定は、自己申告・自己評価式であるために客観性に乏しく、強度の程度を判定しにくい欠点がある。また、これらはストレス解消法・リラクゼーション法の有効性や妥当性の判定には十分とはいえない。

2. 研究の目的

シスメックス製末梢血管モニタリング装置・アストリムSUとユメディカ製加速度脈波測定システム・アルテットCの2種類の心循環モニタリング装置を用いて、自律神経機能に関係する心拍変動スペクトル解析により得られるパラメータや末梢手指静脈の血管幅・静脈酸素化指標 (VOI: Venous Oxygenation Index) を測定し、これらの測定値がストレス

強度の客観的な判定に役立つか否かについて検討を行った[研究(1)]。

さらに、これらのデバイスが受容的音楽療法の効果判定にも応用できるか否かを検討した[研究(2)]。これらの検証の結果として、客観的なストレス強度判定システムの開発が可能になり、ストレス解消法・リラクゼーション法の一つである受容的音楽療法の有効性の判定に適用しうる実用的なデバイスの構築が達成できるものとする。

3. 研究の方法

研究(1)、(2)の対象は、インフォームドコンセントの得られた健常な大学生で、研究(1)は31名(男性4名, 女性27名)で、年齢は21.78±0.42歳であった。

研究(2)は、20名(男性1名, 女性19名)で、年齢は20.25±4.45歳であった。

研究(1)

1) ストレス度に関する質問紙調査

富田隆氏作成のストレス度アンケート1)を用いて、ストレス度を調査した。ストレス度アンケートは40項目の質問からなる自記式質問票である。質問に対して最近2週間以内の状況をYes, Noで答え、Yesの個数でストレス度を判定する。

2) 心理的ストレス負荷

先行実験でストレス度アンケートを用いたストレス度調査を非ストレス期間とストレス

期間とで行い、2時点での点数の変化を検討した。その変化は対象者個々において一定の傾向はなく、まちまちであった。この結果から、心理的ストレス負荷として日本版レーヴン色彩マトリックス検査を用いた。杉下らの日本版レーヴン色彩マトリックス検査（標準図案の欠如部に合致するものを選択図案の中から1つだけ被験者に選ばせる検査で、言語を介さずに答えられる）の中から難易度の高い問題を選択し、口頭での解答とした。検査時間は2分間とした。

3) 負荷前と負荷中の自律神経機能および末梢静脈血管幅の測定

自律神経機能パラメータの測定については、アルテットCを用いて、右手人差し指において非侵襲的に脈波を測定した。2分間の脈波測定から心拍変動スペクトル解析により低周波成分パワー値 (LF)、高周波成分パワー値 (HF)、LFとHFの比 (LF/HF) を算出した。最大エントロピー法 (MEM) と高速フーリエ変換法 (FFT) の2種類の方法で算出した。LFは交感神経と副交感神経の両方の機能を反映しており、また、HFは副交感神経機能を反映している。したがって、LF/HF比は交感神経機能を反映していると報告されている。

血管幅の測定においては、近赤外線法により非侵襲的に末梢静脈血管幅やVOIを測定できるアストリムSUを用いた。左手中指の近位指節間関節部で測定を行った。20秒間隔で測定し、5回の測定値の平均を検査値とした。アルテットCとアストリムSUの測定は同時に並行して行った。

4) ストレス負荷試験の流れ

安静時にストレス度アンケートを実施した。ストレス負荷前の安静時に5回の血管幅の測定と2分間の脈波による心拍変動スペクトル測定を行った。ここで得られた値をストレス負荷前とした。次に、心理的ストレス負荷とし、レーヴン色彩マトリックス検査を2分間実施し、検査中に5回の血管幅の測定と2分間の脈波による心拍変動スペクトル測定を行った。ここで得られた値をストレス負荷後とした。

研究(2)

1) ストレス度に関する質問紙調査

富田隆氏作成のストレス度アンケートを用いて、ストレス度を調査した。

2) クラシック音楽聴取

対象者には、1人づつ静寂な部屋において広いテーブルを前にし、ゆったりした椅子に腰掛けてもらい、クラシック音楽のCDをヘッドホンを通して聴取してもらった。

自律神経機能および末梢静脈血管幅、VOIの測定は、最初の出だしの20秒間を聴取し

てもらった後、開始した。開始後、さらに2分間続けて音楽を聴取してもらった。その間に測定を行った。

3) 音楽聴取前と音楽聴取中の自律神経機能および末梢静脈血管幅、VOIの比較

自律神経機能パラメータは2分間の測定で得た。血管幅とVOIの値は5回の測定値の平均を求めた。これらの測定は同時並行して行った。

4) 実験の流れ

まず、安静時にストレス度アンケートを実施した。クラシック音楽聴取前の安静時に20秒間隔5回の血管幅、VOIの測定と2分間の脈波による心拍変動スペクトル測定を行った。ここで得られた値をクラシック音楽聴取前の値とした。次に、クラシック音楽聴取中に20秒間隔5回の血管幅、VOIの測定と2分間の脈波による心拍変動スペクトル解析を行った。ここで得られた値をクラシック音楽聴取後の値とした。

研究(1)、(2)の統計学的解析

解析には統計解析ソフト Statistical Package for the Social Science (SPSS) ver.18.0J for Windows を用いた。

4. 研究成果

研究(1)

1) ストレス度に関する質問紙調査

Yesの個数は21.5 ± 7.7であり、21~29個 (かなり複合的にストレスが蓄積している状態で、精神的に疲れている状態) に該当した。最近2週間でのストレス度を判定するものであり、ストレス負荷試験前後での個数は同一であった。ストレス度アンケートによるYesの個数と各種自律神経機能パラメータや血管幅との相関はストレス負荷前後とも認められなかった。

2) 心拍変動スペクトル解析による各種自律神経機能パラメータの変化

MEM、FFTにおけるLFはストレス負荷前後で

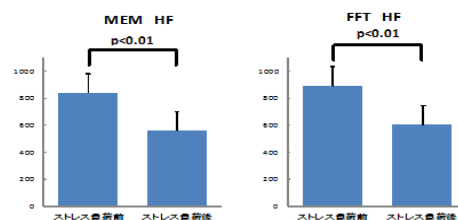


図1. ストレス負荷前後のHF

有意な変化は認められなかった。ストレス負荷後のMEM、FFTでのHFが有意に低かった (p < 0.01) (図1)。ストレス負荷後のMEM、FFT

でのLF/HFが有意に高かった ($p < 0.05$, $p < 0.01$)。

3) 自律神経機能と血管幅との関連

ストレス負荷後では、MEM、FFTでのLF/HFと血管幅に有意の負相関が認められた ($p < 0.05$) (図2)。

研究(1)の結果から副交感神経機能の指標であるHFは、ストレス負荷(レーヴン色彩マトリックス検査)によって低下し、交感神経機能の指標であるLF/HFはストレス負荷によって増加した。すなわち、ストレス負荷が加わることで、交感神経活動が増強し、副交感神経活動が减弱したことが証明された。また、ストレス負荷後のLF/HFの増大に伴い、血管幅が縮小することが示された。末梢静脈血管の縮小は交感神経活動の亢進によって引き起こされることが示された。アルテットCを用いた心拍変動スペクトル解析によって得られるパラメータ(HF, LF/HF)、や末梢血管モニタリング装置アストリムSUによって得られる血管幅は、心理的ストレス負荷によって鋭敏に反応することが示された。

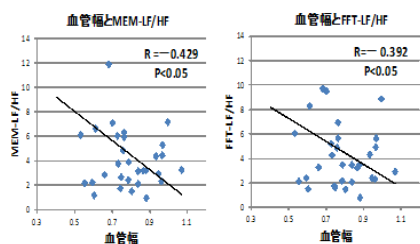


図2. 自律神経機能と血管幅との関連(ストレス負荷後)

研究(2)

音楽聴取前後の各パラメータの変化では、LF(MEM)、やLF(FFT)、LF/HF(MEM)、LF/HF(FFT)は、音楽聴取後、有意に低下していた ($p < 0.001$) (図3a,b)。

ストレス度アンケートの点数と音楽聴取前のLF(MEM)、LF(FFT)や聴取後のLF(MEM)、LF(FFT)と有意な相関がみられた ($p < 0.05$)。

音楽聴取前のVOIとHF(MEM)やHF(FFT)との間で有意の負の相関がみられた ($p < 0.01$)。また、音楽聴取前のVOIとLF/HF(MEM)やLF/HF(FFT)との間で有意の正の相関がみられた ($p < 0.02$)。

したがって、クラシック音楽によって主に交感神経活動は减弱したと思われる。すなわち、クラシック音楽聴取によって心理的ストレスが軽減され、リラクゼーション効果が現れたものと考えられる。

また、日常の心理的ストレス状態は主に交感神経活動として表出されていると考えら

れ、そのストレス状態の強度はLFによって客観的に数値化されることが示唆された。

健康成人では、VOIは交感神経活動の亢進とともに上昇し、副交感神経活動の亢進とともに下降することが示唆された。

以上の研究(1),(2)の結果から、急性のストレス状態におけるストレス強度はHF, LF/HF, 血管幅の変化によって、また、慢性の日常的なストレス状態におけるストレス強度はLFによって、それぞれ客観的に数値化してとらえることが可能であり、音楽療法によるリラクゼーション効果は、LF, LF/HFの変化によって客観的に判定可能であると考えられた。したがって、心理的ストレス強度の客観的評価やクラシック音楽によるリラクゼーション効果の客観的評価のために、アストリムSUによって得られる血管幅やアルテットCによって得られるLF, HF, LF/HFは有用な指標であると考えられた。すなわち、2つの心循環モニタリング装置を組み合わせた多角的なパラメータ解析により、ストレス強度の判定を客観的に行えることが示され、音楽療法の効果判定にも応用できることが証明された。

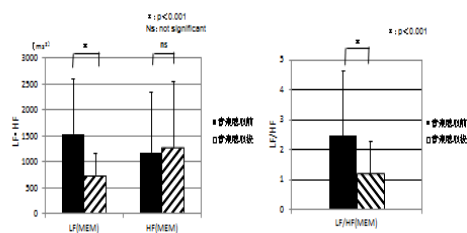


図3a 音楽聴取前後のLF(MEM)、HF(MEM)の変化

図3b 音楽聴取前後のLF/HF(MEM)の変化

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15件)

- ① Harada T, et al, Circadian rhythm of heart-rate variability and autonomic cardiovascular regulation in Parkinson's disease, The Autonomic Nervous System, 査読有、46巻、2009、333-340
- ② 渡辺浩志、原田俊英ら、指尖脈波測定による動脈硬化と自律神経機能の評価、中国腎不全研究会誌、査読無、18巻、2009、23-24
- ③ 原田俊英、塩酸セレギリンを服用中のParkinson病患者が示す心拍変動スペクトル解析、神経内科、査読有、72巻、2010、125-126
- ④ Harada T, et al, Clinical

characteristics of anhedonia in Japanese patients with Parkinson's disease, *International Medical Journal*, 査読有、18巻、2011、pp. 185-187

⑤ Harada T, New dopamine agonist pramipexole improves parkinsonism and depression in Parkinson's disease, *Hiroshima Journal of Medical Sciences*, 査読有、60巻、2011、pp. 79-82

⑥ 青井聡美、原田俊英ら、中高年女性における末梢静脈循環、動脈硬化および身体特性の季節性変化の解析、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 849-852

⑦ 原田俊英ら、中高年と若年の女性における末梢静脈循環、動脈硬化および身体特性についての比較研究、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 853-856

⑧ 池田ひろみ、石崎文子、原田俊英ら、中高年女性における糖代謝と認知機能との関連性の検討、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 857-859

⑨ 飯田忠行、原田俊英ら、加齢に伴う骨密度・骨代謝の変化-身体的特徴や骨代謝マーカーが骨密度減少に及ぼす影響-、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 861-865

⑩ 岩川侑生、池田ひろみ、原田俊英ら、食塩配合湯による足浴の保温効果についてのサーモグラフィー的検討、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 873-875

⑪ Iida T, Harada T(5番目), et al, Longitudinal study on physical fitness parameters influencing bone mineral density reduction in middle-aged and elderly women: bone mineral density in the lumbar spine, femoral neck, and femur,

Hiroshima Journal of Medical Sciences, 査読有、61巻、2012、pp. 23-28

⑫ 小出竜次、原田俊英ら、末梢循環モニタリング装置を用いたストレス強度の客観的評価の研究、診療と新薬、査読無、49巻、2012、pp. 1333-1338

⑬ Ikeda H, Ishizaki F, Harada T, et al, Usefulness of the touch panel-type dementia assessment scale(TDAS) and evaluation of correlation between hemoglobin A1c and TDAS in middle-aged and older women, *Hiroshima Journal of medical Science*, 査読有、62巻、2013、pp. 27-30

⑭ 原田俊英ら、クラシック音楽によるリラクゼーション効果の客観的評価の研究、診療と新薬、査読無、50巻、2013、印刷中

⑮ Aoi S, Harada T, et al, Comparison of peripheral circulation and metabolism

between summer and winter in middle-aged and elderly females, *International Medical Journal*, 査読有、20巻、2013、in print

[学会発表] (計 10 件)

① 青井聡美、石崎文子、池田ひろみ、原田俊英ら、閉経期・閉経後女性における脈波伝播速度と認知機能、心理学的特性との関連、第52回日本老年医学会学術集会、2010.6.24、神戸

② 田村典子、石崎文子、池田ひろみ、青井聡美、近村千穂、原田俊英ら、中高年女性における介護ストレスの心理学的、身体学的影響、第52回日本老年医学会学術集会、2010.6.24、神戸

③ 石崎宏信、石崎文子、原田俊英、心身障害者における歌謡曲を利用したカラオケによる音楽療法の効果～不安評価 MAS による評価～、第9回日本音楽療法学会学術大会、2010.9.26、神戸

④ Harada T, et al, Evaluation of circadian rhythm of heart-rate variability and autonomic cardiovascular function in Parkinson's disease, 29th International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN), 2010.10.29, Kobe

⑤ 原田俊英、生命とリズム-自律神経症状と疾患-、第8回脳をみるシンポジウム in 三原、2011.3.5、三原

⑥ 池田ひろみ、原田俊英(4番目)ら、中高年女性における睡眠時間と動脈硬化及びメタボリックシンドロームのリスク要因との関連、第53回日本老年医学会学術集会、2011.6.16、京王プラザホテル

⑦ 池田ひろみ、原田俊英(3番目)ら、健常中高年女性における糖代謝・インスリン抵抗性(HOMA-R)と認知機能との関連、第54回日本老年医学会学術集会、2012.6.28、東京国際フォーラム

⑧ 中西 一、原田俊英、心的回転課題を用いたパーキンソン病患者のイメージ想起能力について、第54回日本老年医学会学術集会、2012.6.28、東京国際フォーラム

⑨ 青井聡美、原田俊英ら、中高年女性と若年女性における末梢静脈循環、動脈硬化ならびに身体特性の比較検討、第9回広島保健学会学術集会・第13回広島保健福祉学会学術大会合同学会、2012.9.30、広島大学広仁会館

⑩ 中西 一、原田俊英ら、Mental Rotation課題を用いたパーキンソン病患者と健常者の運動イメージ想起能力の比較について、第24

回日本老年医学会中国地方会、2012. 11. 24、
広島国際会議場

〔図書〕(計1件)

原田俊英、三輪書店、疫学と治療-パーキンソン病の動向と最新療法. パーキンソン病はこうすれば変わる！-日常生活の工夫とパーキンソンダンスで生活機能を改善-, 2011、pp. 44～58

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原田 俊英 (HARADA TOSHIHIDE)
県立広島大学・保健福祉学部・教授
研究者番号：60181020

(3) 連携研究者

坪井 敬子 (TSUBOI KEIKO)
四国大学・看護学部・教授
研究者番号：00309650
石崎 文子 (ISHIZAKI FUMIKO)
県立広島大学・保健福祉学部・名誉教授
研究者番号：60093572
深堀 美紀子 (FUKABORI MIKIKO)
広島都市学園大学・健康科学部・講師
研究者番号：00461327
石井 俊行 (ISHII TOSHIYUKI)
四国大学・看護学部・講師
研究者番号：30412349
井山 慶信 (IYAMA YOSHINOBU)
広島国際大学・医療経営学部・講師
研究者番号：30368807
高瀬 智章 (TAKASE TOMOAKI)
広島国際大学・医療経営学部・助教
研究者番号：60587393