

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24659942

研究課題名(和文) 遠隔看護に用いるバイタルセンサーの臨床応用に向けた実証研究

研究課題名(英文) An Empirical Study on the clinical application of vital sensor to be used in telenursing

研究代表者

川口 孝泰 (kawaguchi, takayasu)

筑波大学・医学医療系・教授

研究者番号：40214613

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、バイタルサインを継時的に簡易に測定できる装置の開発を目的とした。開発した装置は、指先に経時的に徐々に加圧する過程で生じた指先の末梢血流の循環動態変化を捉え、高次元非線形時系列分析を行うものである。これによって、身体的・精神的な健康状態との関連を検討した。分析内容は、徐々に加圧することによる、脈波の振幅の変化を代表値とする血流量の変化、加速度脈波およびカオス解析による循環動態の変化などを分析し、測定時の身体状況と主観的情動(POMS)との関連を調べた。身体的なデータは、バイタルサインを計測した。その結果、脈波形の分析結果と、情動変化、および日常生活における日内変動との関連が見られた。

研究成果の概要(英文)：This study was aimed for the development of the device which measured vital signs easily. The device which we developed pressures a finger-tip progressively and can observe a hemodynamics change of the peripheral blood flow of the finger-tip which occurred from a process to be given high-dimensional nonlinear time-series analysis. We thereby examined the association with a physical state and the mental health state. The analysis captured a hemodynamic change by acceleration sphygmogram and chaos analysis by the change of the wave pattern of the finger tip plethysmogram and examined the association with subjective feelings (POMS). As a result, a correlation of feelings change and analysis of the finger tip plethysmogram was found, and the association with the circadian rhythm was suggested.

研究分野：環境看護学

科研費の分科・細目：看護学・基礎看護学

キーワード：バイタルサイン 指尖容積脈波 遠隔看護

### 1. 研究開始当初の背景

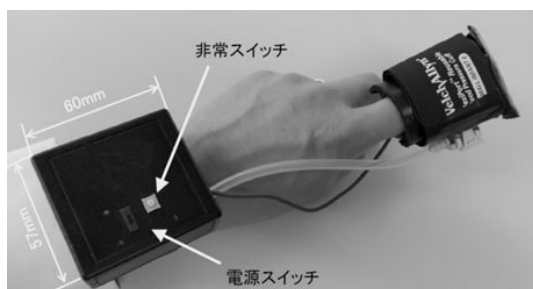
本研究は、指先から捉えられる脈波を、高次元非線形時系列解析によって健康情報に関わる感性的な予兆を捉え、遠隔看護で展開できるデバイスとして、臨床応用に向けて実用化(簡便で正確なデータを得る)可能なデバイスを開発することにある。この発想に基づいた基礎研究については、これまでに研究代表者が受けてきた科学研究費によって基礎研究部分での実証を行ってきた。実際のバイタルサインの計測場面においては、計測機器でとらえることのできる数値情報の他に、その時点時点での脈や血圧、呼吸などのパターンやリズムの変調など、「何か変?」の感性的予兆を含む、連続的な変化(高次元非線形時系列データ)の中で判断する情報も多く含んでいる。これらを在宅医療の進化の中で、遠隔医療・看護において実用化を目指すような取り組みをすることによって、信頼できる遠隔看護の臨床応用が実現可能となる。

### 2. 研究の目的

本研究は、開発したデバイスを用いて、試験的な試みとして、慢性疾患患者に対する臨床応用に向けたプロトタイプの提案を目指し、とくに糖尿病患者への継続的な医療看護支援などに臨床応用できる実用化に向けた取り組みに向け、在宅療養者に使用するためのデバイスの作成と評価に向けた検証を行うことを目的とした。

### 3. 研究の方法

これまでの加速度脈波の分析に加え、計測部位の指先に経時的・漸増的に加圧する過程で生じる細動脈・静脈の血流の変化、および末梢血管におけるゆらぎ解析から得られた自律神経反応の変化を捉えることで、生体の防衛反応力を反映した客観的な疲労度判定が可能ではないか・・・という仮説のもとに検討を行った。



写真：計測装置

対象は健康な30歳代女性1名について、同一日の活動前(朝)と昼食後10分、活動後(晩)の計3回、安静座位姿勢にて実施した。実験機器は、図1に示すように計測部にカフを装着し、指先を空気袋で被い、指先を徐々に加圧する仕組みとなっている。分析データは、その際に生じた指尖脈波の変化を対象とした。当該装置は、赤外線ワイヤレスで、

軽量かつ非侵襲的に計測可能である。サンプリング周波数は1KHzであった。これらのデータの解析にはCCI社:Vital Vision ver5を用い、加速度脈波の計測およびカオス解析を行った。

測定内容と評価項目は、客観的評価として、血圧計測、および加圧時の指尖容積脈波により、脈拍数、加速度脈波、カオス指標(エントロピー、最大リアプノフ指数)であった。その他、主観的評価として日本語版POMSを使用し、「緊張-不安」「抑うつ-落ち込み」「怒り-敵意」「活気」「疲労」「混乱」の6つの尺度から、測定時の気分や感情の状態を把握し、5点満点中の平均点を当該時点の代表値とした。また自覚症状として、「ねむげ感」「不安定感」「不快感」「だるさ感」「ぼやけ感」の5つの群別に分類される疲労状況を測定する質問紙法(自覚症しらべ)を使用して実施し、5点満点中の平均点を当該時点の代表値とした。

実験環境は、温度・湿度をほぼ一定に調節し測定した。対象者は背もたれのある椅子に座り、リラックスした姿勢となり、左第3指で3分間を3回繰り返し測定した。実験手順は、指先の血圧(オムロンデジタル自動血圧計HEM-803F)を測定し、加圧する上限値のカフ圧として設定した後、POMS、自覚症しらべ、の順に実施した。

### 4. 研究成果

計測された指尖容積脈波のデータは、分析不可能であったものを除き、全144回分のデータを対象とした。計測した値は、各回、連続して3回測定した値の平均値を算出し、「活動前(朝)」「昼食後(昼)」「活動後(晩)」の3時点で比較した。その他、主観評価である自覚症しらべとPOMSは、3時点において全質問項目を回答できたものを分析した。

血圧の変化を一元配置の分散分析と多重比較を行った結果、収縮期血圧(SBP)は、活動前と活動後( $p<0.05$ )、昼食後と活動後( $p<0.01$ )では活動後に有意な上昇が認められた。また拡張期血圧(DBP)においても、活動前と活動後、昼食後と活動後( $p<0.01$ )共に活動後に有意な上昇が認められた。平均脈拍数の変化は、Wilcoxonの符号付順位検定の結果、活動前と活動後、昼食後と活動後( $p<0.05$ )では、活動後に有意な低下が認められた。

指尖容積脈波波形から得られたカオス指標の時系列変化において、最大リアプノフ指数の変化を、活動前と昼食後を比較したところ、昼食後に増大傾向がみられた。活動後は活動前よりわずかに低下していた。また、昼食後と活動後を比較すると、活動後は低下傾向であった。エントロピーの変化は、朝、昼、晩と、エントロピーは時間経過に伴って増大した。Wilcoxonの符号付順位検定の結果、活動前と昼食後では昼食後にやや増大がみられた。さらに昼食後と活動後( $p<0.01$ )では、

活動後に有意な上昇が認められた。エントロピーは、血流量の指標であり、仕事を終えた一日の活動後に最も血流量が大きくなった事を意味していたと考えられる

脈波形の変化では、加圧すると波高が大きくなる傾向が一様に見られた。加圧した時の波形は幾つかタイプが見られた。時間ごとに波形のふくらみの型について回数をみると、2つもしくは3つの山(ふくらみ)となる型が多かった。また、ふくらみの数は活動前より活動後のほうが多い傾向であった。また、波形の大きさについて、最大振幅を最小振幅で割り算し、振幅値を算出した。振幅値は時間経過に関連なく、ふくらみごとの幅はほぼ同一であった。

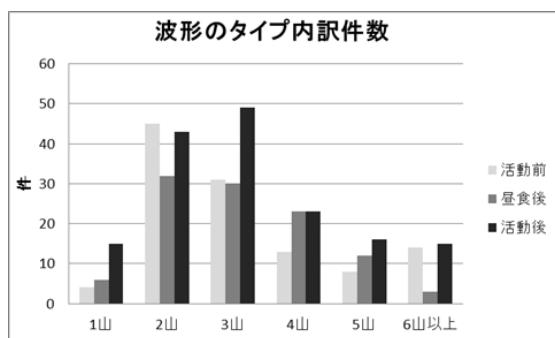


図1 加圧による脈波高の時系列変化

疲労の自覚症状との比較では、活動前・昼食後・活動後結果について二元配置の分散分析を行ったところ、「ぼやけ感」( $p < 0.05$ )、「ねむけ感」( $p < 0.05$ )で活動後に有意な上昇が認められた。

POMSの変化では、気分や感情の状態について、活動前・昼食後・活動後結果に、二元配置の分散分析を行ったところ、「疲労」( $p < 0.01$ )は活動後に有意な上昇が認められた。「緊張 - 不安」は、活動前より昼食後・活動後に低下傾向であった。「活気」は活動前が一番高く、昼食後に低下したが活動後には再び上昇傾向であった。「混乱」は、昼食後が一番低く、活動後には上昇傾向であった。

#### 考察

今回の調査によって、血圧については、昼食後、活動前に比べると変化がみられなかった。脈拍はわずかに上昇する傾向がみられた。また、カオス指標であるリアプノフ指数においては、上昇傾向がみられた。主観評価は、POMS「緊張・不安」「活気」は、活動後を活動前・昼食後と比較すると、2場面とも有意に上昇した。一方で、脈拍は昼食後、活動後と低下していた。

また、主観評価では、POMS「疲労」が著明に上昇し、「緊張・不安」は昼間と同程度、「活気」は活動前と同じくらいまで上昇した。自覚症しらの「ぼやけ感」「ねむけ感」は有意差があり「だるさ感」も上昇傾向であった。これらより、脈拍は低下しているが血圧の上昇はみられ、活動後、疲労は増大したが緊張

や不安から解放され一回拍出量の増大とエントロピーの増大がみられたと推測される。脈波高の増大化の回数を見ても、活動後はカフ圧の力に抵抗している傾向がみられた。

今後は、例数を増やし、一般化できる事項についてさらに検討を進めていく必要がある。今回の結果から、カオス指標が比較的面の感性的予兆を捉えるための指標となり得ることが示唆された。今回の研究のような日内変動の変化に限らず、疲労や情動の短期的予測ツールとしての可能性についても今後は検討する予定である。

#### 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5件)

Emiko Minakuchi, Eriko Ohnishi, Junji Ohnishi, Shigeeko Sakamoto, Miyo Hori, Miwa Motomura, Junichi Hoshino, Kazuo Murakami, Takayasu Kawaguchi.

Evaluation of mental stress by physiological indices derived from finger plethysmography. *Journal of Physiological Anthropology*, 2013. 32:17 (12 October 2013) doi: 10.1186/1880-6805-32-17. 査読有

Satoh M, Kawaguchi T, Masuhara K: Cross-cultural Adaptation and validation reliability, validity of the Japanese version of the Hip disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) in Patients with Hip Osteoarthritis, *Osteoarthritis and Cartilage (ELS)*, 2013; 21 (4): 570-3. 査読有

白鳥和人、日向野香織、森博志、本村美和、川口 孝泰: 相互目標設定による行動変容の誘導に重点を置いたビデオ対話と共有プロダクト統合型遠隔看護システムの開発、*日本遠隔医療学会雑誌*, Vol. 8(2)、162-165、2012. 査読有

日向野香織、柴山大賀、白鳥和人、森博志、本村美和、川口 孝泰: 遠隔看護における看護介入法の効果 - 相互目標の設定を用いて -、*日本遠隔医療学会雑誌*, Vol. 8(2)、166-169、2012. 査読有

川口 孝泰: 看護の技を支える用具の変遷 先端科学を応用した看護技術のこれから、*日本看護技術学会誌*、2012、Vol. 11(1)、18-19. 査読有

[学会発表](計2件)

Minakuchi E, Ohnishi E, Motomura M, Kawaguchi T, Basic Research for Development of Stress Assessment Technology, 15 International Conference on Environmental Ergonomics, in New Zealand, 2013. 2.11-15.

辻容子、川口孝泰：加圧式指尖容積脈波計を用いた主観的疲労感の測定、第33回バイオメカニズム学会、仙台、2012.12.15-16.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川口 孝泰 (KAWAGUCHI Takayasu)  
筑波大学. 医学医療系・教授  
研究者番号：40214013

### (2) 研究分担者

島野 仁 (SHIMANO Hitoshi)  
筑波大学. 医学医療系・教授  
研究者番号：20251241

佐藤 政枝 (SATHO Masae)  
埼玉県立大学・看護学科・教授  
研究者番号：30363914

東 ますみ (AZUMA Masumi)  
兵庫県立大学・応用情報科学研究科・教授  
研究者番号：50310743

川上 康 (KAWAKAMI Yasushi)  
筑波大学. 医学医療系・教授  
研究者番号：70234028