

光電容積脈波を用いた心疾患予防に関する提案

三宅 慶実, 吉田 慧一郎

Proposal to prevention method for heart disease using photoplethysmogram

Yoshimitsu Miyake, Keiichiro Yoshida

In current, heart disease is the second cause of death in Japan. The purpose of this study, we propose the easily prevention method for heart disease from investigate the characteristic of photoplethysmogram (PPG). In this study, we measured PPG in both-side fingertips and blood pressure in both-side arms for two groups of subjects: 1) chronic difference in blood pressure, 2) non-chronic difference in blood pressure. And, we were performed significance test for the results between both-side characteristic of PPG and blood-pressure. In group 1, we found the significant difference in peak-b value, peak-e value of acceleration plethysmogram (APG), peak-b/a value, peak-e/a value and interval time between peak of velocity plethysmogram and peak of PPG. Otherwise, we didn't find the significant difference in group 2.

1. 緒言

平成 30 年度の主な死因別にみた死亡率を見ると、心疾患は全体の第 2 位であったように、心疾患で死亡する日本人が非常に多い¹⁾。しかし、心疾患は日常生活の中で予防を図り、早期に対応することで死亡リスクを低下させることができると考えられる。Clark らは、収縮期の左右上肢の 15~20 [mmHg] 以上の血圧差は心血管疾患と関連しており、10 [mmHg] 以上の血圧差がある場合では、鎖骨下動脈に狭窄を有している場合が有意に多いことを述べている²⁾³⁾。そのため、慢性的な上肢の収縮期血圧差を早期に発見することが心血管疾患の予防になると考えられるが、日常生活の中で、一般的なカフ型血圧計を用いて左右上肢の血圧を測定することは非常に負担が大きい。そこで本研究では、計測が容易な光電容積脈波(photoplethysmogram: PPG)を用いて慢性的な収縮期血圧差を早期に発見するための手法

を検討し、左右指尖部の PPG を同時計測可能な光電脈波計(Fig.1)を製作、使用して実験を行った。

2. 実験

測定前には被験者に深呼吸を行ってもらい、安静状態を保った。測定は、製作した脈波計を用いて左右指尖部の PPG の同時計測を一人につき 5 回連続(1 回あたり約 16 秒の計測)で行った後、左右の手首にて血圧計測を各 2 回ずつ行った。この時、脈波計測および血圧測定は心臓と同じ高さで行った(Fig.2)。また、血圧値は 2 回の平均値を左右それぞれの値とし、脈波計測 5 回の結果に対応させた。なお、本実験は時間帯および日時を変えて同一被験者に対して複数回実施した。

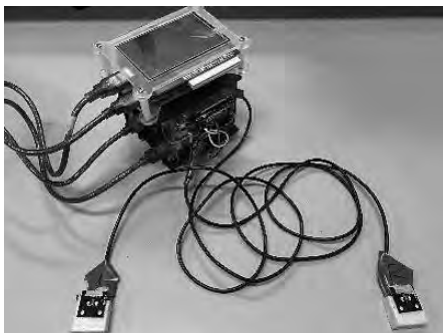


Fig.1 光電脈波計



Fig.2 計測風景

3. 実験結果

本研究では、慢性的な収縮期血圧の左右差を有す

る者と有さない者の2つの集団に分け、それぞれで収縮期血圧およびPPGの特徴量に有意な左右差が見られるかを有意差検定によって調べ、狭窄の有無が影響を及ぼすPPGの特徴量を明らかにした。PPGの特徴量はそれぞれ、振幅値、立ち上がり時間、平均値/振幅値、心拍数、速度脈波の最大値からPPGの最大値までの時間、加速度脈波(acceleration plethysmogram: APG)のa波~e波の各波高値、APGのa波とb波~e波の波高比、APGのa波~b波までの時間、速度脈波の最大値からPPGの最大値までの時間とした(Fig.3).

本実験の被験者は20代から80代までの男女計6名(20代男性1名,30代男性2名,50代女性1名,

50代男性1名,80代女性1名)である。本研究では、被験者を慢性的な収縮期血圧の左右差を有する者と有さない者の二つのgroupに区分し、前者をgroup 1, 後者をgroup 2とした。この時、80代女性は再現性

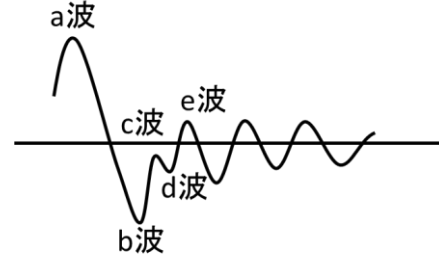


Fig. 3 加速度脈波の各波

Table 1 group 1の有意差検定

収縮期血圧				
有意差あり P<0.001				
脈波振幅	立ち上がり時間	脈波平均/振幅	加速度脈波a波	加速度脈波b波
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.05
加速度脈波c波	加速度脈波d波	加速度脈波e波	加速度脈波b/a	加速度脈波c/a
有意差なし p>0.05	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	有意差あり p<0.05	有意差なし p>0.05
加速度脈波d/a	加速度脈波e/a	心拍数	速度脈波最大値からPPG最大値までの時間	
有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	

Table 2 group 2の有意差検定

収縮期血圧				
有意差なし P>0.05				
脈波振幅	立ち上がり時間	脈波平均/振幅	加速度脈波a波	加速度脈波b波
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05
加速度脈波c波	加速度脈波d波	加速度脈波e波	加速度脈波b/a	加速度脈波c/a
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし p>0.05
加速度脈波d/a	加速度脈波e/a	心拍数	速度脈波最大値からPPG最大値までの時間	
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	

をもって 10 [mmHg]程度の収縮期血圧の左右差を確認できたため、group 1 に区分した。Table 1 に group1 の被検者の結果を、Table 2 には group 2 の被検者から得られた結果を示す。

ここで、APG の a 波および b 波は PPG の収縮期前方成分であり、血液の駆出によって生ずる駆動圧波を反映したものである。また、c 波および d 波は PPG の後方成分であり、駆動圧波が末梢で反射することで生じる反射圧波が反映されている。e 波は PPG の拡張期成分である。その結果、group 2 の収縮期血圧に有意な左右差は見られなかった(N=36, $p>0.05$)が、group 1 の収縮期血圧には有意な左右差が見られた(N=25, $p<0.001$)(Fig.4)。

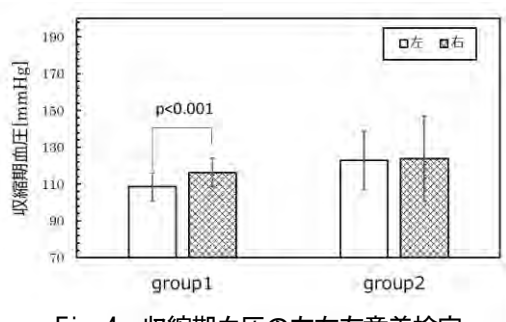


Fig. 4 収縮期血圧の左右有意差検定

また、APG の e 波及び b 波の波高値、またそれらを a 波の波高値で割った値、速度脈波の最大値の時間から PPG の最大値となるまでの時間に有意な左右差が見られた(Fig.5~Fig.9)。

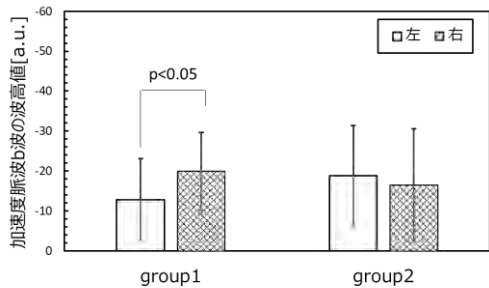


Fig. 5 加速度脈波 b 波の左右有意差検定

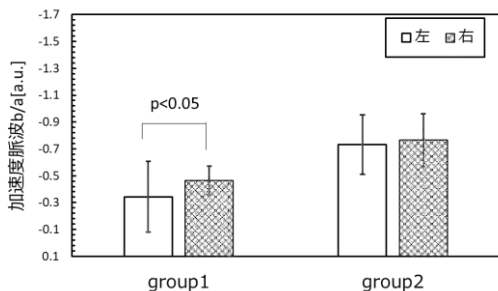


Fig. 6 b/a の左右有意差検定

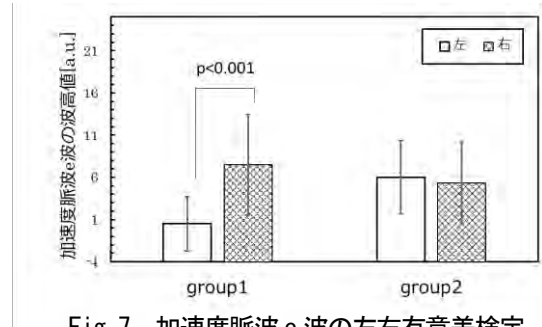


Fig. 7 加速度脈波 e 波の左右有意差検定

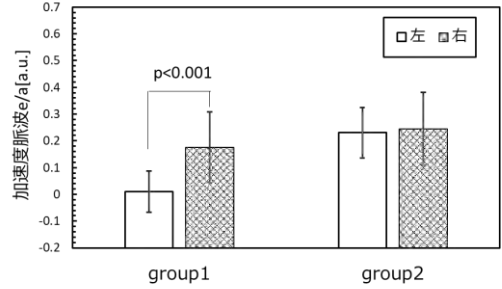


Fig. 8 e/a の左右有意差検定

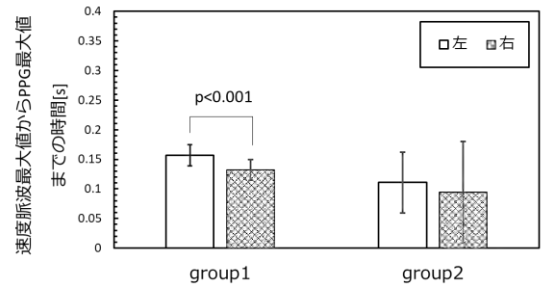


Fig. 9 速度脈波最大値から PPG 最大値までの左右有意差検定

4. 考察

昨年度実施した間接圧迫法による疑似狭窄の脈波計測実験⁴⁾では、疑似狭窄側の PPG の波高値が著しく低下することが明らかとなったが、本実験の結果からは、80 代女性の PPG の波高値に有意な左右差は見られなかった。

これは、慢性的な血圧差を有する 80 代の女性が著しく波高が低下するほどの重度な狭窄を有していなかったためであると考えられる。そのため、左右指尖部で PPG 計測を毎日行う事は、軽度の狭窄の早期発見につながると考えられる。

5. 結言

本研究の結果から、APG の e 波および b 波の波高値、またそれらの値を APG の a 波の波高値で割った値、速度脈波の最大値から PPG の最大値までの時間に有意な左右差が生じ、鎖骨下動脈狭窄症の早

学研究

期発見の指標となりうる特徴量であることが示唆された。健常者複数名に対して間接圧迫法による疑似狭窄の脈波計測実験を行う事により、これらの特徴量を用いた手法の妥当性を検討する。また、クラウドシステムを構築することにより、医療機関へ計測結果を送信し、患者の異変に対して医療機関が早期に対応することが可能となるような仕組みの構築を目指す。

文献

- 1) 厚生労働省, 平成30年(2018)人口動態統計月報年計(概数)の概況, (2019)
- 2) Clark CE et al, "Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis", *The Lancet*, p905, (2012)
- 3) Clark CE et al, "Inter-arm blood pressure difference and mortality: a cohort study in an asymptomatic primary care population at elevated cardiovascular risk", *British Journal of General Practice*, p297, (2016)
- 4) 三宅慶実, 吉田慧一郎, 脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, (2018)