

脈波センサを用いた心疾患の早期発見に関する研究

Research on early detection of heart disease using pulse wave sensor

勝目隼

指導教員 吉田 慧一郎

サレジオ工業高等専門学校 電気工学科 生体情報計測研究室

キーワード：心疾患、リアルタイム計測、脈波測定

1. 緒言

近年、日本の死因の2割弱は心疾患によるものであり悪性新生物に次ぐ2位である[1]。心疾患は早期に発見することで死亡のリスクを下げることが出来ると考えられている。血管疾患と死亡率の研究では、心疾患の原因の一つである狭窄は、左右の血圧の差で発見することが出来るといわれており両腕間の血圧差が 10[mmHg]以上の場合は狭窄があることが多く、15[mmHg]以上の場合は心疾患による死亡のリスクの有用な指標になると述べられている[2]。そのため、心疾患のリスクを低減するためには家庭で毎日左右の血圧を測定することが望ましい、しかし現在一般に普及して家庭で使われている上腕カフ型血圧計は、上腕部分を強く締め付けることから痛みが生じてしまい毎日続かない原因になってしまうことがある。

そこで先行研究では、狭窄の有無を実験的に作り出し計測を実施した[3]。その結果、疑似狭窄をした場合の血圧は容積脈波と加速度脈波の波高値の差にも顕著に反映されるという結果が得られたが、先行研究ではリアルタイム計測及び、狭窄の明確な場合分けが行われていなかった。そのため本研究では、計測した結果を解析しその結果から狭窄の左右の血圧差と容積脈波と加速度脈波の波高値の差の相関性を解明する。新規に本研究では脈波計で計測した値を解析するプログラムを作成し、その機器を用いて被験者に疑似狭窄を行い血圧と脈波の波高値の差を計測し検定を行うことで

閾値の検討を行う。またその閾値は個人差が生じるか確認する。

2. 方法

本研究では、安静にしている際の左右の脈波の測定および解析、疑似狭窄を行った際の左右の脈波の測定および解析を行った。脈波の測定と解析は、図1のように被験者の両手の脈波を測定し、脈波1波形の切り取りを行った。その後、切り取った脈波を jupyterlab にて作成したプログラムを用いて容積脈波と速度脈波の波高値の時間差の解析を行った。

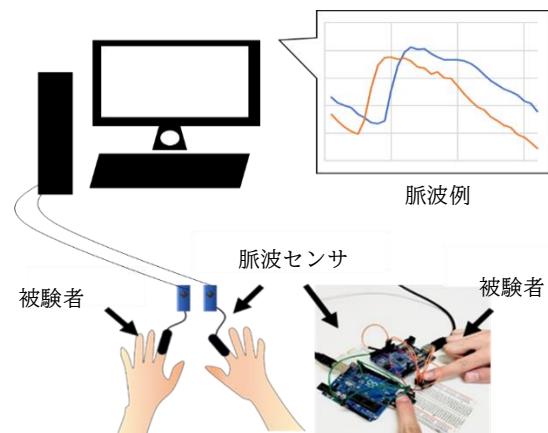


図1 脈波計測システム

また同時に、心拍数を測定し被験者の脈波の1波形にかかる時間を計算しておく。その後、被験者的心拍数に合わせた時間をプログラムにセットして被験者の両人差し指を脈波センサの上に乗せてもらいその後プログラムを実行した。プログラ

ムの実行を行うと、容積脈波と速度脈波の最大値の時間差が表示されるためその値を保存した。

次に、被験者に疑似狭窄を行った状態での測定を行う手順は健常状態の時と同じように進めるが必ず両腕の血圧差が 10[mmHg]以上あることを確認した。有効性の検証としては保存した値を用いて有意差検定を行う。

4. 実験結果

実験を行った結果の一例を図 2 に示す。

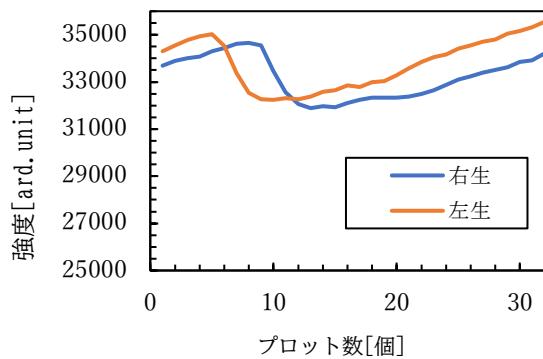


図 2 脈波データ

プログラムを始動させると図 2 のような波形の生データを取得することができた。これらの波形データを解析すると表 1、表 2 のような結果が求められた。

表 1 健常状態

	右容積強度	右速度強度	左容積強度	左速度強度
最大値	-31888	1088	-32240	1152
プロット点	13	9	10	6
	右容積-右速度	左容積-左速度		左差-右差
プロット点	4	4		0

表 2 疑似狭窄時

	右容積強度	右速度強度	左容積強度	左速度強度
最大点	-41440	912	-39456	912
プロット点	32	29	32	25
	右容積-右強度	左容積-左速度		左差-右差
プロット点	3	7		4
	右[mmHg]	左[mmHg]	差[mmHg]	
血圧	115	98	-17	

表は、容積脈波と速度脈波の最大値のプロットを求めた後プロットの差を求めたものであり、32[Hz]で脈波センサを動かしているので 1 プロットにつき 0.03125[s]の時間差があると考えられる。

そのためプロット差に 0.03125[s]を掛けることでプロット数を時間に変換することが出来る。これを右、左両手で行い最後に左右の容積脈波と速度脈波の最大値の時間差を右差-左差として求める。表 1 は健常状態での測定結果であり、左右の容積脈波と速度脈波の波高値の差が 0 より健常状態では脈波に異常がないことが分かる。また、表 2 の測定は疑似狭窄での測定結果であり、左右の血圧差は 12[mmHg]脈波には左右の容積脈波と速度脈波の波高値の時間差は 4 プロットであった時間にすると 0.125[s]という大きな差が生まれたことが分かった。

5. まとめ

本研究では、脈波センサを用いた心疾患の早期発見をするため容積脈波と速度脈波の時間差の測定を行った。測定したデータは jupyterlab で解析を行い、健常時と狭窄時では時間差に明らかな違いがあり閾値を設けることが可能であることが分かった。今後は、データの数を増やし有意差検定を行うことで閾値をいくつで設ければ狭窄があると判断できるのかを明確な数値で表せるようにする。またその閾値には個人差があるのかについても被験者を変えたデータを増やして検証していく予定である。

6. 参考文献

- [1] 死因順位別にみた年齢階級・性別死亡数・死亡率・構成割合, 厚生労働省, 閲覧日 2022-10-9
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkousuii09/deth8.html>
- [2] Christopher E Clark et al, THE LANCET, Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis, 379-9819(2012)
- [3] 三宅慶実, “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の卒業論文, 2018 年.