

令和元年6月12日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K10959

研究課題名(和文) 血圧カフを用いた無侵襲・低コストの輸液反応性モニターの開発

研究課題名(英文) Development of non-invasive, low-cost fluid status monitor using conventional blood pressure cuff

研究代表者

中村 隆治 (Nakamura, Ryuji)

広島大学・病院(医)・助教

研究者番号：70423366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：動脈圧の脈圧振幅の呼吸性変動(PPV)および中心静脈圧(CVP)は循環管理の指標として手術室や集中治療室で広く用いられている。これら、循環の指標として有用であるが、侵襲性が高い。本研究では、無侵襲・低コストな循環の指標であるezPPVおよびezCVPの開発を行った。開発実験では、ezPPVおよびezCVPは、従来のモニターであるPPVおよびCVPに近い測定結果が得られた。この結果の再現性は検証実験で確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したezPPVおよびezCVPはともに、動脈穿刺や中心静脈穿刺といった侵襲性の高い医療行為を行わなければ測定ができなかった指標を、非侵襲かつ低コストで測定することを可能にするものである。PPVやCVPが非観血で低コストにPPVおよびCVPの測定が可能になれば、手術室や集中治療室の医療費削減のみならず、侵襲製や高コストによりPPVやCVP測定の対象とならなかった症例にも、これらの測定の適応を拡大することで、医療行為の安全性を高めることができる。

研究成果の概要(英文)：Respiratory variability of pulse pressure amplitude of arterial pressure (PPV) and central venous pressure (CVP) are widely used in operating rooms and intensive care units as an index of circulation. These are useful as indicators of circulation, but are highly invasive. In this study, we developed ezPPV and ezCVP, which are noninvasive and low cost indicators of circulation. In the development study, ezPPV and ezCVP obtained measurement results close to the conventional monitors of PPV and of CVP. The reproducibility of this result was confirmed in the validation study.

研究分野：医歯薬学

キーワード：Pulse pressure variation Central venous pressure

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

動脈圧の脈圧振幅の呼吸性変動 (pulse pressure variation:PPV) および中心静脈圧(central venous pressure:CVP)は循環管理の指標として手術室や集中治療室で広く用いられている。PPV は、輸液反応性の指標として近年注目を集めている[1]。しかし、その測定には動脈圧カテーテルによる観血的血圧測定が必要である。CVP も同様に、輸液などの循環管理上重要な情報であるが、CVP カテーテル挿入という侵襲を伴う[2]。

PPV や CVP が非観血で低コストに PPV および CVP の測定が可能になれば、手術室や集中治療室の医療費削減のみならず、侵襲製や高コストにより PPV や CVP 測定の対象とならなかった症例にもこれらの測定を用いることができるようになると考えている。

2. 研究の目的

本研究は、この PPV と CVP を無侵襲で低コストに測定する手法の開発を目的とする。具体的には、本研究では上腕血圧測定用のカフを用いて PPV および CVP の測定する手法の確立を目指す。

3. 研究の方法

本研究は、上腕血圧測定用のカフを用いて PPV および CVP の代替指標を測定することを目指す。我々は、PPV の代替指標を ezPPV: enclosed zone PPV と呼ぶ。また、CVP の代替指標を ezCVP: enclosed zone central venous pressure と呼ぶ。

(1) 研究の原理

非観血動脈圧測定においては、オシロメトリック法が最も広く用いられている[3]。上腕にカフを装着し、カフ内圧を最高血圧以上に上昇させた後、徐々に減圧する。その過程における、カフ圧とカフ内圧脈波振幅の関係を計測する。平均動脈圧とカフ内圧が等しくなったときに、脈波振幅が最大値を示すことから、平均血圧を測定する。

血圧測定中に得られるカフ圧の脈動成分は、動脈圧の脈動に由来する。我々は、カフ圧脈波振幅にも呼吸性変動が重畳することから、脈圧の脈圧呼吸性変動推定の可能性を見出した。本研究では、カフ圧脈波振幅にも呼吸性変動の大きさを ezPPV として測定すした。具体的には、ezPPV 測定部において、カフ内圧を 45mmHg で 60 秒維持し、その間のカフ内圧脈波の呼吸性変動の大きさを定量している。

静脈圧も拍動成分を有するが、動脈の拍動成分も重畳するため、オシロメトリック法による静脈圧測定は実現していない。我々は、静脈拍動の混在しない動脈拍動の参照信号を用い、動脈と静脈の拍動成分が混在したカフ内圧信号から静脈拍動成分を抽出できる可能性を見出した(健康人データ)。この方法を用い、低圧域でオシロメトリック法により測定した静脈圧を ezCVP とした。静脈拍動信号の測定部位としては、右心房に出来るだけ近い部位として、腋窩近傍の上腕を選択した。腋窩静脈圧と CVP の間には、高い相関があることが過去に報告されている[4]。動脈拍動参照信号はパルスオキシメーターから得られる脈波信号をもちいる。具体的には、ezCVP 測定部分では 45mmHg から 3~5mmHg ずつ 6 秒ごとに低下させていき、静脈由来の振幅成分が最大となったステップのカフ圧から ezCVP を算出する。

(2) 開発研究と検証研究

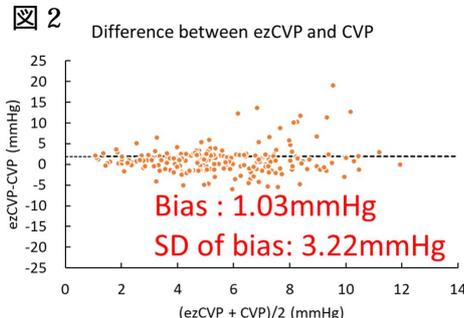
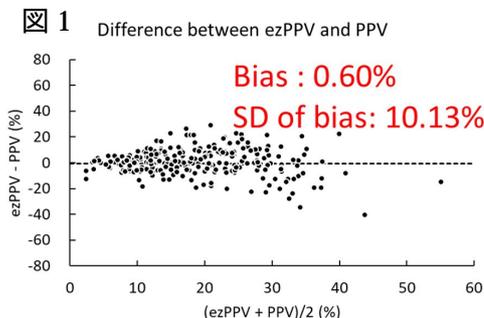
まず、開発研究として、倫理委員会の承認後、10 人の予定手術患者でカフ圧脈波の測定を行った。同時に観血的動脈圧ラインの血圧波形から PPV を算出した。また、内頸静脈に挿入したカテーテルから CVP を測定して比較を行った。測定したカフ圧脈波を分析し、呼吸性変動成分と静脈圧成分が PPV および CVP と相関することを確認した。続いてカフ圧脈波から ezPPV および ezCVP の変換式を作成した。次に検証研究として、倫理委員会の承認後、10 人の予定手術患者でカフ圧脈波の測定を行った。検証研究でも開発研究と同様に PPV 実測値、CVP 実測値の測定を行った。検証研究で測定したカフ圧脈波を開発研究で作成した変換式に入力し、ezPPV および ezCVP を得た。ezPPV 及び ezCVP の性能評価は Bland-Altman 解析を用いた。

4. 研究成果

(1) 開発研究の結果

10 人の被験者から 317 個の測定値を取得した。そのうち、カフ圧脈波の呼吸性変動が確認できるデータを 152 個選別した。カフ圧脈波の呼吸性変動と PPV の間に $r=0.67$ の相関を確認した。続いてカフ圧脈波の呼吸性変動から ezPPV への変換式を作成した。Bland-Altman 解析では、ezPPV と PPV の差は $0.60 \pm 10.13\%$ と良好な推定を行えた(図 1)。次に、カフ圧脈波に静脈圧情報が確認できる 90 個のデータを ezCVP 測定に用いた。

カフ圧脈波に静脈圧情報と CVP 実測値の間に $r=0.63$ の相関を確認した。続いて、カフ圧脈波に静脈圧情報から ezCVP の変換式を作成した Bland-Altman 解析では、ezCVP と CVP の差は 1.03 ± 3.22 mmHg であった (図 2)。

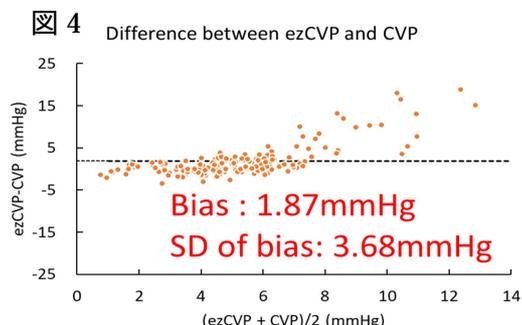
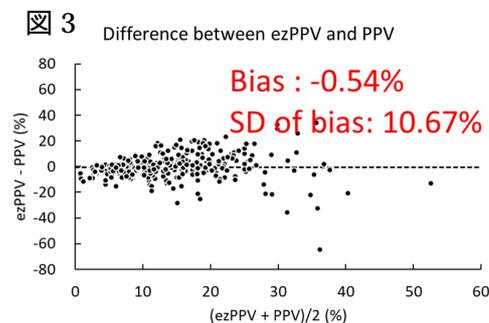


(2) 検証研究の結果

10 人の被験者から 341 個の測定値を取得した。ノイズの多い測定を除外した結果、ezPPV が計算できるデータは 322 個だった。Bland-Altman 解析では、ezPPV と PPV の間の差は $-0.54 \pm 10.67\%$ であった (図 3)。同様に、ezCVP が計算できるデータは 240 個だった。Bland-Altman 解析では、ezCVP と CVP の間の差は 1.87 ± 3.68 mmHg であった (図 4)。

(3) 結果のまとめ

カフ圧脈波の呼吸性変動から作成した PPV の代替指標である ezPPV とカフ圧脈波の静脈拍動成分から作成した CVP の代替指標である。ezCVP はともに臨床的に許容しうるバイアスで本来の指標を推定できていた。また、検証実験で推定の再現性が確認された。



引用文献

- [1] Michard F, Changes in arterial pressure during mechanical ventilation, *Anesthesiology*, 2005, 103: 419-428
- [2] Bigatello LM, George E, Hemodynamic monitoring, *Minerva Anesthesiol*, 2002, 68: 219-225.
- [3] Thien T, Adiyaman A et al, Blood pressure measurement in the year 2008: revival of oscillometry? *Neth J Med*, 2008. 66: 453-456.
- [4] Ricksten SE, Medegard A et al, Estimation of central venous pressure by measurement of proximal axillary venous pressure using a “ half-way ” catheter, *Acta Anesthesiol Scand*, 1986, 30: 13-17

5 . 主な発表論文等

〔 雑誌論文 〕 (計 1 件)

Nakamura, R., Saeki, N., Morimoto, H., Ukawa, T., Miyoshi, H., Kawamoto, M., A Novel Algorithm of Ezavp As Central Venous Pressure Determined with Conventional Noninvasive Blood Pressure Cuff, *Anesthesia & Analgesia*, 査読有, Volume 123, 2016, 783-784
DOI: 10.1213/01.ane.0000492993.23170.7d

〔 学会発表 〕 (計 2 件)

Nakamura, R., Morimoto, H., Kamiya, S., Saeki, N., Miyoshi, H., Hamada, H., Kawamoto, M., Validation of a novel, fluid status monitoring device, using a

non-invasive blood pressure measurement cuff, Anesthesiology 2018, San Francisco.

Nakamura, R., Saeki, N., Morimoto, H., Ukawa, T., Miyoshi, H., Kawamoto, M., A Novel Algorithm of Ezavp As Central Venous Pressure Determined with Conventional Noninvasive Blood Pressure Cuff, World 16th World Congress of Anaesthesiologists, 2016, Hong Kong.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：佐伯 昇
ローマ字氏名：(SAEKI, noboru)
所属研究機関名：広島大学
部局名：病院(医)
職名：講師
研究者番号(8桁)：30325170

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：柳部 憲祐
ローマ字氏名：(YANABE, kensuke)
研究協力者氏名：河本 昌志
ローマ字氏名：(KAWAMOTO, masashi)
研究協力者氏名：鶴川 貞二
ローマ字氏名：(UKAWA, teiji)
研究協力者氏名：辻 敏夫
ローマ字氏名：(TSUJII, toshio)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。