

東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

タイトル	Comparison of cardiac output and stroke volume calculated by pulse wave transit time at the fingertip versus at the toe
別タイトル	手指と足趾で同時測定した脈波伝播時間から求めた心拍出量と一回拍出量の比較検討
作成者(著者)	長谷川, 誠
公開者	東邦大学
発行日	2021.03.17
掲載情報	東邦大学大学院医学研究科 博士論文 内容の要旨及び審査結果の要旨.
資料種別	学位論文
内容記述	主査: 武田吉正 / タイトル: Comparison of cardiac output and stroke volume calculated by pulse wave transit time at the fingertip versus at the toe / 著者: Makoto Hasegawa, Ryoichi Ochiai, Yoshifumi Kotake / 掲載誌: Toho Journal of Medicine / 巻号・発行年等: 7(1): 39-47, 2021 / 本文ファイル: 出版者版
著者版フラグ	none
報告番号	32661甲第1000号
学位記番号	甲第688号
学位授与年月日	2021.03.17
学位授与機関	東邦大学
DOI	info:doi/10.14994/tohojmed.2020_022
その他資源識別子	10.14994/tohojmed.2020_022
メタデータのURL	https://mylibrary.toho-u.ac.jp/webopac/TD68266499

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

長谷川誠より学位申請のため提出した論文の要旨

学位番号甲第 688 号

学位申請者 : は せ がわ まこと
長 谷 川 誠

学位論文 : Comparison of cardiac output and stroke volume calculated by pulse wave transit time at the fingertip versus at the toe

(手指と足趾で同時測定した脈波伝播時間から求めた心拍出量と一回拍出量の比較検討)

著 者 : Makoto Hasegawa, Ryoichi Ochiai, Yoshifumi Kotake

公表誌 : Toho Journal of Medicine DOI: 10.14994/tohojmed.2020-022

論文内容の要旨 :

麻酔、集中治療領域における全身管理のゴールは、臓器・組織の酸素需給バランスを改善・維持することにあるが、臓器や組織局所の酸素需給バランスを測定することは臨床では困難であり、組織・臓器灌流圧を自動調節能の範囲内に維持することが循環管理の要点である。つまり、血圧低下に際しては、その原因が前負荷の低下か心筋収縮力の低下、あるいは末梢血管拡張によるものかを合理的に評価する必要がある。Frank-Starling 曲線から輸液負荷に対する一回拍出量の増加率、つまり『輸液応答性』が前負荷の評価として確実な評価法とされる。

従来、侵襲的な測定であった心拍出量と一回拍出量が、esCCO (estimated continuous cardiac output : 日本光電社製、日本) によって非侵襲的に測定可能となったため、前負荷の評価を含めた総合的な循環動態評価が可能となった。ただし、現時点では esCCO の測定は手指に装着したパルスオキシメータによる測定に限定されているため、手術操作や身体的制限から手指による測定が困難な症例では利用できない問題があった。そこで、足趾で測定されたデータから、手指のデータを推定可能であれば、临床上、循環管理の質の向上につながると考えた。

そこで、本研究では手指と足趾に同時装着して得られた値を比較検討することで、心係数 (esCCI: estimated cardiac index) と一回拍出量係数 (esSVI) を推定可能かを検討した。さらに、手指で測定された esSVI による輸液応答性のカットオフを 10% とした場合に、足趾で測定された呼吸性変動 (esSWV: estimated stroke volume variation) のカットオフ値を求め、代替性について

て検討した。

対象は東邦大学医療センター大森病院で耳鼻科手術を予定した全身麻酔患者とし、術前検査で、不整脈やペースメーカー装着者、閉塞性動脈硬化症や大動脈分岐異常の既往のある患者は対象外とした。

全身麻酔導入前に手指と足趾にパルスオキシメータを装着し、手指及び足趾の esCCO モニターを開始した。上腕の脈圧をもとに esCCO の校正を行った後に麻酔導入をし、測定は校正終了後から麻酔終了までとした。なお、輸液応答性の指標として、初回の収縮期血圧を対照値とし、収縮期血圧が 10%以上低下した時点を輸液負荷開始のタイミングとした。

患者背景として年齢、性別、身長、体重、基礎疾患を記載した。一分ごとの心拍数、5分ごとの上腕血圧と、手指と足趾で測定された esSVI、esCCI、PWTT を記録した。また輸液負荷前後の血圧、esSVI、esCCI、PWTT、esSVV を記録した。

統計学的分析として、相関性と一緻度について、回帰直線及び Bland-Altman 分析を用いた。追従性は Polar Plots 分析を行った。全体および各群で unpaired 及び paired Student's t-test を用いて有意差を評価した。輸液応答性に関しては、手指の esSVI の上昇が 10%以上を responder 群、10%未満を non-responder 群とし、足趾で測定した esSVI が輸液応答性を予測するカットオフ値を、ROC 曲線 (Receiver Operating Characteristic curve) の AUC (Area under curve) から求めた。統計学的有意差は $p < 0.05$ とした。

結果、足趾の esSVI および esCCI は手指と比較して有意に低値であったが、高い相関性と追従性を認めた。つまり、esSVI については、Bias $-14.04 \text{ mL/beat/m}^2$ 、Precision 5.98 mL/beat/m^2 、%Error 24%、Polar plot 分析 Bias が 13.1° 、Concordance rate at 30° が 97.5%、esCCI については、Bias 0.89 L/min/m^2 、Precision 0.39 L/min/m^2 、%Error 24%、Polar plot 分析で Bias が 2.5° 、Concordance rate at 30° が 100%、また、輸液応答性は AUC : 0.785 (0.6199-0.951) であり ($p < 0.05$)、そのカットオフ値は足趾 esSVV 7.0%であった。

以上より、足趾での測定値から変換式を用いて正しい esSVI ならびに esCCI を推定可能であることが判明した。また足趾の esSVV 7.0% 以上が輸液応答性の予測値であることが判明した。

研究上の問題点として、足趾 esSVI が過小評価されることがあるが、手指と足趾の血管長の絶対値が違い、PWTT が長いことが原因と考えられる。また、輸液応答性の non-responder 群で、輸液負荷中に足趾 esSVI が低下していた。これは手指の循環動態の変化から末梢血管拡張が生じたためと考えられた。手指に比較して足趾で精度が下がった理由は、PWTT が手指に比較して足趾でより延長したためと推測されるが、今後の検討課題である。

以上より、本研究では足趾に esCCO を装着する場合でも、十分に臨床使用が可能であり、さらに今後の精度向上に向けての問題点が明らかとなったため有益な研究であると考えた。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 688 号	氏 名	長 谷 川 誠
学位審査担当者	主 査	武 田 吉 正
	副 査	北 村 享 之
	副 査	藤 井 毅 郎
	副 査	諸 井 雅 男
	副 査	池 田 隆 徳

学位論文の審査結果の要旨 :

循環動態は前負荷、心筋収縮力、後負荷（末梢血管抵抗）、により決定される。手術中の血圧低下に際しては、輸液で前負荷を増加させ、1回拍出量の増加率を観察することが一般的である。つまり1回拍出量の『輸液応答性』が前負荷の確実な評価法とされる。従来、1回拍出量を求めるには侵襲的な測定方法が用いられてきたが、近年非侵襲的に1回拍出量を推定するシステムが開発された。esCCO (estimated continuous cardiac output : 日本光電社製) は、心電図上の電氣的収縮から上肢指尖脈波到達時間は1回拍出量に依存すること、また脈圧は1回拍出量に依存することより、1回拍出量を推定するシステムである。本システムにより非侵襲的に1回拍出量の評価が可能になった。ただし、現時点ではesCCOの測定は手指に装着したパルスオキシメータに限定されているため、手術操作から手指による測定が困難な症例では利用できない問題があった。そこで、申請者らは足趾で測定されたデータから、手指のデータを推定可能であれば、临床上、循環管理の質の向上につながるかと考え、手指と足趾に同時装着して得られた値を比較検討し代替性について検討した。対象は東邦大学医療センター大森病院で耳鼻科手術を施行する全身麻酔患者（31例）とし前向き研究を行った。全身麻酔導入前に手指と足趾にパルスオキシメータを装着し、上腕の脈圧をもとにesCCOの校正を行った。輸液応答性の指標として、初回の収縮期血圧を対照値とし、収縮期血圧が10%以上低下した時点を輸液負荷開始のタイミングとした。その結果、心臓から足趾までの脈波到達時間は心臓から手指までの脈波到達時間より遅いため、esSVIは手指と比較して14 ml/beat/m²程有意に低値であったが、応答性に関しては高い相関性を認めた。つまり、esSVIについてはPrecision 5.98 ml/beat/m²、%Error 24%、Polar plot 分析 Bias が13.1°、Concordance rate at 30° が97.5%、esCCIについては、Bias 0.89 L/min/m²、Precision, 0.39 L/min/m²、%Error 24%、Polar plot 分析でBias が2.5°、Concordance rate at 30° が100%であった。輸液応答性はAUC : 0.785 (0.6199-0.951) であり (p<0.05)、そのカットオフ値は足趾esSVV 7.0%であった。申請者らは、足趾での測定値から変換式を用いて正しいesSVIを推定可能であり、足趾のesSVV 7.0%以上が輸液応答性の予測値であると結論づけた。学位審査会において、動脈硬化症は足から始まることが多くそのような患者で評価の必要性、症例数増加の必要性、透析で動静脈シャントがある患者でのesCCOの信頼性、足趾では心拍数が上昇すると追従できないのではないか、等の質問やコメントが申請者に投げかけられた。それら全ての質問に対し、申請者は適切に返答した。以上より、足趾に装着したパルスオキシメータでもesCCOによる1回拍出量の推定が可能であることを示した本研究の臨床的意義は高く、本論文は学位に値するとの結論に達し、学位審査会を終了した。