

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（ 医学 ）	氏名	南 茂
学位授与の条件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目 Efficacy of the Pulse Pressure Generator during Cardiopulmonary Bypass Training Using the Extracorporeal Circulation Simulator (体外循環シミュレータを用いた人工心肺操作訓練における拍動圧発生装置の有用性)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	東 幸仁	印
審査委員	教 授	木原 康樹	
審査委員	准教授	中野 由紀子	
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>心臓手術において体外循環技術は、患者の生命に関わる重要な操作である。操作者である体外循環技士は十分な教育や訓練を受ける必要がある。しかし、現状のトレーニング方法や教育方法に統一されたものは無く、操作者は各施設において臨床症例を前にして指導を受けながら運転の訓練をしている。人工心肺操作トレーニングのためのシミュレーションシステム ECCSIM (Extra-Corporeal Circulation Simulator) を開発して実用化し、臨床工学技士養成校の人工心肺操作教育に用いて、その有効性を報告してきた。ECCSIM には、装置の大型化やコストの増大の懸念から、拍動圧発生装置を内蔵していなかった。ECCSIM の使用感を調査した際に「臨床の操作感覚と違う」との問題が指摘された。この問題を解決するために、小型で簡易的な拍動圧発生装置を開発し ECCSIM に搭載した。体外循環シミュレーショントレーニングにおける拍動圧の有無がシミュレーションの質や操作感覚に与える影響についての評価はされておらず、その効果は明らかになっていない。本研究では、拍動圧の有無が人工心肺操作のどの場面に変化を与えるか、シミュレーションの質に影響するのかを、実際にシミュレーションを行い検討した。体外循環シミュレーションに拍動圧付加の有無による体外循環操作の操作感覚、難易度、さらに精神的作業負担の相違について比較検討した。その結果より、体外循環シミュレータに拍動圧の有無がシミュレーション教育効果に有効であるかを評価した。体外循環技士7名に課題(シナリオ)を与え、拍動圧の有無が運転結果や操作感覚に影響を与えるかどうか検討した。人工心肺装置の送血用ポンプに運動型ポンプである遠心ポンプを使用した。シナリオは、1) 静脈貯血レベルを一定に保ち送血流量を上昇・維持・下降する訓練、2) 血圧を一定に保ち送血流量を上昇・維持・下降させる訓練、3) 脱血量可変により後負荷を変化させる訓練の3種類とした。運転結果は拍動圧有無によるシミュレーション時の波形を観察し、操作感覚はアンケート調査による比較を</p>			

行った。シミュレーションと臨床の操作感覚については、拍動の有無により「回路内圧のかかり方」「遠心ポンプの回転数」「モニタ表示」の質問を行った。また、拍動圧の有無が臨床の操作感覚と異なる場面を調査するために「臨床と操作感覚が異なるフェーズ」の質問を加えた。拍動の有無がシミュレーションの難易度に影響するかの質問には 0-100 スケールを用いてプロットにて回答を得た。さらに、精神的・身体的作業負荷については、日本語版 NASA-TLX の評価指標を用いて評価した。

シナリオ 1) 2) では、拍動圧を加えることにより遠心ポンプ低回転時の送血流量の変動が大きく、操作が不安定になっていた。シナリオ 3) の拍動無では、送血開始前および終了後の回路内圧は“静水圧”を示し、後負荷がない状況であった。拍動圧が発生していないため動脈圧も一定値を示していた。拍動圧有では、送血開始前および終了後には動脈圧と回路内圧がほぼ同程度であった。目標流量到達後、遠心ポンプの回転数を一定としていたが、脱血量を可変させたことにより動脈圧が増減し、それに比例するように回路内圧は変動した。また、送血流量は回路内圧に反比例する動向を示した。

アンケート調査では、すべての設問において拍動圧有の方が臨床の操作感覚と近いという回答であった。その他には「遠心ポンプ回転数、血圧、揚程の関係の再現性があった」「低回転時での流量の不安定さが臨床に近かった」「ボリュームと圧の関係が臨床に近かった」「遠心ポンプ操作の訓練に適している」とシミュレーションの質の向上が認められた。シミュレーション全体の難易度は拍動圧有が拍動圧無に比べて有意に高くなるとの結果を得た。日本語版 NASA-TLX の比較では、加重平均負荷得点 (WWL) は $Z = -3.09$ 、 $p = 0.0020$ で拍動圧無に比し拍動圧有は有意に大きかった。各評価項目において拍動圧有が拍動圧無に比し有意に高く、拍動圧を与えることで精神的・身体的ストレスを増加させた。

体外循環シミュレータに拍動圧機能を付加することで臨床と同様の操作感覚を再現することができた。拍動圧は体外循環操作の難易度に影響を与えることが精神的・身体的作業負担の増加した結果とも合致しており、体外循環シミュレータに拍動圧発生装置の搭載は体外循環シミュレーションの教育的効果を増すことが示された。

以上の結果から、本論文は体外循環シミュレータに拍動圧発生装置を搭載することにより体外循環シミュレーションの質は向上し、教育的効果が増すことを示した。上記より、体外循環シミュレーションには拍動圧の要素が重要であることを明らかにしたことから、当該シミュレータに必要な構成要件が示された。

よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士 (医学) の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。

最終試験の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（ 医学 ）	氏名	南 茂
学位授与の条件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目 Efficacy of the Pulse Pressure Generator during Cardiopulmonary Bypass Training Using the Extracorporeal Circulation Simulator (体外循環シミュレータを用いた人工心肺操作訓練における拍動圧発生装置の有用性)			
最終試験担当者			
主 査	教授	東 幸仁	印
審査委員	教授	木原 康樹	
審査委員	准教授	中野 由紀子	
〔最終試験の結果の要旨〕			
判 定 合 格			
<p>上記3名の審査委員会委員全員が出席のうえ、平成30年11月1日の第76回広島大学研究科発表会（医学）及び平成30年10月31日本委員会において最終試験を行い、主として次の試問を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 体外循環の危険レベル 2 体外循環の習熟度判定 3 ECCSIM の病態再現能 4 拍動圧有無の客観的評価法 5 体外循環操作訓練法 <p>これらに対して極めて適切な解答をなし、本委員会が本人の学位申請論文の内容及び関係事項に関する本人の学識について試験した結果、全員一致していずれも学位を授与するに必要な学識を有するものと認めた。</p>			