

課題番号	Q20L-04
課題名（和文）	心タンポナーデ治療心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発
課題名（英文）	Development of a training system for pericardiocentesis for the treatment of cardiac tamponade
研究代表者	所属（理工学部，電子工学系，教授） 氏名 荒船龍彦
	所属（大阪経済大学，人間科学部，教授） 氏名 八尾武憲
共同研究者	所属（理工学部，電子工学系，教授） 氏名 本間章彦
	所属（産業技術総合研究所，セラノステイックデバイス研究グループ，グループ長） 氏名 小関義彦
	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 氏名

#### 研究成果の概要（和文）

心タンポナーデの治療方法としては心膜外からの心嚢穿刺がある。しかし①心臓を直接見えない状況での手技になる，②過剰穿刺が心臓を傷つけ死に至らしめる可能性がある，③発生から数分以内に処置する必要があることなどから，心タンポナーデ治療は非常に難易度の高い術式である。本研究の目的は心タンポナーデ治療における心嚢穿刺術のトレーニングのため，心臓模擬装置，拍動流ポンプ，術者の穿刺せん断応力測定系から構成されるトレーニングシステムを開発することとした。

#### 研究成果の概要（英文）

Pericardiocentesis from the epicardium is the most common treatment for cardiac tamponade. However, this is a very difficult procedure because (1) the heart is not directly visible, (2) excessive puncture can damage the heart and cause death, and (3) the procedure must be performed within a few minutes of the occurrence of tamponade. The purpose of this study was to develop a training system for pericardiocentesis for the treatment of cardiac tamponade, consisting of a cardiac simulator, a pulsatile flow pump, and a system for measuring the operator's puncture shear stress.

## 1. 研究開始当初の背景

本文（9ポイント：明朝）

心タンポナーデとは血液が心臓から流出することで引き起こされる疾患である。主な原因としてカテーテル治療中の医療過誤、交通事故による胸部への衝撃、心膜炎や心筋炎による出血などが挙げられる。症状としては、心嚢内に血液が貯留し、心臓の拡張を阻害するために心不全が引き起こされ、数分の中に死に至る緊急度の高い重篤な疾患である。治療方法としては心膜外からの心嚢穿刺により排液すれば、症状は消失する。しかし①心臓を直接見ることができずブラインドによる手技になること、②穿刺しすぎると心臓を傷つけ死に至らしめる可能性があること、③発生から数分以内に処置する必要があることなどから、心タンポナーデ治療は非常に難易度の高い術式である。現在、様々な外科手技に対応した手術トレーニングシステムが製品化されているが、心タンポナーデの症状を再現し、術者の手技評価が可能なトレーニングシステムは未だ開発されていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は心タンポナーデ治療における心嚢穿刺術のトレーニングのため、心臓模擬装置、拍動流ポンプ、術者の穿刺せん断応力測定系から構成されるトレーニングシステムを開発することである。なお本研究は東京電機大学ヒト生命倫理審査委員会の許諾(認可番号03-023)の下で実施した。

## 3. 研究の方法

システム仕様として、拍動心周波数を 1Hz、カメラ 15Hz による穿刺位置計測、ブラインド下による穿刺、穿刺力センサによる計測サンプリングレートを 50Hz に設定した。穿刺針の感圧センサによる力、模擬拍動心臓下の感圧センサによる力、カメラと PC によるリアルタイム画像処理によって取得する穿刺針先端と模擬心膜との距離情報の 3 点の情報から、心嚢穿刺動作解析を行った。

次に、心嚢穿刺針システム構成図 Fig.1 に示す。本

装置で提案する設計では、心嚢穿刺術で実際に使用するシリンジと 18G 注射針との間に超小型引張・圧縮ロードセルを搭載し、穿刺針からシリンジにバイパスしたチューブを用い、廃液を行う仕様とした。これにより、術者の穿刺手技を邪魔することなく穿刺力の計測を可能な構造とした。上記の方法で開発、改良した心嚢穿刺動作解析システムを用いて、計測評価実験を行った。

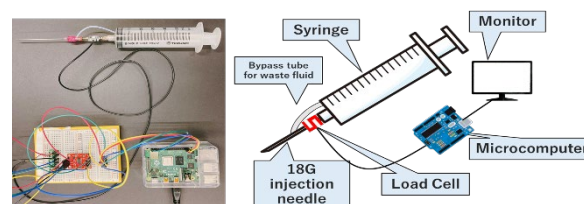


Fig.1. Pericardiocentesis movement analysis system.

## 4. 研究成果

評価実験で得られた穿刺波形結果を Fig. 2 に示す。

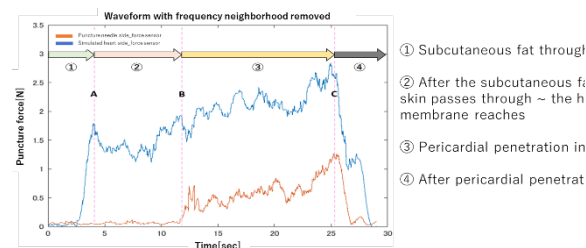


Fig.2. Puncture wave pattern result.

穿刺力から心嚢穿刺時の針先端位置推定する支援機器のための心嚢穿刺手技の動作解析システムを構築した。穿刺針の穿刺力、心臓側の穿刺力、穿刺針先端位置と心膜までの距離導出がリアルタイムで計測、提示できる機能を実装した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、共同研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 11 件)

- ① 芹野真郷, 川北幸平, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心嚢液ドレナージを再現した拍動心嚢穿刺トレーニング装置の開発", 第 59 回日本生体医工学会大会, 2020/5/25-27, オンライン
- ② 芹野真郷, 川北幸平, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "エコー下での穿刺力計測と拍動心を再現した心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発", 第 48 回日本救急医学会総会・学術集会, 2020/11/18-20, 長良川国際会議場
- ③ 芹野真郷, 川北幸平, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "胸部からの穿刺を再現した拍動心下心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発", 第 29 回日本コンピュータ外科学会大会, 2020/11/22-23, オンライン
- ④ 芹野真郷, 川北幸平, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "胸部からの穿刺を再現した拍動心下心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発", 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会 2020, 2020/12/12, オンライン
- ⑤ 芹野真郷, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "エコー下での穿刺力計測と拍動心を再現した心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発", 第 60 回日本生体医工学会大会, 2021/6/15-17, オンライン
- ⑥ 芹野真郷, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "穿刺力計測と拍動心を再現した心嚢穿刺術トレーニングシステムの開発", LIFE2020-2021・第 36 回ライフサポート学会大会, 2021/9/16-18, オンライン
- ⑦ 芹野真郷, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心タンポナーデ治療心嚢穿刺支援システムの開発", 第 30 回日本コンピュータ外科学会

大会, 2021/11/21-23, つくば国際会議場

- ⑧ 芹野真郷, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心タンポナーデ治療心嚢穿刺支援システムの開発", 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会 2021, 2021/12/11, オンライン
- ⑨ 太田樹, 芹野真郷, 住倉博仁, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心嚢穿刺トレーニングシステムにおける心膜貫通検知機構", 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会 2021, 2021/12/11, オンライン
- ⑩ 芹野真郷, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心タンポナーデ治療心嚢穿刺支援システムの開発", 第 31 回ライフサポート学会フロンティア講演会, 2022/3/7-8, オンライン
- ⑪ 太田樹, 芹野真郷, 住倉博仁, 小関義彦, 山内康司, 八尾武憲, 荒船龍彦, "心嚢穿刺術における心嚢液検知システム", 第 31 回ライフサポート学会フロンティア講演会, 2022/3/7-8, オンライン

[図書] (計 0 件)