

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 2日現在

機関番号：15501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22659104

研究課題名（和文） 心臓超音波検査法学習用教材の開発・作成およびその教育効果の検討

研究課題名（英文） Trial and development of the effective instructional materials for echocardiography

研究代表者

末永 弘美 (SUENAGA HIROMI)

山口大学・大学院医学系研究科・助教

研究者番号：10372707

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、心臓超音波検査法教育において重要不可欠である心臓の解剖理解を高める教育教材、教育カリキュラムの構築である。教育教材として心臓標本と解剖手順を考案・開発し、その教育効果を評価した。その結果、超音波検査法を初めて学ぶ学生において、心臓標本、解剖実習はそれぞれ、超音波検査法における教育効果の向上と意識の向上に有用性を認めた。

研究成果の概要（英文）： For newcomers learning ultrasound technology, an anatomical understanding of each organ being imaged is most important. Therefore, we devised, developed, and examined the educational effectiveness of a new heart model and dissection procedure for learning about echocardiography. The heart model and dissection practice were each useful in enhancing educational effectiveness and improving awareness regarding echocardiography.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,100,000	0	2,100,000
2011年度	300,000	90,000	390,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	240,000	3,140,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：境界医学、医療社会学

キーワード：医学・薬学教育、教育用模型

## 1. 研究開始当初の背景

近年、超音波診断装置の進歩は著しく、リ

アルタイムに3次元画像が表示可能になるなど画像診断に携わる検査者にはより高度な

解剖学の理解が求められている。特に超音波画像は対象臓器の横断面を描出するゆえに、対象臓器の立体構造を熟知することが必要である。中でも心臓は学生にとっては解剖を理解しにくく、教員にとっては教育しがたい臓器として知られている。しかしながら、解剖の学習用教材にはアトラスや学習用ソフト、市販の模型などが使用されているものの、特に臓器の横断像を学ぶことを目的とした教材は見当たらない。

## 2. 研究の目的

超音波診断学技術教育の充実を目的として、立体構造が理解しづらいと考えられている心臓について、解剖実習や解剖教材を考案し、さらにどのような教材を使用することが有効か検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 心臓解剖手順：ブタの心臓（以下、ブタ心）を用いて主要な超音波断層像を効率よく観察できる解剖手順を考案した。

(2) 心臓模型：ブタ心を用い、3本の冠動脈それぞれに異なる色のシリコンを注入し、川崎医科大法による含浸標本（plastination）処理を施し、主要な超音波断層像に相当する断面で分割した。さらにそれぞれの分割部分は磁石を植え込むことにより着脱可能にした。

(3) 教育効果の評価：保健学科3年生（79人）を対象とし、従来の画像診断学実習のみ行うコントロール群（26人）と心臓解剖手順に従って解剖実習を行った後に画像診断学実習を行う解剖群（25人）と心臓模型を用いて画像診断学実習を行う模型群（28人）の3群に分け、それぞれに対して画像診断学実習の前後に解剖や超音波断層像に関する記述試験と心臓超音波検査（以下、心エコー）に

ついての興味や自己の超音波描出技術の程度などを問うアンケートを行い、教育効果を評価した。

(4) 3Dプリンターによる心臓模型作成の試み  
これまでに作成した超音波用心臓模型の問題点である作製時間や経費、複製方法の煩雑さ、耐久性の低さなどを解消するためにCTデータと3Dプリンターによる超音波検査用心臓模型の作製を試みた。プラスチック処理後のブタの心臓をCT撮影し、そこから得られたDicomデータを、3次元構築したSTIデータに変換し、画像編集ソフトにより、超音波断層像に適した断面に分割後、3Dプリンター（Dimension SST）にて造形を行った。

## 4. 研究成果

(1) 心臓解剖手順：ブタ心正面から大動脈弁右冠尖と心尖部を結ぶ線分を決め、その上部1/4の位置から右心耳側へは下大静脈まで、左心耳側へは肺静脈辺りまで切り開いた。切り開いた断面の心臓上部側が超音波における短軸断層像大動脈弁レベルとなる。次に右冠尖と心尖部を結ぶ線上にて右室自由壁、三尖弁、心室中隔、大動脈弁および僧帽弁前尖の順に切り開いた断面は、超音波における長軸断層像と一致した。さらに心臓前面側より僧帽弁尖に沿った高さで切り離した断面が短軸断層像僧帽弁レベル、乳頭筋の高さで切り離した断面が短軸断層像乳頭筋レベルとなった。この解剖手順はいずれも超音波ビームが入射する方向から切り開いていくため、複雑な構造の心臓において超音波ビームが横切る順序を容易に理解することができた。また、それぞれの断面観察において部分同士を完全に切り離すことがなく、解剖手順が進んだ後にも前段階の断面に戻り、反復し観察することができるものとなった（図1、図2）。

(2) 心臓模型：ブタ心を含浸標本処理する

ことにより実際のブタ心を素手で持つことが可能な標本に仕上げることができ、さらに分割や細工が簡単に行えるものとなった。また、超音波検査法の主要断層像に一致するように分割した各部分を磁石で着脱可能としたことにより、学習者が見たい断面で模型を分解したり、組み立てたりすることが容易となった。分割断面を観察することにより、得たい断層像を超音波で描出するためにはどの位置でどの角度でプローブを走査すれば良いのかを確認することも可能であった。さらに、3本の冠動脈を3色で分別したことにより、超音波検査の重要な役割のひとつである壁運動異常部位から責任冠動脈を予測するために必要な冠動脈の支配領域が記憶しやすい模型となった。

(3) 解剖と模型の教育効果：解剖に関する問題および超音波断層像に関する問題の正解率は、3群のいずれにおいても実習前より実習後で有意に改善した。つまり従来の画像診断学実習によっても、解剖や模型を用いた実習によっても解剖や超音波検査の理解を深めうることを示された。解剖に関する試験問題の実習前の正解率は、コントロール群、解剖群および模型群のいずれにおいても有意な差は認めなかった。しかし、実習後の正解率では解剖群はコントロール群に比べ有意に高値を示し、超音波断層像に基づいた解剖手技で実習を行うことにより解剖に関する理解をより深めることができたと考えられた(図3上)。超音波断層像に関する記述試験問題の実習前の正解率では、模型群が解剖群に比べ有意に低値であったにもかかわらず、実習後には3群間に有意な差は認められず、さらに模型群の正解率が3群の中で最も高値を示したことから、超音波断層像に基づいた心臓模型を実習に用いることにより超音波断層像の理解を深めることができ

たと考えられた(図3下)。また、アンケートの集計結果をスピアマン順位相関係数で分析したところ、心エコーに興味がある学生は心エコーを面白いと感じ、心エコーを面白いと感じた学生は将来心エコーに携わりたいと考えていることが示された。さらに、心エコーを難しいと思う学生ほど画像描出技術の自己評価が低いことが示された。

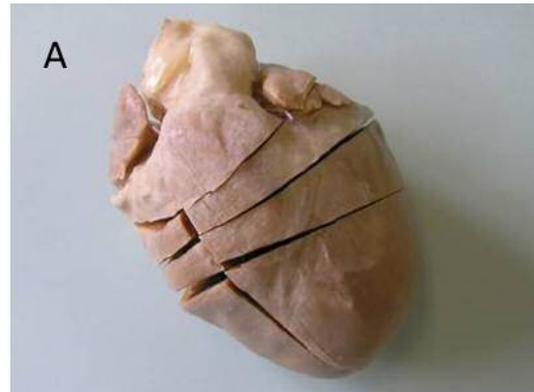


図1 心臓模型(正面)

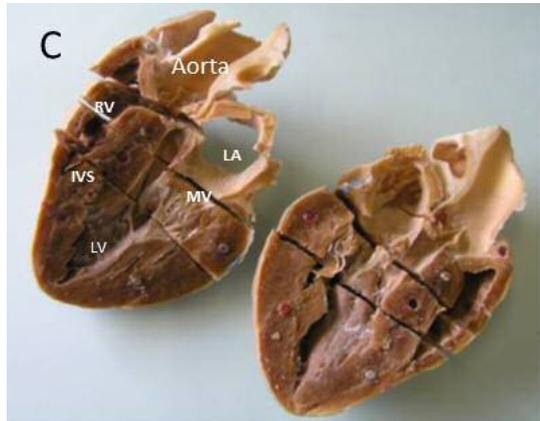


図2 心臓模型(縦断面)

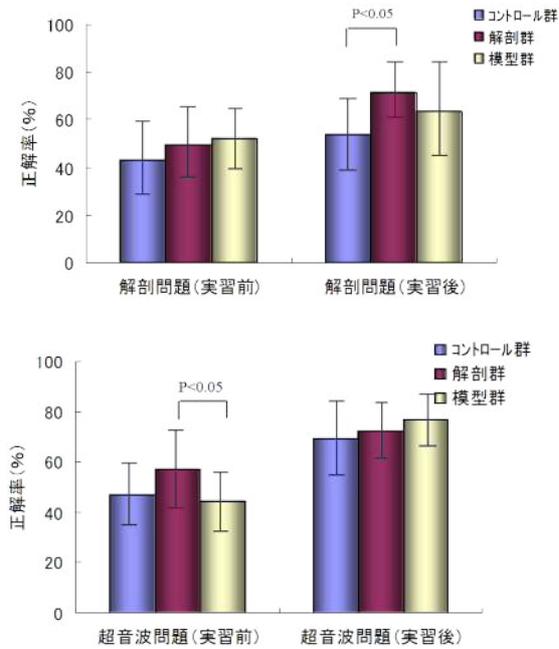


図 3 各群の試験問題正解率の比較 (上：解剖問題、下：超音波問題)

(4) 3D プリンターによる心臓模型作成

3D プリンターによる心臓模型作成の一連の作業は、PC画面の3次元画像を超音波断層像と一致する断面へ分割するなどの煩雑な作業を要するが、一旦構築された画像データを用いれば、模型の作製時間の短縮が期待できる。また、CTデータを画像処理している

ため、実物に近似した精度の高い模型が期待できるが、3Dプリンターでの造形サイズの限界から、弁などの繊細なパーツの完成度の低下は否定できなかった。また、使用した3Dプリンターの造形素材が白色単色であるため、構造の詳細を理解するのがやや困難である印象が残った。今後はフルカラー3Dプリンターを用いるなど作製工程の工夫や改善が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 末永弘美, 百瀬なぎさ, 小林由季, 宿輪優子, 心臓超音波検査法における教育効果の向上を目指した教育教材作成の試み、Jpn J Med Ultrasonics, 査読有、2012 ; 39 (4) : 457-462

6. 研究組織

(1) 研究代表者

末永 弘美 (SUENAGA HIROMI)  
 山口大学・大学院医学系研究科・助教  
 研究者番号：10372707