

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：32645

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K20352

研究課題名(和文)3Dモデルのシミュレータを用いた外傷外科教育効果

研究課題名(英文)medical simulation training using 3D printed simulation model

研究代表者

内田 康太郎(Uchida, Kotaro)

東京医科大学・医学部・講師

研究者番号：60408143

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、3Dモデルのシミュレーターを開発し、従来のトレーニング法と組み合わせて教育を行い、外傷患者の救命に不可欠な手技を理解するためのシミュレーション教育の開発である。今回は輪状甲状靭帯切開の3Dモデルの作成を行った。3Dモデルは、CT画像を変換ソフトで3Dデータとして作成し、3Dプリンターで印刷した。

今回作成した3Dモデルは、初学者の手順確認のツールとして有効であることが示唆された。3Dモデルの利点は、画像データをもとに遭遇頻度の低い症例も再現でき、何度も検討できる点にある。現代に即した学習中心で個々に合わせた学習支援ができるツールとして使用可能であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is development of 3D printing simulator and simulation education program. We developed cricothyroid ligament incision model using 3D printer. We selected this skill because we required the skill promptly and accurately. We changed computed tomography(CT) scan data to 3D data, and we printed the 3D data using 3D printer. Figure 1 is the whole of this 3D model. Figure 2 is the incision part. This part is able to be cut and inserted a tracheostomy tube. Figure 3 is the simulator inserted a tracheostomy tube.

This simulation model is useful for young doctor unfamiliar with cricothyroid ligament incision, after using this simulator. So it is worth making simulator model for another common skill technique like thoracic drainage. For experts, we need more real simulator about tenderness. The advantage of the 3D printing model is that it can experience rare cases using CT data. We realized that 3D printer model can be good learning tool regarding medical education.

研究分野：救急医学

キーワード：医学教育 シミュレーション教育 3Dプリンター

## 1. 研究開始当初の背景

医学におけるシミュレーション教育は、客観的臨床能力試験 Objective Structured Clinical Examination (OSCE オスキー) の導入により、臨床技能習得において一定の効果が認められている。

医療者に限らずとも、心肺蘇生法や AED の使用手順など、市民への医療教育にもシミュレーターを用いる方法が既に一般的に行われている。外傷診療教育においても、Japan Advanced Trauma Evaluation and Care (JATEC) が開催する外傷診療手順を学習するための外傷初期診療教育コース等、シミュレーターによる教育が有効に活用されて標準的な診療法に対する理解を助けている。

また、CT 等の画像を 3D 再構成し、診療や病状説明に役立てることも、臨床において一般的に行われている。CT 等の画像を 3D プリンターで立体印刷し、予定手術のシミュレーションを行うこともある。3D モデルによるシミュレーションの利点は、モデルが画一的なものではなく、患者固有の病状に即した個々のモデルを作成できることにある。

研究代表者は、2012 年 10 月より 18 か月間、米国ピッツバーグ大学メディカルセンターにある Peter M. Winter Institute for Simulation Education and Research center (WISER ワイザー) シミュレーションセンターのディレクターである Paul E. Phrampus 准教授に師事し、医学シミュレーション教育に関する方法論を学んだ経験を基に、3D モデルを医学教育に使用するという新たなトレーニング法を確立する着想に至った。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、3D モデルのシミュレーターを作成し、従来のトレーニング法と組み合わせ教育を行い、外傷患者の救命に不可欠な手技を理解するためのシミュレーション

教育手法を開発することである。気道確保、胸腔ドレナージ等の外傷初期診療で必要とされる緊急処置の技能スキルは、外傷以外の患者でも求められるスキルであり、内科系の緊急処置に対する教育としても有用である。

## 3. 研究の方法

3D モデルの作成にあたり、今回は外科でも内科でも必要とされる輪状甲状靭帯切開を手技として選択した。

輪状甲状靭帯切開は、気管挿管が困難な場合の緊急気道確保手技であり、顔面、頸部外傷や、口腔内多量出血による窒息患者等にも行われる。即時に正確な対応が求められる手技であり、短時間で完遂することが必要な手技である。そのため、手技の手順とともに、実際にメスで切開をし、チューブを挿入できることが重要であると考え、実際メスを入れ、切開部分から気管チューブを挿入できるモデルの作成を試みた。

方法としては CT 画像を変換ソフトで 3D データとして作成したのち、3D プリンターで印刷を行った。メスを入れて切開する部分は、素材を最も軟らかいものとした。素材変更のため、切開部分のみ一部 CT 画像を切り取り、別個に 3D データを作成、印刷した。プロトタイプを作成し、切開部分の質感を確認しながら修正を加えた。最も軟らかい素材でも厚みが出ると硬度が上がり、切開部を展開して気管切開チューブを挿入することは不可能であったため、一部を中空にし、硬度を下げた。

完成品を図 1 に、切開部分のパーツの拡大を図 2 に示す。完成したシミュレーターを用いて救急医や研修医が実際に輪状甲状靭帯切開及び気管チューブの挿入を行った。(図 3) 教育効果の比較のため、既存のシミュレーター(レールダ社 輪状甲状靭帯穿刺・切開シミュレーター)を用意した。

#### 4. 研究成果

救急医や研修医が3Dモデルへ切開を実際に行い、気管チューブを挿入した。使用者にアンケートを行った結果、救急医の中でも輪状甲状靭帯切開経験数が多い医師は、実臨床での経験との差異を感じるようであった。おもに実際の臓器との感触の相違や、出血の有無によるものが乖離と感じていた。輪状甲状靭帯切開経験数の少ない医師及び研修医は、実臨床との相違は認められなかったが、経験が少ないため、シミュレーショントレーニングをすること自体に効果があると考えられた。既存のシミュレーターと比し、3Dモデルの方が使いにくいと回答したものはなかった。(レールダル社の輪状甲状穿刺・切開シミュレーターは穿刺、切開のみで気管切開チューブの挿入はできないシミュレーターであった)

このことから、今回作成した3Dモデルは、初学者の手順確認のツールとしては有効であることが示唆された。既存のシミュレーターとの比較は十分ではなく、今後も検討を続ける必要があると考えられた。熟練者への対応としては、感触のリアリティを追求する必要性を感じた。例えばシリコーンハイドロゲルなどのより軟らかい素材を使用することにより、質感や出血等の臨床現場の再現性を求める必要があると考えられた。

また、上級者は気道確保のみならず、ショックを来す損傷部位を見つけ、有効な止血を速やかに行う外科的手技も修得が必須である。しかしこのような手技を修得する場合に、実践で身につける機会が少ないことが問題として挙げられる。このような問題を解決するために、American college of surgeons (ACS)は、豚の鋭的外傷モデルを用いて腹部臓器および心血管損傷に対する診療における教育を、ATOM (Advanced Trauma Operative Management) 外傷外科トレーニングとして開発した。日本外科学会は、このト

レーニングコースを日本国内で開催して、外傷診療における標準的治療の教育を外科専門医に対して行っている。International association for trauma surgery and intensive care (IATSIC)は、重症外傷診療における外科手技の向上と、適切なdecision-making能力の向上を目的として、Definitive Surgical Trauma Care(DSTC)コースが開発された。日本版コースも毎年開催されている。

当大学の救急・災害医学分野と人体構造学分野では、2007年より『献体による外傷手術臨床解剖学的研究会』を行っている。外傷手術手技の習得を目的としており、解剖学的理解に基づいた術野の理解や修復に対するアプローチ法に対する理解を深め、手術手技を修得していく。

以上のように様々なコースが国内外に存在しているが多くはなく、技術の修得機会が困難である。近年は重傷外傷の減少、さらに保存的治療、血管内治療の発達により、臨床現場で経験する機会も減っているため、3Dモデルによるシミュレーターの開発は意義がある。

3Dモデルの利点は、画像データがあれば遭遇頻度の低い症例も再現でき、何度も検討できる点にある。今後は臓器損傷など外傷モデルにも応用展開する可能性を見出せた。また、今回必要性の高い手技の初学者への経験を目的としても有用であることが示唆され、輪状甲状靭帯切開以外の、例えば胸腔ドレナージのような手技モデルの作成も有用と考えられた。

卒前・卒後の医学教育は講義のような画一的なものではなく、個々のニーズに合った学習を支援することが求められている。3Dモデルによる学習は現代に即した学習支援ができるツールとして使用可能であると考えられた。

図 1

輪状甲状靱帯切開 3D モデル



図 2

切開部分パーツ

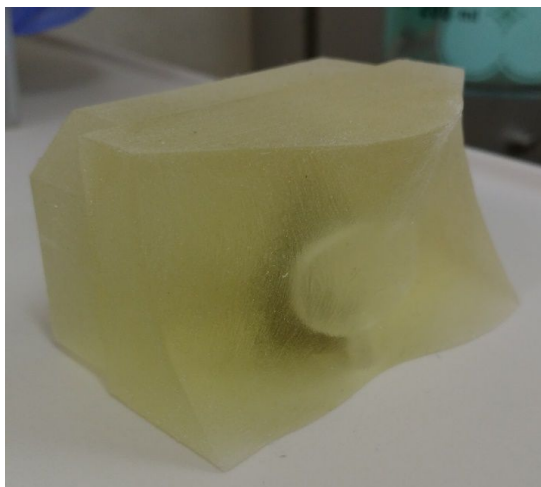
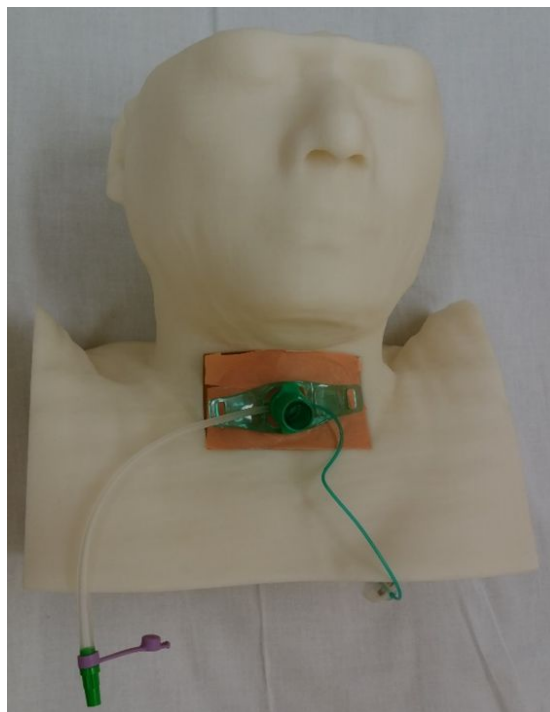


図 3

輪状甲状靱帯切開 3D モデル  
(気管切開チューブ挿入後)



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 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

発表代表者：内田康太郎

発表表題：3D プリンターを用いた教育用シミュレーターの開発

学会名：日本医学シミュレーション学会

発表年：2018 年

〔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：

出願年月日：

国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

内田 康太郎 (UCHIDA Kotaro)

東京医科大学 ・ 医学部 ・ 講師

研究者番号：60408143

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

##### (4) 研究協力者

園田 清次郎 (SONODA Seijiro)