

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03178

研究課題名（和文）気道管理における初期研修生の技術教育支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of a Technical Education Support System for Initial Trainees in Airway Management

研究代表者

片岡 英幸（KATAOKA, Hideyuki）

鳥取大学・医学部・教授

研究者番号：00224436

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：気管カニューレ管理モデルを用いて、気管切開管理の習熟できる環境を構築、さらには医療現場でも利用されるようになってきたVRを取り入れ技術習得方法の開発を目指した。気管カニューレ挿入演習を行い、カフの状態やカニューレ先端位置、周囲の重要臓器との関係、適切な管理がされなかった場合の危険性を学習した。180度3DVR教材を作成し、VRゴーグルを装着し、高解像度の立体視や実施者の視線から観察ができた。等身大の3D喉頭気管モデルを用いVRで立体視しながらモデルの周囲を移動でき喉頭気管の解剖構造の理解を深めることができた。ロボット手術室を模したVR教材を作成し、仮想体験で学習できる環境を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

モデルを用いたシミュレーションやVR教材により、解剖学的構造や手技を体験的に学ぶことができる。リアルな手術環境を再現することで、仮想体験ができ、臨床経験不足を補うことができる。VR教育ツールを用いた学習成果や技術習得度のデータを蓄積することで、教育カリキュラムの改善に役立てることができる。教育の質が向上することで、医療従事者の技術力が高まる。対面実習が困難な地域や状況でも、VR教材を利用することで同等の学習体験を提供でき、教育機会の格差を縮小することができる。これらの意義により、医療分野の教育の質を向上させることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：Using a tracheal cannula management model, we aimed to create an environment in which tracheostomy management could be mastered, and to develop a method of acquiring skills by incorporating VR, which is now being used in the medical field. The tracheal cannula insertion exercise was conducted to learn the condition of the cuff, cannula tip position, relationship with the surrounding vital organs, and the risks involved if the cannula is not properly managed. 180-degree 3D VR educational materials were created, and the trainee was able to observe from the perspective of a high-resolution 3D viewer and the practitioner's line of sight by wearing VR goggles. Using a life-size 3D laryngotracheal model, trainee was able to move around the model while viewing it stereoscopically in VR, deepening their understanding of the laryngotracheal anatomy. We created a VR material that imitated a robotic operating room, and constructed an environment for learning through a virtual experience.

研究分野：教育工学

キーワード：気道管理 180度3DVR VR 教育支援教材 気管切開

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

気管カニューレ交換の頻度が少なく放置されると、気管切開孔の感染や肉芽形成をきたす。また、患者の体位変換などで気管カニューレが抜けてしまったり、再挿入時に難渋することがある。どの医療現場でも速やかに気管カニューレが挿入できるスキルが求められる。気管切開後の管理についてシミュレーション教育や実習等の方法を開発することが急務であると考えられる。本研究ではカニューレ交換における問題点を明らかにし、シミュレーションモデルの構築により気管切開管理の技能を持った初期研修生の育成を目指す。

2. 研究の目的

気管カニューレの管理については、適切なカニューレのカフ圧、カニューレ先端の位置、吸引チューブの太さや吸引圧の調節、気管切開孔周囲の感染対策などの注意点に習熟する必要がある。また、医療安全に関連する気管切開カニューレの抜去事故等は、気管切開術後管理のリスク認識、教育の不備が原因とも言われている。しかし、気管切開後の気管カニューレ管理、気管切開孔の衛生管理について教育、実習の技能向上支援システムはあまり開発されていない。気管カニューレ管理モデルを構築し、職種別、経験度の違いによる気管切開管理の演習効果を評価し、さらにはバーチャルリアリティ VR を取り入れ技術習得方法を開発する。

3. 研究の方法

(1) 気管カニューレ管理モデルの構築

気管カニューレ管理モデルの構築については、頭頸部人体モデルを用い、気管切開孔へ気管カニューレ挿入の演習を行う。気管内での気管チューブが適切に挿入できているか、気管カニューレの先端の位置を評価する。気管カニューレに空気を注入してカフを膨らせた状態を観察する。

(2) 180度 3DVR 動画撮影

喉頭気管領域における 3DVR 動画を撮影後、VR 視聴用に動画編集し、VR ゴーグル(ヘッドマウントディスプレイ)を装着して臨場感のある仮想体験が可能な教材の作成を行う。解像度は 8K 高解像度、60 フレーム/秒、3DVR 動画を撮影した。

180°撮影は、撮影者や影が映り込まず、同一空間にいるかのような没入感体験が得られる。EOS VR SYSTEM を用いて、2つのレンズと単一センサーで撮影し、左右のレンズから情報を1つのデータとして記録する。

(3) VR シミュレーションの作成

VR シミュレーションを用いて頭頸部の様子を再現する。3D モデリングソフト Modo を用いて 3D 喉頭気管モデルを作成し、3DVR で閲覧できるように加工する。喉頭や気管の様子を三次元的に観察し、解剖構造を理解する。

(4) 3D アニメーション機能を用いた VR 教材の作成

3D アニメーション機能を用いて、VR 教材を作成し、より臨場感のある仮想体験によって喉頭や気管に対する理解を深める。

4. 研究成果

(1) 気管カニューレ管理モデルでの演習



人体モデルを用いて気管切開孔へ気管カニューレ挿入の演習を行った。適切なカニューレのカフ圧、カニューレ先端の位置確認、カニューレが挿入されている位置にある周囲重要臓器との関係を学習し、適切にカニューレが留置されなかった場合どのような危険があるかを理解できるよう工夫した。しかし、COVID-19の影響により対面での実習は制限されることとなり予定していた演習効果の解析を行うことはできなかった。

図1：気管カニューレ挿入演習

(2) 180° 3DVR 動画撮影

対面での演習が制限されたため、バーチャルリアリティ VR を取り入れた教育支援システムの開発に注力した。喉頭ファイバーの操作、豚の摘出喉頭の解剖実習、などを左右のレンズから 180°動画を撮影し、EOS VR Utility を用いて正距円筒図法による VR 編集用映像に変換、Davinci Resolve Studio を用いて VR 教材用に動画編集し、VR ゴーグルで視聴可能な映像を作成した。8K 映像による高解像度立体視が可能となり、また、喉頭ファイバーの操作では実施者の視線で仮想体験をすることが可能であった。HTC VIVE Focus 3、HTC VIVE XR Elite、Meta Quest 2 など数種類の VR ゴーグルを使用した。

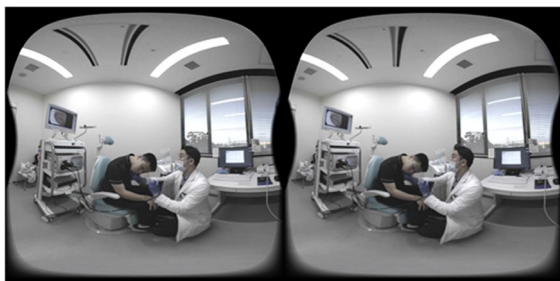


図 2 : Modified Kilian 法による下咽頭の観察

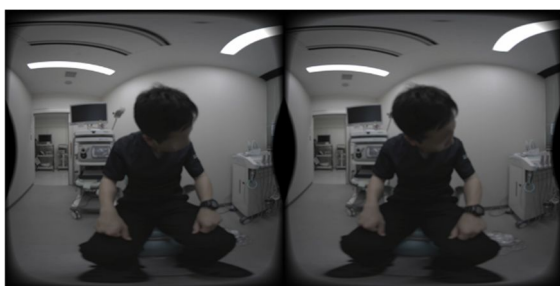


図 3 : 喉頭ファイバー実施者と同じ視線からの観察

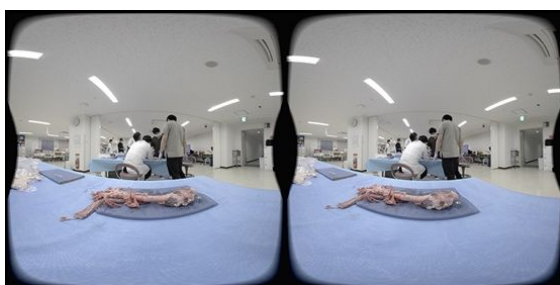


図 4 : 豚の摘出喉頭による演習

(3) VR シミュレーションの作成

3D モデリングソフト Modo を用いて 3D 喉頭気管モデルを等身大に拡大し、VR ゴーグルを装着することにより立体視ができるように加工する。喉頭気管モデルの周囲を自由に移動し臨場感をもって三次元的に観察することが可能になり、喉頭気管の解剖構造をより直感的に体験できる学習環境が提供され、理解の深化が期待される。

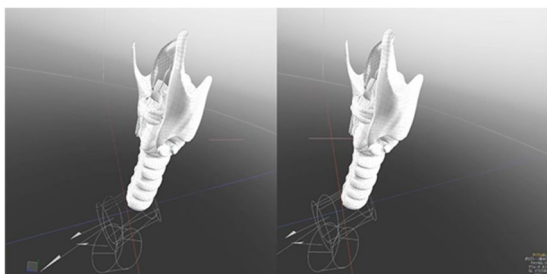


図 5 : 等身大に拡大した喉頭気管モデル

(4) 3D アニメーション機能を用いた VR 教材の作成

あらかじめ実際の手術室の詳細なレイアウト、設備機器の配置などを検討し、リアルタイム 3D コンテンツ制作ソフト Unreal Engine 5 を用いて実際の手術室を模した 3D モデルを作成する。无影灯、人工呼吸器、電気メス、手術用ベッド、ロボットアームやサージョンコンソールと呼ばれる操作ボックスなどを配置し、ロボット手術のシミュレーションを臨場感のある立体空間を、VR ゴーグルを装着することで体験できる教材を作成した。手術室内を自由に移動し、異なる視点から手術の様子を観察できる機能があり、まれに行われる手術においても仮想体験を用いることで学習効果が得られることが期待される。

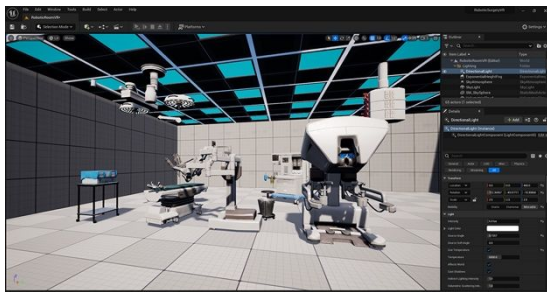


図 6 : Unreal Engine 5 を用いて手術機器モデルを配置

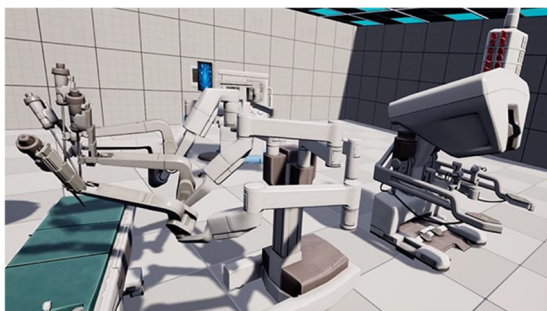


図 7 : VR ゴーグルからみた立体視映像

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 片岡英幸、福原隆宏、森崎剛史、平 憲吉郎、江原浩明、藤原和典
2. 発表標題 VRヘッドマウントディスプレイを用いた3D手術動画による教育支援
3. 学会等名 気管食道科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Kataoka, Takahiro Fukuhara, Tsuyoshi Morisaki, Kenkichi Taira, Kazunori Fujiwara
2. 発表標題 Educational support through the use of VR head-mounted displays to advise on laryngeal surgery using 3D surgical videos
3. 学会等名 The 16th meeting of the International Association of Phonosurgery (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片岡英幸、三好陽子、谷村千華、吉村純子、渡部 佑、江原浩明、福原隆宏、藤原和典
2. 発表標題 180度3DVRを利用した教育支援教材の作成
3. 学会等名 第22回日本VR医学会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 片岡英幸、江原浩明、中森基貴、渡部佑、木村透、平憲吉郎、福原隆宏、藤原和典
2. 発表標題 耳鼻咽喉科頭頸部外科領域における3DVR教育支援映像の作成
3. 学会等名 第125回日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	有井 士郎 (ARII Shiro) (80222751)	鳥取大学・工学研究科・准教授 (15101)	
研究分担者	福原 隆宏 (FUKUHARA Takahiro) (80403418)	鳥取大学・医学部・准教授 (15101)	
研究分担者	藤原 和典 (FUJIWARA Kazunori) (90403419)	鳥取大学・医学部・教授 (15101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------