

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：16301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K18255

研究課題名（和文）頭頸部外科手術における次世代シミュレーショントレーニングの開発

研究課題名（英文）Development of next-generation simulation-based training for head and neck surgeries

研究代表者

三谷 壮平（Mitani, Sohei）

愛媛大学・医学系研究科・助教

研究者番号：00568850

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：研究目的にある次世代の手術トレーニングに関連し、以下の研究をおこなった。頭頸部外科手術の技術スキルの言語化を行い論文化し、これを用いて、熟達した外科医と若手外科医との技術スキルに対する認識のギャップを明らかにした。そのうえで、これまで外科医の感覚的なものであった手術スキルを数値化する取り組みを、結紮縫合、鼻内視鏡のスキルについて行い、それぞれの結果を論文化した。また、腫瘍切除のシミュレーターを開発し、これを用いて腫瘍切除スキルの数値化について現在論文作成中である。さらに、バーチャル・リアリティ技術を用いた手術教材の使用や腫瘍切除術への使用をそれぞれ論文で報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回の研究成果を通して、これまで外科医のいわゆる暗黙知であった手術スキルを言語化あるいは数値化することにより、他者へ伝えることができる形にすることができた。これらを用いて、耳鼻咽喉科頭頸部外科医の育成を早めることが可能となる。

また、今回使用したバーチャル・リアリティ技術は、複雑な立体構造を有する頭頸部領域の解剖の理解や手術の手順の理解に有用であると思われた。これら次世代の手術トレーニング、手術教育を行うことにより、耳鼻咽喉科頭頸部外科医の育成を早め、質の高い手術を提供することができると期待される。

研究成果の概要（英文）：The following studies were conducted in relation to the next generation of surgical training as stated in the research objectives.

The technical skills of head and neck surgery were verbalized, and used to identify the gap between the perceptions of technical skills of experienced and junior surgeons. Then, efforts were made to quantify surgical skills, which had previously been a sensory perception of surgeons, for knot-tying and suturing and endoscopic endonasal surgical skills, and the results of each were documented in a paper. We have also developed a tumor resection simulator and are currently writing a paper on the quantification of tumor resection skills using this simulator.

In addition, we used virtual reality technology in surgical teaching materials and its use in tumor resection, and documented in papers.

研究分野：耳鼻咽喉科頭頸部外科

キーワード：外科教育 技術伝承 バーチャル・リアリティ

1. 研究開始当初の背景

頭頸部外科手術は、一般的な耳鼻科手術と比較すると、一部のハイボリュームセンターを除いて経験できる症例数が少ない。このように on-the-job training のみで手術を習得することは困難であり、それを補うために off-the-job training であるシミュレーショントレーニングが重要な位置づけを担っている。しかし、手術シミュレーションに関する論文は、教育関連論文のうち、鼻（副鼻腔手術）領域では 46%、耳（乳突削開術）領域では 25% と高い割合を占めている（Cass, et al., *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017）のに対し、頭頸部外科領域で非常に少ない。このように、頭頸部外科領域における新しいシミュレーショントレーニングの開発が期待されている。また、これまで手術の技量は外科医の感覚に依存した暗黙知であったことが、熟達医の技術を伝承する際に大きな障壁となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、頭頸部外科手術における次世代の手術シミュレーショントレーニングを開発することであった。このために、これまで暗黙知とされていた外科医の技量を、言語化、定量化あるいは映像化することにより伝達可能な形式知とした。

3. 研究の方法

・手術技術の言語化

① 頭頸部外科手術の基盤となる技術スキルの言語化

質的研究の手法を用いて、頭頸部外科の熟達医の持つ基盤となる技術スキルをすべて言語化する。言語化されたスキルを複数の熟達医がカテゴリー分けして整理し、複数国の熟達医によるアンケート調査で、重要度と難易度の点数をつけることによって数値化する。この結果を主成分分析で評価する。

② 頭頸部外科手術の技術スキルに対する若手医師と熟達医の認識の違いを明らかにする

①の結果をもとに、多施設の若手耳鼻咽喉科医にも同様のアンケート調査を行い、熟達医の結果と比較する。

・手術技術の定量化

③ 結紮縫合スキルの定量化

耳科、鼻科、頭頸部外科などの耳鼻咽喉科頭頸部外科領域のサブスペシャリティを、エキスパートパネルを作成することで公平に扱い、無記名のアンケートを反復して行う RAND/UCLA 法を用いて若手耳鼻咽喉科頭頸部外科医に必要な結紮縫合スキルを選定した。その後、必要なスキルに対応したシミュレーターを用いた結紮縫合タスクを作成し、トレーニングを実施した。タスク実施に要する時間を測定し、ミスした場合のエラーも含んだ計算式を作成し、スキルを定量的に評価できるようにした。

④ 鼻内視鏡スキルの定量化

鼻内視鏡手術に必要な基本技術を選定し、簡易で繰り返しトレーニングできるシミュレーションタスクを開発した。③と同様の方法で、スキルを定量化した。学生を対象にカリキュラムとして実施し、評価を行った。

・手術技術の定量化

⑤ バーチャル・リアリティ技術を利用した腫瘍切除

頭頸部腫瘍症例の術前 CT の画像をセグメンテーションすることで 3D モデルを作成し、VR ゴグルを使用することでバーチャルモデルとして現実世界に投影する。これを腫瘍切除術に用いて評価を行った。

⑥ バーチャル・リアリティ技術を利用したカダバーによる手術トレーニング

ホログラムのように現実世界に投影できるバーチャルの手術教材を作成し、教材を閲覧しながらカダバーで手術トレーニングを行い、評価を行った。

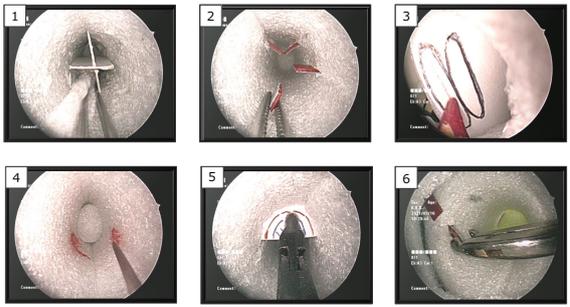
⑦ 3D コンテンツを活用した頸部郭清術教材

⑤の技術を使用して、頸部の 3D モデルを作成し、さらに頸部郭清術の際に知識として必要な神経を挿入し、3D の教材を作成した。また、頸部郭清術を行っている様子を、180 度の画角の 3D VR 動画用カメラで撮影し、編集した。これら 3D コンテンツを用いた直感的に理解できる頸部郭清術の教材をデジタルコンテンツとしてまとめた。

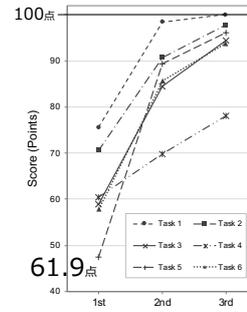
4. 研究成果

① 頭頸部外科手術の基盤となる技術スキルの言語化（Annals of Surgery Open. 2021）

本研究には、日本に加え、米国、香港、中国、ペルーの 5 カ国の頭頸部外科の専門医が参加した。質的研究の結果、頭頸部外科に必要なスキルとして 60 個が言語化された。これら 60 のスキルは、2 名の専門医がテキストマイニングのソフトを使用し 7 つのカテゴリーに分類した（左図）。



点数



93.3点

p<0.01

⑤ バーチャル・リアリティ技術を利用した腫瘍切除 (Laryngoscope Investigative Otolaryngology. 2021)

腫瘍切除にバーチャルの3Dモデルを用いて有用性を評価した。従来のモニター画像と比較して、立体解剖の理解に優れ、より直感的に理解できることが示唆された。また、教育効果も高く評価された。

⑥ バーチャル・リアリティ技術を利用したカダバーによる手術トレーニング (頭頸部癌. 2021)

愛媛大学工学部と共同で、バーチャルで投影できる手術教育教材を作成した。今回は甲状腺手術の教材を作成し、カダバーで甲状腺手術の際に若手耳鼻咽喉科医が使用し手術トレーニングを行い、良好な教育効果を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Takagi Taro, Mitani Sohei, Aoishi Kunihide, Nishida Naoya, Hato Naohito	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of a proficiency-based training curriculum for beginners in endoscopic endonasal surgery	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.anl.2023.03.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nishio Naoki, Mitani Sohei, Sakamoto Kayo, Morimoto Gaku, Yokoi Sayaka, Shigeyama Mayu, Wada Akihisa, Mukoyama Nobuaki, Rosenthal Eben L., Sone Michihiko	4. 巻 7
2. 論文標題 Validation of a surgical training model containing indocyanine green for near infrared fluorescence imaging	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Laryngoscope Investigative Otolaryngology	6. 最初と最後の頁 1011 ~ 1017
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/lio2.858	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Mitani Sohei, Nishio Naoki, Matsuki Takashi, Kitani Takashi, Sato Eriko, Sakamoto Kayo, Hosokawa Yuki, Ugumori Toru, Wakisaka Hiroyuki, Hato Naohito	4. 巻 32
2. 論文標題 Difference in perceptions of fundamental surgical skills for open head and neck surgery between young and expert surgeons: A multicenter questionnaire survey	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JOURNAL OF JAPAN SOCIETY FOR HEAD AND NECK SURGERY	6. 最初と最後の頁 257 ~ 263
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5106/jjshns.32.257	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 三谷壮平	4. 巻 2
2. 論文標題 ここまで進んだバーチャル・リアリティ 耳鼻咽喉科頭頸部外科領域での使用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 耳鼻咽喉科	6. 最初と最後の頁 250 ~ 255
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三谷壮平	4. 巻 -
2. 論文標題 手術技術の可視化と戦略的教育環境整備	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本気管食道科学会会報	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mitani S, Nishio N, Kitani T, Ugumori T, Wakisaka H, Tanaka K, Miao B, Chan JYK, Holsinger FC, Hato N	4. 巻 2
2. 論文標題 Verbalization, categorization, and evaluation of fundamental surgical skills: An expert consensus in open head and neck surgery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annals of Surgery Open	6. 最初と最後の頁 e059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/AS9.0000000000000059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mitani S, Sato E, Kawaguchi N, Sawada S, Sakamoto K, Kitani T, Sanada T, Yamada H, Hato N	4. 巻 6
2. 論文標題 Case-specific three-dimensional hologram with a mixed reality technique for tumor resection in otolaryngology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Laryngoscope Investigative Otolaryngology	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lio2.581	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 坂本佳代、三谷壮平、佐藤恵里子、木谷卓史、真田朋昌、羽藤直人	4. 巻 47
2. 論文標題 Mixed reality技術によるホログラムを利用したハイブリッドカダバートレーニング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 頭頸部癌	6. 最初と最後の頁 366-370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5981/jjhnc.47.366	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 下咽頭部分切除術において適切な部位から咽頭腔に侵入する工夫
3. 学会等名 第31回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（大阪市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 頭頸部外科手術に必要な技術スキルに対する認識－熟達医と若手医師とのギャップ－
3. 学会等名 第123回日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会 総会・学術講演会（神戸市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 咽頭癌に対する低侵襲手術－経口的鏡視下手術と3Dホログラムの活用
3. 学会等名 第34回日本小切開・鏡視外科学会（松山市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 Mixed reality技術によるホログラムを使用したハイブリットカダバートレーニング
3. 学会等名 第21回日本VR医学会（名古屋市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 技術の伝承と手術教育研究
3. 学会等名 令和4年度 円通会 冬季研究発表会（松山市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤恵里子、三谷壮平
2. 発表標題 頭頸部外科手術における見学用教材としての3Dホログラム
3. 学会等名 第123回日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会 総会・学術講演会（神戸市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本佳代、三谷壮平
2. 発表標題 口腔・中咽頭癌の原発巣手術における完全切除を目指した取り組み
3. 学会等名 第46回日本頭頸部癌学会（奈良市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本佳代、三谷壮平
2. 発表標題 電気メスを用いる腫瘍切除トレーニングモデルの作成
3. 学会等名 第31回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（大阪市）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 VR 仮想現実・AR 拡張現実による頭頸部手術ナビゲーション：VR ゴーグルによる実症例
3. 学会等名 第32回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（金沢）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 術者の感覚で体験できる頸部郭清術の 3DVR 動画教材
3. 学会等名 第32回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（金沢）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田啓之、三谷壮平
2. 発表標題 バーチャル・リアリティ教材を用いた耳科手術教育の試み
3. 学会等名 第32回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（金沢）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 青石邦秀、三谷壮平
2. 発表標題 バーチャル・リアリティ教材の有用性ー副鼻腔構造の理解のためにー
3. 学会等名 第32回日本頭頸部外科学会総会ならびに学術講演会（金沢）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 バーチャル・リアリティ技術を利用した手術教育
3. 学会等名 第124回日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会 総会・学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三谷壮平、佐藤恵里子、坂本佳代、木谷卓史、真田朋昌、山田啓之、羽藤直人
2. 発表標題 頭頸部腫瘍切除に対する術前画像から作成した3Dホログラムの使用
3. 学会等名 第45回日本頭頸部癌学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三谷壮平
2. 発表標題 頭頸部領域の話題
3. 学会等名 第31回愛媛耳鼻咽喉科内視鏡手術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三谷壮平、西尾直樹、木谷卓史、真田朋昌、羽藤直人
2. 発表標題 腫瘍切除前に行う切除範囲のマーキングは、局所再発率に影響するか
3. 学会等名 第44回日本頭頸部癌学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

3Dコンテンツを活用した頸部郭清術の教材を作成した。成果については、上記学会発表のうえ、雑誌頭頸部外科に投稿中である。

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------