

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：34417

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K09742

研究課題名（和文）Augmented realityを利用した追体験型内視鏡手術教育システムの開発

研究課題名（英文）Development of a vicarious endoscopic surgery education system based augmented reality

研究代表者

松田 公志（MATSUDA, Tadashi）

関西医科大学・その他部局等・病院長

研究者番号：20192338

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：以前開発した腹腔鏡技術教育システムを応用し、ロボット手術における新たな教育方法の開発を行った。この方法では熟練者の手術映像に半透明になった自分の手を重ね合わせて真似をすることでその手技を習得する追体験型教育システム（追いトレ）を利用している。技術的に高度で実現が難しかった3D画像での追いトレシステム開発に成功し、ロボット手術と同様に手技の練習を行えるようになった。また、練習媒体を市販されているVRヘッドマウントディスプレイに組み込むことで、場所を制限することなく利用可能となった。また、同時により練習に適した骨盤臓器モデルも開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2D映像での追いトレから発展させ、3D映像での追いトレを実現させた。つまり研究に連続性があり、発展性を含む課題であると考えられる。また、ロボット手術教育において、問題と考えているのが、CGシミュレーターによる基礎的な動作トレーニングしかない点である。この追いトレシステムにより、実際の手術映像を用い、自分の手を動かして、没入感のあるトレーニングが可能となった。また、VRヘッドマウントディスプレイにより練習しやすくなったことで、この教育法が普及安くなったと考えられる。また、一般的な医学教材における高額な費用と比較すると市販のVR機材は圧倒的に安価で利用可能である。

研究成果の概要（英文）：A new educational method for robotic surgery was developed by applying a previously developed educational system for laparoscopic techniques. This method utilizes an educational system in which users learn a technique by imitating a skilled surgeon's hand that has become translucent by superimposing their own hand on the surgeon's surgical image. The development of a follow-up training system using 3D images, which was technically advanced and difficult to realize, has been successful, enabling the practitioner to practice the technique in the same way as in robotic surgery. In addition, by incorporating the practice medium into a commercially available VR head-mounted display, the system can be used without limiting the location. At the same time, a pelvic organ model more suitable for practice was also developed.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

研究分野：手術トレーニング

キーワード：手術教育 ロボット手術 膀胱尿道吻合 VR 追いトレ 追体験 3D

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々は今回の研究を始める前にすでに腹腔鏡トレーニングシステム(追いトレ)を開発していた。追いトレは熟練者の手術手技をモニターに移しながら、その手の動きに自分の半透明になった手を重ね合わせながら熟練者の動きを習得するトレーニングシステムである。しかし、ロボット手術のような3D画像でのトレーニング方法の開発にはまだ至っていなかった。従来のロボット手術のトレーニングは手術ビデオの鑑賞や備え付けのCGを用いた基本的な操作方法の習得に限られ、実際の手術に近い環境でトレーニングすることができなかった。なぜならば、ロボット手術のドライボックストレーニングにはセッティングだけで1時間弱かかり、非常に煩雑で非現実的であるためであった。より簡便でアクセスしやすいトレーニング方法が求められていた。

2. 研究の目的

ロボット手術の新たなトレーニング方法を開発するために、追いトレを発展させ3D対応とし、より実際の手術に即し、取り組みやすいトレーニング方法を開発すること。また、実際の手術により近いシミュレーションモデルを開発すること。

3. 研究の方法

追いトレの手本動画を撮影するためにまず、Intuitive surgical社 Da Vinci Siを用いて、膀胱尿道吻合モデルのドライボックスをセッティングした。熟練者(木下)がドライボックスで行った膀胱尿道吻合動画を基本とし、医工の被験者トレーニングに用いた。

追いトレを被験者に実施してもらう方法としてVRヘッドマウントディスプレイ(VRHMD)を用いたソフトを開発した。VRHMDを装着し、上述の動画をVRHMDに映し出しながらコントローラーを操作すると半透明のニードルドライバーを熟練者の動画に重ね合わせながら操作することができるようにした。被験者は視覚情報に加えて、運動感覚、あるいは左右の手の協調運動を獲得できる。

以上のシステムを用いて、比較試験を実施した。泌尿器科専攻非専門医14名を対象として、動画鑑賞のみの泌尿器科専攻非専門医11名を対象として、動画鑑賞のみでのトレーニング群(DVD群)とVRHMDでトレーニングを行った群(VR群)に割り付けした。トレーニングは1日1回(およそ20分)とし、1週間行った。評価方法はDavinciをドライボックスにセッティングし、擬似的膀胱尿道吻合を行ってもらう。Primary endpointはRobotic Anastomosis Competence Evaluation (RACE), (UROLOGY 85 (1), 2015)と吻合時間とした。

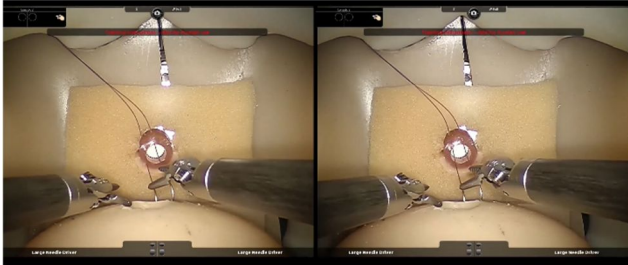
4. 研究成果

(1)骨盤骨模型を用いた膀胱尿道吻合モデルを開発した。通常のトレーニング用ドライボックスではフラットなシリコン製マットに対して運針練習、輪投げのように棒が立っているものに輪を運び入れるといった基本的な操作練習しかできなかった。今回開発したドライボックスでは実際の膀胱尿道吻合練習に限りなく近づけた。骨盤骨模型をドライボックス内に設置、尿道、膀胱吻合モデルのシリコン(以前当科の研究ですでに作成済み)を骨盤底に位置させ、よりリアルな練習環境を整えた。膀胱や尿道の位置は微調整できるようにねじでミリ単位で調整できるように可変式とした。ロボット前立腺全摘術では体を25度頭低位とすることからドライボックスのポート挿入部を扇状に傾斜を自由に付けられるようにした。



(2) VRHMDを開発した。VRHMDはMeta Quest2®(Facebook Technologies)を使用。附属する2つのハンドコントローラーの各ボタンにクラッチボタンやマスターコントローラーの開閉を割り当てることで実手術録画映像に獣上して表示した半透明の監視を操作することができる。また、自身の手・指の形状をトラッキングする機能もあり、コントローラーを使用せずに空間上で手・指を動かすことで同様に鉗子操作することも可能である。

教育教材として熟練者の作業動画3Dトレーニング動画をVRHMD内でside by sideで表示し、訓練者は熟練者の鉗子操作に合わせて手首の屈曲、回転も含めた動き、あるいは上下左右、奥行きに関しても自在に操作し、手技の獲得ができる。



(3) 開発したシステムを用いて、検証実験を行った。

【方法】被験者の選択基準は泌尿器科専門医未取得者でダヴィンチ術者免許を持たない者とした。トレーニングは同じ映像を用いて、VR群、DVD群ともに1日1回視聴してもらい、1週間後にドライボックスにダヴィンチをセッティングした実験コンソールで吻合手技を評価した。評価方法にはRobotic Anastomosis Competency Evaluation(RACE:6項目×5点=30点満点)(S. J Raza et al. 2015 Journal of Urology)を用いた。

【結果】VR群6名、DVD群5名、VR群のうち1名、DVD群のうち2名は腹腔鏡下前立腺全摘除術の経験者であった。平均吻合時間はVR群23分22秒、DVD群25分44秒(P値=0.27)、RACE平均点はVR群25.2点、DVD群24.4点(P=0.71)であった。

【考察】トレーニング方法について、RACE平均点はVR群において上昇を認めたが、有意差は認めなかった。被験者の選択基準、人数、練習期間、方法などのstudy designの再検討が必要と考える。練習しやすさについて、ヘッドマウントを用いた方法は従来のドライボックスをセッティングする場合と比較すると格段に容易になったと考える。

<引用文献>

Surgical Competency for Urethrovesical Anastomosis During Robot-assisted Radical Prostatectomy: Development and Validation of the Robotic Anastomosis Competency Evaluations. J Raza et al. 2015 Journal of Urology

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松崎和炯
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイを用いたロボット手術手技追従トレーニング(追いトレ)の開発
3. 学会等名 第36回日本泌尿器内視鏡・ロボティクス学会総会
4. 発表年 2022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	木下 秀文 (KINOSHITA Hidefumi) (30324635)	関西医科大学・医学部・教授 (34417)	
研究分担者	吉田 健志 (YOSHIDA Kenji) (40572673)	関西医科大学・医学部・非常勤講師 (34417)	
研究分担者	安藤 英由樹 (ANDO Hideyuki) (70447035)	大阪芸術大学・芸術学部・教授 (34405)	

	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
研究協力者	松崎 和炯 (MATSUZAKI Tomoaki)		

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