

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：92655
 研究種目：若手研究
 研究期間：2020～2022
 課題番号：20K18105
 研究課題名（和文）患者術野に一致投影した解剖と手技バーチャルガイドのホログラフィー手術支援システム

研究課題名（英文）Holographic surgical support system for virtual guide to anatomy and technique with matched projection onto the patient's surgical field

研究代表者
 藤崎 章子（Fujisaki, Akiko）

医療法人社団あんしん会四谷メディカルキューブ（臨床研究管理部）・泌尿器科・医師

研究者番号：60795433

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）：女性の生涯1割以上が手術を受ける骨盤臓器脱や尿失禁手術では、腹腔鏡/ロボット支援下手術でも経膈手術でも盲目的操作が存在するため、手技習得が困難で、症例数の少ない術者では、合併症率が高く、再手術率も高いと報告される。そこで、患者個々の画像データを利用し、市販のバーチャルリアリティ端末で血管などの解剖や重要運針・穿刺をバーチャルガイドで提示し、ナビゲーション下に手術を行う盲目的操作をなくした手術支援システムを確立した。術者にとって最もストレスを感じるも盲目的操作を安心安全に行えるように、バーチャル端末でも特殊な針、特殊な操作を提示できるようにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨盤臓器脱・尿失禁の手術は女性の生涯1割以上が手術を受けると言われる、罹患率が高い疾患である。手術は盲目的操作があり手技習得には時間がかかり、また症例数の少ない術者では合併症率も再手術率も高いと報告されている。本研究で開発したナビゲーション手術システムを用いることで、症例数の少ない術者でも安心、安全に手術が行えるようになり、多くの医療機関で安心、安全な手術が受けられるようになるという意義がある。

研究成果の概要（英文）：Due to blind manipulation, pelvic organ prolapse and urinary incontinence surgeries are reported to have high rates of complications and reoperation among surgeons with a limited number of cases, making it difficult to learn the technique. Therefore, we developed a surgical support system that eliminates blind manipulation by utilizing patient-specific image data, presenting anatomy such as blood vessels and important needles and punctures with a virtual guide using a commercially available virtual reality terminal, and performing surgery under navigation.

研究分野：泌尿器科

キーワード：手術支援 骨盤臓器脱 尿失禁 経膈手術 バーチャルリアリティ 複合現実 ナビゲーション手術

1. 研究開始当初の背景

骨盤内は、狭い空間に様々な臓器・血管が存在している。骨盤内手術の際は、目的臓器以外の損傷を避けるべく、術前の CT・MRI から周囲血管や臓器の情報を頭に入れ、術中は術者の頭の中で立体像に再構築し臓器の位置関係や奥行きを想像しながら手術しなければならない。

女性の生涯で 10%以上が手術を受ける骨盤臓器脱・尿失禁手術 (Obstet Gynecol. 2014; 123: 1201-6) は、高齢化社会に伴い更なる手術件数の増加が予想される。臓器位置修復・固定のためには適切なアンカー部位への運針が重要である。しかしながら、その周囲には、血管をはじめ、直腸や尿管といった臓器が存在する。到達には盲目的操作が腹腔鏡/ロボット支援下手術でも、経膈手術でも存在するため、手術手技習得は困難である。実際、症例数の少ない術者では合併症発生が多いという報告がある (Am J Obstet Gynecol. 2016; 215:21-33.)。

そこで、症例数の少ない術者であっても、安全・確実に骨盤部手術ができるような手術支援システムの開発が求められていた。

2. 研究の目的

骨盤臓器脱手術において市販の VR 端末であるゴーグル型半透過型ホログラフィックコンピュータで患者の体に一致するように患者本人の CT・MRI 画像データをもとにした血管・尿管・直腸・骨・靭帯などの解剖のホログラフィー投影と重要運針・穿刺のバーチャルガイド線による盲目的操作をなくした手術支援システムの確立をする。さらに、全国の医療機関で安価に導入可能な女性骨盤部手術に特化したアプリケーション開発を行うことが目的であった。

3. 研究の方法

・解剖とバーチャルガイド線のホログラフィーによる盲目的操作をなくした女性の骨盤臓器脱・尿失禁手術手支援システムを確立

手術手技習得が困難である骨盤臓器脱・尿失禁手術を対象に、すでに整形外科領域で利用されている手術でのバーチャルガイド技術を応用する。患者の体に一致させるように投影した患者個々の画像から作成した骨、靭帯、血管、などの三次元形状、運針・穿刺ラインの透過性のあるホログラフィー提示下の手術を行う。そして、手術時間、出血量、周術期合併症発生率と術者、助手、看護師の主観的評価を行う。さらに VR 端末に映し出された手術画像の術後のレビューも行った上でシステムの検討をし、スムーズに運用できるようなシステムを確立する。

・骨盤手術手技支援に特化したホログラフィーアプリケーションの開発

約 100 例の手術解剖ホログラフィーに必要なデータ手作業で抽出し、さらに適切なバーチャルガイド線を設定する。データを蓄積することで、患者の骨盤部 CT から解剖ホログラフィーを自動的に作成するアプリケーションを開発することが可能である。ベースとなる自動ホログラフィー作成プログラムはすでに存在するため、それを活用する。アプリが開発されれば、多くの施設で安価に導入可能になる。

4. 研究成果

患者個々の CT 画像から臓器形状と手術で用いる特殊な手術器械を模した X 線不透過マーカー

を自作の上ポリゴン化できるようにした。Web で自動クロスリアリティアプリ化する Holoeyes MD (Holoeyes 社)を使用し、術中、術野空間での画像表示に用いた。滅菌環境下でも操作可能なウェアラブルコンピュータの HoloLens2 (Microsoft 社)を使用し手術症例を重ねた。

術者の指 1 本または穿刺針から得られる感触からしか確認することのできない、メルクマールとなる骨や靭帯の形状や距離感を複合現実 Mixed Reality (MR) 技術支援下では助手とともに体感でき、術者助手間での情報共有も行えた。また、穿刺操作時に気を付けるべき血管走行の異常を平面的な画像参照に比して認識可能であり、術野でリアルタイムに確認しながら穿刺を行うことができた。MR 技術支援下手術をスムーズに運用できるようなタイミングを設定した。

本研究成果は学会発表を行い、現在論文作成中である。

新型コロナウイルス流行に伴い当初の研究計画から大きな変更があった。本研究の対象疾患である骨盤臓器脱・尿失禁が高齢者の良性疾患であり、待機手術の延期はもちろん外出自粛要請にともない、受診控えが発生したこともあり、当初予定していた症例数を積み重ねることができず、研究進行が予定より大幅に遅くなった。また、他施設で同システムの実証を検討していたが、研究目的であっても施設非所属医師の施設出入りも困難な状況になり、計画の変更をせざるを得なくなった。

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 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 藤崎章子
2. 発表標題 泌尿器科医が行う Native tissue repairs の術式と適応
3. 学会等名 日本泌尿器科学会東部総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤崎章子
2. 発表標題 ホログラムマーカ―を利用した MR（複合現実）による経膣手術支援
3. 学会等名 日本コンピュータ外科学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤崎章子
2. 発表標題 術中ホログラフィ経膣手術支援が特に有用と考えられた尾骨筋動脈が発達して存在した患者に TVM 手術を行った一例
3. 学会等名 日本骨盤臓器脱手術学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤崎 章子
2. 発表標題 泌尿器科医が行う NTR 手術：後膣壁形成術と子宮・膣断端仙棘靭帯固定術
3. 学会等名 第22回 日本女性骨盤底医学会
4. 発表年 2021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
--	---------------------------	-----------------------	----

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