

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K08644

研究課題名(和文) 肝切除のためのリアルタイムナビゲーションシステムの開発

研究課題名(英文) Development of real-time navigation system for hepatectomy

研究代表者

伊神 剛 (IGAMI, TSUYOSHI)

名古屋大学・医学部附属病院・病院講師

研究者番号：50420378

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：術前のシミュレーション画像を腹腔鏡の動作にリンクさせカーナビゲーションシステムの如く、腹腔鏡下肝切除を補助する目的で磁気式位置センサーを用いたリアルタイムナビゲーションシステムの開発を試みた。初期5例で実画像と仮想画像とのズレ(FRE)は平均17.7mm(12.2-24.3mm)であった。FREの改善のため、X線マーカーを用いて、患者の各部位を術前登録した後期8例のFREは、平均10.5mm(6.5-16.5mm)と改善した( $p = 0.025$ )。体位変換によるズレを改善するため、術中体表に磁気式位置センサーを装着し術中自動位置補正を行った8例では、術前後でFREのズレはなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

磁気センサーを用いたリアルタイムナビゲーションシステムは、腹腔鏡下肝切除術の手術支援システムとして応用可能である。レジストレーション、呼吸に伴うズレの改善の方針は判明したが、呼吸、肝授動、腹腔鏡のフレキシブル操作などに伴う誤差が存在するため、症例の蓄積によるさらなる改良が必要である。

研究成果の概要(英文)：We are going to try development of real-time navigation system for laparoscopic hepatectomy, which resembles a car navigation system. Mean FRE of initial 5 patients was 17.7mm (range, 12.2 to 24.3 mm). First improvement was that MDCT were taken using radiological markers for registration of body parts. Mean FRE of the 8 patients who utilized first improvement was 10.2mm (range, 6.5 to 16.5 mm) and decreased ( $p = 0.014$ ). Second improvement was that a micro magnetic sensor as an intraoperative body position sensor was fixed on the right-sided chest wall and meant that pre- and post- operative FRE was similar due to an intraoperatively automatic correction of gap of body position. Preoperative and postoperative mean FRE of the 8 patients who utilized second improvement were 11.1mm (range, 9.6 to 13.9 mm) and 10.1mm (range, 6.0 to 12.2mm). Those mean FRE were statistically similar ( $p = 0.250$ ).

研究分野：肝胆膵外科

キーワード：腹腔鏡下肝切除 Navigation Surgery

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年からだにやさしい低侵襲手術である腹腔鏡下手術に対する要望が高まっており、2010年4月から腹腔鏡下肝部分切除術・肝外側区域切除術が保険収載された。当院においても腹腔鏡下肝切除術を積極的に導入してきており、現在までに腹腔鏡下肝部分切除術・肝外側切除術を25例経験している。これらの手術では、通常の開腹術で見られるような一般的な合併症は散見されるものの、腹腔鏡で手術を行なったことによる新たな合併症は生じておらず、むしろ術後疼痛軽減や在院日数短縮などのメリットがあった。このような術式は当院だけではなく、全国的に急速に広がる傾向にあり、それ自体がこの術式の有用性を実証しているものと思われる。

一方で、肝内には多彩な解剖学的変異が存在する。肝切除を施行する場合、肝内の解剖の正確な把握は必須である。3次元画像解析ソフトを用いて、術前CT画像から肝内の脈管(動脈、門脈、静脈、胆管)解剖を正確に把握することにより肝切除手術の安全性を高めることが可能となる。こうした背景の中、2012年4月から、肝切除術における3次元画像支援ナビゲーションが保険収載された。これは、術前に撮影されたCT画像のデータを用いて、3次元画像解析ソフトによる、仮想肝を作成し、肝切除シミュレーションを行うものである。当院においても既に、肝切除術において、3次元画像支援ナビゲーションによる肝切除シミュレーションは頻用している。しかし、この方法は、あくまでシミュレーションであり、術者の頭の中でイメージしつつ肝切除を施行する必要がある。最近では、バーチャルナビゲーションシステムとして、術前画像をもとに最適化された画像処理法で仮想化画像を作成し、手術操作部位を術中リアルタイムに術者に提供することが一部の手術に対して応用されつつある。当院においても脳外科領域において、「脳神経外科手術におけるバーチャルナビゲーションシステムの確立」として臨床研究が行われている。本研究では、脳外科領域の臨床研究で利用されている磁気式マイクロセンサーを腹腔鏡の先端に装着し、そこから得られる位置情報を測定し、仮想化画像と連動させ、実際の位置情報と仮想化画像を比較し、腹腔鏡下肝切除術におけるバーチャルナビゲーションシステムの精度を評価する。

### 2. 研究の目的

術前のシミュレーション画像を腹腔鏡の動作にリンクさせてカーナビゲーションシステムの如くモニター表示することにより、腹腔鏡下肝切除を補助する目的で磁気式位置センサーを用いたリアルタイムナビゲーションシステムの開発を試みた。

### 3. 研究の方法

(1) 名古屋大学大学院情報科学研究科-森研究室で独自に開発された“New-VES”システムを用いて仮想肝臓を作製(カーナビゲーションにおける地図に相当)。

- ( 2 ) 体位は仰臥位とし、磁気式位置センサーで患者の各部位(剣状突起や臍など)をコンピューターに登録(地球に相当)。
- ( 3 ) 患者の頭側腹側約 30cm の位置に固定アームを用いて磁気式位置センサー用発信機を設置(人工衛星に相当)。
- ( 4 ) 腹腔鏡の操作部にマイクロ磁気センサーを装着(GPS アンテナに相当)。
- ( 5 ) 通常の腹腔鏡下肝切除術を施行。

#### 4 . 研究成果

- ( 1 ) 初期 5 例で実画像と仮想画像とのズレ(Fiducial registration error)は平均 17.7mm ( 12.2-24.3mm ) であった。
- ( 2 ) FRE の改善のため、X 線マーカーを用いて、患者の各部位を術前登録した後期 8 例の FRE は、平均 10.5mm ( 6.5-16.5mm ) と改善した( $p = 0.025$ )。
- ( 3 ) 体位変換によるズレを改善するため、術中体表に磁気式位置センサーを装着し術中自動位置補正を行った 8 例では、術前後で FRE のズレはなかった。磁気センサーを用いたリアルタイムナビゲーションシステムは、腹腔鏡下肝切除術の手術支援システムとして応用可能である。レジストレーション、呼吸に伴うズレの改善の方針は判明したが、呼吸、肝授動、腹腔鏡のフレキシブル操作などに伴う誤差が存在するため、症例の蓄積によるさらなる改良が必要である。

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 伊神 剛、清板和昭、南 貴之、浅井悠一、江畑智希、横山幸浩、水野隆史、山口淳平、尾上俊介、渡辺伸元、柳野正人
2. 発表標題 腹腔鏡下肝切除術における磁気センサーを用いたリアルタイムナビゲーションシステムの開発と改良
3. 学会等名 日本内視鏡外科学会
4. 発表年 2019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	柳野 正人 (NAGINO MASATO) (20237564)	名古屋大学・医学系研究科・教授  (13901)	
研究分担者	江畑 智希 (EBATA TOMOKI) (60362258)	名古屋大学・医学系研究科・教授  (13901)	
研究分担者	國料 俊男 (KOKURYO TOSHIO) (60378023)	名古屋大学・医学部附属病院・講師  (13901)	
研究分担者	山口 淳平 (YAMAGUCHI JUNPEI) (00566987)	名古屋大学・医学部附属病院・助教  (13901)	

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