

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5 月 18 日現在

機関番号：32651

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21791650

研究課題名（和文） 立体画像表示を用いた内視鏡下鼻内手術トレーニングシステムの開発

研究課題名（英文） Development of an operation training system for stereo endoscopic sinus surgery

研究代表者 飯村 慈朗（IIMURA JIRO）

東京慈恵会医科大学・医学部・助教

研究者番号：60317930

研究成果の概要（和文）：

臨床実験結果からステレオナビゲーションの改良を行った。術中誤差の精度を向上させるため、深部方向の鼻内点に印を付け、術中のレジストレーション点として追加し術中誤差を少なくすることが出来た（当院倫理委員会承認）。複眼硬性斜視鏡の開発を試みたが技術的問題から完成させることはできなかった。そのため単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションのシステムを構築した。複眼硬性直視鏡によるステレオナビゲーションにより、安全かつ的確に高度な手術操作ができた。斜視鏡を必要とする症例に対しては、単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションを使用した。複眼硬性直視鏡によるステレオナビゲーション、単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションの臨床データを蓄積、解析し、バーチャル手術シュミレーションが行えるように試みた。

研究成果の概要（英文）：

Development of an operation training system for stereo endoscopic sinus surgery

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・耳鼻咽喉科学

キーワード：内視鏡下鼻内手術、ナビゲーション、複眼硬性直視鏡、複眼硬性斜視鏡、手術シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

硬性内視鏡が鼻副鼻腔手術に導入され、術野が拡大明視下に観察できるようになり、従来行われていた裸眼下での手術に比べ手術操作的確さや安全性は飛躍的に向上した。しかしそれでもなお、頭蓋損傷・視器損傷といった重大な手術時副損傷の報告があつたと絶たない。この原因として、1) 元来鼻副鼻腔は、眼窩や頭蓋などの解剖学的危険部位に囲まれた狭い空間であり、またその形態は個体差が大きい事、2) 硬性内視鏡が表示する画像は平面的であり奥行きや左右への広がりなど立体感に乏しい事、さらに、3) 内視鏡手術のための有効なトレーニングシステムがまだ確立されていない事などがあげられる。このような状況の中、術野の位置情報を表示するナビゲーションが開発され、鼻副鼻腔の内視鏡手術でも応用されるようになった。ナビゲーションは、術中に鼻副鼻腔に挿入したプローブの位置を患者の副鼻腔CT画像上にリアルタイムに表示する。しかし、画面表示(CT)は、二次元的な座標表示である。これらの二次元的な位置情報をもとに、術者は頭の中で術野のオリエンテーションを三次元的・立体的に構築しイメージし直す必要があるが、この作業は熟練を必要とする。そこで我々は、内視鏡を立体視が可能な立体内視鏡とし、その立体画像を支援するステレオナビゲーションを開発した。立体内視鏡が表示する三次元画像に、術野のオリエンテーションが臓器グラフィックモデルとして三次元で重ね合わせて表示(重畳表示、図1)され、より安全かつ的確に高度な手術操作ができるようになった。

近年においてCTやMRIの性能向上とコンピュータ技術の発達は、生体内の立体構造を高速に再構築し、生体が本来持っている三次元構造と四次元現象を可視化することを可能にした。そして、この膨大な人の内部構造データを仮想空間内で直感的かつインタラクティブに扱うため工業製品の設

計や建設に使われてきたバーチャルリアリティ(Virtual Reality:VR)技術を医学へ応用した医用VR技術が用いられるようになってきた。本研究では、この医用VR技術を用いて、内視鏡手術のための手術シミュレーションが行えるようにする。手術シミュレーションが行えることにより、内視鏡手術のための有効なトレーニングシステムが確立されると考える。

2. 研究の目的

鼻副鼻腔手術では、眼窩壁や頭蓋底などの解剖学的危険部位に囲まれた中での鉗子操作が求められる。したがって術者は常に“どこに眼窩壁や頭蓋底があるか”、“骨壁の後方はどうなっているか”を判断し、慎重に考えながら鉗子操作をすすめている。このような内視鏡手術に熟練するためには、多大な年月と努力が必要とされる。本研究により内視鏡手術トレーニングシステムが開発されれば、現場の体験でしか教えられなかった手術教育を疑似体験させることができ、内視鏡手術に熟練するまでの時間が短縮され、手術副損傷を減らすことができると考える。本邦では、毎年数多くの鼻副鼻腔内視鏡手術が施行されている。重大な手術時副損傷を減少させ、国内の医療施設ならどこでも同様に、標準レベルの手術が施行できるようにする事は社会的に大変意義があり、それを目指して本研究を進めていく。

3. 研究の方法

手術対象症例の選定：立体内視鏡、ステレオナビゲーションの使用に関しては、すでに本学倫理委員会の承諾を得ている。目的と有用性、さらには危険性を記載した同意書を作製しており、同意が得られた患者のみを対象とする

術前CT画像の解析：鼻副鼻腔内の構造物と、眼窩壁、頭蓋底、視神経、内頸動脈などの周囲の重要構造物とをセグメンテーションし臓器グラフィックモデルを作成す

る

3) ステレオナビゲーションの準備:ステレオナビゲーションは、①立体内視鏡、②光学式三次元位置計測装置、および ③ Graphic workstation、から構成される。立体内視鏡は、1/6 インチ CCD を内視鏡内に組み入れ、二眼二カメラ式内視鏡である。三次元位置計測装置には、術野に挿入した鉗子などから発生する電磁波の影響を受けない光学式を用いる。

4) 手術の実施およびその評価:症例ごとに評価、検討をする。セグメンテーション部位は必要十分かどうか、またステレオナビゲーションの誤差、追加が必要な機能などについて検討をする。そして、以後の手術にフィードバックさせ改良を重ねる
バーチャル手術シュミレーションシステムの作成:ステレオナビゲーションによる臨床データを解析し、医用 VR 技術を用いてバーチャル手術シュミレーションが行えるようにする。これは力覚提示装置 (Force Feedback Device) を用いることで、仮想空間内の臓器モデルの硬さを感じながらシュミレーションを行うことができる

4. 研究成果

ステレオナビゲーション臨床実験結果からステレオナビゲーションの改良をした。

ステレオナビゲーションの術中誤差は 3~4mm であり、より精度を向上させる必要があった。そのため術前 CT 撮影時に深部方向の鼻内点に印を付け、術中のレジストレーション点として追加した (当院倫理委員会承認)。そうすることにより術中誤差を少なくすることが出来た。しかし複眼硬性内視鏡が直視鏡だけでは対応困難な症例 (前頭洞病変や上顎洞病変) があり、複眼硬性斜視鏡の開発を試みたが技術的問題から完成させることはできなかった。そのため単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションのシステムを構築した。

複眼硬性直視鏡によるステレオナビゲーションにより、安全かつ的確に高度な手術操作ができた。斜視鏡を必要とする症例に対しては、単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションを使用した。複眼硬性直視鏡によるステレオナビゲーション、単眼硬性斜視鏡による透過表示ナビゲーションの臨床データを蓄積、解析し、バーチャル手術シュミレーシ

ョンが行えるように試みた。

バーチャル手術シュミレーションは、現場の体験でしか教えられなかった手術教育を疑似体験させることができ、内視鏡手術に熟練するまでの時間を短縮させる。さらには手術時副損傷を減少させることができると考える。このような手術トレーニングシステムを開発することは、手術手技のトレーニング効率を飛躍的にあげ、より安全に手術を施行できるようにすると期待できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 飯村慈朗、鴻信義、服部麻木、鈴木直樹、森山寛、ステレオナビゲーションシステムを用いた立体内視鏡下鼻内手術、耳鼻咽喉科展望、2011;54(5); p342-346. 査読無
- ② 飯村慈朗、鴻信義、服部麻木、鈴木直樹、森山寛、立体内視鏡下鼻内手術におけるステレオナビゲーションシステムの開発、耳鼻咽喉科展望、2009;52 巻 5 号: 408-410. 査読無

[学会発表] (計 6 件)

- ① Jiro Iimura, MD, Nobuyoshi Otori MD, Asaki Hattori, Naoki Suzuki, and Hiroshi Moriyama, MD, Superimposed-image Guided Navigation System for Stereo Endoscopic Sinus Surgery, IRS & ISIAN 2011, Tokyo, Japan, September 20.2011.
- ② 飯村慈朗、内視鏡下鼻内手術におけるステレオナビゲーションシステムの開発、第三病院 60 周年記念・医療連携フォーラム、東京、2010 年 11 月 9 日
- ③ 飯村慈朗、鴻信義、服部麻木、鈴木直樹、森山寛、ステレオナビゲーションシステムを用いた立体内視鏡下鼻内手術、耳鼻咽喉科手術支援システム・ナビ研究会、名古屋、2010 年 10 月 23 日
- ④ 飯村慈朗、新井千昭、高宮優子、渡邊統星、太田史一、鼻副鼻腔手術に対するナビゲーション支援の有用性について、日本耳鼻咽喉科学会神奈川県地方

部会第 153 回耳鼻咽喉科・頭頸部外科学術講演会、横浜、2010 年 9 月 11 日

- ⑤ Jiro Iimura, MD, Nobuyoshi Otori MD, Asaki Hattori, Naoki Suzuki, and Hiroshi Moriyama, MD, Development of a superimposed-image guided navigation system for stereo endoscopic sinus surgery, ERS-ISIAN 2010, Geneva, Switzerland, June 23. 2010.

- ⑥ 飯村慈朗、鴻信義、服部麻木、鈴木直樹、森山寛、主観画像と客観画像を併用した高次元ナビゲーションシステム下ESSの経験、第 110 回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会、東京、2009 年 5 月

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯村 慈朗 (IIMUIRA JIRO)

東京慈恵会医科大学・医学部・助教

研究者番号：60317930