

耳鼻咽喉科手術における仮想現実機能を用いた最新ナビゲーションシステムの有用性



宇高氏

医療法人 慈恵会 堀病院 耳鼻咽喉科・頭頸部外科

宇高 毅 平木信明 石川修司
河野達也 工田昌也

要旨…手術ナビゲーションシステムは、現代の医療において手術を安全かつ迅速に行う上で必要不可欠な手術支援機器となっている。堀病院(以下、当院)では、2014年に初代となる光学式ナビゲーションシステムを導入して一定の成果を実感してきたが、時代の変化に伴って、新しい機能を備えた最新ナビゲーションシステムを2023年に導入することになった。そこで我々は、今回導入した仮想現実機能を用いた最新ナビゲーションシステムの有用性について、使用経験をもとに考察したので報告する。

はじめに

手術ナビゲーションシステムとは、あらかじめ取り込んでおいた画像データ上に、リアルタイムに手術器具の位置を表示する手術支援システムのことである。保険診療においても、2008年より「画像等手術支援加算(ナビゲーションによるもの)」という診療報酬(2000点)が設定されており、その使用はより一般的なものとなりつつある。

当院では安全性の観点から、2014年から内視鏡下鼻副鼻腔手術において手術ナビゲーションシステムを全症例に導入してきた。その間、当院が耳鼻咽喉科の専門病院であることを生かして約2000例を超える内視鏡下鼻副鼻腔手術を手術ナビゲーションシステム下に行ってきたが、幸い大きな医療事故に遭遇することなく経過できたことには、手術ナビゲーションシステムの存在が大きく寄与しているものと実感している。

当時からナビゲーションシステムでは、光学式と磁場式のどちらの方式がさまざまな面で優れているかの比較が行われていた。2014年の当院での初代ナビゲーションシステム導入時においても、価格面では磁場式が有利であったものの、装置の正確性、レジストレーション(コンピュータ内の画像と

実際の患者との位置合わせ作業のこと)の迅速性を含む機器の有用性としては、当時我々が選択した光学式の方が優っていると判断したため、最終的には光学式のナビゲーションシステムを導入することになった。

その後、何度かナビゲーションシステムの更新を検討したこともあったが、現在使用しているナビゲーションシステムの機能を越えるシステムに出会えなかったため、更新には至らなかった。初代導入から約9年の時間が経過して、ナビゲーションシステムの更新を再度検討した時に、日本ストライカー社が2022年6月から販売を開始した磁場式ナビゲーションシステム「Stryker ENR Navigation System」の情報が我々の耳に入り、特に大きな期待はなく機器のデモンストレーションを依頼した。しかしながらその結果、予想に反して当院で採用していた機種を含んだ過去のナビゲーションシステムと比較してあらゆる面で有用と判断したため、2023年3月に直ちに導入することとなった。その経緯や実際に使用しての感想などについて、以下に報告させていただきたいと思う。

ナビゲーションシステムの認識方法

先述したように、ナビゲーションシステムは位置情報の認識方法の違いによって、光学式と磁場式に大別される。

光学式ナビゲーションシステムは、赤外線カメラにより専用トラッカー(物体の位置や動きを追跡するための器具)を装着した手術器具と患者を認識させることで位置を特定する。そのため常に赤外線カメラの範囲内で手術操作を行う必要があることから、何らかの理由で赤外線カメラとトラッカー間に遮蔽

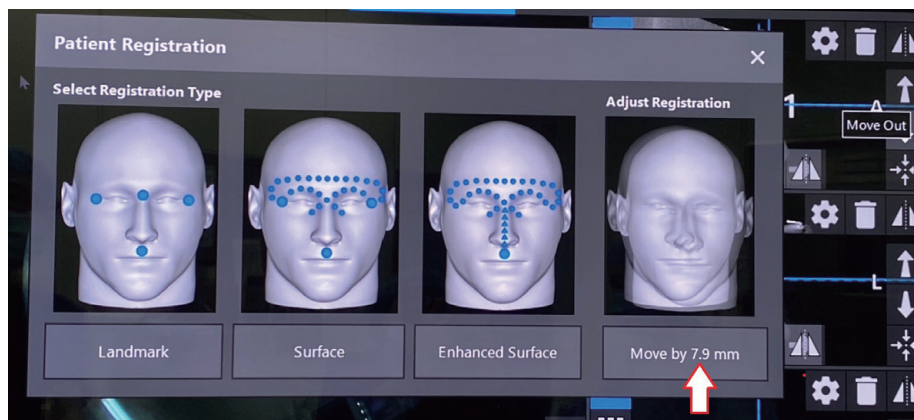


図1 再レジストレーション画面
矢印(→)の数値が10mm以内であれば、すぐに再レジストレーションが可能。

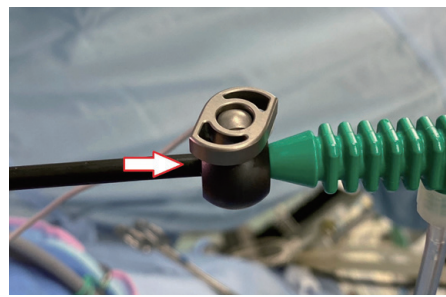


図2 より小さくなったトラッカー(→)

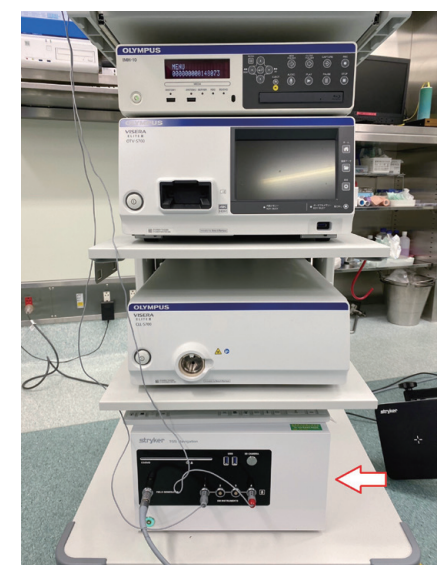


図3 内視鏡システムの最下部に設置収納できる(→)

物が侵入すると、ナビゲーションの認識が不安定になる場合も少なくない。また、かつては磁場式に比べて光学式の方がより精度が高く扱いやすいとの評価があったことで、耳鼻咽喉科を除く脳神経外科や整形外科の分野では光学式が多く採用されていた印象があったものの、その後の技術の進歩に伴って、その差はほとんどなくなっているものと考えられる。

一方、磁場式ナビゲーションシステムは、術野周辺に約50センチ四方の低エネルギーの磁場を発生させ、その領域内で患者さんの位置と手術器具の動きを捉えるシステムである。その磁場領域内に、専用のトラッカーを取り付けた患者さんと器具が入ることにより、患者さんの位置と器具の動きを追跡することができる。このため光学式のように常にカメラ

の向きに配慮した器具操作は必要なく、磁場発生装置とトラッカーの間に人や別の器具が侵入しても、ナビゲーションに影響することはほとんどない。それ故、特に内視鏡下鼻副鼻腔手術のような内視鏡を始めたとして多くの手術器具による操作を必要とする手術では、光学式に比べてより円滑なナビゲーションを可能とする点において、磁場式がより使いやすくと考えることができる。

耳鼻咽喉科手術でのナビゲーションシステムの有用性

人間の副鼻腔は片側に4カ所あり、それぞれが非常に複雑な立体構造を持っているため、内視鏡下鼻



図4 手術画像とナビゲーション画像を同時に表示

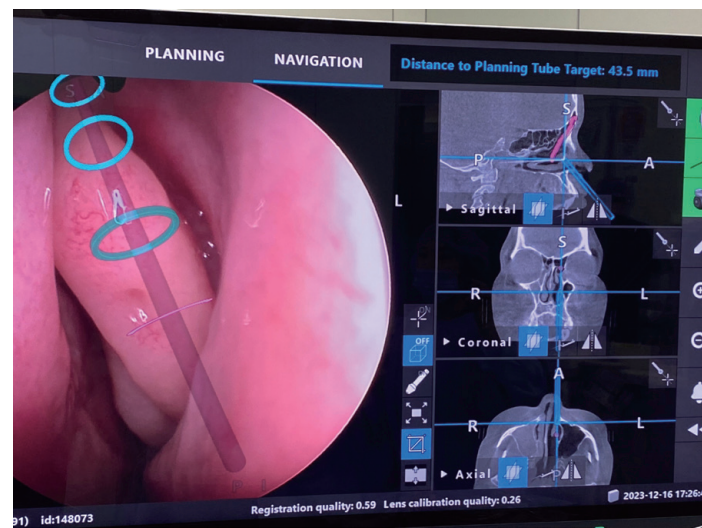


図5 実際のAR機能を用いた手術画面

専用ナビゲーションのさらなる導入が期待されているが、それを鑑みても、本機種のように比較的廉価で画期的な耳鼻咽喉科専用のナビゲーションシステムの登場は、我々、在野で手術を行う耳鼻咽喉科医にとって福音となることは間違いない。

「Stryker ENT Navigation System」の有用性

1. 操作性

ナビゲーションを導入する上で、正確性と並んで重要な要素として機種の操作性が挙げられる。特にレジストレーションの簡便さは、手術全体の時間短縮に寄与できるため非常に重要な要素となる。この点においても「Stryker ENT Navigation System」のレジストレーションは簡便かつ迅速であり、以前の機種と比べても申し分のないものであった。

また、大きな特徴として、「迅速な再レジストレーションが可能」といった点が挙げられる(図1)。以前の機種では、術中にナビゲーションの位置がずれて再レジストレーションを必要とした場合、一旦顔にかけたドレープを外して再レジストレーションを行う必要性があったが、本機種では1cm以内のずれであればドレープを外さなく再レジストレーションが可能であるため、ナビゲーションの正確性がより迅速に担保できることとなる。さらには、本機種では他のナビゲーションと同様に、医療器具

している施設は約3割(日本ストライカー社の独自調査)にとどまっている。また、ナビゲーション機器を保有していたとしても耳鼻咽喉科専用の機器ではないが故、全症例をナビゲーション下に行うことは未だ難しいのが現状である。耳鼻咽喉科手術の治療成績向上ならびに術中の合併症リスクの軽減という観点からも、耳鼻咽喉科手術において耳鼻咽喉科

副鼻腔手術では鼻副鼻腔内の正確な位置に機器を挿入することが、手術を安全かつ迅速に遂行する上で非常に重要である。何らかの理由で正確な位置情報を得られなくなった場合、頭蓋底や眼窩内側壁に損傷をきたし、術後に重大な結果を招くこととなる。にもかかわらず、耳鼻咽喉科の手術を手がける全国の医療機関の内、ナビゲーションシステムを導入

に専用トラッカーを装着することによって、吸引器具やデブリッターを使用しながらナビゲーションが行えるだけではなく、患者や器具に取り付けるトラッカーも小型で軽量となっているため(図2)、術中にほとんど気になることはない。

2. 手術室内の省スペース化

「Stryker ENT Navigation System」の本体は幅25センチ、奥行36センチ、高さ21センチ、本体重量は11キログラムと、非常にコンパクトなボックス型であることから、内視鏡システムの最下部への設置収納が可能となっている(図3)。このため、手術支援機器の増えた現代の手術室において省スペース化に大きく寄与している。

また、55インチのモニター画面に手術画像とナビゲーション画像を同時に表示することもできるため(図4)、改めて別モニターを置く必要がなく、さらなる手術室の省スペース化に寄与しているものと思われる。このような本機種の手術室内の省スペース化への寄与は、意外に重要な隠れた利点として見逃すことはできない。

3. AR(拡張現実)機能

今回「Stryker ENT Navigation System」に搭載された機能で最も重要かつ革新的な機能は、AR(拡張現実)機能であることは間違いない。

AR機能とは、あらかじめ撮影した画像データ上に「危険部位」や「術中に確認したい部分」を色や印などで術前にマーキングを行い、その部位と挿入する医療機器の位置情報を、AR技術(現実世界にデジタル情報を重ね合わせ現実の情報を、拡張する技術)によって内視鏡から取り込むリアルタイムの手術映像に重ね合わせて表示することができる機能である(図5)。つまり、従来のナビゲーションシステムは、あらかじめ撮影した画像データ上に現在の手術器具の位置情報を示すだけのものとして用いられていたが、本機種では術前に設定した個別の手術プランニングと手術器具の挿入方向を、過去の画像データではなく実際の手術画面上に示すことができるので、手術をより円滑かつ安全に行うことができる。このような、あらかじめ設定した手術プランニングを可視化して共有できる技術は、実際の手術だけではなく教育分野でも大いに有用と思われる。今後、より一層の活用が期待される。

今後、さらなる検討が必要ではあるが、特に未だにナビゲーションの利用が十分とは言えない耳科手術においても、経外耳道的内視鏡下耳科手術の普及

今後の展望

今後、さらなる検討が必要ではあるが、特に未だにナビゲーションの利用が十分とは言えない耳科手術においても、経外耳道的内視鏡下耳科手術の普及

などによって、ナビゲーションへの期待が高まっている。

より精密なナビゲーションが必要とされる耳科手術においては1~2ミリのずれが命取りになるため、その精度担保が必要不可欠であるが、本機種の迅速かつ簡便な「再レジストレーション機能」を用いることによって、その正確性が担保される可能性が期待される。このような新しい分野への挑戦は、患者へのより安全で質の高い医療を提供できるだけでなく、今後、急速に進化・拡大が見込まれるAI技術などを用いた手術支援システム分野へのさらなる貢献につながるものと強く確信する。

※ ※
宇高 毅(うだか つよし) ●71年愛媛県生まれ。96年産業医科大学医学部卒業。03年同大学耳鼻咽喉科学講座助手(助教)、07年九州労災病院耳鼻咽喉科部長、08年熊本労災病院耳鼻咽喉科部長、10年医療法人徳会堀病院副院長、11年同理事長・院長、現在に至る。

