整形外科脊椎の手術における、術中ナビゲーションシステムの導入と使用経験の報告

八戸市立市民病院 医療技術局 放射線科　○田村 崇明(Tamura Takaaki)
竹洞 潤希　石倉 牧人　荒屋 佳枝

【はじめに】

ナビゲーションとは、手術に使用する治療器具と脊椎の位置関係を3Dもしくは、MPR上にモニター表示するシステムである。手術治療器具と脊椎の関係をリアルタイムで把握でき、手術精度向上へとつながる。また、透視を使用しないため、術中透視による被曝を低減できる。当院のナビゲーションまでのワークフローを（Fig.1）に示す。

しかし、従来のナビゲーションシステムは、術前に撮影したCTやMRI画像を用い、術中に脊椎とレジストレーションが必要である事や、術前検査時の体位と術中の体位が異なるため、ナビゲーション画像と脊椎の位置関係に差異が生じ易いという問題点があった。

それに対し術中CT画像のナビゲーションでは、レジストレーションが不要で時間短縮となる。また術中の脊椎のアライメントと同じ脊椎のアライメントのCT画像でナビゲーションが可能となり、術前画像を使用する従来のナビゲーションの問題点を解消した。

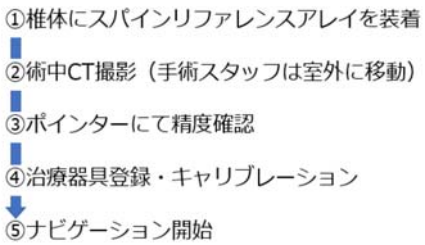

Fig.1 ナビゲーションのワークフロー

【目的】

当院では、2019年12月に術中3DCTを撮影可能なSiemens社製移動型透視装置『CiosSpin』、翌年2020年12月にBrainLab社製ナビゲーションシステム『KICK』が導入された。それにより、術中CT画像による脊椎のナビゲーションが行えるようになり、脊椎後方固定術の手技や技師の立ち回り、透視時間の変化について報告する。また、ナビゲーション導入によるメリット、デメリットを報告する。

【方法】

2019年12月～2020年12月までに行われたナビゲーションを使用していない脊椎手術（A群）、2020年12月から2022年6月までに行われたナビゲーションを使用した脊椎手術（B群）を比較し、手技や技師の立ち回りがどのように変化したかを報告する。また、A群とB群の透視時間を比較する。

【結果】

初めに、脊椎後方固定術の手技や技師の立ち回りがどう変化について報告する。ナビゲーション自体は透視を使用しないため、術中の透視の使用頻度が減少した。技師の手技はナビゲーションのコンソールと赤外線カメラの操作がメインの手技へと変わった。ナビゲーション使用前は、1椎体毎にX線管球の角度を記憶し、1椎体毎にX線管球の角度を調整していたが、その手技が不要となり技師の負担が大きく減少した。

次に、透視時間の変化について報告する。ナビゲーション不使用のA群、ナビゲーション使用のB群の平均透視時間はA群18.2分、B群8.2分で、ナビゲーションを使用する事で、透視時間が54%減少した。

最後に、ナビゲーションのメリット・デメリットを報告する。

メリットは、

- 術中透視の頻度を大幅に削減し被曝を低減可能。
- リアルタイムで椎体の位置を確認しながら手術を行える。
- 術前CTやMRI画像を術中CT画像とFusionしナビゲーション可能。
- ナビゲーションコンソール上で計測を行いながらスクリュー径と長さをプランニング可能。
- BlainLab社製だけでなく、他社製の様々な手術器具に使用可能。
- 術中CTの際、手術スタッフは退室する事が出来るため、手術スタッフの被曝低減可能。

等が挙げられる。

デメリットは、

A.術途中に脊椎のアライメントが変わらないことが大前提。

B.脊椎に装着したリファレンスアレイと脊椎の位置関係も変わらない事も大前提。

C.デバイスに装着している反射ボールと赤外線カメラの視線が途絶えると、画像表示出来なくなる。

D.術中ＣＴによる患者被曝は有る。

等が挙げられる。Aに関しては、力強くスクリュー刺入孔を空けようとすると脊椎のアライメントが変わってしまい、ナビゲーションの画像もその分差異が生じる。また、不安定骨折の場合、骨折部を軸に脊椎のアライメントが変わってしまう。Bに関しては、脊椎のリファレンスアレイの取り付けが緩いことによって、1 mmでも動くとその分、手術器具の位置関係に差異が生じてしまう。これらは、術中技師が把握し、医師や看護師の操作、手技に関して助言をする必要がある。また、A、Bの要因で術中にどうしても数 mmの差異を生じる事があるため、当院の対策として、透視管球を椎体に対して側面の状態を維持し、透視とナビゲーションを併用して運用している（Fig.2）。透視は一瞬だけ行い、ナビゲーション画像の正誤性を確認し、正誤性を確認出来たら、ナビゲーション画像で手術を行う。ナビゲーション画像と透視画像を併用したとしても、透視のみで手術を行った場合と比べて照射線量、面積線量は少なく済む。

Fig.2 管球側面挿入し、ナビゲーションと透視の併用

【おわりに】

ナビゲーションシステムの導入で、術中透視による被曝を低減しつつ、リアルタイムで椎体の位置を確認しながら手術を行う事ができるようになった。しかし、椎体の位置ずれ等のデメリットを理解したうえで、透視と併用する等、症例に合わせて工夫しながら使用する必要が有る。