脊椎後方固定術における術中CTナビゲーションシステム使用による被ばく量低減と透視時間短縮の有用性について

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

【はじめに】

当院では、装置更新に伴い2019年12月にSiemens社製移動型デジタル式汎用一体型X線診断装置『Cios Spin』（以下Spin）が導入され、入射線量（mGy）と面積線量（Gy・cm^2）が装置表示値として得られるようになった。

また、2021年12月にBrainlab社製術中ナビゲーションシステム『KICK』が導入され、術中CTを利用した脊椎手術用ナビゲーション（以下ナビ）が可能となった。脊椎後方固定術において、椎弓根スクリュー（以下PS）挿入手技は重要な手技であると同時に透視の多用による被ばく量増大が懸念される。その中で、ナビ導入により術中CTを1回撮影することで、透視を使用せずPS挿入手技を行えるため、脊椎後方固定術における術中の被ばく量低減と透視時間短縮が期待された。

【目的】

当院整形外科で脊椎後方固定術を施行した症例に対し、ナビを使用し手術を行った症例と、ナビを使用せず従来通り透視のみで手術を行った症例で、線量（装置表示入射線量と装置表示面積線量）と透視時間にどのような影響があるのかを後ろ向きに検討することを目的とする。

【方法】

2019年12月から2022年6月の間に、当院整形外科で脊椎後方固定術を施行した全87症例を対象とし、従来通り透視のみを使用し手術を施行した症例をA群（ナビなし）、ナビを使用し手術を施行した症例をB群（ナビあり）とした。この2群間で、それぞれ頸椎と胸椎・腰椎の2部位ごとに入射線量（mGy）、面積線量（Gy・cm^2）、透視時間（min）を比較した。また、入射線量（mGy）、面積線量（Gy・cm^2）は1椎体当たりの線量も比較を行った。統計解析には、Mann-WhitneyのU検定を用い、$p<0.05$を有意差ありとした。

【使用機器・条件】

今回の検討ではSiemens社製『Cios Spin』を使用し、透視条件は、Frame Rate:10 fps（Medium mode）、コーンビームCTの条件は、Standard Mode（回転角198°、撮影時間30秒）を使用している。術中ナビゲーションシステムは、Brainlab社製Navigation『KICK』を使用した。統計解析には、Excel（Microsoft製）、EZR（ver2.7-1）を用いて検討を行った。

【結果①】

まず頸椎の結果から示していく。頸椎の対象症例は2019年12月から2022年6月に当院整形外科で脊椎後方固定術を行った全25症例を対象としている（Table 1）。入射線量（mGy）は、A群が328.0 mGy、B群が150.6 mGy（$p<0.01$）（Fig.1）、1椎体当たりの入射線量（mGy）は、A群が175.4 mGy、B群が40.9 mGy（$p<0.01$）となり全てB群が低い結果となった（Fig.2）。面積線量（Gy・cm^2）は、A群が22.1 Gy・cm^2、B群が19.4 Gy・cm^2（p=0.202）（Fig.3）、1椎体当たりの面積線量（Gy・cm^2）は、A群が7.4 Gy・cm^2、B群が5.4 Gy・cm^2（p=0.311）（Fig.4）と有意差は見られなかった。透視時間（min）は、A群が14.1 min、B群が5.4 min（$p<0.01$）とB群が有意に低い結果となった（Fig.5）。

Table 1 対象（頸椎）

	A群	B群
平均年齢	69.0±10.5	66.6±13.6
男女比	8:3	10:4
BMI(kg/m^2)	24.1±4.5	22.5±4.0
身長(cm)	160.7±11.1	160.9±8.1
体重(kg)	63.2±18.3	58.5±12.7
椎体数	3.5±1.3	3.4±1.3

Table 2 対象（胸椎・腰椎）

	A群	B群
平均年齢	65.2±15.2	67.8±16.9
男女比	17:14	11:20
BMI(kg/m^2)	24.3±3.8	24.9±5.7
身長(cm)	159.9±9.3	155.7±10.3
体重(kg)	62.2±12.1	60.9±17.6
椎体数	3.6±2.1	3.4±1.5

【結果②】

次に、腰椎の対象症例は2019年12月から2022年6月に当院整形外科で脊椎後方固定術を行った全62症例を対象としている（Table 2）。入射線量（mGy）は、A群が705.8 mGy、B群が222.6 mGy（$p<0.01$）、1椎体当たりの入射線量（mGy）は、A群が266.5 mGy、B群64.9 mGy（$p<0.01$）と全てB群が低い結果となった（Fig.6、7）。面積線量（Gy・cm^2）は、A群が54.8 Gy・cm^2、B群が24.9 Gy・cm^2（$p<0.01$）、1椎体当たりの面積線量（Gy・cm^2）では、A群が18.3 Gy・cm^2、B群が8.8 Gy・cm^2（$p<0.01$）とB群が有意に低い結果となった（Fig. 8、9）。透視時間（min）は、A群が14.4 min、B群が8.0 min（$p<0.01$）とB群が有意に低い結果となった（Fig.10）。

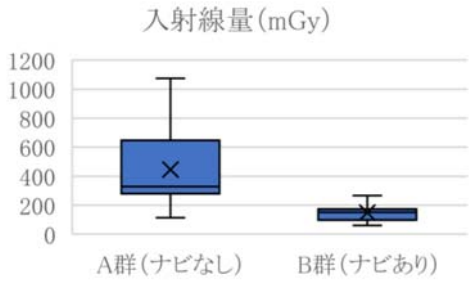

Fig.1 頸椎入射線量（mGy）

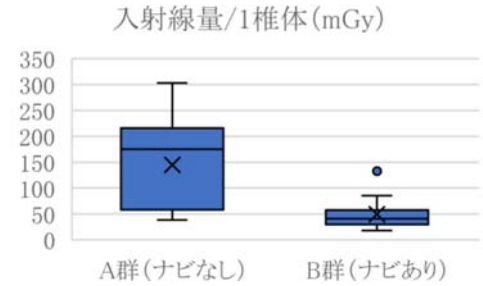

Fig.2 頸椎入射線量/1椎体（mGy）

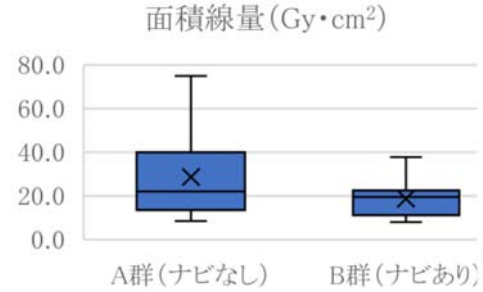

Fig.3 頸椎面積線量（Gy・cm^2）

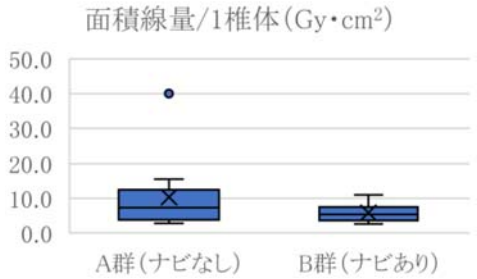

Fig.4 頸椎面積線量/1椎体（Gy・cm^2）

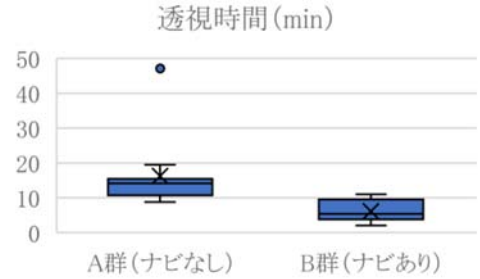

Fig.5 透視時間（min）

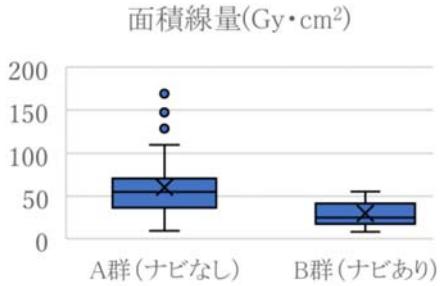

Fig.6 胸腰椎入射線量（mGy）

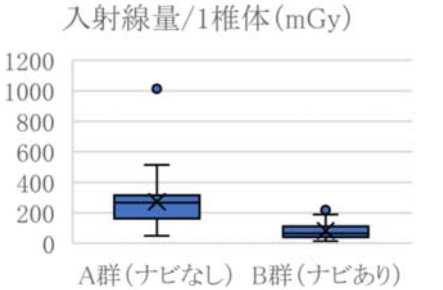

Fig.7 胸腰椎入射線量/1椎体（mGy）

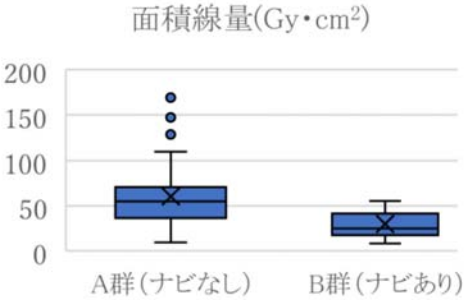

Fig.8 胸腰椎面積線量（Gy・cm^2）

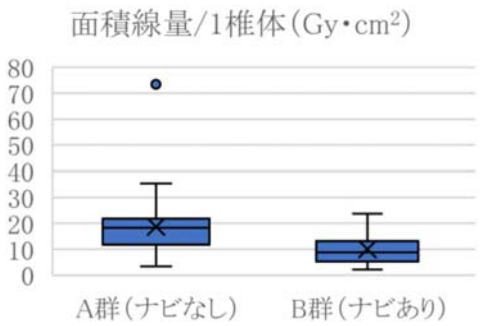

Fig.9 胸腰椎面積線量/1椎体（Gy・cm²）

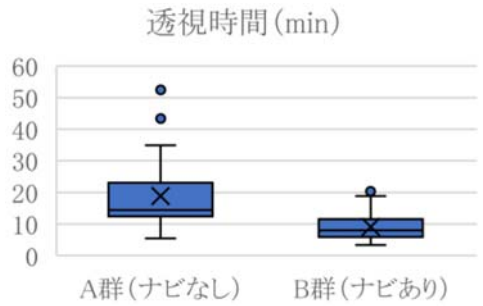

Fig.10 透視時間（min）

【考察】

頸椎の面積線量のみ有意な差が見られなかった要因として、頸椎のナビ使用時ナビの動作が安定せず透視を併用する割合が多くなったことが要因の1つだと考えられた。また、ナビ使用では透視使用時間は短縮するがコーンビームCT撮影により透視時間当たりの線量は増えてしまうため、CT撮影回数の違いも結果に影響したと考えられる。今回の検討では、CT撮影回数や透視とナビの使用比率などは考慮していないため、今後は、細かい手技やナビと透視の併用割合やCT撮影回数などを考慮し比較検討していく必要があると考える。

【結語】

ナビを使用し脊椎後方固定術を行うことで頸椎、胸椎・腰椎ともに優位に透視時間が短縮していた。線量に関しては、頸椎の面積線量で有意差が見られなかったが胸椎・腰椎では優位に線量が低減した。以上のことから、脊椎後方固定術における術中CTナビゲーションシステム使用は被ばく量低減と透視時間短縮に有用であると考えられる。