

論文概要

○論文題目

脊椎外科領域におけるデジタルトモシンセシスの臨床応用

○指導教員

人間総合科学研究科 疾患制御医学専攻 山崎正志教授

筑波大学大学院博士課程人間総合科学研究科

俣木 健太郎

目的：

脊椎固定術後の椎弓根スクリユーの弛みは重大な合併症の1つである。従来、単純X線やCTでの「スクリユー周囲の1mm以上の透亮像の有無」という定性的評価が一般的であった。椎弓根スクリユーの弛みは椎体内でスクリユーが変位することである。変位角度を正確に計測できれば弛みの定量的評価が可能となる。

腰椎神経根症の神経根障害部位は脊柱管内、椎間孔狭窄に分けられる。椎間孔狭窄では立位時に症状が増悪するが、仰臥位MRIのみでは立位時の神経根状態が描出できず、診断に難渋する。

デジタルトモシンセシスは短時間、低被曝で、被写体の断層画像が得られ、得られた画像を冠状面、矢状面に $\pm 20^\circ$ の再構成が可能なデジタル画像技術である。また、検査台を任意の傾斜に調整でき、座位や立位など生活荷重負荷状態での撮影が可能となる。

本研究の目的は、デジタルトモシンセシス動態撮影を用いて椎弓根スクリユーの弛みの定量的評価法とトモシンセシス腰椎神経根動態撮影 (Dynamic digital tomosynthesis radiculography: DTRG) を用いて腰椎神経根症の神経評価法を開発することである。

対象と方法：

【研究1】椎弓根スクリユー弛みの定量的評価法の開発

実験1:モデルボーンを用いたデジタルトモシンセシス変位角度計測の精度検証

X線透視用腰椎モデルボーンの1椎体を使用し、椎体前縁からガイドピン、越しに中空のスクリユーを挿入した。ガイドピンを骨孔内で角度変位させた変位モデルを5つ作成した。変位の実測値を測定し、変位モデルをデジタルトモシンセシスで撮像し、スクリユー中軸と椎体3箇所（椎体上縁、下縁、前縁）の変位角度を測定し、実測値との差を検証した。

実験2:臨床症例での固定最頭側スクリユーの変位角度計測

脊椎後方固定術後にCT、デジタルトモシンセシス動態撮影（側臥位、立位側面像）を行った患者41例を対象とした。評価対象スクリユーは固定最頭側端72本である。従来法（CT）で弛みを評価し、弛みあり群（12本）、なし群（60本）の2群に分け、デジタルトモシンセシス動態撮影を行い、スクリユーと椎体の変位角度を計測した。

実験3:変位角度計測の再現性の検証

実験2で算出されたカットオフ値の再現性を腰椎モデルボーン用い、検証した。モデルは第2から第4腰椎に $\Phi 5.5\text{mm}$ の両側椎弓根スクリユーを挿入する固定モデルとした。対象スクリユーは固定最頭側スクリユー2本で、 $\Phi 6\text{mm}$ 、 $\Phi 7\text{mm}$ 、 $\Phi 8\text{mm}$ 径と骨孔を拡大した弛みモデルを作成した。それぞれ

のモデルで側臥位、立位時を模擬してデジタルトモシンセシス動態撮影し、実験2と同じ手法で変位角度を計測した。

【研究2】 トモシンセシス腰椎神経根造影動態撮影 (DTRG)

腰椎神経根症を有する患者30例で、MRIにて椎間孔狭窄群17例 (FS群)、脊柱管狭窄群13例 (CS群) の2群に分けた。評価項目はDTRG前の腹臥位、立位での下肢痛VAS (Visual analogue scale) と腹臥位、立位時の神経根最狭部径を計測した。

結果：

【研究1】

実験1ではいずれの変位モデルも実測値と誤差 1° 未満で変位角度計測が可能であった。実験2では変位角度の平均は弛みあり群 5.7° 、弛みなし群 0.5° で弛みあり群で有意に大きかった。弛みの変位角度カットオフ値は 1.7° と算出された。実験3では骨孔が大きくなるにつれ、変位角度が大きくなり、 $\Phi 7\text{mm}$ 以上の骨孔ではカットオフ値を超える値となり、再現性を示すことができた。

【研究2】

FS群ではCS群に比べ、腹臥位と立位時の下肢痛VAS変化、および神経根径変化が有意に大きい結果となった。

考察：

【研究1】

本手法は変位角度に着目し、弛みを定量的に連続変数で表す事ができた。変位は弛みの過程で初期に生じる事象であり本手法を使えば、術後早期に弛み検出ができる可能性がある。骨粗鬆症患者では、より弛みの発生率が高い事が報告されており、今後は弛みづらいスクリューの開発が求められる。その際に本手法はスクリューの性能評価法として有用である。

【研究2】

従来、体位による神経根変容を描出できる画像評価法は存在しなかった。本手法は立位時の神経根描出を実現することができ、臨床症状を反映する結果となった。本手法は神経障害部位を同定することで腰椎神経根症の診断、術式選択の一助となる。

結論：

デジタルトモシンセシス動態撮影で椎弓根スクリューの弛みの定量的評価ができた。

DTRGは立位時の神経根状態を描出でき、椎間孔狭窄症の診断に有用である。