

国際交流助成

脊柱変形患者における術前後の立位アラインメント変化の EOS imaging system  
による解析

加藤 壯

Division of Orthopaedic Surgery, Hospital for Sick Children, Toronto, Ontario, Canada.

## 【背景】

超高齢社会の日本に於いて、脊柱変形により QOL を著しく損なう症例に遭遇する機会が増えてきている。より良い立位バランス、歩行機能を追求し、必要に応じて適切な手術加療を行うことにより健康寿命の増進を図ることが我々に求められている。一方、椎弓根スクリューを用いた強力な脊椎固定材料の発達に伴い、手術の適応は拡大の一途をたどり、安定した術後成績が報告されてきている。脊柱変形矯正の基礎は、側弯症治療の発展とともに確立されてきた。Cotrel および Dubousset による矯正理論が広く理解され、様々なテクニックが開発された。しかし脊柱変形矯正手術はリスクの高い手術であり、また術後の至適なアラインメントについても完全には解明されていないため、適切な手術適応の判断と、目標とする矯正の理解が必要不可欠である。診断、自然史、治療方法など様々な分野で新たな技術を用いた革新が起きているが、中でも術前後の画像解析による病態の理解はその根幹をなす部分である。冠状面、矢状面に加え、回旋変形を含めた三次元的な理解が必要不可欠である[1]。

EOS imaging system は、低線量の放射線照射により、正面と側面の立位全脊椎 X 線像を同時に撮像する新しい画像装置である。線形検出器を用いることによりノイズが抑制され、従来の X 線装置のようなフィルムへの投影ズームエラーがなくなる他、フィルム接合部での mismatch がない高精細画像が得られる。またワークステーションで解剖学的なランドマークをテンプレートに当てはめることにより、骨格構造の 3D モデルを再構築することが可能となった[2]。これにより、X 線では正確な解析が困難であった脊柱の回旋変形も定量的に評価することが可能である[3]。EOS は日本には依然ほとんど導入されていない。

我々は特発性側弯症に対して、後方矯正固定術(図1)に加えて direct vertebral derotation (DVD)を行うことにより、冠状面、矢状面に加えて回旋変形を直接的に矯正することにより三次元的な脊柱アラインメントの再獲得を目指している[4, 5]。2009年より EOS を導入し、術前後に撮像を行ってきた。本研究の目的は術後の回旋変形の矯正を定量的に評価し、また矯正の程度とフォローアップ期間中の矯正損失に寄与する因子を明らかにすることである。

図1 特発性側弯症に対する後方矯正固定術（術前後 EOS 正面、側面像）  
冠状面、矢状面の良好な矯正が確認できるが、このままでは回旋の矯正の評価が困難である。



#### 【方法】

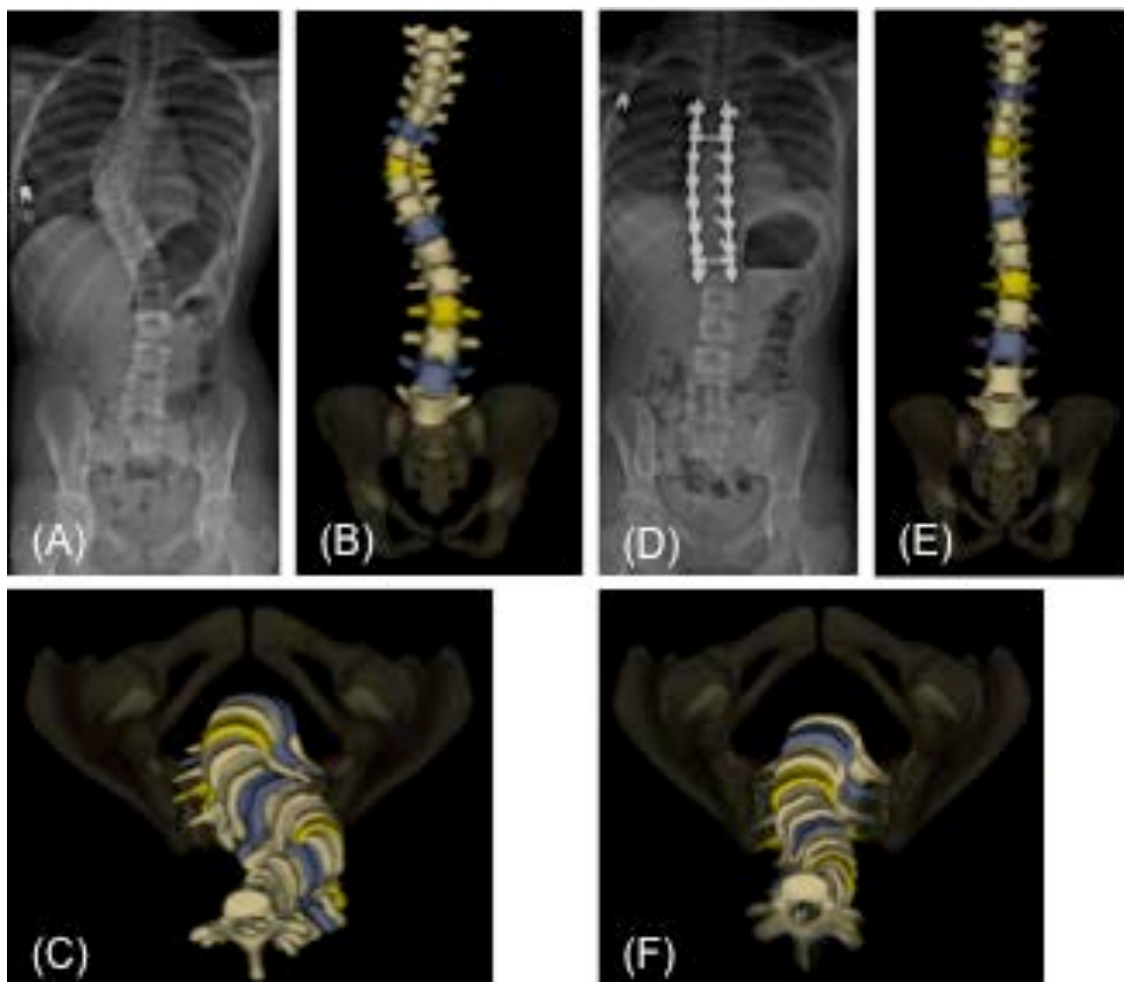
2009年から2012年までに実施した特発性側弯症に対する矯正固定術の症例153例を後ろ向きに調査した。後方矯正固定術およびDVDを行った症例のうち、術前、術直後、術後1年以上経過した最終外来受診時の立位全脊椎EOSが確認できた55例を解析した。ワークステーションにて画像の再構築を行い、頂椎の骨盤に対する回旋角度（Apical vertebral rotation: AVR）を計算し、術前後で比較した（図2）。

#### 【結果】

術前の平均AVRは $19^{\circ}$ （標準偏差 [SD]:  $7^{\circ}$ 、range:  $5^{\circ}$  -  $33^{\circ}$ ）であり、術直後の平均AVRは $9^{\circ}$ （SD:  $6^{\circ}$ 、range:  $0^{\circ}$  -  $25^{\circ}$ ）であった。回旋変形に有意差があり（ $p < 0.001$ ）、矯正が行われたことが定量的に示された。最終フォローアップ時のAVRは平均 $11^{\circ}$ （SD:  $6^{\circ}$ 、range:  $0^{\circ}$  -  $29^{\circ}$ ）であった。術直後との比較で有意差はなく（ $p = 0.06$ ）、全体として矯正損失を示すには至らなかった。術後の回旋変形の矯正をパーセンテージで群間比較すると、椎弓根スクリューのみを用いた群ではフックとの併用群より大きく（55% vs. 36%,  $p = 0.03$ ）、またインプラントの材質がステンレス鋼の群がチタン合金群よりも大きかった（54% vs. 20%,  $p = 0.01$ ）。

図2 EOSによる術前後の脊柱モデルの再構築

(A) 術前正面像 (B) (C) 術前 3D モデル  
(D) 術後正面像 (E) (F) 術後 3D モデル



【結論】

EOS 3D imaging を用いた特発性側弯症に対する後方矯正固定術および DVD の回旋矯正の程度を定量的に評価し、寄与する因子を報告した。今後は今回得られた知見と、赤外線カメラを用いた動作解析のデータを照合して解析し、歩行や注視のために至適な立位バランスの解明を目指す。

【参考文献】

1. Mehta MH. Radiographic estimation of vertebral rotation in scoliosis. Journal of Bone Joint Surgery British volume 1973;55:513-20.

2. Dubousset J, Charpak G, Skalli W, et al. [EOS stereo-radiography system: whole-body simultaneous anteroposterior and lateral radiographs with very low radiation dose]. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* 2007;93:141-3.
3. Al-Aubaidi Z, Lebel D, Oudjhane K, et al. Three-dimensional imaging of the spine using the EOS system: is it reliable? A comparative study using computed tomography imaging. *Journal of Pediatric Orthopedics Part B* 2013;22:409-12.
4. Lee SM, Suk SI, Chung ER. Direct vertebral rotation: a new technique of three-dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:343-9.
5. Rushton PR, Grevitt MP. Do vertebral derotation techniques offer better outcomes compared to traditional methods in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis? *European Spine Journal* 2014;23:1166-76.

#### 【謝辞】

留学に際しまして、国際交流助成をいただきました中山人間科学振興財団様に御礼申し上げます。研究のみならず臨床医としても外来、手術を通じて技術の向上を図ることができました。今回得た知識と経験を活かして今後の日本の整形外科・脊椎外科のさらなる発展に貢献する所存です。