

氏名	うおざき たかし <b>宇於崎 孝</b>
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第981号
学位授与の日付	令和3年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 バイオテクノロジー専攻
学位論文題目	<b>特発性側弯症における脊柱変形の三次元的分析</b>
審査委員	(主査)教授 来田宣幸 教授 野村照夫 教授 片岡孝夫 助教 山下直之

## 論文内容の要旨

特発性側弯症は脊椎が成長する青少年期に多く発症し、真の原因は特定されていない。そのため、基本的な対処法は弯曲の矯正と弯曲増悪の予防が中心であり、早期発見が重要となる。特発性側弯症の診断や進行度の評価は、正面からのX線画像から求められる脊柱側屈角度(Cobb angle, 以下「Cobb角」)が用いられてきた。しかし、臨床的には脊柱の側屈だけでなく回旋や前後弯など三次元的な変形が生じることが知られていたが、三次元的な評価はなされていなかった。そこで、本研究では特発性側弯症の脊柱変形を三次元的に評価する方法を考案し、この方法を用いたスクリーニング法や経過観察法の可能性の検討を目的とした。

第2章では、正面X線画像から水平面における椎体回旋角度を評価する方法を考案し、コンピュータ断層診断装置(Computed tomography, 以下「CT」)画像を基準として妥当性を検証した。特発性側弯症と診断され手術となった39名(男性2名, 女性37名)を対象として、脊椎正面X線画像から椎体が回旋した程度を椎体回旋率として計算し、CT画像から計測された椎体回旋角度(CT回旋度)と比較した。その結果、X線画像から求めた椎体回旋率とCT回旋度に強い正の相関がみられ、推定方法の妥当性が確認された。

第3章では、第2章で考案した方法を用いて、姿勢の違いや矢状面の角度との関係を検討した。その結果、背臥位ではCobb角と椎体回旋率に関係は認められなかったが、立位では有意な正の相関がみられた。また、背臥位でのCobb角は立位と比較し有意に低い値(約80%程度)であったが、椎体回旋率に差はみられなかった。さらに、立位での矢状面の後弯角とCobb角および椎体回旋率に有意な相関はみられなかった。以上から、側弯症の脊柱アライメントの画像評価において、前額面のCobb角だけではわからない三次元的な変形が観察されることが明らかとなり、三次元的に経過治療をすることの重要性が示唆された。

第4章では、側弯症の早期発見のためのスクリーニング検査や経過観察での症状変化を評価する前屈テストを用いて、体表から肋骨隆起の程度を評価する体幹回旋角度(Angle of trunk rotation, 以下「ATR」)とCobb角や椎体回旋率の関係を検討した。対象は経過観察中の特発性側弯症の女性23例とした。その結果、ATRはCobb角および椎体回旋率と有意な正の相関を示し、前屈テストでのATRは、側弯症を検出するスクリーニングテストや経過観察としての有効性が示唆された。

第5章では、総合討議をおこない、本研究の統括をおこなった。一連の研究を通して、脊柱の三次元的な評価の重要性が示唆され、また、少ない身体的負担で脊柱の回旋度を評価する方法の信頼性および妥当性が確認された。また、今後、縦断的研究や介入研究をおこない、スクリーニングの基準やリハビリテーションの有効性などについて、考案する必要性などの展望がまとめられた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、特発性側弯症における脊柱の三次元的な変形に着目し、X線画像を用いた回旋角度の新たな推定法を考案し、早期発見のスクリーニングや進行度の評価に活かそうとするものである。研究では、横断的なデータを用いてX線画像による椎体回旋率とCTによる回旋角、前額面のCobb角および矢状面の後弯角などの関係を検証し、新たな測定法の妥当性およびスクリーニング可能性に関する基礎的知見を蓄積させ、測定評価学的視点および臨床リハビリテーション医学的視点から科学的根拠に基づいて論じられていた。

まず、研究の手法に関しては、特発性側弯症の歴史的経緯や評価の問題点など先行研究のレビューに基づき評価項目が考案されていた。また、データ収集については被曝を伴うX線およびCT画像を用いるため制約は認められるものの、39名を対象として統計的手法に基づいた分析がなされているなど、研究手法上、大きな問題は認められず、適切な科学的手法に基づいた研究が遂行されたと評価できる。また、データの収集や分析および公表においてはOECDガイドラインやヘルシンキ宣言等に則った適切な運用がなされ、人権上の配慮についても適切になされていた。

研究の新規性に関しては、脊椎の水平面状の回旋角度に関して、これまでCT画像による評価のみであったが、正面からのX線画像を用いた推定法を考案し、その信頼性および妥当性を確認した点が貴重な研究成果であり、新規性は高いと評価できる。また、X線画像を用いた推定法と脊柱の前後弯角、Cobb角、前屈テストでの体幹回旋角度との関係についても適切に評価している点において、データとしての重要な成果であり、いずれも新規性が認められる。

次に、研究の有用性に関しては、X線画像を用いて脊椎回旋度を推定できる点については、従来のCT撮影と比較して被曝量を低減させることができ、経過観察における三次元的評価としての実用性が高い。また、前屈テストの体幹回旋角度との関係についてはスクリーニングにおける臨床上的有用性が高い。以上のように、本研究で試みられた特発性側弯症における脊柱の三次元的評価については応用性・発展性のあるアイデアであり、学術上も有用性が高いと評価できる。今後、縦断的なデータの蓄積や介入研究などを加えることで、特発性側弯症の早期発見、早期対処、リハビリテーション法の開発などの領域への貢献が期待される社会的意義の高い研究である。

なお、これらの研究はいずれも申請者が筆頭著者である査読制度のある学術誌に掲載または受理された以下の3本の論文で構成されている。

1. 宇於崎孝, 瀬本喜啓, 来田宣幸, 篠山大輝, 廣田愛, 辻佑弥, 島田夏帆, 鳴津えみ, 郷芽衣子, 前川直行. 脊椎正面 X 線画像を用いた椎体回旋度の計測方法の検討～CT 画像との比較～. 理学療法湖都. 39, 53-56, 2019.
2. Takashi UOZAKI, Yoshihiro SEMOTO, Noriyuki KIDA, Daiki SHINOYAMA, Ai HIROTA, Yuya TUJI, Kaho SHIMADA, Emi SHIMADU, Meiko GO, Naoyuki MAEGAWA.

Relationship between rotational angle of vertebral body on frontal spinal X-ray and Cobb angle. *Journal of Asian Orthopedic Manipulative Physical Therapy*. 1, 94-99, 2020.

3. 宇於崎孝, 瀬本喜啓, 来田宣幸, 篠山大輝, 廣田愛, 辻佑弥, 島田夏帆, 嶋津えみ, 郷芽衣子, 前川直行. 特発性側弯症患者の胸椎アライメント変化～X線画像による三次元的観察～. *理学療法湖都*, 40, 2021. 印刷中