

Title	Kinematics of the Upper Cervical Spine in Rotation In Vivo Three-Dimensional Analysis
Author(s)	石井, 崇大
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/47417">http://hdl.handle.net/11094/47417</a>
DOI	
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	いし い たか ひろ 石 井 崇 大
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 2 0 7 1 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 18 年 10 月 20 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	Kinematics of the Upper Cervical Spine in Rotation <i>In Vivo</i> Three-Dimensional Analysis (上位頸椎の回旋運動；生体内三次元解析)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉川 秀樹  (副査) 教 授 田村 進一 教 授 中村 仁信

### 論 文 内 容 の 要 旨

#### [ 目 的 ]

頸椎を回旋すると僅かながら側屈、前後屈および並進運動を伴うことが知られており、これをカップリングモーションと呼んでいる。正確なカップリングモーションを知るための 3 次元運動解析は従来、屍体標本や 2 方向同時 X 線撮影を用いた方法により行われてきた。しかし屍体標本を用いた運動解析は、あくまでも受動的な運動であり、生体内での筋収縮による随意運動を反映しているとはいえない。また 2 方向同時 X 線撮影法では、中間位と回旋位との X 線写真から、検者が脊椎のランドマークを目視追跡する作業が必要であり、その精度に問題があった。このように現在まで、*in vivo* 3 次元で頸椎の動きを正確に捉えることに成功した手法はない。我々は 3D-MRI を用いた全く新しい非侵襲的 3 次元運動解析システムを独自に開発した。本研究の目的は、この手法を用いて頭部回旋時の後頭骨 (Oc) - 環椎 (C1) - 軸椎 (C2) の *in vivo* 3 次元運動を正確に解析することである。

#### [ 方 法 ]

対象は、頸椎症状のない健常ボランティア 15 例 (男性 8 例、女性 7 例、平均年齢 24.3 才) である。各被検者において、中間位から最大回旋位まで 15° 間隔で頭部を左右に回旋させ、各肢位において 3D-MRI 撮影を行った。頭部は位置決めビームにより、両眼球が常に同一平面上に存在するように回旋させた。また 15° 刻みの頭部回旋角度は、MRI 冠状断における鼻中隔と後頭結節を結んだ線と撮影テーブルの垂線とのなす角度で正確に計測した。MRI 機種は GE Signa LX 1.0T、撮像条件は 3D-Fast-GRASS を使用した。まず中間位で撮影した 3D-MR 画像から、各脊椎骨とその周囲組織を輪郭抽出した。頸椎の動きを、中間位で輪郭抽出した 3D-MR 画像と回旋位で撮影した 3D-MR 画像とを、画素値の類似性を基に 3 次元的に重ねあわせる画像処理技術 (ボリュームレジストレーション) を用いることにより追跡した。座標系は Panjabi らの方法に準じて設定し、軸椎に対する環椎の動き、環椎に対する後頭骨の動きを Euler angle により 6 自由度で表現した。なお本システムの測定誤差は、前後屈 0.24°、側屈 0.31°、回旋 0.43°、左右 0.41 mm、前後 0.51 mm、上下 0.52 mm である。

#### [ 成 績 ]

Oc の最大回旋角度は、片側平均 74.1° であった。C1 に対する Oc の片側最大回旋は平均 1.7° であった。この回旋

は、回旋と反対方向の側屈（平均 4.1°）、後屈（平均 13.3°）および回旋と同方向の横への並進運動（平均 2.1 mm）を伴っていた。C2 に対する C1 の片側最大回旋は平均 36.2° であった。この回旋は、回旋と反対方向の側屈（平均 3.8°）、後屈（平均 6.9°）および下への並進運動（平均 0.9 mm）を伴っていた。

#### [ 総 括 ]

我々は、ボリュームレジストレーションという画像マッチング技術を応用した 3-D MRI による新しい非侵襲的 3 次元動態解析システムを独自に開発し、従来の方法では正確な解析が困難であった頸椎の *in vivo* 3 次元動態解析に成功した。*In vivo* で解析した我々の結果は、過去の屍体標本を用いた *in vitro* 解析結果とよく合致していた。C1 に対して O<sub>c</sub> の回旋は同方向の横への並進運動を伴っており、また C2 に対する C1 の回旋は、回旋方向に関わらず下への並進運動を示していた。つまり、中間位で軸椎に対して環椎は最も高い位置にあり、左右への回旋にしたがい下方へ落ち込んでいた。この動きは、**double-threaded screw mechanism** として以前より知られており、環軸椎間で環椎と軸椎の椎間関節面がともに凸であることに起因すると考えられている。

本運動解析システムは、*in vivo* で 3 次元解析が行えること、MRI を用いるため放射線被曝がなく非侵襲的に解析できること、またボリュームレジストレーションという 3 次元画像自動マッチング技術を用いることにより、高精度な解析が行えるなどの利点がある。さらに、過去の報告では数値のみが示されていたため理解することが困難であった頸椎の 3 次元動態を、可視化することによって容易に理解することができる。本システムは、*in vivo* の運動解析方法として今後の応用が期待できる。

#### 論文審査の結果の要旨

ボリュームレジストレーションという画像マッチング技術を応用した 3-D MRI による新しい非侵襲的 3 次元動態解析システムを独自に開発し、従来の方法では正確な解析が困難であった頸椎の *in vivo* 3 次元動態解析に成功した。この運動解析システムは、*in vivo* で 3 次元解析が行えること、MRI を用いるため放射線被曝がなく非侵襲的に解析できること、またボリュームレジストレーションという 3 次元画像自動マッチング技術を用いることにより、高精度な解析が行えるなどの利点がある。さらに、過去の報告では数値のみが示されていたため理解することが困難であった頸椎の 3 次元動態を、可視化することによって容易に理解することができる。この研究の中で述べられたシステムは、*in vivo* の運動解析方法として今後の応用が期待でき、学位の授与に値すると考えられる。