



Title	In Vivo three-dimensional wrist motion analysis using magnetic resonance imaging and volume-based registration
Author(s)	後藤, 晃
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45485
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	後 藤 晃 ^{あきら}
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 19359 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科未来医療開発専攻
学 位 論 文 名	In Vivo three-dimensional wrist motion analysis using magnetic resonance imaging and volume-based registration (MRI 画像とボリウムレジストレーションを用いた生体 3 次元手関節動作解析)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉川 秀樹 (副査) 教 授 中村 仁信 教 授 畑澤 順

論 文 内 容 の 要 旨

〔 目 的 〕

手関節は 8 つの手根骨によって構成される複合関節である。その構造は複雑でまた広範囲な可動域を有するが、その動作については現在もなお不明である。これまでの動作解析（キネマティクス研究）では、X 線透視画像を用いた 2 次元解析や骨内に金属マーカーを刺入する侵襲的なものであり主に屍体標本を用いた非生体 (in vitro) 実験が行われてきた。これらは完全に生体での関節の動きを解析するのは困難である。今回、我々は放射線被曝を避けるため 3 次元 MRI 画像を用いさらに従来法（サーフェス・レジストレーション法）より誤差が少ないと考えられている画像の輝度値の類似を基に画像を重ね合わせる手法（ボリウム・レジストレーション法）を併用し非侵襲的な生体 3 次元での手関節の動作解析法を開発した。本研究の目的は、本システムにおける精度と従来法での精度の比較検討を行うことである。また本システムを用いて正常手関節部における掌背屈運動、橈尺屈運動ならびに手関節基本動作である斜め 45 度での動作解析を行うことである。

〔 方 法 〕

精度実験：新鮮屍体標本（右上肢 1 体）の各手根骨周囲に基準マーカー（球体）を設置し、任意の方向・肢位でランダムに計 10 回 3D-MRI 撮影を施行した。この基準マーカーによる測定値を正解値として画像の重ね合わせ手法（レジストレーション法）の精度（角度誤差・位置誤差）求め、さらに従来法と本手法との精度の比較検討を行った。

手関節の 3 次元動作解析：対象は健康ボランティア 12 名（男性 8 名、女性 4 名）の 12 右手関節、平均年齢 26.1 歳（年齢 20～34 歳）、MRI 対応の装具を用いて手関節掌背屈運動、橈尺屈運動、手関節の斜め 45 度の動き（橈背屈から尺掌屈方向）であるダーツスロー・モーションの各肢位で 3D-MRI 画像の撮影を行った。当教室で開発した運動解析システムを用い、手関節を構成している各手根骨の動きの比率を求めた。

〔 結 果 〕

精度実験：本手法の平均角度誤差： $1.29 \pm 1.03^\circ$ 、平均位置誤差： $0.21 \pm 0.25 \text{ mm}$

従来法の平均角度誤差： $1.67 \pm 0.90^\circ$ 、平均位置誤差： $0.19 \pm 0.14 \text{ mm}$

以上より角度誤差において本手法は精度が高く、従来法に比べて精度が優れていた。

手関節の3次元動作解析：掌背屈運動、橈尺屈運動における各手根骨の動きの比率はこれまでの2次元解析や屍体標本を用いた非生体 (in vitro) 実験とほぼ同様の結果となった。しかし手関節基本動作である斜め45度の動きでは、これまで手根中央関節部での動きの比率が大きいと考えられてきたが、舟状骨においては手根中央関節と橈手根関節でほぼ同じ動きの比率を呈し過去の報告と異なる結果となった。

〔 総 括 〕

本研究では、3D-MRI と画像の輝度値の類似を基に画像を重ね合わせる手法 (ボリューム・レジストレーション法) を併用し非侵襲的な生体3次元での手関節の運動解析法を開発し従来法との精度の比較検討を行った。本手法は精度が高く、とくに角度誤差において従来法に比べて精度が優れていた。また、本システムを用いて正常手関節部における動作解析を行った結果、手関節の斜め45度の動きにおいてこれまでの2次元解析や屍体標本を用いた非生体 (in vitro) 実験と異なる結果となった。

論文審査の結果の要旨

手関節は8つの手根骨から構成される複合関節で広範囲な可動域を有するがその動きは現在もなお不明である。これまでの動作解析では、X線透視画像を用いた2次元解析や骨内に金属マーカーを刺入する侵襲的なものであり主に屍体標本を用いた非生体 (in vitro) 実験が行われてきたが完全に生体での関節の動きを解析するのは困難である。近年、医療画像及び画像処理技術の向上により生体3次元 (in vivo) での運動解析が可能となった。これは3次元CT画像と画像から作成した3次元骨モデルをコンピュータ上での重ね合わせる表面形状マッチング法を用いる。本手法は放射線被曝と画像から骨モデルを作製する画像処理の段階で誤差を生じ易いと考えられている。

今回、我々は放射線被曝を避けるためMRI画像を用いさらに従来法より誤差が少ないと考えられている画像の輝度値の類似を基に半自動的に画像を重ね合わせる手法を併用し非侵襲的な生体3次元での運動解析法を開発し本システムと従来法での精度の比較検討を行った。また、本システムを用いて正常手関節部における掌背屈運動、橈尺屈運動ならびに斜め45度の“ダーツ・スロー”の3つの手関節基本動作を高精度かつ非侵襲的な生体3次元解析を行いこれまでの報告と異なる結果を得た。以上より本研究は学位の授与に値すると考えられる。