

令和元年5月7日現在

機関番号：34452

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26350522

研究課題名(和文)3次元関節鏡バーチャルリアリティ装置の開発

研究課題名(英文)development of 3D virtual reality system of arthroscopy

研究代表者

森友 寿夫 (Moritomo, Hisao)

大阪行岡医療大学・医療学部・教授

研究者番号：00332742

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：関節造影CTを用いた3次元関節運動解析により三角線維軟骨複合体(TFCC)を三次元的に描出することができた。また変形性手関節症、TFCC損傷、舟状骨月状骨間靭帯損傷などの手関節疾患症例あるいは正常ボランティアの手関節CTを用いて生体4次元画像解析を行った。手関節を背屈位で荷重をかけてCTを撮影した解析では遠位橈尺関節が背側移動した。type2月状骨では月状三角骨運動量がtype1月状骨より大きいことが分かった。また尺骨三角骨靭帯を用いたTFCC再建術の生体力学研究ではTFCC損傷による不安定性を有意に改善することが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的特色、独創的な点は、これまで、検者が2次元画像から想像するしか方法がなかった人体の関節の動きを、骨、軟骨、靭帯モデルの3次元画像の動画として観察、定量化できる技術を提供している点である。3次元的に関節運動を見ることにより医療者はこれまでの何倍もの情報を得ることができ臨床に反映されることが期待される。さらに厳密な定量的データを機械的に算出するために、再現性に優れた動作解析が可能となる。また疑似関節鏡をコンピューター画面上で関節内に刺入し関節鏡の視点でみた関節内画像を作成することができ

研究成果の概要(英文)：We developed a 3-dimensional motion analysis system that enables to visualize Triangular Fibrocartilage Complex (TFCC) using computed tomography with arthrography. We analysed wrists with osteoarthritis, TFCC injury, scapholunate ligament injury, and normal subjects. We found the length of simulated radioulnar ligaments increased when the wrist joint was loaded in an extended position. The four-corner kinematics of the wrist joint are different between type 1 and 2 lunates. The hamate contacted the lunate in ulnar deviation and ulnar flexion of wrists with type 2 lunates but not with type 1. We found The ulnotriquetral ligament tenodesis well stabilized the distal radioulnar joint in case of the TFCC foveal tear in biomechanical study.

研究分野：整形外科

キーワード：関節鏡 三次元動作解析 三角線維軟骨複合体 バイオメカニクス キネマティクス 画像解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

骨・関節を中心とする運動器は3次元的に動く臓器であるにもかかわらず、従来のほとんどの医療画像検査は単純X線、CT (computed tomography), MRI (magnetic resonance imaging)など、動きのない2次元画像であり、3次元的に動く骨関節運動をリアルに表現することはできなかった。申請者は2003年より生体3次元関節運動解析システムを開発し、多肢位のMRIまたはCT画像データから非侵襲的に骨の関節運動をコンピューター上で3次元的に観察できるようになった。この技術は複雑な関節の動きを3次元に表示できるのみならず、客観的な数値として解析できる点でユニークであり多くの新しい知見を得ることができた。しかし問題点として、軟骨や靭帯、半月板、三角線維軟骨複合体(TFCC)という関節運動には不可欠な軟部組織要素を解析できなかった。一方、関節鏡は関節内軟部組織病変の診断においてきわめて有用なツールであるが、麻酔、皮膚の小切開が必要であるなど侵襲的であり、また観察する関節肢位は関節鏡の操作が容易な肢位でのみ行われるため、伸展位から深屈曲位などの際に軟部組織がどうなるかという、関節運動中の軟部組織の病態の観察には限界がある

2. 研究の目的

本研究の目的はこの生体3次元関節運動解析システムに高解像MRI、CT、関節造影などを組み込んで、コンピューター上で関節運動および軟骨や靭帯、関節包などの軟部組織の関節運動下での病態を関節内からも擬似的に観察できる3次元関節鏡バーチャルリアリティ装置を開発することである。またその技術を用いて病的な手関節運動の動態解析を行うことである。

3. 研究の方法

1. 多肢位CT、MRIから軟部組織を含んだ3次元関節モデルの関節運動動画を作成する画像解析プログラムの開発。
2. 靭帯キネマティクス of 3次元解析システムの開発。
3. 軟部組織を含んだ3次元関節運動画像を用いて関節鏡の視点でみた関節内画像を作成する関節鏡バーチャルリアリティ装置の開発。
4. 病的なキネマティクスの解析。

4. 研究成果

関節造影CTを用いた3次元関節運動解析によりTFCCを三次元的に描出することができた。また変形性手関節症、TFCC損傷、舟状骨月状骨間靭帯損傷などの手関節疾患症例あるいは正常ボランティアの手関節CTを用いて生体4次元画像解析を行った。STT関節の変形性手関節症ではキネマティクスが変化し、舟状骨回転角度が減少した。手関節を背屈位で荷重をかけてCTを撮影した解析では遠位橈尺関節が背側移動し、TFCC損傷との関連が示唆された。尺側手根骨のキネマティクス研究ではtype2月状骨では月状三角骨運動量がType1月状骨より大きいことが分かった。また新鮮屍体標本を用いて解剖学、生体力学研究を行った。中指MP関節での伸筋腱脱臼の生体力学研究では示指の総指伸筋腱の半裁腱を腱移行することで脱臼を予防することができることが確認された。また尺骨三角骨靭帯を用いたTFCC再建術の生体力学研究ではTFCC損傷による不安定性を有意に改善することが分かった。

5. 主な発表論文等

1. Scaphoid motion of the wrist with scapho-trapezio-trapezoidal osteoarthritis. Iida A, Omokawa S, Moritomo H, Wollstein R. *Curr Rheumatol Rev*. 2019 Jan 15. doi: 10.2174/1573397115666190115125430. [Epub ahead of print]
3. Tenodesis of the Ulnotriquetrum Ligament to the Fovea for a Triangular Fibrocartilage Complex Tear. Moritomo H, Arimitsu S. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2018 Dec;22(4):141-145.
4. Tether Creation Between the Second and Third Extensor Digitorum Communis for Third Extensor Tendon Subluxation at the Metacarpophalangeal Joint. Shiode R, Moritomo H. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2018 Dec;22(4):146-149.
5. Three-Dimensional Kinematic Analysis of the Distal Radioulnar Joint in the Axial-Loaded Extended Wrist Position. Hojo J, Omokawa S, Iida A, Ono H, Moritomo H, Tanaka Y. *J Hand Surg Am*. 2019 Apr;44(4):336.e1-336.e6.
6. Three-dimensional kinematics of the lunate, hamate, capitate and triquetrum

with type 1 or 2 lunate morphology.

Abe S, Moritomo H, Oka K, Sugamoto K, Kasubuchi K, Murase T, Yoshikawa H.

J Hand Surg Eur Vol. 2018 May;43(4):380-386

7. Current Management of Scaphoid Nonunion Based on the Biomechanical Study.

Oka K, Moritomo H. J Wrist Surg. 2018 Apr;7(2):94-100. doi: 10.1055/s-0038-1637739. Epub 2018 Mar 14.

8. Impact of Distal Ulnar Fracture Malunion on Distal Radioulnar Joint Instability: A Biomechanical Study of the Distal Interosseous Membrane Using a Cadaver Model.

Miyamura S, Shigi A, Kraissarin J, Omokawa S, Murase T, Yoshikawa H, Moritomo H.

J Hand Surg Am. 2017 Mar;42(3):e185-e191

9. Three-dimensional analysis of osteophyte formation on distal radius following scaphoid nonunion.

Oura K, Moritomo H, Kataoka T, Oka K, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H.

J Orthop Sci. 2017 Jan;22(1):50-55.

10. Pressure and tendon strain in the sixth extensor compartment of the wrist during simulated provocative maneuvers for diagnosing extensor carpi ulnaris tendinitis.

Kataoka T, Moritomo H, Omori S, Iida A, Omokawa S, Suzuki D, Fujimiya M, Wada T, Aoki M, Yoshikawa H.

J Orthop Sci. 2015 Nov;20(6):993-8

11. In vivo three-dimensional analysis of stage III Kienböck's disease: pattern of carpal deformity and radioscapoid joint congruity.

Kawanishi Y, Moritomo H, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H

J Hand Surg Am. 2015 Jan;40(1):74-80

〔雑誌論文〕(計 11 件)

〔学会発表〕(計 11 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。