

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K09427

研究課題名(和文) 2D/3D registrationを用いた、新規人工足関節の生体内動態解析

研究課題名(英文) In vivo kinematics of new total ankle arthroplasty using 2D/3D registration

研究代表者

山口 智志 (Yamaguchi, Satohsi)

千葉大学・大学院国際学術研究院・准教授

研究者番号：30596953

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、2方向X線透視と2D/3D registrationを用いて、解剖学的形状に近い新規人工足関節置換術後の足関節・距骨下関節動態を正常足の動態を比較した。健常者11名、人工足関節置換術後患者7名のX線透視データの取得および解析を行った。正常足関節では足関節背屈から底屈に伴い内がえし、内旋していた。人工足関節では、可動域は少ないものの同様の動態を示し、正常足関節の動態を再現していることが明らかになった。また、正座や蹲踞といったアジア人に特有の姿勢では、通常の背底屈よりも大きい可動域を要することも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工足関節置換術の件数は年々増加している。しかし、その術後成績は人工股関節、膝関節と比べはるかに悪い。治療成績を向上させるためには、置換した人工関節が正常の関節と同じように動くことが必要である。本研究では、生体の骨の形状に近い形を持つ新規人工足関節は、正常の足関節に近い動きをすることが明らかになった。よって、この新規人工足関節は、これまでの人工関節よりも良い成績をもたらすことが期待される。本研究の成果は、変形性足関節症患者の痛みを解消し、生活の質より向上させることにより健康寿命の延伸に役立つ。

研究成果の概要(英文)：This study compared ankle joint dynamics after an anatomically shaped total ankle arthroplasty with those of the natural ankle using bi-plane fluoroscopy and 2D/3D registration. The fluoroscopic image data were acquired and analyzed from 11 normal subjects and seven patients after total ankle arthroplasty. In the natural ankles, the joint was inverted and internally rotated with ankle plantar flexion. The replaced ankle showed similar kinematic coupling, although the ranges of motions were less than those of the natural ankle, thus reproducing the kinematics of the normal ankle joint. Additionally, the ranges of motion were greater in the seiza and crouching postures than those of the normal dorsi- and plantar flexion.

研究分野：整形外科学

キーワード：関節動態 足関節

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

変形性足関節症は、関節軟骨の摩耗や変性に始まり、進行すると関節の変形をきたす疾患である。変形性足関節症は変形性関節症全体の13%を占め、また一般住民の3.5%にX線上の変形性足関節症がある。

末期の変形性足関節症に対しては、従来は足関節固定術が行われてきたが、近年は関節可動域が保たれる人工足関節置換術が行われるようになった。一方で、術後にインプラントの緩みが起き、再手術を要する頻度が術後10年で10-40%と人工膝関節、股関節と比べてはるかに高い。インプラントの緩みは、インプラントの形状が実際の足関節の骨の形状と異なっていること、それに伴い術後の足関節の動きが正常と異なることが一因である。

近年、形状が正常の足関節に近い人工足関節が開発され、本邦に導入された。これらの人工足関節は、従来のもものと比べて関節の動きがより正常に近く、術後成績もより良いことが期待される。しかし、これらの新規人工足関節置換術後の生体内における関節動態を明らかにした報告はない。

2. 研究の目的

本研究は、2方向X線透視と2D/3D registrationを用いて、新規人工足関節置換術後の足関節関節動態を正常足の動態を比較することにより、長期的な臨床成績の予測や、より良い人工足関節の開発に役立つ重要な情報を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 2D/3D registrationによる動態解析システムの構築

・2方向X線透視による足関節・距骨下関節の撮影

心血管造影に用いる2方向X線透視を用いて、後足部の動作を記録する(右図)。

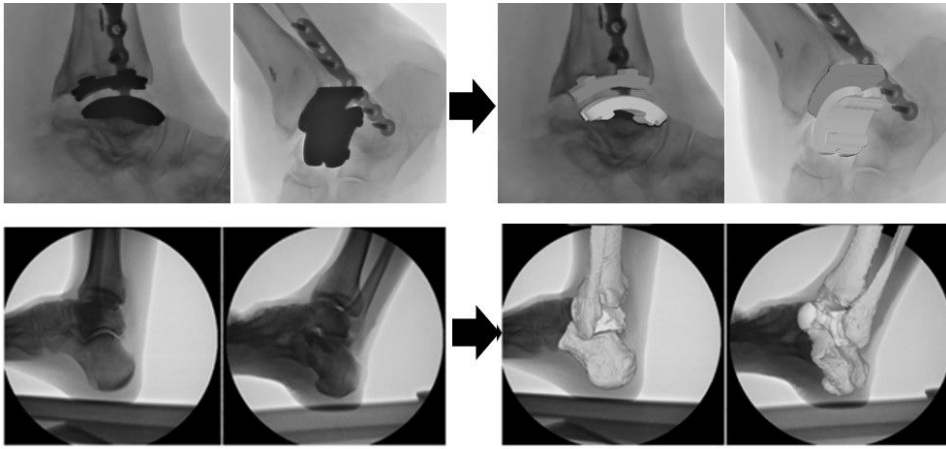


・3次元骨(インプラント)モデルの作成と座標系の設定

健常群では、足部・足関節のCT撮影を行う。コンピュータソフトを用いて、CT画像より3次元骨モデルを作成する。さらに、脛骨、距骨、踵骨の各骨に3次元座標を設定する。患者群では、人工足関節の3次元インプラントモデルに座標を設定する(下図)。

・2D/3D registration(2次元/3次元画像位置合わせ)

コンピュータソフト上で、2次元のX線画像上に3次元骨モデルを投影する。骨モデルを背/底屈、回内/外、内/外旋の三方向回旋、前後、内外、上下、の三方向並進の6自由度で動かすことにより、X線画像の骨(またはインプラント)の輪郭と骨(またはインプラント)モデルの輪郭とを一致させることにより、生体内での関節動態を計測する(下図)。



(2) 健常者の生体内足関節動態計測

足関節に外傷や疾患の既往がない健常者 11 名(平均年齢 26 歳)を対象とした。荷重位での足関節底背屈運動を最大背屈位から最大底屈位まで 10 度おきに記録した。また、正座、蹲踞の姿位を記録した。足関節および距骨下関節の動態を記録した。

(3) 人工足関節置換術後患者の生体内動態計測

人工足関節置換術後 6 か月以上経過した患者 7 名を対象とした。健常者と同様に、荷重位での背底屈運動および正座、蹲踞の姿位を記録した。

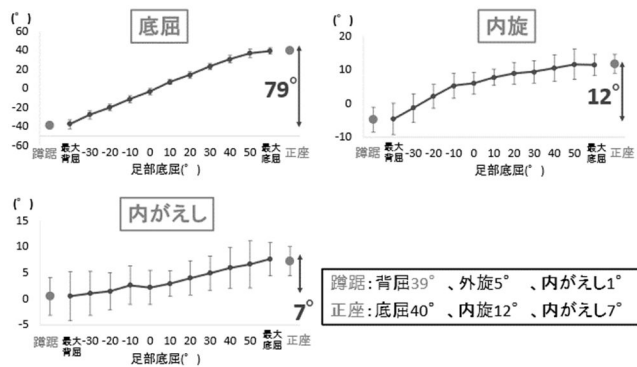
4. 研究成果

(1) 健常者の生体内足関節動態

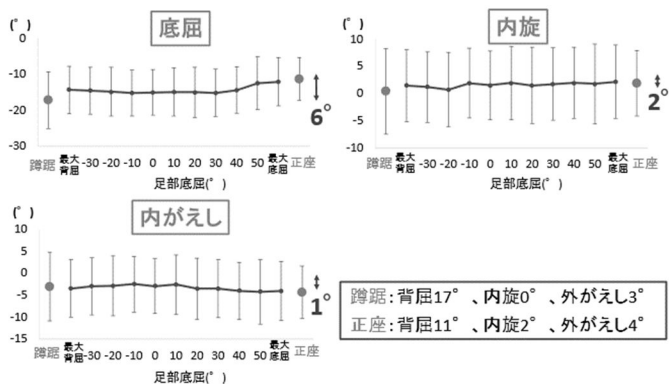
足関節は、立位での最大背屈位から最大底屈位にかけて 79 度底屈、12 度内旋、7 度内がえしした。

蹲踞の姿位では、背屈 39 度であり、立位での最大背屈位よりもさらに背屈角度が大きかった。正座の姿位では底屈 40 度であり、立位での最大底屈位よりも底屈角度が大きかった。

足関節動態



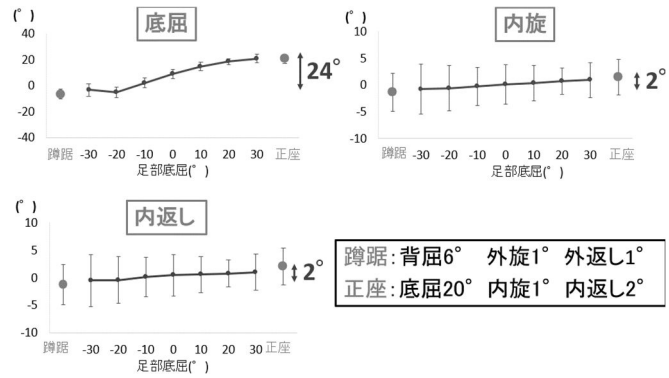
距骨下関節動態



距骨下関節は、立位での最大背屈位から最大底屈位にかけて 6 度底屈、2 度内旋、1 度内がえしした。蹲踞では背屈 17 度、正座では背屈 11 度であり、いずれも立位での可動域を越えた姿位をとっていた。

(2) 人工足関節術後患者の足関節動態

人工足関節は、立位での最大背屈位から最大底屈位にかけて 24 度底屈、2 度内旋、2 度内がえしした。蹲踞では背屈 6 度、正座では底屈 20 度であり、いずれも立位での可動域を越えた姿勢をとっていた。



人工足関節は、正常足関節と比べて可動域は小さかった。しかし、底屈に伴い内旋内がえしする動態パターンは正常足関節と同様だった。また蹲踞、正座の姿勢では、人工足関節は、正常足関節ともに立位での可動範囲を超える姿勢をとっていた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 三上行雄、山口智志他
2. 発表標題 2方向X線透視を用いた2D/3D registrationによる荷重運動時の足関節、距骨下関節の生体内動態解析
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三上行雄
2. 発表標題 2方向X線透視による3D/2Dレジストレーションを用いた、荷重運動における人工足関節の生体内動態解析
3. 学会等名 第1468回千葉医学会整形外科例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三上 行雄、山口 智志、他
2. 発表標題 2方向X線透視と二次元/三次元画像位置合わせを用いた荷重運動における足関節、距骨下関節の生体内動態解析
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------