

Title	Robot-assisted femoral fracture reduction : Preliminary study in patients and healthy volunteers
Author(s)	前田, ゆき
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58924
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【105】

氏 名	前 ^{まえ} 田 ^だ 悠 希
博士の専攻分野の名称	博 士 (医学)
学 位 記 番 号	第 2 4 8 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 年 4 月 27 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	Robot-assisted femoral fracture reduction:Preliminary study in patients and healthy volunteers (整復支援ロボットによる大腿骨骨折整復 患者および健常者を対象とした臨床前研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 菅野 伸彦 (副査) 教 授 吉川 秀樹 教 授 富山 憲幸

論 文 内 容 の 要 旨

〔 目 的 〕

大腿骨転子部骨折の治療成績は、整復の正確さと内固定材料の固定力に依存していると言われている。われわれは、大腿骨骨折整復を解剖学的に正確に整復し、かつ整復位保持の目的で、骨折整復支援ロボットの開発を行った。骨折整復支援ロボットは、モーターを有した牽引・回旋装置であり、力覚センサを有する。そのモーターは、牽引方向に最大1332N、回旋方向に最大70.8Nm出力できる。センサは牽引方向に最大400N、回旋方向に最大40Nmまでを感知する。さらに、安全装置として、牽引方向に300N、あるいは回旋方向に25Nmの力トルクを超えるようであれば、機械的に装置の動力連結が離脱するようにしている。

本研究の目的は、骨折整復支援ロボットが上記の設定で骨折整復に十分な牽引力・回旋力を保持し、なおかつその範囲の牽引および回旋力でロボットが生体組織に対して有害事象を引き起こさないかを評価することである。

〔 方 法 〕

我々は、骨折整復支援ロボットが骨折整復に必要な力・トルクを有し、かつ安全であることを検証するために、下記の二つの実験を施行した。第一の実験は、一般的に使用する牽引手術台を用いて、大腿骨転子部骨折の整復に必要な下肢への牽引力および回旋トルクの実測定を行った。第二の実験は、骨折整復支援ロボットを使用して、健常者の下肢を牽引および回旋させ、健常者が痛みや脱臼感などの異常を訴える手前の牽引力・回旋トルクの測定を行った。

第一の実験は、対象は大腿骨転子部骨折患者5患者、平均年齢は79.6歳、全員女性患者であった。エバンス分類に基づいて分類すると、安定型骨折は3患者、不安定型骨折は2患者であった。通常の徒手牽引台を用いて、6軸力覚センサを足部固定用の靴型固定器と牽引装置の間に設置した。骨折整復操作は、通常の徒手整復の手技で、移動式レントゲン透過装置を使用して、骨折部を確認しながら、経験ある医師が全症例の骨折整復を行った。6軸力覚センサを使用して、骨折整復に必要な、牽引力と回旋トルクを測定した。

第二の実験は、対象は32人の若年健常人、男性16人、女性16人、平均年齢が23.1歳であった。対象健常者は、通常の骨折整復手技と同様に仰臥位で手術台に固定し、一方の足部を骨折整復ロボットの足部固定用の靴型固定器に取り付けた。6軸力覚センサは足部を固定する靴型固定器の部分と牽引装置の間に設置した。骨折整復支援ロボットの他動モードを用いて、5秒おきに5mmずつ牽引していき、下肢に違和感が出現する手前の牽引距離と牽引力を測定した。さらに5秒おきに5度ずつ回旋していき、下肢に違和感が出現する手前の回旋角度と回旋トルクを測定した。

〔 成 績 〕

第一の実験では、大腿骨転子部骨折に必要な牽引力、内旋トルクの平均はそれぞれ、215.9N、3.2Nmであった。安定型骨折の場合に必要な牽引力・内旋トルクの平均はそれぞれ165.7N、3.3Nmに対して、不安定型骨折の場合に必要な牽引力・内旋トルクの平均はそれぞれ291.1N、3.0Nmであった。牽引力は、牽引していくと鋭的に増加し、プラトーに達するが、回旋トルクは、回旋すると、少し上昇するが、すぐに低下する曲線を描く特徴を有していた。

第二の実験では、股関節外転30度で固定した条件下では、下肢に異常を訴える手前の最大牽引力の平均は250.7N、最大内旋トルクの平均が5.6Nm、最大外旋トルクの平均が7.6Nmであった。股関節外転0度で固定した条件下では、下肢に異常を訴える手前の最大牽引力の平均は268.5N、最大内旋トルクの平均が6.0Nm、最大外旋トルクの平均が8.8Nmであった。下肢に異常を訴える手前の最大牽引距離の平均は、股関節外転0度と外転30度で固定した条件下では、それぞれ94.6mm、102.1mmであった。下肢に異常を訴える手前の最大内旋角度の平均は、股関節外転0度と外転30度で固定した条件下では、それぞれ102.7度、101.2度であった。男女間では最大牽引力・最大回旋トルクともに有意差を認めたが、身長、体重、BMI、大腿周囲径とこれらの牽引力・回旋トルクに相関はなかった。

〔 総 括 〕

第一の実験を通じて、大腿骨転子部骨折に必要な牽引力・回旋トルクを骨折整復ロボットは有していることが示された。また第二の実験を通じて、牽引方向に300N、あるいは回旋方向に25Nmの力トルクを超えるような力・トルクが加わらなければ、下肢に異常を起こすことはないことがなく、安全装置のリミットが適切であることが示された。これらの結果より、骨折整復支援ロボットの出力および安全機能設計は、臨床的に安全に骨折整復支援が可能であることが示された。

論文審査の結果の要旨

われわれは、大腿骨骨折整復を解剖学的に正確に整復し、かつ整復位保持の目的で、骨折整復支援ロボットの開発を行った。本研究の目的は、骨折整復支援ロボットが上記の設定で骨折整復に十分な牽引力・回旋力を保持し、な

おかつその範囲の牽引および回旋力でロボットが生体組織に対して有害事象を引き起こさないかを評価することである。

我々は、骨折整復支援ロボットが骨折整復に必要な力・トルクを有し、かつ安全であることを検証するために、下記の二つの実験を施行した。第一の実験は、一般的に使用する牽引手術台を用いて、大腿骨転子部骨折の整復に必要な下肢への牽引力および回旋トルクの実測定を行った。第二の実験は、骨折整復支援ロボットを使用して、健常者の下肢を牽引および回旋させ、健常者が痛みや脱臼感などの異常を訴える手前の牽引力・回旋トルクの測定を行った。

第一の実験を通じて、大腿骨転子部骨折に必要な牽引力・回旋トルクを骨折整復ロボットは有していることが示された。また第二の実験を通じて、牽引方向に300N、あるいは回旋方向に8Nmの力トルクを超えるような力・トルクが加わらなければ、下肢に異常を起こすことはないことがなく、安全装置のリミットが適切であることが示された。これらの結果より、骨折整復支援ロボットの出力および安全機能設計は、臨床的に安全に骨折整復支援が可能であることが示された。

この研究は学位に値するものとする。