

人工膝関節全置換術後患者におけるバイオフィードバックを使用した対称動作パターン再学習トレーニングが身体機能およびバイオメカニクスへ及ぼす影響:症例報告

JODIE MCCLELLAND, JOSEPH ZENI, JR, ROSS M. HALEY, LYNN SNYDER-MACKLER,

Functional and Biomechanical Outcomes After Using Biofeedback for Retraining Symmetrical Movement Patterns After Total Knee Arthroplasty: A Case Report

J Orthop Sports Phys Ther 2012;42(2):135-144.

PMID: 22333656

翻訳担当者：苑田会人工関節センター病院 小森 陽介

=====以下抄録=====

背景=====

人工膝関節全置換術 (Total Knee Arthroplasty:以下 TKA) は、変形性膝関節症(以下：膝 OA)患者の疼痛を軽減させる。しかし、術後数年間に動作異常、大腿四頭筋筋力低下を呈し、左右非対称の状態が続いてしまうことが少なくない。先行研究では、10年以内に約40%が非術側のTKAを施行したとの報告があり、左右非対称での荷重(歩行、立ち上がりなど)の残存は、非術側への荷重負荷量を増加させ、反対側へのTKA適応のリスクを高める。筆者らは、歩行や日常生活動作における荷重パターンを正常化させ、左右非対称での荷重パターンによる反対側のTKA施行率を減少させるために、バイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングを開発した。そこで本症例報告の目的は、片側TKAを施行された外来通院患者に、対称動作パターン再学習トレーニングを用いて左右対称の動作再獲得を図り、身体機能およびバイオメカニクスへの臨床効果を示すこととした。

ケース説明=====

○患者情報

57才女性。3年前に左膝OAと診断され、今回TKAを施行された。退院後、外来理学療法開始(術後3週)までに理学療法士によるホームケアを2週間受けた。既往歴にTKAを施行した側の外反母趾腱膜瘤切除術(パニオン切除術)を呈していたが、機能的な影響はなかった。

○評価

評価時期は術前1週、術後3週(外来理学療法開始直後)、術後10週(外来理学療法終了時)とした。3次元動作分析による歩行分析は術前1週と術後10週に行った。

Functional and Biomechanical Outcomes After Using Biofeedback for Retraining Symmetrical Movement Patterns After Total Knee Arthroplasty: A Case Report

各評価は Delaware Osteoarthritis Profile に基づいて実施した。機能テスト[①Timed up-and-go test、②階段昇降テスト、③6分間歩行試験(six-minute walk test)、④片脚立位バランステスト]、質問紙評価[①Knee Outcome Survey (以下、KOS)、②Short Form-36 Health Survey、③Global rating scale：以下、GRS (主観的膝機能評価)、④Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score、⑤疼痛検査 (Visual analog scale：以下、VAS)]、臨床評価指標[①自動・他動膝関節可動域 (屈曲、伸展)、②最大等尺性大腿四頭筋筋力(isokinetic dynamometer を使用 (Kin-Com; Isokinetic International, East Ridge, TN))、③身長、体重、body mass index、膝蓋骨直上周径など基礎情報とした。

歩行分析は、8台のカメラを用いた3次元動作解析装置(Vicon Motion Systems, Oxford, UK)を使用し、これに同期した2台の床反力計を用いて測定した。反射マーカの設置部位は、腸骨稜、大転子、大腿骨外側上顆、外果、第5中足骨頭、踵骨(外側面上下2か所)とした。またプラスチック製のマーカを両側の大腿と下腿の外側部に設置し、別印のマーカは仙骨上に設置した。

Visual3D, Version 3.77(C-Motion, Inc, Germantown, MD)によって関節角度とモーメントを解析し、関節角度はオイラー角配列を用いて算出した。全データは、1歩行周期を100%とした。膝・足・股関節モーメントと関節角度の変数は、6回の歩行を通した平均値を用いた。全ての床反力の垂直成分は被験者の体重によって標準化され、関節モーメントは体重と身長に対して標準化した。

評価結果は同施設の過去の片側TKA患者(198名)と比較した。歩行分析は、術後10週時に計測可能であった4名の片側TKA患者と比較した。この比較対象とした患者は、漸増的筋力強化を含む理学療法を受けており、漸増的大腿四頭筋強化に神経筋電気刺激の効果の検証に参加した対象者である。

○治療内容

外来理学療法は術後3週から開始し、術後10週まで週2-3回(計17回)受けた。

トレーニング内容は①～③に示す。

① 関節可動域トレーニング・・・強度：ボルグ・スケール「ややきつい」

(エアロバイク、ストレッチ、膝蓋骨モビライゼーション)

② 大腿四頭筋筋力トレーニング・・・強度：10-RMの65%～70%

(神経筋電気刺激、SLR：Straight Leg Raising、セラバンド)

Functional and Biomechanical Outcomes After Using Biofeedback for Retraining Symmetrical Movement Patterns After Total Knee Arthroplasty: A Case Report

③ 対称動作パターン再学習トレーニング

- SymSlide (Custom-KYnetics, Versailles, KY)を使用したレッグプレス

床反力計を採用し、パソコン画面と同期させ、左右対称に視覚的荷重フィードバックを行う。

(左右荷重量を変化させ、画面上にあるボールを水平に保つ、または、追跡させる。)

- wall slides

術側下肢の力を抜き、非術側の上に乗せ、非術側の下肢を壁面に滑らすように徐々に下げる。

- sit-to-stand

画面と同期させた Wii バランスボード(Nintendo of America Inc,Redmond)上にて、実施する。

- 立位バランス

画面と同期させた Wii バランスボード上にて、実施する。

(左右荷重量を画面にてフィードバックを行う。10 秒間保持)

- トレッドミル歩行

3.5km/h の速度で 5 分間歩行を行う。同時に鏡を使用し、視覚的フィードバックを行う。

- 階段昇降

15-25 c mの段差昇降。同時に鏡を使用し、視覚的フィードバックを行う。

各治療項目は左右対称の動作パターンを得るために、視覚、聴覚(セラピストが口頭指導)、触覚型(セラピストが下肢へタッチする)のフィードバックから成った運動再学習トレーニングとした。

結果=====

本症例の術前の評価結果は、膝関節屈曲可動域、GRS を除くすべての項目で平均以下の成績であった。また、歩行分析では末期膝 OA に代表される非対称動作パターンを呈していた。対称動作パターン再学習トレーニング後(術後 10 週)、すべての項目で術後 3 週時点よりも改善がみられ、歩行分析においてもより正常に近い歩行パターンを示していた。

Functional and Biomechanical Outcomes After Using Biofeedback for Retraining Symmetrical Movement Patterns After Total Knee Arthroplasty: A Case Report

術後 10 週の時点では、過去の患者と比較して、すべての項目で平均点相当に改善し、中でも KOS（症例：98.6、過去の患者：79.0±12.4）、膝関節屈曲可動域（症例：123°、過去の患者：115±11.0°）、GRS（症例：100%、過去の患者：73.5±12.1%）に関しては平均点を上回る結果であった。また、歩行分析の結果は、歩行分析が可能であった片側 TKA 患者 4 名と比較して、より正常に近い対称的な歩行パターンを示した。

考察

本症例報告は、TKA 術後患者におけるバイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングが身体機能およびバイオメカニクスへの効果を検証した症例報告である。バイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングを行うことにより、正常に近い動作が獲得できる可能性が示された。この結果は、非術側への過度な荷重負荷量を軽減させたことになる。今後の課題は、サンプルサイズを増やし、介入研究を行う必要がある。研究の限界として、提供したデータは、TKA 後 10 週のフォローアップという短期間であること、本症例が初のプロトコル完了患者であったこと。また、本研究で使用した機器は高額であるため、一般施設での導入は難しいこと、という点があげられる。このプロトコルは今回、TKA 後患者に用いられたが、その他の整形疾患、神経疾患など多種多様な患者にも有益であるかもしれない。

解説

本研究は、バイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングの効果を検証した症例報告である。検証の結果、術後 10 週での正常に近い動作が獲得できるようになり、非術側への過度な荷重負荷量を軽減させる可能性が示されたと述べている。注目する点として、バイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングの介入を行い、機能テスト、大腿四頭筋筋力が平均値相当であるにもかかわらず、他の TKA 患者よりも正常に近い左右対称の動作獲得を得た点である。筋力を維持できている患者においても術側への荷重不足を呈することが多く、今回のようなバイオフィードバックを用いた対称動作パターン再学習トレーニングを行う意義はあると言える。本研究で使用した機器を導入し、今回のプロトコルを実施することは多少難しいが、体重計など代用し、臨床に繋がられるのではないかと考える。今後は、介入研究および 5 年・10 年の長期的な身体機能、歩行分析、反対側への TKA 施行率に関する調査が期待される。