

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月15日現在

機関番号：82404

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300206

研究課題名（和文）

歩行時の下肢関節アライメント動的微細変化からみた変形性膝関節症の治療効果

研究課題名（英文）

Treatment effect for knee osteoarthritis detected by early dynamic changes of knee joint movement during gait

研究代表者

赤居 正美（AKAI MASAMI）

国立障害者リハビリテーションセンター（研究所）・病院・病院長（研究所併任）

研究者番号：80143452

研究成果の概要（和文）：

日本には、700万人の有症の変形性膝関節症患者が存在し、その多くに保存療法が適応されるが、その作用機序は不明である。一方、歩行解析技術は近年大きく進歩し、3次元上の四肢セグメントの微細な動きが捉えられるようになった。

X線学的病期を元に分類した変形性膝関節症患者を対象に、歩行時の微細な変化を検出し、膝外方スラスト量と膝の屈曲・伸展筋力との間に負の相関を見た。スラストの増加、膝筋力の低下、OA進行の相関から、下肢筋力の訓練・維持が重要となる。

研究成果の概要（英文）：

We, Japanese have nearly seven million patients with symptomatic knee osteoarthritis, who are often indicated with conservative treatments like quadriceps strengthening or foot insoles. Osteoarthritis patients may exhibit different kinematics according to the stage of disease, however, the pathomechanism of such treatments is still uncertain. The purpose of this study was to investigate changes in the knee kinematic gait variables of osteoarthritis patients, including the frontal and horizontal planes, with respect to the severity of the disease.

All subjects were examined their gait patterns during walking on a flat walkway. In each trial, we calculated the angular displacements of flexion/extension, abduction/adduction, and external/internal tibial rotation. We also measured muscle strength, range of motion (ROM), and ground reaction force (GRF). We compared the differences in osteoarthritis severity and knee kinematic variables in the frontal and horizontal planes between osteoarthritis patients and normal subjects.

Osteoarthritis patients had different knee kinematics during gait, depending on the progress of osteoarthritis. Early-stage patients mainly exhibited decreased axial tibial rotation excursion, while severe-stage patient exhibit increased knee adduction.

In the third year, we added a new device which can produce sudden floor perturbation to simulate a clinical situation, and ultrasound therapy for analgesic effect to separate factors from knee alignment and from pain. We continue the investigation to understand the pathomechanism and prognosis of knee osteoarthritis.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2009年度 | 8,400,000 | 2,520,000 | 10,920,000 |
| 2010年度 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |
| 2011年度 | 2,800,000 | 840,000 | 3,640,000 |
| 総計 | 14,300,000 | 4,290,000 | 18,590,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学 リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：変形性膝関節症、3次元動作解析、筋力強化トレーニング、ポイントクラスタ
ー法 リハビリテーション、運動療法、筋力増強訓練、歩行時外乱

1. 研究開始当初の背景

わが国では現在700万人を越える症状を有する変形性膝関節症患者が存在しており、その大多数を占める軽症群の治療では装具や運動療法などの適応となる。こうした保存療法における医療・リハビリテーション体系の充実が介護予防の観点からも、急務の課題となっている。しかしながら現段階では経験則による部分が大きく、ある程度エビデンスのある治療は薬剤・手術を除くと大腿四頭筋強化訓練や外側楔状足底板などに限られる。これらの作用機序は「膝の安定化に有効」などとされるが詳細は不明である。一方で、歩行解析技術は近年大きく進歩し、膝関節をはじめ、下肢の各関節に加わる荷重や関節トルクの計算ができるとともに、矢状面に留まらず、前額面、水平面での3次元上の四肢セグメントの微細な動きが捉えられるようになった。

2. 研究の目的

本研究は変形性膝関節症患者を対象として、歩行時への治療介入による微細な生体力学的変化を検出し、訓練や装具の効果とその機序を定量的に検討することを目的とする。下肢の3大関節（股・膝・足関節）間の生体力学的相互関連を通じて各種治療介入の機序を調べ、筋制御に係わる生理学的計測も行って、変形性膝関節症に見られる異常歩行の改善、関節痛の軽減につなげることを目指す。具体的な目標としては、
（1）膝関節の3次元動作解析による変化パラメータの抽出
（2）足関節（距腿関節・距骨下関節を含む）の3次元動作解析による変化パラメータの抽出
（3）下肢主要筋の筋活動電位計測
（4）大腿四頭筋、股関節内外転筋の強化、装具療法などの介入による変化の検出
（5）患者立脚型のアウトカム評価で臨床上の改善を計り、生体力学的解析との関連から作用機序を探索する。

3. 研究の方法

これまでの2年間では、研究目標に掲げた
・膝関節の3次元動作解析による変形性膝関節症に特徴的な変化パラメータの抽出
・大腿四頭筋、股関節内外転筋の強化といっ

た介入トレーニングによる前後変化の検出に対し、一定の結果を得た。平成23年度は、モーションベースと3次元動作解析装置を中心に用いて、膝に対する床面からの外乱を加え、特徴的なアライメント変化を見つける。
・モーションベースによる床面動揺外乱に対する膝関節動作および筋活動電位の変化を検出する。

・治療介入による変化の検出、筋活動電位や近赤外線による筋酸素動態計測、を目標にする。

被験者は平成21年度と同様の選択基準により、変形性膝関節症患者20名程度および同数の対照者を選定する。トレーニング期間についても同様に3ヶ月に設定し、また、治療効果に関する計量心理学的評価についても訓練前後の検査によって検討する。

これまでの調査から疼痛の関与が強く示されたので、疼痛コントロールとして超音波刺激装置を導入して、アライメント変化に加え、鎮痛作用の消長による歩容変化も調べる。

被験者

対象は変形性膝関節症患者20名程度および同数の対照者。下記の条件を満たすものを被験者として選択。

- ・Altmanらの変形性膝関節症診断基準に該当する者
- ・対照となる愁訴のない若年者および高齢者
- ・医師により繰り返しの歩行が可能と判断された者
- ・本研究の趣旨を十分に理解し、介入トレーニングを十分に継続し得ると判断された者

筋力強化トレーニング

トレーニング期間は3ヶ月とし、一日2セット、3～4回/週の頻度でホーム・エクササイズの様式で実施する。大腿四頭筋強化訓練、股関節周囲筋強化訓練を選択する。

4. 研究成果

平成21年度は、運動療法が変形性膝関節症患者の歩行時膝関節運動に及ぼす影響について検討した。膝OA患者45名を12週の運動療法を行う介入群25名および対照群20名に分け、介入前後で歩行動作解析、JKOMスコア、股関節内外転筋力、膝関節屈曲伸展筋力の計測を行った。運動療法介入後、立脚中期における膝内転角度の減少、脛骨内旋角度の増加、JKOMスコアの改善、股関節内転、外転筋力の増加がみられた。

しかし足関節の微少解析は技術的課題が多く、進まず。

平成 22 年度は、昨年度の歩行路上での動作解析に加え、床面動揺に対する反応を調べる予定であったが、導入した 6 軸モーションベースに一部改修を行なう必要があり、この部分は 23 年度に繰り越すこととなった。個人に対応した戦略を検討することを目標に、水平歩行での微細運動と生体力学的パラメータ、疼痛との関連について、計測を実施した。計測内容には下肢筋力、関節トルク、関節可動域、更に Kellgren-Lawrence 分類による X 線所見、Japanese Knee Osteoarthritis Measure (JKOM) による臨床症状、VAS による疼痛を用いた。

(1) 初期 OA において 脛骨内旋変位量の減少が見られた (Screw Home 運動の時期が波状を呈する)。また膝伸展可動域の減少が影響した。

(2) 中期 OA において 屈曲角度、屈曲変位量の減少が見られた。また VAS、膝伸展筋力と相関が見られた (逃避歩行ないし膝安定性低下?を意味するか)。

(3) 後期 OA において 内転角度、内転変位量の増加が見られた。膝内外転不安定性を反映する可能性がある。

平成 23 年度は、従来の歩行路上での動作解析の継続に加え、昨年度に導入した 6 軸モーションベースを用い、床面動揺に対する反応を調べることにした。従来から行っていた若年者の姿勢変化を対照グループとして、変形性膝関節症患者においても行うこととしたが、東日本大震災に伴う電力事情などで、実験は遅れた。

・モーションベースによる床面動揺外乱に対する膝関節動作および筋活動電位の変化の検出については、比較対照の若年群における計測は行えたが、変形性関節症患者では十分数の計測に至らず。

新たな課題として、

・3次元動作解析の結果には、疼痛の影響とアライメントの影響が混在しており、双方の影響を独立して検討する必要性が明確となった。

・この点の検討として、疼痛への鎮痛作用が期待できる超音波治療装置の導入し、本研究の成果をさらに展開させていく方針を固めた。

・超音波治療装置の介入前後の神経筋機能への影響についての実験を開始しており、企図にそって今後、実験を行っていく予定である。

・昨年度実施の、水平歩行での微細運動と生体力学的パラメータ、疼痛との関連について

計測は論文報告を行った。

これらの歩行時膝関節運動と下肢機能の相関を通じて、病態・予後との関連が進むと思われる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

Nagano Y, Naito K, Saho Y, Ogata T, Nakazawa K, Akai M, Fukubayashi T. Association between in vivo knee kinematics during gait and the severity of knee osteoarthritis. Knee (e-pub: <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2011.11.002>)

Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: Pre-post intervention study. The Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology. 3(1), 2011, p.14.

Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Relationship between three-dimensional kinematics of knee and trunk motion during shuttle run cutting. Journal of Sports Sciences. 29(14), 2011, p.1525-1534.

福林徹, 赤居正美, 井田博史, 内藤健二, 永野康治, 深野真子. 膝運動解析の新展開 point cluster 法を用いた膝運動解析. 運動療法と物理療法, 21(1), 2010, p.75-77.

永野康治, 内藤健二, 深野真子, 井田博史, 中澤公孝, 赤居正美, 福林徹. 変形性関節症患者における歩行時膝関節運動への運動療法介入効果の検討. 運動療法と物理療法, 20(4), 2009, p.379-386.

[学会発表](計5件)

赤居正美. 高齢者の身体機能とロコモティブシンドローム. 第37回日本整形外科学会スポーツ医学会学術集会, 福岡, 2011-9-23

Akai M. Effect of lateral wedge insole for knee osteoarthritis; A motion analytic study. 2011 AOSPRM seminar, Wuhan, China, 2011-8-6

干場拓真, 河島則天, 緒方徹, 福林徹. 関節位置覚に基づく運動調節能を定量的に評価する方法の考案~プロトタイプ案による ACL 損傷者と健常者の比較~. 第23回日本運動器科学会, 新潟, 2011-07-08/07-09.

Akai M, Naito K, Nagano Y, Ida H, Nakazawa K, Fukubayashi T. Early changes of knee joint movement in people with knee osteoarthritis during gait; A motion analytic study with point cluster technique. 2nd AOCPRM 2010, Taipei, 2010-5-01.

Naito K, Nagano Y, Fukano M, Ida H, Torii S, Nakazawa K, Akai M, Fukubayashi T. The comparison of in vivo knee kinematics between knee osteoarthritis patients and young healthy subjects during normal gait. -Application of point cluster technique-. International symposium on ligament and tendon IX, Las Vegas, 2009-02-19.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件) 取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

赤居 正美 (AKAI MASAMI)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・病院・病院長(研究所併任)

研究者番号: 80143452

(2) 研究分担者

中澤 公孝 (NAKAZAWA KIMITAKA)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号: 90360677

(平成21年度)

緒方 徹 (OGATA TORU)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 運動機能系障害研究部・部長

研究者番号: 00392192

(平成22・23年度)

福林 徹 (FUKUBAYASHI TORU)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号: 70114626

(平成21・22年度)

(3) 連携研究者 ()

研究者番号: