

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19300226  
 研究課題名（和文）中高齢者の膝関節痛低減に対する運動効果発現の機序に関する研究  
 研究課題名（英文）Mechanism on the effect of exercise for sedating knee joint pain of the elderly

研究代表者  
 横井 孝志（YOKOI TAKASHI）  
 独立行政法人産業技術総合研究所・人間福祉医工学研究部門・研究グループ長  
 研究者番号：80192805

## 研究成果の概要：

中高齢者の変形性膝関節症（膝 OA）に対して、疼痛および運動機能低下を予防するための介入として実施する運動プログラムを検討してきた。本研究では、その運動プログラムを改変しながらヘルスケアサービスとして実施し、効果が得られる対象の範囲（運動介入の適用）や、運動介入の実施によって疼痛緩和が生じる機序を明らかにした。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	7500000	2250000	9750000
2008 年度	6600000	1980000	8580000
年度			
年度			
年度			
総計	14100000	4230000	18330000

## 研究分野：

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学

キーワード：運動、膝関節、疼痛、予防

## 1. 研究開始当初の背景

高齢者の変形性膝関節症（膝 OA）は、我が国において年間に約 90 万人もの新たな発症者がいるとの報告がある。“介護状態の原因と考えられる疾患”として保険主治医が意見書に記載した内容では、要支援および要介護 1 ではないずれも第 2 位に関節症が挙げられており、国民保健の観点から、膝 OA の予防は重要な課題である。

我が国における変形性膝関節症の年齢別有病率は 65-70 歳の女性で約 30%、70-80 歳の女性では約 40%という調査や、女性の 40 歳代で 38%、60 歳代では 80%であることが報告されている。これらの症例の関節機能低

下が生活機能低下に直結することを考えれば、本提案などの予防的介入が医療費や介護費用の削減に貢献することは明らかである。

これまでの RCT 研究で、膝 OA への治療として筋力強化、ストレッチング、機能的運動が有効であることが示され、さらにその効果は中期までの進行度に対して効果が高いとされている。日本においては、医療経済的事情からも運動療法の適応を受けるのは重症例に限られている。この点からも、当該研究が提案するような介入が求められている。

## 2. 研究の目的

我々が検討している膝 OA ヘルスケアサー

ビスによって疼痛が緩和されることを確認するとともに、改善が得られる適用範囲を明らかにすることを目的とする。この適用範囲は、初期の（介入前時点での）画像による膝関節内の病態、運動機能、関節理学所見、疼痛状況、動的運動学的所見、年齢などから多角的に検討した。

続いて、得られた適用範囲を参考に、今後膝 OA ヘルスサービスを実施する際の対象者を決定するための判定表（案）を策定した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 測定項目

膝関節痛低減における運動効果の機序を解析するための測定項目は以下であった。

##### ①MRI 等の画像：

- ・MRI により、膝関節内と周囲の軟部組織損傷、半月板病変、軟骨損傷などを検索する。
- ・レントゲン写真から大腿脛骨角（FTA）の計測および病期分類を行う。
- ・MRI で把握した病変部位に対して超音波エコー像を撮像し、軟部組織損傷、半月板病変、軟骨損傷を検索する。これにより、超音波エコー像の限界と有効性を検討する。

##### ②運動介入前の整形外科医の診察：

イメージングの結果と診察の結果から病期分類や病態把握を行う。

##### ③理学療法検査：

理学療法士が行い、触診による疼痛誘発部位検査、疼痛誘発動作による誘発部位とその程度を調べる疼痛検査、関節可動域、関節内副運動の制限と検査時痛、ストレス検査、アライメント測定（大腿骨内顆間距離）などを行う。

##### ④WOMAC および SF36 の実施：

##### ⑤運動機能検査：

一般的に行われる体力測定を行う。項目は、長座位体前屈、歩行速度、片脚片足立ち時間、Timed up and go (TUG)、ファンクショナルリーチ、筋力（膝関節伸展、屈曲、閉鎖性運動連鎖での下肢伸展）、重心動揺、などである。ここで、筋力は短時間で多数の被験者を計測できるようにオリジナル装置を使用する。

##### ⑥運動学的検査

6 軸加速度計を用いて、キネマティクスおよびキネティクス測定を実施した。加速度計は左右の大腿部、下腿部、足部のそれぞれに設置する。今回用いる加速度計は、3 軸の加速度と相対的座標変化を計測できるものである。このため、初期状態からの相対的な位置変化から、関節覚度の変化を推定することができる。これらのデータから介入前後の動的な運動学的特徴を解析した。

#### (2) 運動プログラム

プログラムは、ストレッチング、自転車エルゴメータによる有酸素運動、筋力強化、関

節安定化運動から構成される。ストレッチングでは特に膝関節周囲の軟部組織を個別に伸長する。筋力強化は体幹に対しても行い、筋協調運動も含む。別途、アイシングなどの痛みへのマネジメントも指導した。

#### (3) 膝 OA に対するヘルスケアモデル

被験者候補を公募し、膝関節症状によって被験者を抽出し、機能評価の実施と 3 ヶ月の運動プログラム介入を行った。申し込みを受けた段階で、被験者には膝関節の状況を把握するための各種スコア（JOA、WOMAC）とオリジナルアンケートに回答させた。これまでの研究結果から決定した適応範囲の被験者を絞り、さらに介入群と対照群でペアマッチした上で無作為に各群に属する被験者を抽出する。この際には、アンケート結果からポイントにより層化したランダム割付を行い、無作為に介入群と非介入群に分けた。急性的に疼痛が出現した例は除外し、慢性的に痛みや不安があるものの実施時点で医療機関を受診していない例が適応となる。評価内容や運動プログラムに関する資料を送付し、それを持参した上でかかりつけ医の意見や許可を得ること、もしくは健康財団で実施している医学的検診を受診するように促した。

#### (4) 対象被験者

日常生活が自立している 55 歳から 75 歳までの女性で、整形外科医に膝 OA と診断され運動療法が問題ないと判断された症例を対象にした。

### 4. 研究成果

#### (1) H19 年度成果

55 歳から 75 歳までの中高齢女性を対象に運動介入前後における膝関節周囲の各種画像の撮像、理学療法検査、運動機能検査などを実施し、運動介入の効果やその原因について検討した。医師の診察により行われた X 線学的評価による膝 OA 分類では、40% が grade2 で最も多く、次いで grade1 と grade3 がそれぞれ 24% と 22% であった。また、grade4 が 10%、grade5 が 4 という内訳であった。この grade を要因として疼痛、自己記載式膝 OA 機能評価表（WOMAC）、各種運動機能などの初期状態が異なるかを統計学的に解析した。しかし、現時点では grade による主効果が認められたのは関節可動域のみであった。同様に、grade の違いにより運動介入効果に差を生じるか検討した。ビジュアルアナログスケールおよび WOMAC をアウトカムとした検討では、grade による主効果がなかった。MRI 像の読影結果において、約 50% の参加者に半月板損傷が認められた。しかし、その中で疼痛などの症状が改善しないものはなかった。これらの結果から、膝 OA に対する運動療法介入の開始時点において、膝 OA の X 線学的評価による grade や

MRI 像の読影による半月板損傷の有無などで介入効果の適用を判断することは難しく、運動療法効果の適用範囲は幅広いことが示唆された。

## (2) H20 年度成果

昨年度に引き続き、日常生活が自立している 55 歳から 75 歳までの女性で、整形外科医に膝 OA と診断され運動療法が問題ないと判断された症例を対象に、運動療法による介入を実施する無作為化比較対象試験 (RCT) を行なった。3 ヶ月間の運動プログラム介入前後に得られた主観的疼痛 (VAS) および主観的な疼痛と運動機能のスコア (WOMAC)、理学検査結果、関節可動域 (膝関節屈曲と伸展の自動と他動)、筋力 (膝関節屈曲と伸展、下肢伸展)、それ以外の各種運動機能、形態計測 (大腿脛骨角: FTA、内顆間距離) などを計測した。さらに、介入前の MRI 画像の読影から半月板の状態に関する所見をまとめた結果、および RCT 参加者の一部に対して実施した電流知覚閾値の結果を示す。

VAS と WOMAC は群要因 (介入群、対照群) と時期要因 (介入前後) に交互作用があり、介入群は昨年度と同様に有意に改善していた。交互作用が有意であり介入群において明らかな改善が認められた項目は、関節可動域の一部、筋力、筋柔軟性を示す長座体前屈と膝窩角、などであった。平衡機能を含めた複合的な運動機能を示すファンクショナルリーチ、timed up and go (TUG)、片脚立ち時間、歩行速度などには交互作用がなかった。また、形態計測の結果 (FTA、内顆間距離) についても交互作用がなかった。今回の参加者の半数以上で、MRI 所見によって半月板損傷が疑われた。また、理学所見で McMurray test の結果を要因とした検討によって、陽性となった対象者においても有意に WOMAC が改善していることが示された。電流知覚閾値は無髄 C 神経を検査する 5Hz、および太い有髄 A 神経を検査する 2000Hz は変化しなかったが、細い有髄 A 神経を検査する 250Hz において閾値が有意に低下した。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ①金子文成、速水達也、横井孝志、木塚朝博: 能動的知覚に応じて出力する運動課題実施成績の評価指標に関する研究—反復練習効果の検出から—。理学療法学 36:9-17、2009
- ②金子文成、浅井義之、青木信裕、速水達也、金森章浩: 膝関節の方向依存的安定性に寄与する筋の筋電図学的探索。日本臨床バイオメカニクス学会誌 29:71-76、2008.
- ③速水達也、金子文成、木塚朝博: 運動経験による体性感覚—運動連関機能の相違。バイオメカニズム 19、2008. pp.47-56.

[学会発表] (計 10 件)

- ①速水達也、金子文成、横井孝志、木塚朝博: 運動感覚に基づいた筋出力課題の反復による膝関節運動検出閾値の変化、2008年9月
- ②Kaneko, F., Aoki, N., Hayami, T., Kanamori, A.: Muscles That Cross THE Knee Joint Have A Preferred Orientation To Resist A Force Applied From Outside Except Outside Except For Extension And Flexion. The 17th Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, 2008年6月
- ③金子文成、片寄正樹、古名丈人、島田真梨子、横井孝志: RCTによる運動療法介入効果が認められた変形性膝関節症集団の初期状態。第43回日本理学療法学会大会、2008年5月
- ④佐保泰明、金子文成、吉田真、吉田昌弘、大岩正太郎、菅原一博、谷口圭吾、片寄正樹: 中高齢者の膝痛に対する運動介入が膝関節軟骨に及ぼす影響—大腿骨軟骨の超音波画像評価による検討—、第43回日本理学療法学会大会、2008年5月
- ⑤金子文成ほか: 膝関節に対する受動抵抗の方向に依存した膝関節周囲筋活動の様態、第34回日本臨床バイオメカニクス学会、2007年12月。
- ⑥金子文成ほか: 中高齢者における膝関節痛に対する包括的運動療法プログラムの効果—運動器疾患に対するヘルスケアモデル事業として—、第18回日本臨床スポーツ医学会学術集会2007年11月。
- ⑦佐保泰明、金子文成ほか: Bモード超音波法による膝軟骨評価と軟骨厚の年齢変化、第62回日本体力医学会大会、2007年9月。
- ⑧谷口圭吾、金子文成ほか: 変形性膝関節症の軟骨における超音波評価法の検討、第62回日本体力医学会、2007年9月。
- ⑨古名丈人、金子文成ほか: 膝関節に痛みを有する中高年女性への運動介入研究—運動機能、痛み、セルフエフィカシーの関連から—、第49回日本老年医学会学術集会、2007年6月。
- ⑩金子文成ほか: 中高齢者における運動器疾患の二次予防として実施する膝痛への運動療法介入スキームの提案: 無作為化比較対照試験を実施した結果から、第42回日本理学療法学会大会、2007年5月。

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1)研究代表者

横井 孝志 (YOKOI TAKASHI)  
産業技術総合研究所・人間福祉医工学研  
究部門・研究グループ長  
研究者番号：80192805

(2)研究分担者

金子 文成 (KANEKO FUMINARI)  
札幌医科大学・基礎理学療法学講座・准教  
授

研究者番号：0034 4200

片寄 正樹(KATAYOSE MASAKI)  
札幌医科大学・保健医療学部・教授

研究者番号：50221180

古名 丈人(FURUNA TAKETO)

札幌医科大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：20238687

(3)連携研究者