

201444001A

厚生労働科学研究委託費
長寿科学研究開発事業

変形性膝関節症の発症・増悪予測スコア作成により
要介護を防止する治療戦略構築

平成 26 年度 委託業務成果報告書

業務主任者 松 田 秀 一

平成 27 (2015) 年 3 月

本報告書は、厚生労働省の厚生労働科学研究委託事業（長寿科学研究開発事業）による委託業務として、国立大学法人京都大学が実施した平成26年度「変形性膝関節症の発症・増悪予測スコア作成により要介護を防止する治療戦略構築」の成果を取りまとめたものです。

厚生労働科学研究委託費
長寿科学研究開発事業

変形性膝関節症の発症・増悪予測スコア作成により
要介護を防止する治療戦略構築

平成 26 年度 委託業務成果報告書

業務主任者 松 田 秀 一

平成27(2015)年3月

目 次

1. 委託業務成果報告（総括）

変形性膝関節症の発症・増悪予測スコア作成により要介護を防止する治療戦略構築 ……	3
京都大学大学院医学研究科整形外科	松田 秀一

2. 委託業務成果報告（業務項目）

1) 関節超音波による変形性膝関節症の早期診断法の確立に関する研究 ……	11
京都大学大学院医学研究科整形外科	松田 秀一
京都大学大学院医学研究科整形外科	伊藤 宣
京都大学大学院医学研究科リウマチ性疾患制御学講座	布留 守敏
2) 高齢者の脊柱アライメント変化と動作能力に関する研究 ……	14
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	坪山 直生
3) 高齢者の下肢筋力・バランス機能が歩行能力に及ぼす影響に関する研究 ……	17
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	市橋 則明
4) 二重課題条件下での歩行能力が生活空間に及ぼす影響に関する研究 ……	20
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	池添 冬芽
5) 一般人の膝関節 X 線評価と症状および下肢機能評価の関連に関する研究 ……	23
京都大学大学院医学研究科整形外科	伊藤 宣
京都大学大学院医学研究科整形外科	谷口 直矢
6) ながはま 0 次コホートにおける健診データの収集と基礎的解析 ……	26
京都大学大学院医学研究科ゲノム医学センター	松田 文彦
京都大学大学院医学研究科ゲノム医学センター	田原 康玄
7) 膝関節痛憎悪要因、介護要因データ解析に関する研究 ……	31
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻	青山 朋樹
8) 疾病罹患の予測モデル作成：コホート研究の成果を活用して ……	35
京都大学医学研究科健康情報学	中山 健夫
京都大学医学研究科健康情報学	富成伸次郎

3. 学会等発表実績

4. 研究成果の刊行物・別刷

1. 委託業務成果報告（総括）

厚生労働科学研究委託費（長寿科学研究開発事業）
委託業務成果報告（総括）

変形性膝関節症の発症・増悪予測スコア作成により要介護を防止する治療戦略構築

業務主任者 松田 秀一 京都大学大学院医学研究科整形外科 教授

研究要旨 本研究の目的は、地域住民約1万人を対象とした大規模コホート研究において、変形性膝関節症とその周辺症状のクラスタリングから変形性膝関節疾患の発症・増悪に関わる病因を解明することである。平成26年度は、ながはま0次コホートの第2期ベースライン調査を継続すると共に運動器健診を行い、歩行速度などの運動器機能の評価や、超音波を用いた膝関節健診を行った。60歳以上の成人において、45%がどちらかの膝にX線学上の変形性膝関節症を持ち、両膝の平均をとっても、33.2%がX線学上の変形性膝関節症を持っているという結果が得られた。平成26年度（平成27年2月まで）の0次健診が終了次第、一連の健診データを取りまとめて基礎的解析を行う予定である。

松田秀一・京都大学大学院医学研究科整形外科教授

坪山直生・京都大学大学院医学研究科人間健康科学専攻教授

市橋則明・京都大学大学院医学研究科人間健康科学専攻教授

池添冬芽・京都大学大学院医学研究科人間健康科学専攻講師

伊藤 宣・京都大学大学院医学研究科整形外科准教授

松田文彦・京都大学大学院医学研究科ゲノム情報疫学教授

田原康玄・京都大学大学院医学研究科ゲノム情報疫学准教授

青山朋樹・京都大学大学院医学研究科人間健康科学専攻准教授

中山健夫・京都大学大学院医学研究科健康情報学教授

A. 研究目的

本研究の目的は、滋賀県長浜市の一般地域住民約1万人を対象とした大規模コホート研究から、変形性膝関節症(膝OA)とその周辺症状のクラスタリングから介護状態に至るリスク因子を明らかにすることである。現在までの調査で、住民の約1/4に膝症状があるという結果が得られている。この有痛者のデータから膝痛増悪に影響する因子として、年齢や性別、BMIなどの基礎データに加え、(1)X線、関節超音波上の関節軟骨変性(2)下肢アライメント(3)サルコペニア(4)全身運動機能(5)関節内炎症(6)骨密度(7)こころの健康(8)高血圧、糖尿病など代謝性疾患(9)血液マーカーについて相関解析を行い、膝OA発症・増悪因子の予測アルゴリズム式を作成する。次に要介護に至る要因の予測アルゴリズム式を作成し、これらをもとに膝OAに伴う介護要因予測スコアを作成する。

B. 研究方法

【研究フィールド】

滋賀県長浜市の一般地域住民10,082名からなる「0次（ゼロジ）コホート」で本研究を実施する。0次コホートでは、第1期ベースライン調査を平成19～22年にかけて行い、平成24年から4年計画で第2期ベースライン調査を開始した。第2期では、運動器疾患に関する臨床検査や運動器検査を充実し、画像検査も取り入れた。本研究では、第1期および第2期のベースラインデータ、ならびに平成19～27年のエンドポイント発症のデータを解析に用いる。

【調査項目と調査方法】

<第1期ベースライン調査>

膝痛の評価には日本版変形性膝関節症患者機能評価表を用いた。調査では、整形外科領域の項目に加えて、性別・年齢などの属性データ、動脈硬化度などの臨床検査結果、血液検査値、遺伝子解析結果等のデータを得た。

<第2期ベースライン調査>

平成24年度からの第2期事業では、第1期にリクルートした1万人を対象にフォローアップ調査を行っている。第2期からは60歳以上の希望者を対象に整形外科・運動器に関する健診（ロコモ健診）を取り入れた。第2期調査は平成24～27年度にかけて行う計画である。

基礎データ：年齢、性別、体重、身長、腹囲などの基礎データを収集する。

骨密度：超音波法で踵部の骨密度を調査する。

遺伝子多型：末梢血から抽出したDNAを用い、ゲノム網羅的な一塩基多型解析を行う。既に約4,000人分の解析を終えており、順

次解析例数を増加する。

血液検査：高血糖や脂質代謝異常などを空腹時採血から判定する。代謝物（メタボローム）や転写物（トランスクリプトーム）を測定し、リスク因子としての寄与度を検討する。

画像検査：立位単純X線にて膝関節の変形を評価する。無症候性を含む脳血管障害（ラクナ梗塞、側脳質白質病変、および脳萎縮の程度）を1.5テスラMRI画像から評価する。

運動器の器質的検査（サルコペニア）：インピーダンス法で筋肉量を測定する。

運動器健診

運動器の機能的検査 歩行速度、重心動揺、握力、バランス、下肢筋力、下肢筋パワー（立ち座りテスト）、下肢筋持久力（段差昇降テスト）、動作能力（up and goテスト）、ロコモ25

画像検査

超音波にて関節軟骨の変性を評価する。関節内水腫および炎症の状態を超音波検査にて評価する。

【解析計画】

膝OA発症・増悪因子の予測アルゴリズム式を作成する。次に要介護に至る要因の予測アルゴリズム式を作成し、これらをもとに膝OAに伴う介護要因予測スコアを作成する。

（倫理面での配慮）

ながはま0次コホートでは、個人情報保護に関する独自のルール「ながはまルール」を策定し、長浜市で条例化している。ながはまルールは、個人情報の保護を徹底しつつ研究の自由度を保証するためのルール

であり、京都大学と長浜市の関係者、有識者、ならびに市民代表からなる検討委員会を設置して協議・制定した。当然ながら、厚生労働省、文部科学省、経済産業省の合同指針（三省合同指針）にも準拠している。コホート参加者からは、0次コホートの意義、ならびにながはまルールや個人情報保護について十分に説明した上で書面にて同意を得た。いったん同意した後でも、不利益なく同意を撤回できることも説明文書に明記している。氏名、住所等の個人情報、長浜市健康推進課が管理しており、大学や研究者には開示されない。臨床情報等は、市の担当課で1次匿名化された後、ながはまコホート事務局で2次匿名化してから、研究に活用している。

C. 研究結果

第2期ベースライン調査の0次健診受診者数は平成26年12月までに、3,281人であり、平成26年度末までに4,442名の調査を予定している。ベースライン調査においては平成26年12月までに1,211名の両膝の立位荷重時X線撮影を行った。このX線に対し、膝X線読影の経験が10年以上の二名の整形外科医が読影を行った。使用した評価法はKellgren-Lawrence gradeで、grade0~4の5段階評価とした。その結果、同一人の両膝関節のうち、悪い方の膝のGradeを調べると、Grade 0が65名(6%)、Grade 1が597名(49%)、Grade 2が401名(33%)、Grade 3が134名(11%)、Grade 4が14名(1%)であった。Grade 2以上をX線学上の変形性膝関節症と判断すると、60歳以上の成人の45%において、どちらかの膝にX線学上の変形性膝関節症が見られる

こととなる。また両膝のgradeの平均を求めると、平均2以上となるのが402名であり、33.2%が両膝の平均がX線学上の変形性膝関節症を持っていることとなる。

運動器健診は752名について行い、平成26年度末までには1,002名について行う予定である。平成26年度は、205名において下肢筋力およびバランス機能と歩行能力との関連性について解析を行った。快適歩行について、歩行速度を目的変数とした重回帰分析の結果、大腿四頭筋セッティング筋力(標準偏回帰係数 0.23)のみ有意な因子として抽出され(決定係数 0.06)、CVを目的変数とした重回帰分析では片脚立位保持時間(標準偏回帰係数 -0.21)のみ有意な因子として抽出された(決定係数 0.04)。最大歩行について、歩行速度を目的変数とした重回帰分析では、片脚立位保持時間(標準偏回帰係数 0.26)および膝関節伸展筋力(標準偏回帰係数 0.22)、大腿四頭筋セッティング筋力(標準偏回帰係数 0.16)が抽出された(決定係数 0.21)。歩行速度には下肢筋力のなかでも大腿四頭筋セッティング筋力が関連すること、歩行周期変動には下肢筋力よりもバランス機能のほうが関連することが示唆された。

また、190名を対象に、二重課題条件にすることによる歩行速度および歩行周期変動の変化の関連性について検討した。単純課題における歩行速度は 1.99 ± 0.3 m/s、歩行周期変動は $4.57 \pm 2.7\%$ であり、二重課題における歩行速度は 1.72 ± 0.3 m/s、歩行周期変動は $4.90 \pm 2.9\%$ であった。単純課題と二重課題の歩行速度および歩行周期変動の違いについて分析した結果、歩行速度は二重課題条件において有意に減少したが、

歩行周期変動では単純課題と二重課題との間に有意差はみられなかった。

高齢女性 177 名を対象に、立位姿勢での脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響を年代別に検討した。立位での胸椎後弯角は 60-64 歳で $37.8 \pm 10.4^\circ$ 、65-69 歳で $34.9 \pm 12.5^\circ$ 、70 歳以上で $34.6 \pm 12.5^\circ$ であり、胸椎後弯角を年代別に比較した結果、どの年代間にも有意差はみられなかった。また腰椎前弯角は 60-64 歳で $20.9 \pm 11.3^\circ$ 、65-69 歳で $19.4 \pm 14.1^\circ$ 、70 歳以上で $11.3 \pm 16.4^\circ$ であり、腰椎前弯角においては 70 歳以上が 60-64 歳および 65-69 歳と比較して有意に小さな値を示した。胸椎後弯角と動作能力との関連について、65-69 歳、70 歳以上の 2 群においては、いずれの動作能力とも有意な相関はみられなかったが、60-64 歳では段差昇降能力と有意な相関を示した ($r=-0.269$, $p<0.05$)。腰椎前弯角と動作能力との関連について、60-64 歳、65-69 歳の 2 群においてはいずれの動作能力とも相関はみられなかった。しかしながら 70 歳以上では腰椎前弯角と TUG ($r=-0.342$, $p<0.05$)、通常歩行速度 ($r=0.319$, $p<0.05$)、最大歩行速度 ($r=0.410$, $p<0.01$) との間で有意な相関がみられた。70 歳以上の女性においては腰椎後弯のアライメント変化が歩行速度に影響を及ぼしていることが示唆された。

両膝関節超音波は、673 名に対して施行した。平成 26 年度末までには約 900 名に対して施行する予定である。解析が終了した 203 名の結果は、膝蓋上囊滑膜肥厚 4.9%、膝蓋上滑液貯留 6.3%、内側半月板突出 54.2%、内側骨棘 29.6%、内側関節裂隙滑膜肥厚および滑液貯留 48.6%、外側関節裂

隙滑膜肥厚および滑液貯留 72.5%、大腿骨遠位内側顆軟骨厚平均 1.34mm、grade 分布は 0:27%、1:30%、2a:29%、2b:9%、3:4%であった。

変形性膝関節症患者における動的不安定性とその臨床症状との相関の解析を、広島県の整形外科クリニックに変形性膝関節症の治療目的で通院中の 290 名患者を対象に行った。①静的アライメント変化なし、動的不安定性 (スラスト) なし群、②静的アライメントあり、動的不安定性なし群、③静的アライメントなし、動的不安定性あり群、④静的アライメントあり、動的アライメントあり群の四群比較で、変形性膝関節症患者機能評価尺度における痛み、こわばりのスコアは①~④の順に強くなることが明らかになった。

D. 考察

0 次健診の第 2 期ベースライン調査は、当初の計画に照らして予定通り実施できている。本年度未受診者については、来年度の 0 次健診への参加を促す計画である。

60 歳以上の対象者から、自由意思に基づいてロコモ健診、画像検査の受診者をリクルートした。結果として、いずれの場合も予約者と非予約者とで性・年齢に顕著な差は認められず、大きな選択バイアスはないと考えられた。画像検査においては、60 歳以上の成人において、45%がどちらかの膝に X 線学上の変形性膝関節症を持ち、両膝の平均をとっても、33.2%が X 線学上の変形性膝関節症を持っているという結果は、これまでの報告とほぼ一致する。高齢化社会の中で、両膝痛とそれによる機能障害が、要介護および要支援の大きな原因になってい

ることを示唆する結果と考えられた。

運動器健診で得られたデータを用いて、下肢筋力およびバランス機能と歩行能力との関連、二重課題条件にすることによる歩行速度および歩行周期変動の変化の関連、脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響について解析を行った。いずれも運動器障害に関する興味深い知見が得られたが、今後は平成 26 年度（平成 27 年 2 月まで）の 0 次健診が終了次第、一連の健診データを取りまとめて基礎的解析を行うとともに、運動器健診の測定結果と併せた断面解析を行う予定である。

E. 結論

平成 26 年 12 月までに、第 2 期ベースライン調査を 3,281 人、運動器健診を 752 名について施行した。60 歳以上の成人一般人口において、45%がどちらかの膝に X 線学上の変形性膝関節症を有していた。次年度も健診を継続するとともに、一連の健診データを取りまとめた基礎的解析、および運動器健診の測定結果と併せた断面解析を行う予定である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Taniguchi N, Matsuda S, Kawaguchi T, Tabara Y, Ikezoe T, Tsuboyama T, Ichihashi N, Nakayama T, Matsuda F, Ito H, on behalf of the Nagahama Study Group. The KSS 2011 reflects symptoms, physical activities, and radiographic

grades in a Japanese population. *Clin Orthop Relat Res*. 2015 Jan;473(1):70-5.

- 2) Terao C, Ohmura K, Ikari K, Kawaguchi T, Takahashi M, Setoh K, Nakayama T, Kosugi S, Sekine A, Tabara Y, Taniguchi A, Momohara S, Yamanaka H, Yamada R, Matsuda F, Mimori T; Nagahama Study Group. Effects of smoking and shared epitope on the production of anti-citrullinated peptide antibody in a Japanese adult population. *Arthritis Care Res*. 2014;66:1818-1827.
- 3) Tanigawa T, Takechi H, Arai H, Yamada M, Nishiguchi S, Aoyama T. Effect of physical activity on memory function in older adults with mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Geriatr Gerontol Int*. 2014 Oct;14(4):758-62
(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

2. 学会発表

- 1) 松田秀一. 膝関節痛のマネジメント
(招待講演)
岐阜芝蘭会. 2014.6.8, 岐阜
- 2) 松田秀一. 変形性膝関節症の保存療法.
(招待講演)
福島県北臨床学術講演会. 2014.6.25,
福島
- 3) 松田秀一. 膝関節疾患に対する標準治療と再生医療. (招待講演)
京都リサーチパーク解説講座.
2014.11.13, 京都
- 4) 山田実、西口周、青山朋樹、荒井秀典.
地域在住日本人高齢者におけるサルコペニア有症率—AWGS アルゴリズムによ

る検討一、第 56 回日本老年医学会学
術集会、2014. 6. 12-6. 14. 福岡市

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

2. 委託業務成果報告（業務項目）

厚生労働科学研究委託費（長寿科学研究開発事業）

委託業務成果報告（膝関節検診）

関節超音波による変形性膝関節症の早期診断法の確立に関する研究

担当責任者 松田秀一 京都大学大学院医学研究科整形外科 教授

研究分担者 伊藤 宣 京都大学大学院医学研究科整形外科 准教授

研究協力者 布留守敏 京都大学大学院医学研究科リウマチ性疾患制御学講座 特定助教

研究要旨 本研究は、ながはま 0 次予防コホート事業として地域住民に両膝関節超音波を施行し、変形性膝関節症の発生頻度および超音波所見を解析し、関節超音波による早期診断法を確立することを目的とする。2014 年 9 月 6 日～2014 年 12 月 8 日まで 9 日間の測定会で、673 名の両膝関節超音波を施行し、203 名の解析が終了した。2015 年 2 月に予定している測定会では 250 名を見込んでいる。今後は膝関節超音波所見と単純 X 線所見、膝関節痛や歩行能、運動能力との解析を予定している。本研究により、関節超音波による変形性膝関節症の早期診断および予後予測による進行予防と治療介入の結果、要介護者の減少につながる事が期待される。

A. 研究目的

変形性膝関節症は本邦における有症状者数が 820 万人以上と推定されており、要介護の主原因となる多因子疾患である。病初期は運動療法や関節注射などの保存的療法、中期から末期になると手術療法が主に行われており、早期診断による進行予防および治療介入が、要介護者を減らすために重要である。その診断は、従来単純 X 線が用いられているが、早期から起こる軟骨病変や半月板病変の評価ができず、X 線グレード評価と症状の一致率が悪いことが知られている。MRI は早期診断に有用であるが、費用や運用面ですべての患者に行うことは難しい。関節超音波は、軟骨や半月板、滑膜炎の検出能に優れ、安価でモニタリングに向いており、変形性膝関節症の早期診断および治療効果判定に有用である可能性がこれまでの研究報告から示唆されている。本

研究は、ながはま 0 次予防コホート事業として行われる「ながはま式体力測定会」に参加した成人を対象とし、両膝関節超音波をもちいて、変形性膝関節症の発生頻度および超音波所見を評価し、関節超音波による早期診断法を確立することを目的とする。

B. 研究方法

「ながはま式体力測定会」に任意に参加した 60 歳以上の長浜市在住の成人を対象とする。評価項目は、①両膝関節超音波（膝蓋上嚢滑液貯留、膝蓋上嚢滑膜肥厚、内側半月板突出、内側骨棘、内側関節裂隙滑膜肥厚および滑液貯留、外側関節裂隙滑膜肥厚および滑液貯留、大腿骨遠位内側顆軟骨厚と grading、大腿骨顆間軟骨厚と grading）②Knee Society Score における膝関節不安定性徒手評価（内外反動揺性および前後動揺性）③その他の測定項目（両

側膝関節立位 X 線、2011Knee Society Score、年齢、性別、生活習慣、既往歴、膝関節屈曲伸展角度および可動域)とした。両膝関節超音波は、Noblus (Hitachi Aloka Medical, Tokyo, Japan) を使用し、OMERACT definitions (Schmidt WA, et al., Ann Rheum Dis 2004;63:98894) (Wakefield RJ, et al. J Rheumatol 2005;32:24857) の評価基準および Cartilage degenerative US grades (S.Saarakkala, et al., Osteoarthritis and Cartilage; 2012: 20: 376-381) を用いて評価した。

(倫理面での配慮)

すべての情報は匿名化して行う。

C. 研究結果

2014年9月6日～2014年12月8日まで9日間の測定会で、673名の両膝関節超音波を施行した。解析が終了した203名の結果は、膝蓋上嚢滑膜肥厚4.9%、膝蓋上滑液貯留6.3%、内側半月板突出54.2%、内側骨棘29.6%、内側関節裂隙滑膜肥厚および滑液貯留48.6%、外側関節裂隙滑膜肥厚および滑液貯留72.5%、大腿骨遠位内側顆軟骨厚平均1.34mm、grade分布は0:27%、1:30%、2a:29%、2b:9%、3:4%であった。

D. 考察

2015年2月に3日間予定している測定会では250名の関節超音波を予定しており、これまで施行した673名と併せて923名を見込んでいる。今後は膝関節超音波所見と単純 X 線所見、膝関節痛や歩行能、運動能力等との解析を予定している。

E. 結論

日常診療における変形性膝関節症の画像

評価は、軟骨評価が不可能な単純 X 線で行うのが主流であるが、今後は安価であり診療所でも簡単に行え、滑膜炎や滑液貯留のみならず軟骨の評価が可能な関節超音波が増えると予想されている。本研究により、関節超音波による変形性膝関節症の早期診断および予後予測による進行予防と治療介入の結果、要介護者の減少につながることが期待される。

F. 健康危険情報 該当せず。

G. 研究発表

論文発表

- 1) Taniguchi N, Matsuda S, Kawaguchi T, Tabara Y, Ikezoe T, Tsuboyama T, Ichihashi N, Nakayama T, Matsuda F, Ito H. The KSS 2011 Reflects Symptoms, Physical Activities, and Radiographic Grades in a Japanese Population. *Clin Orthop Relat Res* 2015, 473:70-5.

学会発表

- 1) Matsuda S. State of Arthroplasty in Asia. (Invited Lecture)
2014 ICJR Pan Pacific Congress. 2014.7.17, Kona, USA
- 2) Matsuda S. Computer simulation for TKA. (Invited Lecture)
2014 ICJR Pan Pacific Congress. 2014.7.17, Kona, USA
- 3) Matsuda S. Balancing the PCL. (Invited Lecture)
2014 Pacific Rim Orthopaedic Symposium. 2014.7.31, Sapporo, Japan
- 4) Matsuda S. Rotational freedom is necessary for tumor prosthesis of the knee-Opposes. (Invited Lecture)
The 27th Annual Congress of the International Society for Technology in Arthroplasty
2014.9.25, Kyoto, Japan
- 5) Matsuda S. The Valgus Knee. (Invited Lecture)

ICJR instructional course at the 9th international congress of Chinese Orthopaedic Association
2014.11.20, Beijing, China

- 6) Matsuda S. Computer Simulation of Total Knee Arthroplasty. (Invited Lecture)
9th international congress of Chinese Orthopaedic Association 2014.11.21, Beijing, China
- 7) 松田秀一. 膝関節痛のマネジメント
(招待講演)
岐阜芝蘭会. 2014.6.8, 岐阜
- 8) 松田秀一. 膝関節のスポーツ障害.
(招待講演)
平成26年度大分県整形外科 臨床整形外科医会. 2014.6.14, 大分
- 9) 松田秀一. 変形性膝関節症の保存療法.
(招待講演)
福島県北臨床学術講演会. 2014.6.25, 福島
- 10) 松田秀一. 人工膝関節置換術～現在推奨される手術手技～. (招待講演)
第10回島根県整形外科医会研修会.
2014.7.3, 出雲
- 11) 松田秀一. 人工膝関節全置換術 (招待講演)
JOSKASセミナー. 2014.7.26, 広島
- 12) 松田秀一. 人工膝関節置換術～最近のトピックス～. (招待講演)
第23回播磨リウマチ膠原病研究会.
2014.8.23, 姫路
- 13) 松田秀一. 人工膝関節置換術～現在推奨される手術手技～. (招待講演)
第4回群馬手術手技・治療研究会.
2014.9.5, 前橋
- 14) 松田秀一. 人工膝関節置換術～更なる成績向上を目指して～. (招待講演)
阪大TKAセミナー. 2014.9.17, 大阪
- 15) 松田秀一. 人工膝関節における基礎研究. (招待講演)
第29回日本整形外科学会基礎学術集会.
2014.10.9, 鹿児島
- 16) 松田秀一. 膝関節疾患に対する標準治療と再生医療. (招待講演)
京都リサーチパーク解説講座.
2014.11.13, 京都

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働科学研究委託費（長寿科学研究開発事業）
委託業務成果報告（運動器検診（ロコモティブシンドロームに関する調査・解析））

高齢者の脊柱アライメント変化と動作能力に関する研究

担当責任者 坪山直生 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻 教授

研究要旨

滋賀県長浜市に在住している高齢女性 177 名を対象に、立位姿勢での脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響を年代別に検討した。本研究の結果、高齢女性における立位脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響は年代によって異なり、60 歳代前半の女性においては胸椎後弯増強のアライメント変化が段差昇降能力に、70 歳以上の女性においては腰椎後弯のアライメント変化が歩行速度に影響を及ぼしていることが示唆された。

A. 研究目的

厚生労働省の国民生活基礎調査によると、要介護となる要因として加齢による運動機能低下や関節疾患、転倒・骨折が大きな割合を占めており、健康寿命の延伸にはロコモティブシンドロームの予防が極めて重要であることが指摘されている。ロコモティブシンドロームの研究について、下肢筋量減少は高齢者の歩行能力や生活活動量と密接な関連がみられること、変形性関節症による運動器障害は歩行能力低下や転倒リスク増大を招くこと、骨粗鬆症性の姿勢アライメント変化は歩行・バランス機能や動作能力に影響を及ぼすことなどが報告されている。この高齢者の立位姿勢アライメント変化については胸椎部の過剰な後弯や腰椎部の前弯減少を呈することが多く、まず胸椎の変化から始まり、加齢に伴い腰椎へと進行するとされている。このことから、高齢期の各年代によって胸椎後弯・腰椎後弯の姿勢アライメント変化のパターンは異なることが予想される。そのため、脊柱アライメント変化が動作能力に及ぼす影響につ

いても各年代によって異なることが考えられる。しかしながら、各年代のどのようなアライメント変化がどのような動作能力に影響を及ぼすのかを詳細に検討した報告はみられない。

そこで本研究では高齢女性における立位姿勢での脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響を年代別に検討した。

B. 研究方法

対象は滋賀県長浜市に在住している高齢女性 177 名(66.7±5.0 歳)とした。対象は年代別に 60-64 歳(67 名、61.9±1.5 歳)、65-69 歳(61 名、66.6±1.3 歳)、70 歳以上(49 名、73.5±2.7 歳)の 3 群に群分けをした。なお、測定に大きな支障を及ぼすほど重度の神経学的・整形外科的障害や認知障害を有する者は対象から除外した。脊柱のアライメントの評価は Spinal Mouse(スイス・イディアク社製)を用い、普段通りの安静立位姿勢における胸椎後弯角および腰椎前弯角を測定した。動作能力として、段差昇降能力(30 秒間段差昇降回数)、立ち座り

能力(5回立ち座り時間)、Timed Up and Go test(TUG)、通常歩行速度、最大歩行速度を測定した。

統計学的解析として、胸椎後弯角、腰椎前弯角の年代による違いを一元配置分散分析および多重比較(Bonferroni法)を用いて検討した。また、それぞれの年代別に脊柱アライメントと動作能力との関連を調べるためにPearsonの相関分析を行った。なお、有意水準は5%とした。

(倫理面での配慮)

ながはま0次コホートでは、個人情報保護に関する独自のルール「ながはまルール」を策定し、長浜市で条例化している。ながはまルールは、個人情報の保護を徹底しつつ研究の自由度を保証するためのルールであり、京都大学と長浜市の関係者、有識者、ならびに市民代表からなる検討委員会を設置して協議・制定した。当然ながら、厚生労働省、文部科学省、経済産業省の合同指針(三省合同指針)にも準拠している。コホート参加者からは、0次コホートの意義、ならびにながはまルールや個人情報保護について十分に説明した上で書面にて同意を得た。いったん同意した後でも、不利益なく同意を撤回できることも説明文書に明記している。氏名、住所等の個人情報は、長浜市健康推進課が管理しており、大学や研究者には開示されない。臨床情報等は、市の担当課で1次匿名化された後、ながはまコホート事務局で2次匿名化してから、研究に活用している。

C. 研究結果

立位での胸椎後弯角は60-64歳で $37.8 \pm 10.4^\circ$ 、65-69歳で $34.9 \pm 12.5^\circ$ 、70歳以

上で $34.6 \pm 12.5^\circ$ であり、胸椎後弯角を年代別に比較した結果、どの年代間にも有意差はみられなかった。また腰椎前弯角は60-64歳で $20.9 \pm 11.3^\circ$ 、65-69歳で $19.4 \pm 14.1^\circ$ 、70歳以上で $11.3 \pm 16.4^\circ$ であり、腰椎前弯角においては70歳以上が60-64歳および65-69歳と比較して有意に小さな値を示した。

胸椎後弯角と動作能力との関連について、65-69歳、70歳以上の2群においては、いずれの動作能力とも有意な相関はみられなかったが、60-64歳では段差昇降能力と有意な相関を示した($r=-0.269$, $p<0.05$)。腰椎前弯角と動作能力との関連について、60-64歳、65-69歳の2群においてはいずれの動作能力とも相関はみられなかった。しかしながら70歳以上では腰椎前弯角とTUG($r=-0.342$, $p<0.05$)、通常歩行速度($r=0.319$, $p<0.05$)、最大歩行速度($r=0.410$, $p<0.01$)との間で有意な相関がみられた。

D. 考察

脊柱アライメントの年代による違いを分析した結果、腰椎前弯角においては70歳以上が60-64歳および65-69歳と比較して有意に小さな値を示した。このことから、70歳以上ではさらに加齢に伴う腰椎後弯変化が進行することが示唆された。

脊柱アライメントと動作能力との関連について、胸椎後弯角では60-64歳においてのみ段差昇降能力との有意な相関がみられた。60歳代前半では加齢早期に生じた胸椎後弯増強のアライメント変化に対応した姿勢制御がまだうまく行われず、大きな重心移動を伴う段差昇降能力に影響を及ぼした

と推測される。

また、腰椎前弯角では70歳以上においてのみ TUG と通常および最大歩行速度との相関がみられた。このことから、70歳代以降になると進行する腰椎後弯変化は、動作能力のなかでも特に歩行速度へ影響することが示唆された。

E. 結論

本研究の結果、高齢女性における立位脊柱アライメントが動作能力に及ぼす影響は年代によって異なり、60歳代前半の女性においては胸椎後弯増強のアライメント変化が段差昇降能力に、70歳以上の女性においては腰椎後弯のアライメント変化が歩行速度に影響を及ぼしていることが示唆された。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究委託費（長寿科学研究開発事業）
委託業務成果報告（運動器検診（運動機能の調査・解析））

高齢者の下肢筋力・バランス機能が歩行能力に及ぼす影響に関する研究

担当責任者 市橋則明 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻 教授

研究要旨

滋賀県長浜市に在住している高齢者 205 名を対象に、下肢筋力およびバランス機能と歩行能力との関連性について検討した。歩行能力として快適歩行および最大努力歩行における歩行速度、歩行周期変動、バランス機能として片脚起立保持時間を評価した。本研究の結果、歩行速度には下肢筋力のなかでも大腿四頭筋セッティング筋力が関連すること、歩行周期変動には下肢筋力よりもバランス機能のほうが関連することが示唆された。

A. 研究目的

加齢に伴う運動機能低下、特に下肢筋力低下やバランス機能低下は高齢者の歩行能力低下を引き起こすことが知られている。さらに歩行速度の低下や歩行周期変動の増加がみられる高齢者は転倒リスクが高まることが報告されており、歩行速度や歩行周期変動の改善を目的とした運動トレーニングは高齢者の転倒予防のために重要である。しかし、様々な下肢筋力やバランス機能のなかで、どの因子が高齢者の歩行速度や歩行周期変動と関連するのかについて詳細に調べた研究はみられない。

そこで、本研究の目的は、地域在住高齢者の快適歩行および最大努力歩行における歩行速度、歩行周期変動と下肢筋力およびバランス機能との関連について明らかにすることとした。

B. 研究方法

対象は滋賀県長浜市に在住している 205 名（男性 69 名、女性 136 名、年齢 67.5 ± 5.0 歳）とした。なお、測定に大きな支障

を及ぼすほど重度の神経学的・整形外科的障害や認知障害を有する者は対象から除外した。

下肢筋力について、最大等尺性股関節屈曲・伸展・外転筋力、膝関節伸展筋力（膝屈曲 90 度位）、大腿四頭筋セッティング筋力、足趾屈曲筋力を測定した。大腿四頭筋セッティング筋力については、長座位にて足部と股部をベルトで固定し、筋力測定器（アルケア製ロコモスキャン）のセンサーを膝窩部に置き、膝関節軽度屈曲位で膝伸展方向に最大随意収縮させたときの筋力を測定した。また、バランス機能として、開眼での片脚立位保持時間を測定した。

歩行速度および歩行周期変動の評価は、快適歩行とできるだけ速く歩行させる最大努力歩行の 2 条件で実施した。歩行路のスタート地点から 2m および 10m 地点に光電管を設置して各地点の通過時間を計測し 2～10m 間の歩行速度を算出した。また、多機能三軸加速度計（ベルテックジャパン製 G-WALK）を腰部に装着し、ステップごとの踵接地時間を測定した。歩行開始から 4～11

歩目の 8 ステップ分の踵接地時間の平均値および標準偏差値から変動係数(Coefficient of variation; CV)を算出し(CV=標準偏差/平均×100)、歩行周期変動の指標として用いた。

統計解析について、目的変数を快適歩行と最大歩行における歩行速度および CV、説明変数を下肢筋力および片脚立位保持時間とした重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。有意水準は 5%とした。

(倫理面での配慮)

ながはま 0 次コホートでは、個人情報保護に関する独自のルール「ながはまルール」を策定し、長浜市で条例化している。ながはまルールは、個人情報の保護を徹底しつつ研究の自由度を保証するためのルールであり、京都大学と長浜市の関係者、有識者、ならびに市民代表からなる検討委員会を設置して協議・制定した。当然ながら、厚生労働省、文部科学省、経済産業省の合同指針(三省合同指針)にも準拠している。コホート参加者からは、0 次コホートの意義、ならびにながはまルールや個人情報保護について十分に説明した上で書面にて同意を得た。いったん同意した後でも、不利益なく同意を撤回できることも説明文書に明記している。氏名、住所等の個人情報は、長浜市健康推進課が管理しており、大学や研究者には開示されない。臨床情報等は、市の担当課で 1 次匿名化された後、ながはまコホート事務局で 2 次匿名化してから、研究に活用している。

C. 研究結果

快適歩行について、歩行速度を目的変数とした重回帰分析の結果、大腿四頭筋セッ

ティング筋力(標準偏回帰係数 0.23)のみ有意な因子として抽出され(決定係数 0.06)、CV を目的変数とした重回帰分析では片脚立位保持時間(標準偏回帰係数 -0.21)のみ有意な因子として抽出された(決定係数 0.04)。最大歩行について、歩行速度を目的変数とした重回帰分析では、片脚立位保持時間(標準偏回帰係数 0.26)および膝関節伸展筋力(標準偏回帰係数 0.22)、大腿四頭筋セッティング筋力(標準偏回帰係数 0.16)が抽出された(決定係数 0.21)。CV を目的変数とした重回帰分析では、いずれも抽出されなかった。

D. 考察

本研究の結果、快適歩行速度には大腿四頭筋セッティング筋力のみが影響を及ぼす因子として抽出され、最大歩行速度には片脚立位保持時間、膝伸展筋力、大腿四頭筋セッティング筋力が抽出された。快適歩行速度および最大歩行速度いずれも大腿四頭筋セッティング筋力が抽出されたことから、下肢筋力のなかでも特に大腿四頭筋セッティング筋力が歩行速度と関連していることが示唆された。

また、快適歩行における CV には片脚立位保持時間が影響を及ぼす因子として抽出されたが、最大歩行における CV ではいずれの因子も抽出されなかった。快適歩行では最大歩行と比べて単脚支持時間が長いため、快適歩行における CV のみ片脚立位保持能力と関連がみられたと考えられる。

ただし、本研究における重回帰分析の決定係数はいずれも低い値であり、歩行速度や歩行周期変動に対する下肢筋力および片脚立位保持能力の寄与率は低いことが示さ