

201310002B

厚生労働科学研究費補助金

長寿科学総合研究事業

**運動器疾患の評価と要介護予防のための
指標開発および効果的介入方法に関する調査研究**

平成23～25年度 総合研究報告書

研究代表者 阿久根 徹

平成26年3月

厚生労働科学研究費補助金

長寿科学総合研究事業

運動器疾患の評価と要介護予防のための
指標開発および効果的介入方法に関する調査研究

平成23～25年度 総合研究報告書

研究代表者 阿久根 徹

平成26年3月

目 次

I. 総合研究報告

1. 総括総合研究報告

- 運動器疾患の評価と要介護予防のための指標開発および
効果的介入方法に関する調査研究…………… 1
東京大学医学部附属病院臨床運動器医学講座 特任准教授
阿久根 徹

2. 運動器の評価法および指標開発研究

- 2-1. 運動器障害による要介護予防のための評価基準および
運動器リスクに関するコホート研究…………… 25
国立障害者リハビリテーションセンター 総長
中村 耕三
- 2-2. 大腿四頭筋部の超音波画像計測による運動器リスクの評価の可能性… 33
国立長寿医療研究センター研究所 所長
鈴木 隆雄
- 2-3. 骨折、変形性脊椎症、サルコペニアに関する疫学研究…………… 41
広島原爆障害対策協議会健康管理・増進センター 所長
藤原 佐枝子
- 2-4. 定量的CT画像を用いた3次元有限要素法による骨強度評価…………… 57
—普及に向けた解析自動化に関する検討—
国際医療福祉大学臨床医学研究センター 教授
大西 五三男
- 2-5. 骨折後高齢者の運動器機能悪化リスクに関する研究…………… 65
鳥取大学医学部保健学科 教授
萩野 浩
- 2-6. 転倒と要介護および日常生活機能低下に関する疫学研究…………… 155
東京都健康長寿医療センター整形外科 部長
時村 文秋
- 2-7. 高齢者における運動器の重要性に関するコホート研究…………… 161
東邦大学医学部衛生学 教授
西脇 祐司
- 2-8. 歩行時の膝の動揺に関するコホートスタディ…………… 173
東京都健康長寿医療センター研究所 副部長
大淵 修一

- 2-9. 運動器疾患と障害の評価に関するコホート研究 179
 東京大学医学部附属病院老年病科 准教授
 小川 純人
- 2-10. 旧宮川村検診における運動器疾患と運動機能の疫学研究 185
 三重大学大学院医学系研究科スポーツ整形外科 講師
 西村 明展
- 2-11. 運動器の評価に関する地域一般住民集団における疫学研究 195
 東京大学医学部附属病院関節疾患総合研究講座 特任准教授
 吉村 典子

3. 運動器の効果的介入方法に関する調査研究

- 3-1. 運動器の効果的介入方法に関する調査研究総括
 ーロコモコールの実際とその意義についてー 203
- 宮崎大学医学部附属病院整形外科 教授
 帖佐 悦男
 国立障害者リハビリテーションセンター 総長
 中村 耕三
 藤野整形外科医院 院長
 藤野 圭司
 福島県立医科大学医学部公衆衛生学講座 教授
 安村 誠司
 高知大学医学部附属病院リハビリテーション部 准教授
 石田 健司
 医療法人一心会伊奈病院整形外科 部長
 石橋 英明
 新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学講座 教授
 遠藤 直人
 自治医科大学整形外科 教授
 星野 雄一
 秋田大学大学院医学系研究科医学専攻
 機能展開医学系整形外科学講座 教授
 島田 洋一
 岡山大学病院総合リハビリテーション部 教授
 千田 益生
 群馬大学大学院医学系研究科器官機能制御学講座整形外科学 教授
 高岸 憲二

- 3-2. 訪問型ロコモーショントレーニングの有効性に関する
3年度調査結果の比較研究－山形県天童市における調査－ …… 209
福島県立医科大学医学部公衆衛生学講座 教授
安村 誠司
- 3-3. 宮城県宮崎市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 219
宮崎大学医学部附属病院整形外科 教授
帖佐 悦男
- 3-4. 岡山県新見市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 225
岡山大学病院総合リハビリテーション部 教授
千田 益生
- 3-5. 高知県室戸市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究－
要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 229
高知大学医学部附属病院リハビリテーション部 准教授
石田 健司
- 3-6. 静岡県浜松市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 237
藤野整形外科医院 院長
藤野 圭司
- 3-7. 埼玉県さいたま市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 241
医療法人一心会伊奈病院整形外科 部長
石橋 英明
- 3-8. 群馬県片品村における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 265
群馬大学大学院医学系研究科器官機能制御学講座整形外科学 教授
高岸 憲二
- 3-9. 新潟県新潟市における運動器の効果的介入方法に関する調査研究
－要介護予防のためのロコモコールの提唱－ …… 269
新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学講座 教授
遠藤 直人

- 3-10. 秋田県地方中小都市における運動器の効果的介入方法に関する
調査研究—要介護予防のためのロコモコールの提唱— …… 273
秋田大学大学院医学系研究科医学専攻
機能展開医学系整形外科学講座 教授
島田 洋一

Ⅱ. 研究成果の刊行に関する一覧 …… 279

Ⅲ. 研究成果の刊行物・別刷 …… 335

I. 総合研究報告

1. 総括総合研究報告

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

平成23～25年度総合研究報告書

運動器疾患の評価と要介護予防のための指標開発および効果的介入方法に関する調査研究

研究代表者 阿久根徹 東京大学医学部附属病院臨床運動器医学講座 特任准教授

研究分担者・所属機関・役職

帖佐悦男

宮崎大学医学部附属病院整形外科 教授

中村耕三

国立障害者リハビリテーションセンター 総長

鈴木隆雄

国立長寿医療研究センター研究所 所長

藤原佐枝子

広島原爆障害対策協議会

健康管理・増進センター 所長

大西五三男

国際医療福祉大学臨床医学研究センター 教授

萩野浩 鳥取大学医学部保健学科 教授

時村文秋

東京都健康長寿医療センター整形外科 部長

西脇祐司

東邦大学医学部衛生学 教授

大淵修一

東京都健康長寿医療センター研究所 副部長

小川純人

東京大学医学部附属病院老年病科 准教授

西村明展

三重大学大学院医学系研究科

スポーツ整形外科 講師

吉村典子

東京大学医学部附属病院

関節疾患総合研究講座 特任准教授

藤野圭司

藤野整形外科医院 院長

安村誠司

福島県立医科大学医学部公衆衛生学講座 教授

島田洋一

秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開

医学系整形外科学講座 教授

遠藤直人

新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学

講座 教授

高岸憲二

群馬大学大学院医学系研究科器官機能制御学講

座整形外科学 教授

星野雄一

自治医科大学整形外科 教授

石橋英明

医療法人一心会伊奈病院整形外科 部長

千田益生

岡山大学病院総合リハビリテーション部 教授

石田健司

高知大学医学部附属病院

リハビリテーション部 准教授

研究要旨

研究目的：超高齢社会を迎えた日本において、健康寿命を延伸し、要介護高齢者を減らすための対策が喫緊の課題である。運動器障害は要支援、要介護の主要原因の一つであるが、運動器の客観定量評価法および運動器障害による要介護移行予測因子の解明が不十分であることが、高リスク者の発見の遅れにつながっている。運動器の主な構成要素には、骨、関節、筋、神経などが挙げられるが、骨における骨密度測定と年齢別基準値を用いた診断・治療体系のようなシステムが、運動器の他の要素では未整備であり、運動器の各要素やそれらの組み合わせによる統合的な運動器リスクの解明も不十分である。一方、運動介入は、通所型運動器介護予防事業に参加する高齢者に対しては効果をもたらしているが、事業に参加しない高齢者に対しては無効であり、何らかの工夫により、不参加者が運動プログラムに参加、継続し易くなるようなシステム作りが求められている。

本班研究の目的は、1：ロコモティブシンドロームの評価に必要な運動器の各要素を客観定量的に評価して基準値を定め、運動器障害のリスクを解明して、要介護移行の予測指標を明らかにするとともに、2：ロコトレ（運動機能訓練）とロコモコール（呼びかけ介入）を組み合わせた在宅運動介入プログラムを、行政による運動機能向上プログラム不参加者に適用してその効果を検証し、地域事情が異なる様々な自治体において利用しやすく、高齢者が参加・継続しやすい効果的なシステムを構築することである。

研究方法：運動器の評価および指標開発研究においては、各地域の一般住民コホートおよび病院患者コホートで収集したデータを横断的、縦断的に解析し、骨強度、関節機能、筋機能・運動機能などの評価を行い、基準値を定め、運動器リスクを評価して、要介護移行の予測指標を明らかにする。

一方、運動器の効果的介入方法に関する調査研究は、全国各地の介入フィールドで、電話などの通信手段を用いた呼びかけ介入（ロコモコール）による在宅運動プログラム（ロコトレ）を、各地域の実情に即して工夫して行うことにより、通所型運動器介護予防事業に参加しない高齢者に対する効果を検証する。具体的には、地域自治体と連携をとり、基本チェックリスト返送者の情報をもとに介護予防の二次予防対象者（運動器）を特定し、行政による運動機能向上プログラムに参加しなかった者を対象に本研究プログラムへの参加依頼を行って、同意が得られた対象者にロコトレを実施する。調査員が自宅を訪問し、初回訪問時および最終評価時（3か月後）に、開眼片足立ち、椅子立ち上がり時間、基本チェックリスト、ロコモ25の評価を行う。但し、参加者の体調を考慮し、例えばスクワットができない場合は、椅子に腰かけての大腿筋の伸展訓練とするなど、高齢者の状況に応じて無理のないよう配慮して訓練を行った。参加者は実施状況をロコトレ手帳に記載した。実施期間中、参加者に定期的に連絡をとり（週3回の電話連絡を原則とし、地域によっては直接訪問や、IT（テレビ通信など）の活用）、実施状況を確認した。3か月後に自宅訪問し、健康調査、運動機能調査を行い、ロコトレ手帳を回収して解析した。

研究結果：運動器の評価と指標開発研究において、運動器の基準値設定研究では、ロコモティブシンドロームの評価に必要な、運動器の各要素（握力、筋量、歩行速度、開眼片足立ち時間）の男女別年齢別基準値を明らかにした。

骨強度評価の研究では、定量的CT画像を用いた3次元有限要素法による解析研究を進めるとともに、骨密度、定量的骨量測定検査、大腿骨ジオメトリの組み合わせ

により、より効果的に大腿骨近位部骨折を予測できることを明らかにした。骨折後高齢者の歩行分析研究では、3軸加速度計による歩行分析が、骨折後の転倒、再骨折、ADL悪化、介護保険認定などのリスク判別における指標となることが報告された。一般住民コホートにおける転倒研究では、歩行速度低下と膝痛が転倒の危険因子となることを解明した。

関節評価研究では、膝関節軟骨厚と骨棘面積が、それぞれ独立して膝痛や日常生活機能障害と関連することを解明し、また膝関節動揺性の定量評価研究では、膝関節動揺量と症状の発生の間に関連があり、動揺性が高い者は強い痛みを発症しやすいことが報告された。膝関節の痛みおよび機能と抑うつへの影響を検討した住民コホート研究では、膝関節機能低下が抑うつに影響することが報告された。また住民コホート研究において、外反母趾が運動機能低下と関連し、外反母趾重症度が増すとQOLが低下する可能性が示唆された。

姿勢に関する研究では、非専門家による簡易後彎評価法が、地域保健現場で使用する後彎スクリーニングツールとして有用であることが報告された。また変形性脊椎症や中年期からの身長低下がQOLを低下させることが報告された。

大腿四頭筋部の超音波画像から得られる指標による運動器リスク評価の可能性について検討した研究では、横断的には大腿筋厚、大腿エコー強度はともに運動器リスクの出現と関連があり、特に大腿エコー強度が運動器リスクの出現と独立した関連があり、縦断的には、将来的な筋肉量減少に対しては有意な関連があることが報告され、大腿筋厚、大腿エコー強度がサルコペニアの簡易スクリーニングに活用できる可能性が示唆された。EWGSOPサルコペニアと運動の関連解明研究では、中年期に運動習慣を有する者は、老年期において筋力、運動能力が高く維持され、サルコペニアの有病率が有意に低値となることが報告された。またDXAによる筋量評価を用いてのサルコペニアと死亡率を検討した研究では、男性において、筋肉量低下群において全死亡、呼吸器疾患死亡が高くなることが報告された。

要介護危険因子の解明研究においては、握力低下、膝伸展筋力低下、歩行速度低下、椅子立ち上がり時間増加、筋機能低下（歩行速度低下または握力低下；EWGSOPサルコペニアのスクリーニング該当者）が危険因子となることを解明した。更に、WOMAC機能スコアによる日常生活機能低下は、将来の要介護移行を予測し、カットオフ値（4-6点付近）を用いて、感度57-65%、特異度67-75%で将来の要介護移行リスクが2.5倍の高リスク集団をピックアップできることを明らかにした。

一方、運動器の在宅介入システム開発研究においては、平成23-25年度の3年間における本研究参加者は、1,410名（男性383名、女性1,026名）であり、プロトコル全てを実施したのは1191名であった。介護予防事業における「運動器の機能向上プログラム」に参加していない真の対象者は1181名（平均年齢は78.5歳）で、開眼片足立ち時間は開始時平均23.1秒、終了時平均32.1秒、椅子立ち上がり時間は開始時平均15.0秒、終了時平均13.0秒であった。ADL評価では、基本チェックリストの初回時と終了時の平均値の差は、暮らしぶりその①-0.023点、運動器-0.255点、栄養-0.026点、口腔機能-0.102点、暮らしぶりその②-0.021点、こころ-0.119点であり、全ての項目において改善が見られた。またロコモ25アンケートの点数は、初回時平均19.0点と終了時平均16.2点であり、-2.8点の改善が見られた。

考察および結論：中高年男女における年齢別基準値を明らかにした運動器テスト項目の多くは、簡単に実施できるので、自己点検により運動器年齢と暦年齢との乖離の有無

を確認し、運動器の健康づくりに役立てることができる。定量的骨量測定検査と大腿骨ジオメトリーは骨質を評価する指標となり、組み合わせることで、より効果的に大腿骨近位部骨折リスクを予測できる。骨折後高齢者における3軸加速度計を用いた歩行分析は、転倒、再骨折、ADL悪化などの有用なリスク指標となる可能性がある。歩行速度低下および膝痛は、転倒の危険因子であり、歩行速度の維持につとめるとともに、膝痛の改善に取り組むことは、転倒予防につながる。膝関節動揺性の定量や、変形性膝関節症のレントゲン指標の定量は、ADL低下や要介護リスクの指標として使用できる可能性が示唆された。また外反母趾などの足部障害の指標についても今後さらに検討していく必要がある。簡易後彎評価は、医学的専門知識も検査機器も不要でFrailtyの程度をよく表しており、地域保健の現場での活用を視野に入れた場合には、高齢者の将来の要介護状態やADL低下などを予測する指標として活用できる可能性がある。大腿筋厚、特に大腿エコー強度が運動器リスクの出現と独立した関連があり、将来的な筋肉量減少と関連するので、サルコペニアの簡易スクリーニングに活用できる可能性がある。

筋力と運動能力の低下は要介護（要支援含む）の危険因子であり、中年期の運動習慣が、老年期の筋力と運動能力を高く維持し、サルコペニア（筋機能低下および筋量低下）の有病率を低下させる。従って、運動器障害による要介護移行を予防するためには、中年期からの運動習慣が大切で、筋力と運動能力の向上・維持をはかることが重要である。WOMAC 機能スコアは、4-6点をカットオフ値とすることで、将来の要介護移行が2.5倍の高リスク集団を感度（57-65%）、特異度（67-75%）で判別でき、将来の要介護移行を予測する簡便なスクリーニングツールとして利用できる。

介入研究における調査・検討の結果、ロコモコールとロコトレを組み合わせた本介入システムを用いると、運動機能の有意な改善効果と生活機能の改善が得られる効果的なプログラムであることがわかった。ロコトレを施行した期間は3ヶ月と短期であり、更なる長期間におけるロコトレ施行後の調査、並びに縦断研究が必要と思われた。在宅訓練に興味を抱く高齢者は多く、身体面のみならず精神面にも好影響をもたらすことが示唆された。

本班研究の成果を現場に還元することにより、要介護の高リスク者のピックアップと効果的な介入により運動器障害による要介護移行を予防するための対策に役立てることができるものと思われる。なお、個々の研究の詳細に関しては、各研究分担者による分担総合研究報告を参照されたい。

A. はじめに

超高齢社会を迎えた日本では、少子化による年少人口や生産人口の減少と相まって、高齢人口比は増加の一途を辿っている。国立社会保障・人口問題研究所の推計（平成24年）によれば、2010年に23%であった高齢化率は2020年には29%となり、2050年には39%に達する見込みである。それに伴い、要介護高齢者の割合は今後急速に増加する見込みで、国民一人あたりの経済的・社会的負担は益々大きくなるものと思われる。超高齢社会において、健康寿命の延伸により高齢者が不安なく自立生活を持続していることが、医療、経済、社会的に極めて重要な課題となっている。

国民生活基礎調査（平成22年）によると（図1）、要介護（要支援含む）の原因の第1位は脳卒中の21.5%であるが、骨関節障害についても、関節疾患の10.9%と転倒・骨折の10.2%を合計すると21.1%となり、第1位の脳卒中とほぼ同じ割合を占めている。さらに高齢による衰弱13.7%の中には、サルコペニア（筋肉減弱症）により筋力、運動能力が衰弱した者も含まれているものと考えられるので、これら全てを合わせると運動器障害は要介護の最大の原因であると言ってよい。

ロコモティブシンドロームの主要構成疾患である骨粗鬆症、変形性関節症、サルコペニアは、有病率が高いcommon diseaseであり、かつ、大部分が無症候性に発生、進行するという特徴を持っている。そのため、これらの運動器疾患のデータを収集し、日本人集団における全体像を明らかにするためには、地域代表性のある一般住民集団で、検診等の手段によりデータを収集して解析していくことが必要である。また、ロコモティブシンドロームは「運動器障害により移動能力の低下をきたして、要介護になりやすい状態」をさしているため、そのリスクを具体的に数値評価するためには、要介護移行をアウトカムとする縦断研究により解析を進めていく必要がある。

運動器障害は要介護の主要原因の一つである

が、運動器の客観定量評価法は不十分なままであり、また運動器障害による機能低下や要介護移行予測因子の解明が不十分であることが、運動器障害の高リスク者の発見の遅れにつながっているものと考えられる（図2）。運動器の主な構成要素には、骨、関節、筋、神経などが挙げられるが、骨における骨密度測定と年齢別基準値を用いた診断・治療体系のようなシステムが、運動器の他の要素では未だ整備されていない。また、高齢者の運動器障害は複数部位に及ぶことも多く、障害部位が複数になると単独の場合に比べて高リスクになることが予想されるが、運動器の各要素やそれらの組み合わせによる統合的な評価研究、運動器リスク解明も不十分なままである。

一方、運動介入は、通所型プログラムによる運動器介護予防事業に参加する高齢者に対しては効果をもたらしている。しかしながら、事業に参加しない高齢者に対して、通所型プログラムは無力であり、不参加の高齢者に対して何らかの工夫により、運動プログラムに参加し、継続し易くなるような地域社会を含めたシステム作りが求められている。

B. 研究目的

本班研究の目的は、1:ロコモティブシンドロームの評価に必要な運動器の各要素を客観定量的に評価して基準値を定め、運動器障害のリスクを解明して、運動器の機能低下や要介護移行の予測指標を明らかにするとともに、2:ロコトレ（運動機能訓練）とロコモール（呼びかけ介入）を組み合わせた在宅運動介入プログラム（図3,4）を、行政による運動機能向上プログラム不参加者に適用してその効果を検証し、地域事情が異なる様々な自治体において利用しやすく、高齢者が参加・継続しやすい効果的なシステムを構築することである。

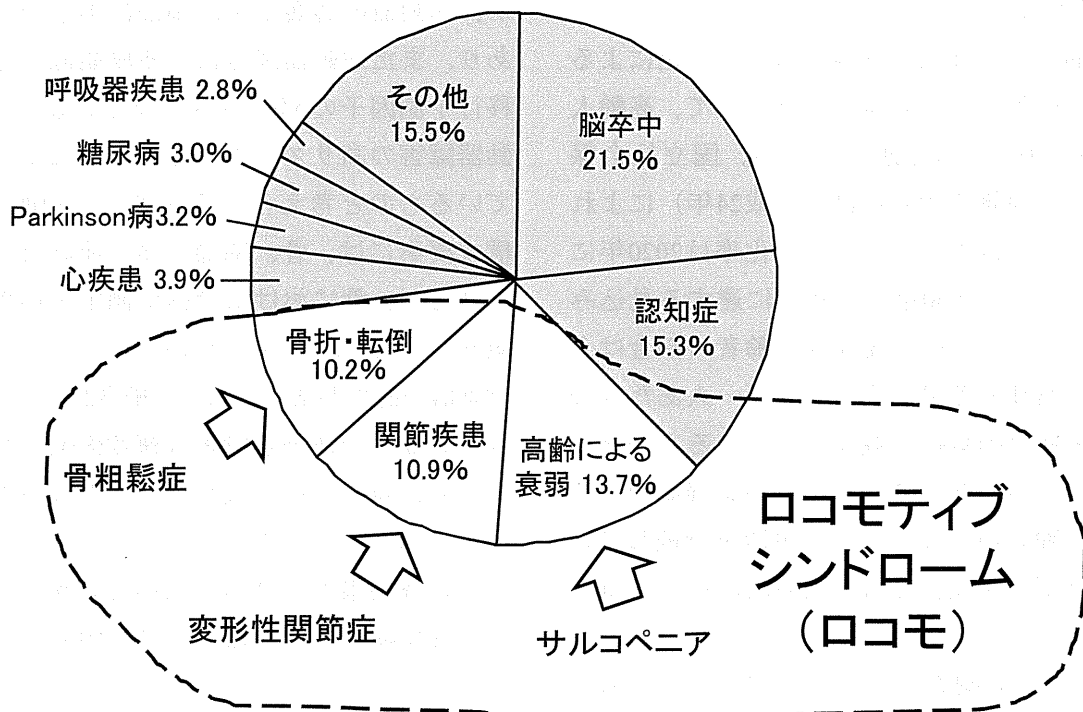


図1. 介護が必要になった理由（要支援、要介護を含む）
（平成22年度厚労省国民生活基礎調査より）

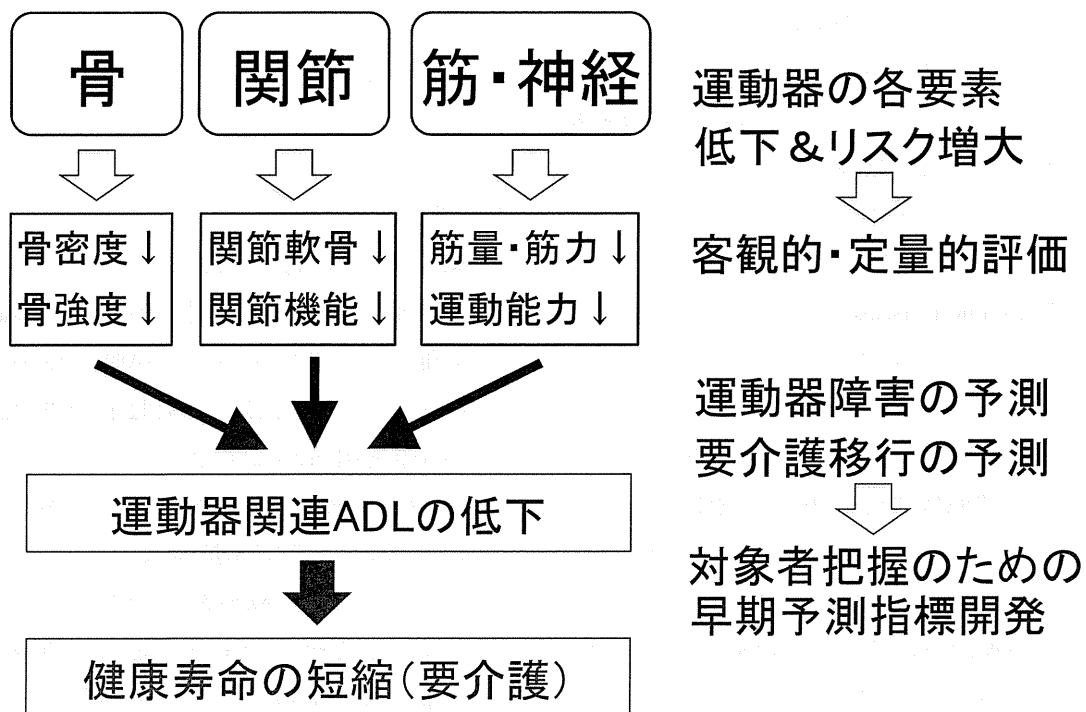
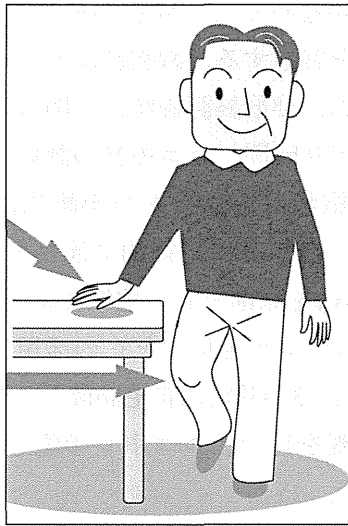
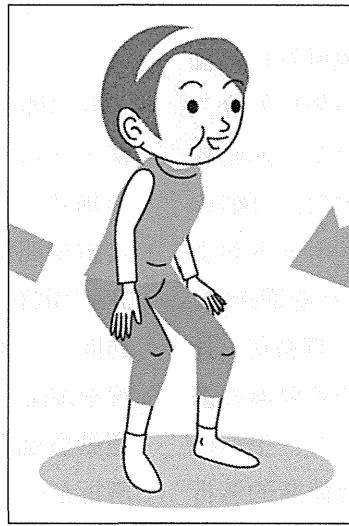


図2. 運動器の各要素の客観的定量評価と指標開発



開眼片足立ち訓練



膝が前に出ないスクワット

日本整形外科学会が提案

筋力を強化

バランス力を強化

膝と腰にやさしい

自宅でできる

自分でできる

運動能力に応じて工夫

図3. 運動介入：ロコモーショントレーニング（ロコトレ）

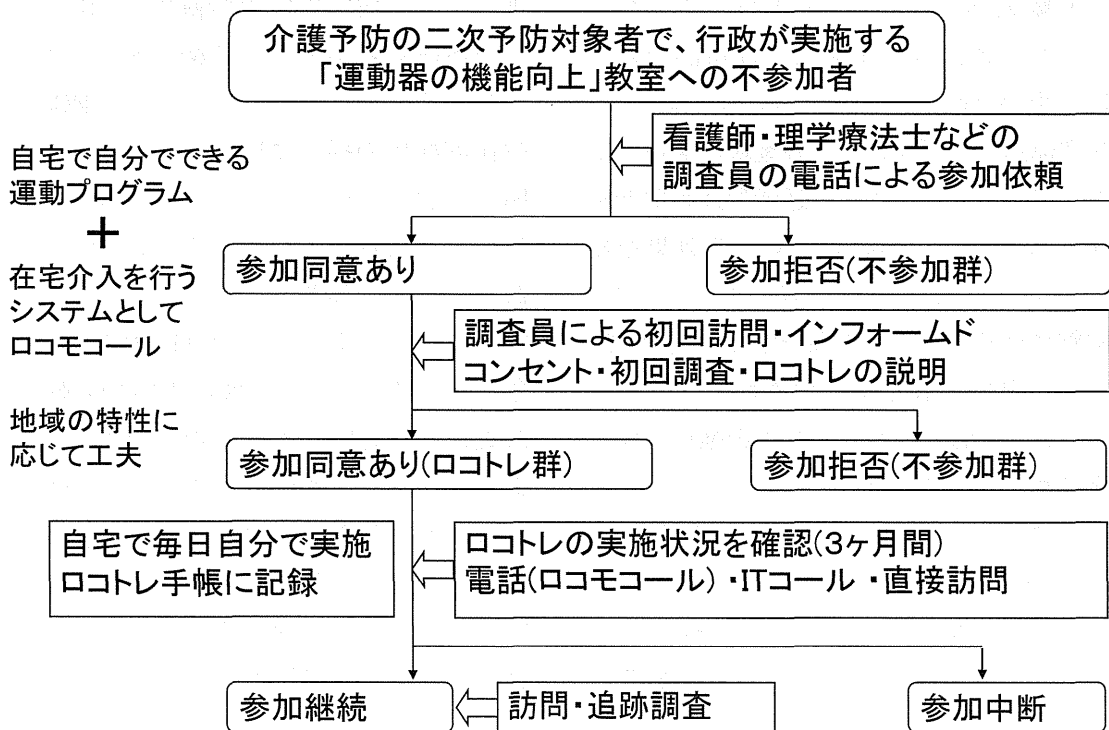


図4. ロコトレとロコモコールによる在宅運動介入

C. 研究方法

本班研究は大きく2つに分けて、運動器の評価法および指標開発研究と、運動器の效果的介入方法に関する調査研究から成っている。運動器の評価法および指標開発研究においては、図2の流れに沿って、各地域の一般住民コホートおよび病院患者コホートで収集したデータを横断的、縦断的に解析し、骨強度、関節機能、筋機能・運動機能などの評価を行い、運動器の各要素の基準値を定め、運動器リスクを解明して、生活機能低下や要介護をアウトカムとした縦断的解析によりその予測指標を明らかにする。これらの研究は、運動器疾患の評価と指標開発研究グループにおける各研究分担者が、それぞれ独自のテーマを設定することにより研究を実施した。

一方、運動器の效果的介入方法に関する調査研究は、宮崎大学を中心とする全国各地の介入フィールドで、図3、4に示すような電話などの通信手段を用いた呼びかけ介入（ロコモコール）による在宅運動プログラムを、各地域の実情に即して工夫して行うことにより、通所型運動器介護予防事業に参加しない高齢者に対する効果を検証する。ロコモーショントレーニング（ロコトレ）は、日本整形外科学会により提案されたもので、開眼片足立ち訓練と膝を前に出さないスクワット訓練から成り、筋力とバランス力を強化しながら膝関節や腰への負担が少なくなるような、高齢者の身体に優しい訓練方法であり、運動能力に応じて工夫を加味して自宅にて自分で実践できる方法である。例えばスクワット訓練などの実施が難しいような高齢者の場合は、参加者の健康状態を考慮した上で、椅子に腰かけての筋力訓練とするなど無理な負担とならないよう工夫できる柔軟性も備えている。調査研究の実際の流れは図4の通りで、具体的には、地域自治体と連携をとり、基本チェックリスト返送者の情報をもとに介護予防の二次予防対象者（運動器）を特定し、行政による運動機能向上プログラムに参加しなかった者を対象に本研究プログラム

への参加依頼を行って、同意が得られた対象者にロコトレを実施する。調査員が自宅を訪問し、初回訪問時および最終評価時に、開眼片足立ち、椅子立ち上がり時間、ロコモ25の評価を行った。参加者は実施状況をロコトレ手帳に記載した。実施期間中、参加者に定期的に連絡をとり（週3回の電話連絡を原則とし、地域によっては直接訪問や、IT（テレビ通信など）の活用）、実施状況を確認した。3か月後に自宅訪問し、健康調査、運動機能調査を行い、ロコトレ手帳を回収して解析を行った。

（倫理面への配慮）

本研究課題は、各種法律・政令・各省通達、特に、疫学研究に関する倫理指針（平成19年文部科学省・厚生労働省告示第1号）、臨床研究に関する倫理指針（平成20年厚生労働省告示第415号）、および各研究者が所属する機関が定めた倫理規定をそれぞれ遵守して行っている。臨床情報蒐集や血液検体の採取に際しては、文書を用いて説明し同意書を取得しているが、同意の撤回が対象者の自由意志でいつでも可能であり、同意の撤回により不利益を受けることはないことを説明している。また十分な判断力のないものは対象から除外している。問診内容や運動機能検査、調査員の調査時に不快を訴えた場合には直ちに調査を中止し、適切な処置をする。得られた情報は厳重に管理し秘密を厳守する。結果を学術論文や学会等で報告する場合も参加者の人権及びプライバシーの保護を優先する。各倫理委員会および倫理審査承認番号は以下の通りである。東京大学大学院医学系研究科倫理委員会（1264）、東京都老人総合研究所倫理委員会（5）、財団法人放射線影響研究所人権擁護調査委員会（RP3-89）、慶応大学医学部倫理委員会（16-20）、日本整形外科学会倫理委員会、東京都健康長寿医療センター病院部門倫理委員会（210208、210408）、三重大学大学院医学系研究科倫理委員会（139）、宮崎大学医学部倫理委員会（513-2、699）、医療

法人一心会伊奈病院倫理委員会、岡山大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会（1153）、群馬大学医学部倫理委員会（23-2）、福島県立医科大学倫理委員会（1343）、新潟大学医学部倫理委員会（1267）、東京都健康長寿医療センター研究所倫理委員会（1253）、鳥取大学医学部倫理委員会（1775）

D. 研究結果

運動器の評価と指標開発研究において、運動器の基準値設定研究では、一般住民集団2,468名の横断的解析から、ロコモティブシンドロームの評価に必要な、運動器の各要素（握力、筋量、歩行速度、開眼片足立ち時間）の男女別年齢別基準値を明らかにして報告した（J Orthop Sci, 16:768,2011）。運動器テスト項目の多くは一般の人でも簡単に実施できるので、自己点検を行うことにより、自分の運動器年齢と暦年齢との乖離の有無を確認し、運動器の健康づくりに役立てることができる。

運動器の各要素の評価研究の中で、骨強度評価の研究では、定量的CT画像を用いた3次元有限要素法の解析ソフトの汎用化を目指したプログラム改良に取り組む一方、一般住民コホート研究においては、骨密度、定量的骨量測定検査（QUS）パラメーター、大腿骨ジオメトリーの情報が得られた2,660人（男性863人、女性1,797人、53-97歳以上）を対象として、これらの指標による大腿骨近位部骨折の予測力を比較検討し、大腿骨近位部総骨密度に、QUSパラメーター、あるいは座屈比、骨厚を加えることで、より効果的に大腿骨近位部骨折を予測できることを明らかにした。また骨折後高齢者における3軸加速度計による歩行分析の解析研究では、3軸加速度計による歩行分析が、骨折後の転倒のみならず、再骨折、ADL悪化、介護保険認定などのリスク判別においても、有用な指標となることが報告された。

一般住民コホートにおける転倒研究では、コ

ホートの追跡調査に参加した男女のうち、転倒に関する情報を得た2,215人（平均年齢68.5歳）を対象として、年代別、性別の転倒発生率および、転倒の危険因子について検討した結果、約3年間の追跡期間中に、18.9%の男性および24.6%の女性が転倒しており、男性において歩行速度低下が、女性においては歩行速度低下と膝痛が転倒の危険因子となることを解明した（Osteoporos Int 24:459,2013）。また住民コホートの追跡調査に参加した男女のうち、転倒に関する情報を得た1,348人（平均年齢63.9歳）を対象として、3年間の追跡期間中における転倒回数を調査し、転倒発生の予測因子の検討を行った結果、複数回転倒を起こす集団は1回のみ転倒をおこす集団と異なる背景を有することがわかり、男性においては、歩行時間、椅子立ち上がり時間が、女性では、歩行時間、膝痛が複数回転倒と有意に関連し、歩行時間の遅延は、女性において独立した複数回転倒予測因子となることを明らかにした（Bone 52:516,2013）。

関節評価研究では、レントゲン膝関節画像上の骨棘、関節裂隙などの指標を客観定量的に計測することにより、膝関節軟骨厚と骨棘面積が、それぞれ独立して膝痛や日常生活機能障害と関連することを解明した（Arthritis Rheum 63:3859,2011）。また膝関節動揺性の定量評価研究において、膝関節動揺量と症状の発生の間に関連があり、動揺性が高い者は強い痛みを発症しやすいことが報告された。膝関節の痛みおよび機能と抑うつへの影響を検討した住民コホート研究では、膝痛ではなく膝関節機能低下が抑うつに影響を及ぼしていることが明らかとなった。外反母趾とQOL、運動機能に関する住民コホート研究では、外反母趾が歩行速度、歩幅などの運動機能低下と関連すること、外反母趾の重症度が増すとQOLが低下する可能性が示唆された。

姿勢に関する一般住民コホート研究では、非専門家による簡易後彎評価法が、地域保健現場で使用される後彎スクリーニングツールとして有

用であることが報告された。また変形性脊椎症、椎体形態骨折と健康関連QOLの関係を検討したコホート研究では、変形性脊椎症や中年期からの身長低下がQOLを低下させることが明らかとなった。

大腿四頭筋部の超音波画像から得られる指標による運動器リスク評価の可能性について検討した研究では、横断的には大腿筋厚、大腿エコー強度はともに運動器リスクの出現と関連があり、特に大腿エコー強度が運動器リスクの出現と独立した関連があり、縦断的には、将来的な筋肉量減少に対しては有意な関連があることが報告され、大腿筋厚、大腿エコー強度がサルコペニアの簡易スクリーニングに活用できる可能性が示唆された。一般住民コホートにおけるEWGSOPサルコペニアと運動の関連解明研究では、中年期に運動習慣を有する者は、老年期において筋力、運動能力が高く維持され、サルコペニアの有病率が有意に低値となることが報告された(Osteoporos Int 25:1081,2014)。またDXAによる筋量評価を用いてのサルコペニアと死亡率を検討した研究では、約12年の追跡調査から、男性においては、筋肉量低下群において全死亡が約2倍、呼吸器疾患死亡が2.6倍に高くなる一方、女性においては、筋肉量と死亡との関係がないことが報告された。

地域住民コホートの要介護移行率と危険因子の解明研究においては、ベースライン調査時に要介護でなかった65歳以上の一般住民集団1,773名の縦断解析(平均追跡期間4.0年)では、要介護移行率が年間男性2.0%、女性2.5%であること、年齢別には男女ともに80歳以降で急速に要介護移行率が高くなること(図5)を明らかにして報告した(Geriatr Gerontol Int, in press)。また要介護の危険因子について解析した結果(表1)、握力低下、膝伸展筋力低下、歩行速度低下、椅子立ち上がり時間増加、筋機能低下(歩行速度低下または握力低下; EWGSOPサルコペニアのスクリーニング該当者)が危険因子となること

を解明した(Geriatr Gerontol Int, in press)。更に、WOMAC機能スコアによる日常生活機能低下が、将来の要介護移行を予測することを明らかにし(表2)、ROC曲線解析により、将来の要介護移行(要支援1以上)を判別するWOMAC機能スコアのカットオフ値が4-6点付近であること(図6)、そのカットオフ値を用いると、感度(57-65%)、特異度(67-75%)で将来の要介護移行リスクが2.5倍の高リスク集団をピックアップできることを明らかにして報告した(J Orthop Sci, in press)。

一方、運動器の在宅介入システム開発研究においては、平成23-25年度の3年間における本研究参加者は、1,410名(男性383名、女性1,026名)であり、プロトコル全てを実施したのは1191名であった。介護予防事業における「運動器の機能向上プログラム」に参加していない真の対象者は1181名(平均年齢は78.5歳)で、開眼片足立ち時間は開始時平均23.1秒、終了時平均32.1秒、椅子立ち上がり時間は開始時平均15.0秒、終了時平均13.0秒であった。ADL評価では、基本チェックリストの初回時と終了時の平均値の差は、暮らしぶりその①-0.023点、運動器-0.255点、栄養-0.026点、口腔機能-0.102点、暮らしぶりその②-0.021点、こころ-0.119点であり、全ての項目において改善が見られた。またロコモ25アンケートの点数は、初回時平均19.0点と終了時平均16.2点であり、-2.8点の改善が見られた。

E. 考察および結論

中高年男女における年齢別基準値を明らかにした運動器テスト項目の多くは、簡単に実施できるので、自己点検により運動器年齢と暦年齢との乖離の有無を確認し、運動器の健康づくりに役立てることができる。

骨強度は、骨量と骨質によって規定される。定量的骨量測定検査が骨密度と独立して骨折を予測することは多くの報告があり、大腿骨ジオメトリーは、皮質骨の厚さ、曲げに対する強さ、構造的な堅さ、安定性を示し、これらは骨

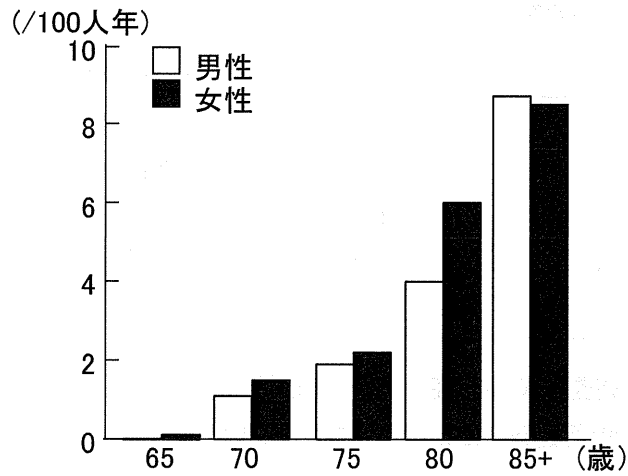


図5. 一般住民集団1,773名（平均75.4歳）における年齢別要介護移行率（要支援含む）（平均追跡期間4.0年）
 (Geriatr Gerontol Int, in press)

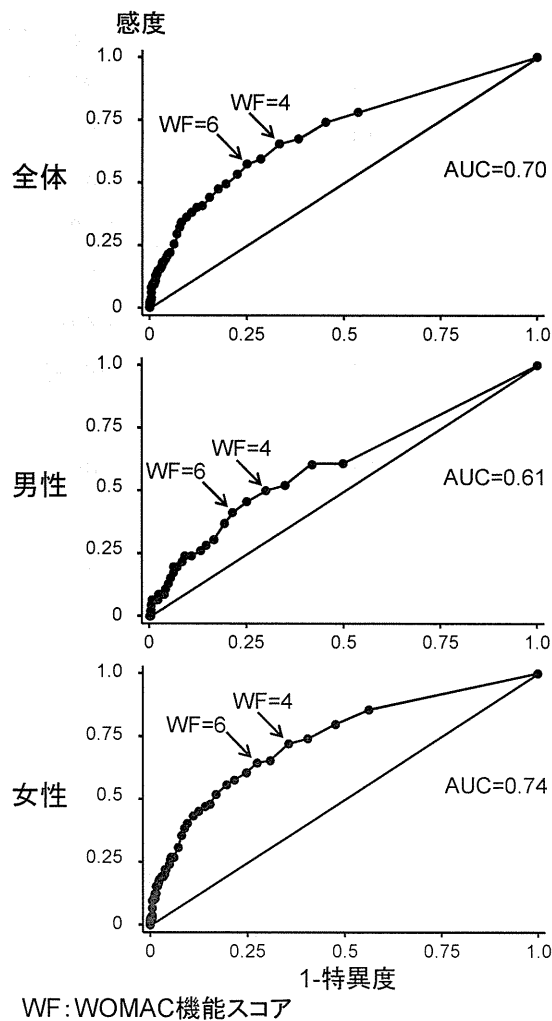


図6. 一般住民集団1,773名（平均75.4歳、平均追跡期間4.0年）における要介護移行（要支援含む）のROC曲線解析 (J Orthop Sci, in press)

表1. 要介護移行（要支援含む）と運動検査項目との関係

	ハザード比	95%信頼区間	P 値
握力(+1kg)	0.94	0.91-0.97	<0.001
膝伸展筋力(+1kgm)	0.97	0.96-0.99	<0.001
歩行速度(+0.1m/s)	0.84	0.79-0.90	<0.001
椅子立ち上がり時間(+1s)	1.06	1.03-1.06	<0.001
筋機能低下(有り vs.無し)	1.71	1.16-2.52	0.01

年齢、性、体格指数調整済 Cox 比例ハザード分析。

筋機能低下の定義: 歩行速度 0.8m/s 以下または握力男性 30kg、女性 20kg 未満。

(Geriatr Gerontol Int, in press)

表2. 日常生活機能障害と将来の要介護移行（要支援含む）との関係

	ハザード比	95%信頼区間	P 値
階段を降りる	1.47	1.26-1.72	<0.001
階段を昇る	1.47	1.25-1.73	<0.001
椅子から立ち上がる	1.58	1.34-1.88	<0.001
立っている	1.64	1.41-1.91	<0.001
床からものを拾う	1.57	1.32-1.85	<0.001
平らなところを歩く	1.57	1.30-1.90	<0.001
車の乗り降り	1.76	1.47-2.10	<0.001
買い物に行く	1.72	1.46-2.03	<0.001
ソックスをはく	1.60	1.33-1.92	<0.001
ベッドから起き上がる	1.68	1.40-2.03	<0.001
ソックスをぬぐ	1.64	1.37-1.98	<0.001
ベッドに横たわる	1.82	1.44-2.30	<0.001
風呂に入る	1.71	1.43-2.04	<0.001
椅子に座る	2.21	1.73-2.82	<0.001
洋式トイレを使う	1.87	1.52-2.29	<0.001
重い家事をする	1.27	1.09-1.49	0.003
軽い家事をする	1.68	1.41-2.01	<0.001

年齢、性、体格指数調整済 Cox 比例ハザード分析。各項目とも、0 点（困難なし）、1 点（軽度に困難）、2 点（中等度に困難）、3 点（高度に困難）、4 点（極度に困難）の 5 段階評価。

(J Orthop Sci, in press)