

早稲田大学審査学位論文

博士（スポーツ科学）

人間ドック受診者におけるロコモティブシンドロームと
メタボリックシンドロームおよび糖尿病の関連

Association of Locomotive Syndrome with Metabolic
Syndrome and Diabetes Mellitus among Medical
Checkup (Ningen Dock) Participants

2024年1月

早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科

宮本 瑠美

MIYAMOTO, Rumi

研究指導教員：岡 浩一郎 教授

目次

第1章 序論	4
I. 本研究の背景	5
1) 我が国における健康寿命延伸の重要性	5
2) 健康寿命延伸のためのロコモティブシンドローム対策の重要性	6
3) 健康寿命延伸のためのメタボリックシンドロームおよび糖尿病対策の重要性	10
4) ロコモティブシンドロームとメタボリックシンドロームおよび糖尿病の関係	10
5) 健康寿命の延伸に向けた人間ドックの可能性	11
II. 本研究の目的	13
第2章 人間ドック受診者におけるロコモティブシンドロームおよびメタボリックシンドロームの有症率とその関連性（研究課題Ⅰ）	14
I. 目的	15
II. 方法	15
III. 結果	21
IV. 考察	30
第3章 人間ドック受診者における糖尿病と立ち上がりテストの関連性（研究課題Ⅱ）	35
I. 目的	36

II. 方法	36
III. 結果	40
IV. 考察	44
第4章 総合考察	47
I. 本研究から得られた知見	48
II. 総括議論	49
III. 本研究の限界点と今後の展望	52
文献	53
謝辞	63

第 I 章

序論

I. 本研究の背景

1) 我が国における健康寿命延伸の重要性

世界的に高齢化が進行し、平均寿命と健康寿命の乖離が大きな問題となっている¹⁾。2019年における日本人の平均寿命は、男性81.41才、女性87.45才であった¹⁾。一方、健康寿命は、男性72.68才、女性75.38才であり¹⁾、両者の間には男性で約9年、女性で約12年の差が存在する。本来、長寿は喜ばしいことであるが、この平均寿命と健康寿命の乖離は、本人のみならず家族の生活の質（Quality of life、以下QOL）を低下させ、要介護者の増加による医療費・介護費の増大といった社会経済的な問題に繋がっている。要介護認定者数は介護保険制度が開始した2000年は256万人であったが、2020年には690万人と20年で約2.7倍に増加している²⁾。我が国の高齢化率は2022年時点で29.0%であるが、2040年には高齢化率は35%に達することが予想されており¹⁾、要介護者はこれからもさらに増加し続けると考えられる。したがって、高齢者における健康寿命の延伸に向けた取り組みの推進は喫急の課題である。

また、我が国は高齢化と共に少子化が進行しており、2025年以降は高齢者の急増から15～64歳の生産年齢人口である現役世代の急減へ局面が変化すると推定されている³⁾。それゆえ、現役世代の人口が急減する中で、社会の活力や生産性を維持・向上させるためにも、高齢者の健康寿命の延伸により、現役世代の介護離職による労働力の損失を抑制し、高齢者自身が社会の担い手となる高齢者雇用の推進や社会参加を促進することが重要となる。さらには、高齢者のみならず、現役世代である若年期から壮年期を対象とした健康の維持・増進や労働者のプレゼンティズム対策など、高齢期に向けてより早い段階からの健康寿命の延伸にむけた取り組みが重要となると考えられる。

これらのことから、少子高齢化が今後より一層進行する我が国において、若年期から高齢期までの各世代における健康寿命の延伸は、国家的な課題といえる。

2) 健康寿命延伸のためのロコモティブシンドローム対策の重要性

2022年の厚生労働省国民生活基礎調査⁴⁾による介護が必要となった原因に関する報告では、第3位に「骨折・転倒」13.9%、第5位に「関節疾患」10.2%、第11位に「脊髄損傷」2.2%と続き、主に運動器に由来する原因が、全体の約1/4以上を占めていた。軽度の段階である要支援の原因のみに限ると、第1位に「関節疾患」17.2%、第3位に「骨折・転倒」16.1%、第9位に「脊髄損傷」2.6%と続いていた⁴⁾。これらを鑑みると、運動器の障害が健康寿命の延伸を妨げていることが伺える。この運動器の障害を疾患横断的に捉えた概念として、日本整形外科学会はロコモティブシンドローム (Locomotive syndrome、以下 LS) という概念を発表している⁵⁾。LSは、「加齢に伴う筋力や歩行能力の低下、関節や脊椎の疾患に罹患することによる運動器の障害により移動機能が低下した状態」と定義され⁵⁾、進行すると要介護に陥るリスクが高くなる⁶⁻⁸⁾。LSは、移動能力を評価する「ロコモ度テスト」によって評価され、3つの簡便なテストから構成される。さらに、LSはロコモ度によって重症度分類され、ロコモ度1、ロコモ度2、ロコモ度3とグレーディングされる⁵⁾。ロコモ度1は「移動機能の低下が始まっている状態」、ロコモ度2は「移動機能の低下が進行している状態」、ロコモ度3は「移動機能の低下が進行し、社会参加に支障をきたしている状態」と定義される⁵⁾。吉村らは、地域コホート研究によって、23歳から95歳(平均年齢65.6歳)までの地域在住一般住民におけるLSの有症率を報告している⁹⁾。その報告によると、ロコモ度1、ロコモ度2、ロコモ度3の有症率は、それぞれ41.3%、14.9%、11.6%であった⁹⁾。この数値を2015年度の国勢調査人口統計にあてはめてLSの該当者数を推定しており、ロコモ度1の該当者は約3,020万人、ロコモ度2は約930万人、ロコモ度3は約710万人であり、合わせると約4,660万人がLSに該当する⁹⁾。この報告により、いかに多数の者がLSに該当しているかが明らかになった。さらに、LSの重症度が最も高いロコモ度3に該当する者は、6年後に要介護に陥るリスクがLSではない者に比べて3.6倍、死亡リスクは約3.7倍であることも報告し

ている⁹⁾。以上のことから、健康寿命延伸のためには、LS への対策が極めて重要であることが伺える。

LS との類似概念として、フレイルやサルコペニアという概念が存在する。フレイルには、世界的に統一された概念は存在しないが、2014 年に日本老年医学会より発表されたステートメントによると、「高齢期に生理的予備能力が低下することでストレスに対する脆弱性が亢進し、生活機能障害、要介護状態、死亡などの転帰に陥りやすい状態で、筋力の低下により動作の俊敏性が失われて転倒しやすくなるような身体的問題のみならず、認知機能障害やうつなどの精神・心理的問題、独居や経済的困窮などの社会的問題を含む概念」とされる¹⁰⁾。フレイルの特徴は、健常な状態と要介護状態の中間的な状態と位置づけられ、LS と同様に適切な介入により再び健常な状態に戻るという可逆性を有していることが挙げられる。また、サルコペニアは、1989 年に Rosenberg により提唱され、当初は骨格筋量の低下に着目した概念¹¹⁾であったが、現在は、筋肉量の低下を主体とし握力や歩行速度の低下など機能的低下も含む概念となっている^{12,13)}。これらの 3 つの概念は、高齢者の健康寿命延伸という観点においては重複する¹⁴⁾。それぞれの違いは、フレイルとサルコペニアは高齢者の介護予防に重点をおいた概念であるのに対し、LS は高齢者の介護予防のみならず若年期から壮年期を含めた幅広い世代の健康寿命の延伸に重点をおいた概念である。これら 3 つの概念的な関係としては、身体的、社会的、精神・心理的側面といった多面的な要素を表すフレイルに、LS およびサルコペニアが内包されると考えられる。一方、フレイルを身体的側面、すなわち運動機能の側面に焦点を絞った場合の有症率の相互関係を調べた先行研究¹⁵⁾では、フレイル該当者の 96.9%、サルコペニア該当者の 96.7%がロコモ度 1 に該当しており、LS の中に身体的フレイルやサルコペニアが内包されることが報告されている (図 1)。その理由として、診断基準の違いによって、LS は軽度の機能低下を検出し、その中から徐々に重症化してフレイルに至るとされる¹⁰⁾。つまり、LS の早期発見・早期介入は、身体的フレイルやサルコペニア予防につながると考えられる。したがって、高齢者のみならず若年期から壮年期を含め

た幅広い世代に焦点を当てた LS をスクリーニングすることは、幅広い世代の健康寿命の延伸にとって重要であるといえる。

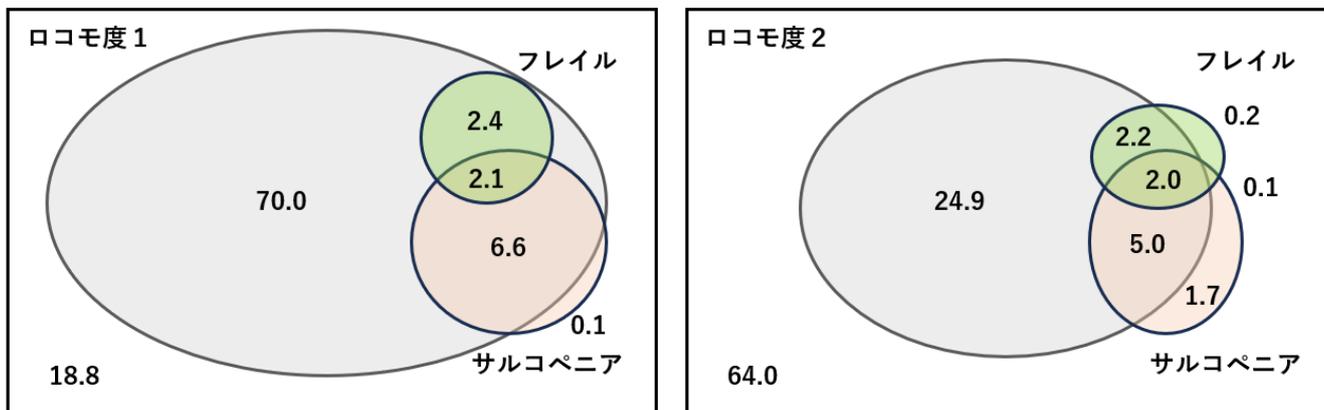


図1. ロコモティブシンドローム、フレイル、サルコペニアの相互関係
(Yoshimura et al., 2019 を基に筆者が作図)

3) 健康寿命延伸のためのメタボリックシンドロームおよび糖尿病対策の重要性

要介護に陥る原因の第1位は「認知症」16.6%、第2位が「脳血管疾患」16.1%である⁴⁾。これらの認知症や脳血管疾患との関連が報告されている病態にメタボリックシンドローム (Metabolic syndrome、以下MS) がある。MSとは、内臓脂肪型肥満や血圧高値、脂質異常、耐糖異常などの生活習慣病の前段階である動脈硬化危険因子が、一個人に集積した状態であり、脳血管疾患や虚血性心疾患の動脈硬化性疾患発症リスクや2型糖尿病の発症リスクを増大させる病態である¹⁶⁻²⁰⁾。また、認知症とMSとは関連があるとする報告^{21,22)}もあれば、関連がないとする報告もあり^{23,24)}、現段階では一致した見解が得られていないが、認知症の前段階である軽度認知機能障害では、MSが独立した危険因子であることが指摘されている^{21,22)}。つまり、健康寿命延伸のためにはLS同様にMSも重要な問題である。

さらに、MSの予防目的の1つである糖尿病¹⁶⁾、有病者数は、国際糖尿病連合によると2021年の時点で、5億3700万人であり、成人の10人に1人が糖尿病であることが報告されている²⁵⁾。有効な対策がなされなかった場合には、糖尿病の有病者数は2045年までに46%増加し、7億8300万人に達すると予想されている²⁵⁾。我が国においても糖尿病の有病者数は増加し続けており、厚生労働省の令和元年国民健康・栄養調査によると、「糖尿病が強く疑われる者」は約1,196万人、「糖尿病の可能性を否定できない者」は1,055万人いるとされており、両方を合わせると糖尿病のリスクがある者が2,251万人にのぼると推定される²⁶⁾。糖尿病は進行すると、最小血管障害や大血管障害などの合併症の発症を促進させ²⁷⁾、さらにはがん²⁸⁾や認知機能障害²⁹⁾の罹患リスクを増大させることが明らかになっている。それゆえ、糖尿病もLSおよびMS同様に公衆衛生上の看過できない問題である。

4) ロコモティブシンドロームとメタボリックシンドロームおよび糖尿病の関係

健康寿命の延伸において重要な課題である LS と MS および糖尿病は互いに関連している可能性が報告されている。LS の原因疾患である変形性膝関節症と MS の構成要素である肥満、血圧高値、脂質異常、耐糖異常との関連について、日本人を対象とした観察研究では、MS の構成要素の該当数が多いほど、変形性膝関節症の有病および発生、増悪が高くなることを明らかにしている^{30,31)}。また、オーストラリア人を対象としたコホート研究においても、MS の構成要素の該当数が増えるほど、変形性膝関節症のリスクは BMI とは独立して高くなることが示されている³²⁾。さらに、メタアナリシスやナラティブレビューにおいても MS は変形性股関節症の危険因子であることが確認されており^{33,34)}、観察研究のメタアナリシスでは、MS と変形性膝関節症には双方向の関連があることが示されている³⁵⁾。これらは、肥満に伴うメカニカルストレスの増加や MS による炎症が変形性関節症へ影響を与えると考えられている。また、反対に変形性関節症による疼痛が身体活動を制限しているとも考えられている。ロコモ度テストによって評価をした LS と MS の関連について、Mitani らは 40~74 歳の特定健診受診者を対象に 3 つのロコモ度テストで評価をした LS と MS の関連を横断的に検討し、女性において関連があったことを報告している³⁶⁾。また、LS と糖尿病の関係では、日本人地域在住一般住民を対象とした横断研究において、HbA1c が高いほど LS の有症率が高いこと³⁷⁾ や、LS に該当する者は LS ではない者に比較し、糖尿病の有病率が有意に高くなることが報告されている³⁸⁾。さらに、MS と糖尿病との関連は、MS に該当する者は、MS ではない者に比較し 2 型糖尿病の発症リスクが約 3 倍に上昇することが明らかになっており¹⁶⁾、MS は、動脈硬化性疾患の予防のみならず 2 型糖尿病予防のターゲットとしても重要視されている³⁹⁾。

これらのことから、LS と MS ならびに糖尿病は互いに絡まりあい悪循環を形成していると考えられ、LS 対策を進める際には MS や糖尿病にも留意する必要がある、反対に MS および糖尿病対策には LS にも留意

する必要があるといえる。

5) 健康寿命の延伸に向けた人間ドックの可能性

健康寿命の延伸のに向けた対策として、LS や MS および糖尿病の早期発見・早期介入が重要であるが、我が国では、MS や糖尿病をはじめとする疾病の早期発見・早期介入を目的として健康診断が普及している。健康診断は、法定健診と任意健診に大別され⁴⁰⁾、法定健診には、定期健康診断や雇用時健康診断が含まれ労働者を対象に主に生活習慣病の早期発見・早期介入といった労働安全上の健診を行うことを目的としている。測定項目は、法令によって定められたいくつかの必須項目と医師の判断に委ねられた追加の項目があり、検査結果は後日送付される。労働者を対象としているため、受診者は若い年代が多い傾向がある。疾病の早期発見といった二次予防には有効であるが、検査結果に対する指導はないため疾病の一次予防は難しいと指摘されている⁴¹⁾。

一方、任意健診には、特定健康診査や人間ドックなどがある。特定健康診査は、生活習慣病の早期発見・早期治療を目的に 2008 年から実施されている。40～74 歳の医療保険の加入者を対象として、生活習慣病のスクリーニングおよび結果に基づいて特定保健指導が実施されている。人間ドックは、法定健診である定期健康診断よりも検査項目が多く、必要に応じてオプション項目を追加することで体全体のスクリーニングをすることを目的としている。また、原則として検査結果は、検査当日に医師によって結果説明がなされ、健診結果に応じて専門スタッフによる保健指導を受けることが可能であることから、健康状態の確認および生活習慣病やがんなどの早期発見といった二次予防に加え、生活習慣の是正を目的とした保健指導による一次予防も兼ねているといえる。人間ドックにおける検査項目は、医学の進歩や疾病構造の変化に応じて時代と共に変化を遂げており、人間ドックが開始された 1954 年と比較をすると、検査項目の過半

数が入れ替わっている⁴⁰⁾。現在は、生活習慣をもとにした MS や糖尿病、高血圧、脂質異常症、循環器疾患、脳血管疾患、がんの早期発見・早期介入が中心となっている。また、オプション項目として骨密度検査、認知症検査、婦人科検査なども増えている。このように、健康寿命の延伸に向けた取り組みとして、様々な健康診断が実施されているが、健康寿命の延伸にとって重要な LS のスクリーニングについては未だ発展途上である。任意健診である人間ドックは、必要に応じてオプション項目を追加することで全身のスクリーニングをすることが可能であり、時代に応じて検査項目の選定が反映されやすいことから、他の健診に比較し、LS のスクリーニングを取り入れる余地があると考えられる。

人間ドックにおける LS の実態について、伊能らは、LS を診断するロコモ度テストの前身であり LS の啓発を目的として開発されたツールである 7 つのロコチェックを用いて LS の有症率は 28.4%であったことを報告している⁴²⁾。しかし、7 つのロコチェックは LS を正式に診断するために発表されたロコモ度テストではないため、LS の正確な実態については十分に明らかではない。また、人間ドック受診者は、一般住民よりも健康意識が高い可能性もあり、地域在住一般住民を対象とした先行研究と LS の実態は異なる可能性もあり、人間ドックにおける LS の実態やさらに MS および糖尿病との関連について検討した研究は十分ではない。

II. 本研究の目的と全体構成

以上のように、人間ドックにおいて MS や糖尿病のみならず、LS のスクリーニングすることで、幅広い世代を対象として一次予防から二次予防を網羅した健康寿命の延伸のための対策を講じることが期待できる。

しかしながら、先行研究では人間ドック受診者を対象として、ロコモ度テストによって評価した LS の有症率の実態や、MS や糖尿病との関係については十分に検討されていない。そこで本研究は、人間ドック受診者における LS の有症率および LS と MS ならびに糖尿病との関係を明らかにすることを目的とした。まず、研究課題 I において、人間ドックにおける LS の有症率を明らかにし、さらに LS と MS および MS の各構成要素との関係を横断的に検討した (第 2 章)。次に、研究課題 II において、ロコモ度テストの中から立ち上がりテストに焦点を絞り、糖尿病と立ち上がりテストの関係を横断的に検討した (第 3 章)。

第2章

人間ドック受診者におけるロコモティブシンドロームおよび

メタボリックシンドロームの有症率とその関連性

(研究課題 I)

本章の主な内容は、以下の論文に掲載されたものである。

宮本瑠美・村永信吾・大澤有美子・岡浩一朗. 人間ドック受診者におけるロコモティブシンドロームおよびメタボリックシンドロームの有症率とその関連性：亀田ヘルスタディ. スポーツ科学研究, 2021; 18: 52-64.

I. 目的

研究課題 I の目的は、日本整形外科学会の LS 診断基準であるロコモ度テストを用いて、人間ドック受診者を対象として、LS の有症率を性別・年代別・ロコモ度別・ロコモ度テスト別に詳細に明らかにすることである。さらに、LS と同様に健康寿命を阻害する要因の 1 つである MS と MS の各構成要素との関連について検討した。

II. 方法

1) 対象者

本研究の対象者は、医療法人鉄蕉会亀田メディカルセンターにおいて、2012 年 3 月 9 日から 2018 年 7 月 30 日の間に 2 日間コースの人間ドックを受診し、オプション項目として運動器健診を希望した 4,302 名である。4,302 名の中から、研究対象期間中に複数回受診した者については、その初回測定のみを抽出し、2,024 名が解析対象者となった。さらに、運動器健診の項目および問診のいずれかを実施していない 56 名は、対象から除外した。最終的な本研究の対象者は、運動器健診をすべて実施した 1,968 名（男性 1,301 名、女性 667 名）であった（図 2）。本研究は、侵襲および介入を伴わず、人体から取得された試料を用いない研究であるため、研究対象者から文書または口頭による同意は得なかった。代わりに、研究に関する情報を研究対象者に公開（病院ホームページへの掲載：オプトアウト）し、研究が実施されることについて、研究対象者が拒否できる機会を保障した。本研究の実施に関しては、亀田メディカルセンター倫理審査委員会の承諾を得た (No.17-163-200325)。

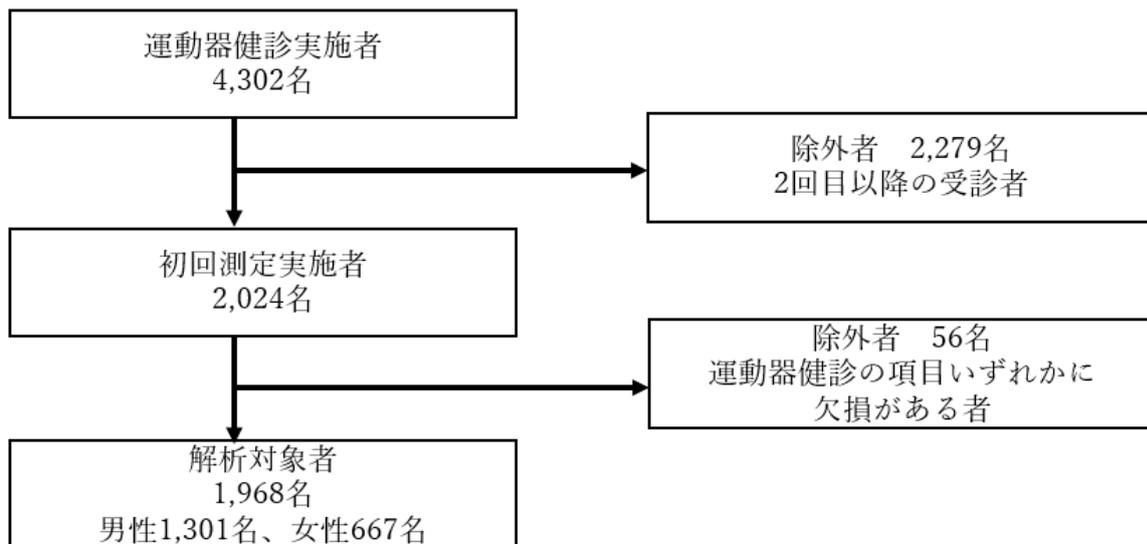


図 2. 研究課題 1 の調査フロー

2) 身体組成および医学検査

身長および体重は、自動身長計付き体組成計 (DC-250 タニタ、東京) を用い、裸足で計測した。Body Mass Index (以下 BMI) は体重 (kg) を身長 (m) の二乗で除して算出した。腹囲 (cm) はメジャーを使用して、立位における終末呼気時の臍の位置における腹部周囲径を水平に測定した。安静時血圧は、医用電子血圧計 H55 (テルモ、東京) を用いて椅子座位にて測定した。血液検査は、12 時間以上の絶食後採血した血漿を用いて分析した。血液検査の検査項目は、中性脂肪、HDL-cholesterol および空腹時血糖であった。さらに、自記式質問紙表を用いて喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣について調査した。喫煙習慣は、「はい」、「いいえ」の 2 段階で確認した。喫煙習慣は、吸い始めてから質問回答時までの合計が 100 本以上または 6 ヶ月以上の期間吸っている者でかつ最近 1 か月間も吸っている者と定義した。飲酒習慣については、飲酒の頻度を「毎日」、「時々」、「ほとんど飲まない (飲めない)」の 3 段階で確認をした。さらに、飲酒日の 1 日あたりの飲酒量を、「1 合未満」、「1~2 合未満」、「2~3 合未満」、「3 合以上」の 4 段階でたずねた。1 合の目安は、ビール中瓶 1 本 (約 500ml)、焼酎 35 度 (約 80ml)、ウイスキーダブル 1 杯 (約 60ml)、ワイン 2 杯 (約 240ml) として換算した。最終的に、「非飲酒群 (時々、ほとんど飲まないと回答した群)」、「少量飲酒群 (毎日、1~2 合未満、2~3 合未満と回答した群)」、「多量飲酒群 (毎日、3 合以上と回答した群)」の 3 群に分類した。身体活動習慣については、運動と生活活動について調査した。運動として 1 回 30 分以上の軽い運動を週 2 日以上、1 年以上実施しているかを「はい」、「いいえ」の 2 段階で確認した。生活活動として日常生活で歩行または同等の身体活動を 1 日 1 時間以上実施しているかを「はい」、「いいえ」の 2 段階で確認した。最終的に、「活発群 (両方とも「はい」と回答)」、「適度群 (片方を「はい」と回答)」、「不活動群 (両方とも「いいえ」と回答)」の 3 群に分類した。

3) ロコモティブシンドローム

日本整形外科学会の LS 診断基準であるロコモ度テストを用いて LS を同定した。ロコモ度を判断するために、① 立ち上がりテスト、② 2 ステップテスト、③ ロコモ 25 を実施した。

① 立ち上がりテスト

立ち上がりテストは、40cm、30cm、20cm、10cm の高さの台からそれぞれ両脚または片脚で 1 回立ち上がることが可能か否かで、主に下肢筋力を測定するテストである。測定は、日本整形外科学会の方法に基づき実施した。まず、40cm の台から開始し、左右ともに片脚で 40cm の高さの台から立ち上がることができ、3 秒姿勢を保つことが可能であった場合は、「ロコモなし」と判定した。左右のどちらか、もしくは左右ともに片脚で立ちあがれなかった場合、あるいは、3 秒間姿勢を保持できなかった場合は、10cm ずつ低い台に移り、両脚での立ち上がりテストを実施した。片脚で 40cm の高さの台から立ち上がれなかった者は、「ロコモ度 1」と判定した。さらに、両脚で 20cm の高さの台から立ち上がれなかった者は「ロコモ度 2」、両脚で 30 cm の台の高さから立ち上がれなかった者は「ロコモ度 3」と判定した。立ち上がりテストは、先行研究において 777 人を対象に立ち上がりテストの再現性が調査されており ($r = 0.73$)、他の先行研究においても同様に高い再現性が確認されている^{43,44)}。

② 2 ステップテスト

2 ステップテストは、下肢筋力、バランス能力、柔軟性などを含めた歩行能力を総合的に評価するテストである。日本整形外科学会の方法に基づき、可能な限り大股で 2 歩進み両足を揃えるように指示した。両足を揃える前にバランスを崩した場合や手をついた場合は失敗として最初からやり直した。テストを合計 2 回実施した。2 歩の歩幅が長かった方の記録を採用し、2 歩の歩幅を身長 (m) で除した値を 2 ステップ値としてテスト結果とした。結果の判定については 2 ステップ値が 1.3 以上だった者は「ロコモなし」と判定し

た。2ステップ値が1.1以上1.3未満だった者は「ロコモ度1」、0.9以上1.1未満だった者は「ロコモ度2」、0.9未満だった者は「ロコモ度3」と判定した。2ステップテストは、立ち上がりテストと同様に高い再現性が確認されている ($r=0.84$)^{44,45)}。

③ ロコモ 25 (The 25-question Geriatric Locomotive Function Scale : 25-question GLFS)

ロコモ 25 は、25 項目からなる運動器に関する質問票に答え、体の状態を主観的に評価するテストである。先行研究において、尺度の妥当性および信頼性の検討がなされており、LS の重症度判定が可能である⁴⁶⁾。過去 1 か月以内の、体の痛みや日常生活の困難さを 4 段階で評価する。1 項目につき 0~4 点のいずれかを選択し、合計を算出する。合計点を 0 点から 100 点で評価し、点数が高い程重症となる。合計点数 7 点未満で「ロコモなし」と判定した。合計点数 7 点以上 16 点未満で「ロコモ度 1」、16 点以上 24 点未満で「ロコモ度 2」、24 点以上で「ロコモ度 3」と判定した。

以上のテストより、立ち上がりテストが、40 cmの台から片脚で立つことができない、2 ステップテストは、2 ステップ値が 1.1 以上 1.3 未満、ロコモ 25 が合計 7 点以上 16 点未満のいずれかに該当する場合は「ロコモ度 1」と判定した。また、立ち上がりテストが、20 cmの台から両脚で立つことができない、2 ステップテストは、2 ステップ値が 0.9 以上 1.1 未満、ロコモ 25 が合計 16 点以上 24 点未満のいずれかに該当する場合は「ロコモ度 2」と判定した。さらに、立ち上がりテストが、30 cmの台から両脚で立つことができない、2 ステップテストは、2 ステップ値が 0.9 未満、ロコモ 25 が合計 24 点以上のいずれかに該当する場合は「ロコモ度 3」と判定した。

4) メタボリックシンドロームの定義

MS の診断基準は、日本人を対象とした基準であるメタボリックシンドローム診断基準検討委員会の診断

基準⁴⁷⁾を用いて判定した。以下、①に加え、②から④の3つの基準のうち2つ以上満たす者をMSと定義した。

① 腹囲：男性 85cm 以上、女性 90cm 以上

② 血圧：130/85mmHg 以上

③ 中性脂肪：150mg/dL 以上もしくは HDL-col：40mg/dL 未満

④ 血糖値：110mg/dL 以上

5) 統計解析

初めに、記述統計として研究参加者全員の身体的特徴およびMS有症率を性別に集計した。記述統計量に関して、連続変数は中央値と四分位範囲、あるいは平均値と標準偏差で集計結果を記載した。また、カテゴリー変数についてはパーセンテージを用いて結果を示した。次に、LS有症率を性別および年代別に集計した上で、ロコモ度テストごとに示した。さらに、LSとMSとの関連について検討するため、目的変数をLSの有無とし、説明変数をMSの構成要素の該当数とし、ロジスティック回帰モデルを用いて性別に年齢調整オッズ比と多変量調整オッズ比、95%信頼区間を算出した。また、LSとMSの各構成要素との関連について検討するために、目的変数をLSの有無とし、説明変数をそれぞれ腹囲の該当の有無、血圧高値該当の有無、脂質異常該当の有無、耐糖異常該当の有無として、年齢調整オッズ比と多変量調整オッズ比、95%信頼区間を算出した。年齢調整オッズ比の算出にあたってはロジスティック回帰モデルに年齢（連続変数）を共変量として投入して算出した。多年齢調整オッズ比の算出は、共変量として年齢（連続変数）を投入した。多変量調整オッズ比の算出は、年齢（連続変数）に加え、共変量として喫煙習慣（カテゴリー変数）、飲酒習慣（カテゴリー変数）、身体活動習慣（カテゴリー変数）を投入した。LSの有無とMS

の構成要素の該当数との間に直線関係があるかどうかを評価するため、トレンド検定を行った。すべての統計処理には IBM SPSS Statistic for Windows ver. 25 (日本 IBM 社製) を使用し、有意水準はいずれも両側検定 P 値が 5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1) 対象者の特徴

本研究における最終的な解析対象者は、1,968 名 (男性 1,301 名、女性 667 名) であった。表 1 に研究参加者の身体的特徴と MS の有症率を記述した。年齢の中央値 (四分位範囲) は、男性で 61 歳 (54-68 歳)、女性で 61 歳 (55-67 歳) であった。BMI は、男性で $24.5 \pm 3.3 \text{ kg/m}^2$ 、女性で $22.7 \pm 3.6 \text{ kg/m}^2$ であり、男女ともに BMI の平均は 25 kg/m^2 未満であった。MS の有症率は、男性で 17.8%、女性で 23.2% であった。

表 1. 研究参加者の身体的特徴

	全体	男性	女性
n (人)	1,968	1,301	667
年代			
≦49	300	217	83
50-59	512	322	190
60-69	796	511	285
≧70	360	251	109
年齢 (才)	61 (55-67)	61 (54-68)	61 (55-67)
身長 (cm)	163.6 ± 8.6	167.8 ± 6.1	155.0 ± 5.9
体重 (kg)	64.3 ± 12.6	69.3 ± 11.1	54.5 ± 9.2
BMI (kg/m ²)	23.9 ± 3.5	24.5 ± 3.3	22.7 ± 3.6
喫煙習慣, n (%)			
非喫煙群	1653 (84.0)	1027(78.9)	626 (93.9)
喫煙群	315 (16.0)	274 (21.1)	41 (6.1)
飲酒習慣, n (%)			
非飲酒群	1312 (66.7)	724 (55.6)	588 (88.2)
少量飲酒群	608 (30.9)	532 (40.9)	76 (11.4)
多量飲酒群	48 (2.4)	45 (3.5)	3 (0.4)
身体活動習慣, n (%)			
不活動群	932 (47.4)	613 (47.1)	319 (47.8)
適度群	566 (28.8)	355 (27.3)	211 (31.6)
活発群	470 (23.9)	333 (25.6)	137 (20.5)
立ち上がりテスト	5 (4-5)	5 (4-5)	5 (4-5)
2 ステップ値	1.51 ± 0.15	1.54 ± 0.15	1.46 ± 0.14
ロコモ 25	5.3 ± 6.9	5.0 ± 6.8	6.0 ± 7.0
腹囲 (cm)	84.2 ± 9.5	85.9 ± 9.0	80.4 ± 9.4
中性脂肪 (mg/dl)	107.5 ± 64.7	117.5 ± 68.2	87.8 ± 52.0
HDL コレステロール (mg/dl)	62.8 ± 17.0	59.0 ± 16.6	70.2 ± 15.4
収縮期血圧 (mmHg)	120.4 ± 16.5	122.1 ± 16.5	117.1 ± 16.0
拡張期血圧 (mmHg)	75.5 ± 11.6	77.0 ± 11.5	72.8 ± 11.2
MS 有症率 (JASSO), n (%)	386 (19.6)	231 (17.8)	155 (23.2)
MS 構成要素の有症率, n (%)			
腹囲	805 (40.9)	699 (53.7)	106 (15.9)
血圧高値	676 (34.3)	488 (37.5)	188 (28.2)
脂質異常	411 (20.9)	341 (26.2)	70 (10.5)
耐糖異常	410 (20.8)	322 (24.8)	88 (13.2)

平均値 ± 標準偏差または n (%)

年齢および立ち上がりテストは中央値 (四分位範囲)

2) 性別・年代別・ロコモ度別・ロコモ度テスト別にみたLSの有症率

表2に性別・年代別・ロコモ度別・ロコモ度テスト別に、LSの有症率を記述した。3つのロコモ度テスト全体のLS有症率は、性別では男性で46.7%、女性で58.9%であり、男性よりも女性の有症率が高い割合を示していた。年代別では、男女ともに年代が高くなる程にLS有症率が高い割合であった。ロコモ度別では、ロコモ度1の有症率は全体で42.1%、男性で39.1%、女性で47.8%と最も有症率が多く、ロコモ度2の有症率は全体で6.0%、男性で4.9%、女性で8.1%であり、ロコモ度3の有症率は全体で2.8%、男性で2.7%、女性で3.0%であった。ロコモ度テスト別のLS有症率は、立ち上がりテストによって評価されたLS有症率が3つのロコモ度テストの中で最も高く、全体で34.1%、男性で30.0%、女性で41.6%であった。

表 2. 性・年代・ロコモ度テスト別における研究参加者の LS 有症率

年代(才)	全体					男性					女性				
	≦49	50-59	60-69	≧70	All	≦49	50-59	60-69	≧70	All	≦49	50-59	60-69	≧70	All
n (人)	300	512	796	260	1968	217	322	511	251	1301	83	190	285	109	667
立ち上がりテスト, n (%)															
ロコモなし (左右ともに片脚 40 cm可能)	263 (87.7)	388 (75.8)	496 (62.3)	152 (42.2)	1299 (66.0)	200 (92.2)	261 (81.1)	331 (64.8)	118 (47.0)	9.0 (69.9)	63 (75.9)	127 (66.8)	165 (57.9)	34 (31.2)	389 (58.3)
ロコモ度 1 (左右どちらかもしくは左右ともに片脚 40 cm不可)	35 (11.7)	118 (23.0)	289 (36.3)	191 (53.1)	633 (32.2)	16 (7.4)	56 (17.4)	174 (34.1)	124 (49.4)	370 (28.4)	19 (22.9)	62 (32.6)	115 (40.4)	67 (61.5)	263 (39.4)
ロコモ度 2 (両脚 20 cm不可)	2 (0.7)	3 (0.6)	10 (1.3)	14 (3.9)	29 (1.5)	1 (0.5)	2 (0.6)	5 (1.0)	8 (3.2)	16 (1.2)	1 (1.2)	1 (0.5)	5 (1.8)	6 (5.5)	13 (1.9)
ロコモ度 3 (両脚 30 cm不可)	0 (0)	3 (0.6)	1 (0.1)	3 (0.8)	7 (0.4)	0 (0.0)	3 (0.9)	1 (0.2)	1 (0.4)	5 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.8)	2 (0.3)
ロコモあり (いずれかのロコモ度に該当)	37 (12.4)	124 (24.2)	300 (37.7)	208 (57.8)	699 (34.1)	17 (7.9)	61 (18.9)	180 (35.3)	133 (53)	391 (30.0)	20 (24.1)	63 (33.1)	120 (42.2)	75 (68.8)	278 (41.6)
2ステップテスト, n (%)															
ロコモなし (2ステップ値 1.3 以上)	294 (98.0)	498 (97.3)	773 (97.1)	319 (88.6)	1884 (95.7)	214 (98.6)	315 (97.8)	502 (98.2)	266 (90.0)	1257 (96.6)	80 (96.4)	183 (96.3)	271 (95.1)	93 (85.3)	627 (94.1)
Locomo level 1 (2ステップ値 1.1 以上 1.3 未満)	6 (2.0)	13 (2.5)	20 (2.5)	36 (10.0)	75 (3.8)	3 (1.4)	6 (1.9)	6 (1.2)	21 (8.4)	36 (2.8)	3 (3.6)	7 (3.7)	14 (4.9)	15 (13.8)	39 (5.8)
Locomo level 2 (2ステップ値 0.9 以上 1.1 未満)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.4)	3 (0.8)	6 (0.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.6)	3 (1.2)	6 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Locomo level 3 (2ステップ値 0.9 未満)	0 (0.0)	1 (0.2)	0 (0.0)	2 (0.6)	3 (0.2)	0 (0.0)	1 (0.3)	0 (0.0)	1 (0.4)	2 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.9)	1 (0.1)
ロコモあり (いずれかのロコモ度に該当)	6 (2.0)	14 (2.7)	23 (2.9)	41 (11.4)	84 (4.3)	3 (1.4)	7 (2.2)	9 (1.8)	25 (10.0)	44 (3.5)	3 (3.6)	7 (3.7)	14 (4.9)	16 (14.7)	40 (5.9)
ロコモ 25, n (%)															
ロコモなし (ロコモ 25 7点未満)	230 (76.7)	358 (69.9)	566 (71.1)	226 (62.8)	1380 (70.1)	161 (74.2)	242 (75.2)	373 (73.0)	164 (65.3)	940 (72.3)	69 (83.1)	116 (61.1)	193 (67.7)	62 (56.9)	400 (66.0)

ロコモ度1	58	127	162	91	438	49	63	105	60	277	9	64	57	31	161
(ロコモ25 7点以上16点未満)	(19.3)	(24.8)	(20.4)	(25.3)	(22.3)	(22.6)	(19.6)	(20.5)	(23.9)	(21.3)	(10.8)	(33.7)	(20.0)	(28.4)	(24.1)
ロコモ度2	9	21	45	26	101	6	12	19	16	53	3	9	26	10	48
(ロコモ25 16点以上24点未満)	(3.0)	(4.1)	(5.7)	(7.2)	(5.1)	(2.8)	(3.7)	(3.7)	(6.4)	(4.1)	(3.6)	(4.7)	(9.1)	(9.2)	(7.2)
ロコモ度3	3	6	23	17	49	1	5	14	11	31	2	1	9	6	18
(ロコモ25 24点以上)	(1.0)	(1.2)	(2.9)	(4.7)	(2.5)	(0.5)	(1.6)	(2.7)	(4.4)	(2.4)	(2.4)	(0.5)	(3.2)	(5.5)	(2.7)
ロコモあり	70	154	230	134	588	56	80	138	187	361	14	74	92	47	227
(いずれかのロコモ度に該当)	(23.3)	(30.1)	(29.0)	(37.2)	(29.9)	(25.9)	(24.9)	(26.9)	(34.7)	(27.8)	(16.8)	(38.9)	(32.3)	(43.1)	(34.0)

ロコモ度テストいずれかに該当, n (%)

ロコモなし	200	288	376	103	967	151	203	256	83	693	49	85	120	20	274
	(66.7)	(56.3)	(47.2)	(28.6)	(49.1)	(69.6)	(63.0)	(50.1)	(33.1)	(53.3)	(59.0)	(44.7)	(42.1)	(18.3)	(41.1)
ロコモ度1	87	192	345	204	828	58	98	217	136	509	29	94	128	68	319
	(29.0)	(37.5)	(43.3)	(56.7)	(42.1)	(26.7)	(30.4)	(42.5)	(54.2)	(39.1)	(34.9)	(49.5)	(44.9)	(62.4)	(47.8)
ロコモ度2	10	23	51	34	118	7	13	23	21	64	3	10	28	13	54
	(3.3)	(4.5)	(6.4)	(9.4)	(6.0)	(3.2)	(4.0)	(4.5)	(8.4)	(4.9)	(3.6)	(5.3)	(9.8)	(11.9)	(8.1)
ロコモ度3	3	9	24	19	55	1	8	15	11	35	2	1	9	8	20
	(1.0)	(1.8)	(3.0)	(5.3)	(2.8)	(0.5)	(2.5)	(2.9)	(4.4)	(2.7)	(2.4)	(0.5)	(3.2)	(7.3)	(3.0)
ロコモあり	100	224	420	257	1001	66	119	255	168	608	34	105	165	89	393
(いずれかのロコモ度に該当)	(33.3)	(43.8)	(52.7)	(71.4)	(50.9)	(30.4)	(36.9)	(49.9)	(67.0)	(46.7)	(40.9)	(55.3)	(57.9)	(81.6)	(58.9)

3) LS と MS の関係

表 3 には、LS の有無と MS の構成要素の該当数との関係を多重ロジスティック回帰分析によって評価した結果を示した。多変量調整オッズ比は、MS 構成要素である腹囲、血圧高値、脂質異常、耐糖異常に一つも該当しない者を基準とすると、男性において MS の構成要素に 1 つでも該当する者は、多変量調整オッズ比が 1.39 (95%信頼区間、1.01-1.91) であり、2 つ該当で 1.55 (95%信頼区間：1.11-2.15)、3 つ以上該当で 1.57 (95%信頼区間：1.09-2.29) であり、MS 構成要素数の該当が増加するに伴い LS 有症率が有意に増加する傾向が見られた (トレンド検定 $p=0.01$)。女性では、それぞれのオッズ比は 1.53 (95%信頼区間：1.04-2.21)、1.94 (95%信頼区間：1.14-3.29)、1.34 (95%信頼区間：0.57-3.16) であった。女性においても LS と MS の構成要素の該当数との間に正の相関関係が観察された (トレンド検定 $p=0.01$)。

ロコモ度テスト別の LS 有無との関係では、立ち上がりテストによる評価において、男性では、MS の構成要素に 1 つでも該当する者は、多変量調整オッズ比が 1.83 (95%信頼区間：1.24-2.69)、2 つ該当すると 2.46 (95%信頼区間：1.66-3.64)、3 つ以上該当すると 2.50 (95%信頼区間：1.61-3.89) であり、MS 構成要素の該当数が増加するのに伴い、立ち上がりテストにおける LS 有症率が増加する傾向が認められた (トレンド検定 $p < 0.001$)。女性では、それぞれのオッズ比は 1.64 (95%信頼区間：1.13-2.37)、1.59 (95%信頼区間：0.97-2.60)、1.31 (95%信頼区間：0.57-2.98) であり、女性においても MS の構成要素の該当数との間に正の相関関係が観察された (トレンド検定 $p = 0.03$)。2 ステップテストおよびロコモ 25 における多変量調整オッズ比は、男女ともに統計的に有意なオッズ比は認められなかった。

表 3. LS と MS 構成要素該当数のオッズ比

				全体							男性							女性						
n	LS 該 当者 数	有症 率*	OR (95% CI)	年齢	モデ	モデ	LS 該 当 者 数	有症 率*	OR (95% CI)	年齢	モデ	モデ	n	LS 該 当 者 数	有症 率*	OR (95% CI)	年齢	モデ	モデ					
				調整 OR (95% CI)	ル 1 OR (95% CI)	ル 2 OR (95% CI)				調整 OR (95% CI)	ル 1 OR (95% CI)	ル 2 OR (95% CI)					調整 OR (95% CI)	ル 1 OR (95% CI)	ル 2 OR (95% CI)	調整 OR (95% CI)	ル 1 OR (95% CI)	ル 2 OR (95% CI)		
立ち上がりテスト																								
MS 構成要素該当数																								
0	648	177	273	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	291	55	189	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	357	122	342	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)			
1	629	232	369	1.56 (1.23- 1.97)	1.35 (1.05- 1.73)	1.37 (1.07- 1.77)	1.37 (1.06- 1.76)	431	131	304	1.87 (1.31- 2.68)	1.83 (1.24- 2.68)	1.83 (1.24- 2.70)	1.83 (1.24- 2.69)	198	101	510	2.01 (1.41- 2.86)	1.65 (1.14- 2.38)	1.63 (1.13- 2.37)	1.64 (1.13- 2.37)			
2	446	174	390	1.70 (1.32- 2.20)	1.52 (1.16- 1.99)	1.57 (1.19- 2.06)	1.56 (1.19- 2.06)	360	131	364	2.46 (1.71- 3.53)	2.46 (1.66- 3.64)	2.46 (1.66- 3.64)	2.46 (1.66- 3.64)	86	43	500	1.93 (1.20- 3.10)	1.65 (1.01- 2.69)	1.59 (0.97- 2.60)	1.59 (0.97- 2.60)			
≧ 3	245	86	351	1.44 (1.05- 1.97)	1.41 (1.01- 1.96)	1.45 (1.04- 2.02)	1.43 (1.02- 1.99)	219	74	338	2.19 (1.46- 3.29)	2.51 (1.62- 3.89)	2.51 (1.62- 3.90)	2.50 (1.61- 3.89)	26	12	462	1.65 (0.74- 3.68)	1.34 (0.59- 3.04)	1.31 (0.57- 2.98)	1.31 (0.57- 2.98)			
トレンド検定				<.001	<.001	0.006	0.004					<.001	<.001	<.001	<.001					0.001	0.024	0.028	0.03	
2ステップテスト																								
MS 構成要素該当数																								
0	648	23	35	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	291	9	31	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	83	14	169	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)			

				0.99	0.83	0.85	0.83				0.74	0.71	0.69	0.69				0.99	0.83	0.85	0.83
1	629	22	35	(0.54- 1.79)	(0.45- 1.52)	(0.46- 1.57)	(0.45- 1.53)	431	10	23	(0.30- 1.86)	(0.28- 1.81)	(0.27- 1.77)	(0.27- 1.76)	190	74	389	(0.54- 1.79)	(0.45- 1.52)	(0.46- 1.56)	(0.45- 1.53)
				1.61	1.43	1.51	1.49				1.36	1.34	1.33	1.34				1.61	1.43	1.51	1.49
2	446	25	56	(0.90- 2.88)	(0.79- 2.58)	(0.83- 2.73)	(0.82- 2.70)	360	15	42	(0.59- 3.16)	(0.57- 3.17)	(0.56- 3.15)	(0.57- 3.19)	285	62	218	(0.90- 2.88)	(0.79- 2.58)	(0.83- 2.73)	(0.82- 2.70)
				1.75	1.66	1.74	1.74				1.50	1.78	1.79	1.89				1.65	1.66	1.74	1.84
≡ 3	245	14	57	(0.83- 3.26)	(0.83- 3.33)	(0.87- 3.51)	(0.86- 3.53)	219	10	46	(0.60- 3.76)	(0.69- 4.61)	(0.69- 4.64)	(0.73- 4.91)	109	47	431	(0.83- 3.26)	(0.83- 3.23)	(0.87- 3.51)	(0.86- 3.53)
トレンド検定				0.081	P<0.0 01	0.045	0.043				0.181	0.1	0.099	0.081				0.053	0.065	0.045	0.043

ロコモ 25

MS 構成要素該当数

0	648	180	278	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	291	76	261	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	357	104	291	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)
				1.18	1.12	1.11	1.11				1.17	1.14	1.12	1.10				1.18	1.12	1.11	1.11
1	629	196	312	(0.93- 1.50)	(0.88- 1.43)	(0.87- 1.42)	(0.86- 1.41)	431	126	292	(0.84- 1.63)	(0.81- 1.59)	(0.80- 1.57)	(0.78- 1.54)	198	70	354	(0.93- 1.50)	(0.88- 1.43)	(0.87- 1.42)	(0.86- 1.41)
				1.15	1.10	1.08	1.07				1.01	0.98	0.97	0.94				1.15	1.10	1.08	1.07
2	446	137	307	(0.89- 1.50)	(0.85- 1.44)	(0.83- 1.42)	(0.82- 1.41)	360	95	264	(0.71- 1.44)	(0.67- 1.39)	(0.68- 1.38)	(0.66- 1.35)	86	42	488	(0.89- 1.50)	(0.81- 1.44)	(0.83- 1.42)	(0.82- 1.41)
				1.15	1.12	1.10	1.03				1.17	1.16	1.14	1.07				1.15	1.12	1.10	1.03
≡ 3	245	75	306	(0.83- 1.58)	(0.81- 1.55)	(0.80- 1.52)	(0.75- 1.44)	219	64	292	(0.79- 1.73)	(0.78- 1.71)	(0.77- 1.70)	(0.72- 1.59)	26	11	423	(0.83- 1.58)	(0.81- 1.55)	(0.80- 1.52)	(0.75- 1.44)
トレンド検定				0.31	0.431	0.537	0.768				0.699	0.76	0.8	0.963				0.31	0.431	0.537	0.768

ロコモ度テストいずれかに該当, n (%)

MS 構成要素該当数

0	648	294	454	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	291	110	378	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	357	184	515	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)	1.0 (ref.)
				1.39	1.23	1.24	1.23				1.51	1.41	1.41	1.39				1.84	1.54	1.49	1.53
1	629	337	536	(1.12- 1.73)	(0.98- 1.55)	(0.99- 1.56)	(0.98- 1.55)	431	206	478	(1.11- 2.04)	(1.03- 1.93)	(1.02- 1.93)	(1.01- 1.91)	198	131	662	(1.28- 2.64)	(1.06- 2.24)	(1.03- 2.17)	(1.04- 2.21)
				1.45	1.30	1.32	1.31				1.70	1.58	1.56	1.55				2.29	2.00	1.95	1.94
2	446	244	547	(1.14- 1.85)	(1.01- 1.68)	(1.02- 1.70)	(1.01- 1.69)	360	183	508	(1.24- 2.33)	(1.13- 2.18)	(1.12- 2.17)	(1.11- 2.15)	86	61	709	(1.38- 3.82)	(1.12- 3.37)	(1.15- 3.28)	(1.14- 3.29)
				1.28	1.21	1.22	1.18				1.63	1.63	1.62	1.57				1.78	1.47	1.42	1.34
≡ 3	245	126	514	(0.95- 1.71)	(0.90- 1.06)	(0.90- 1.66)	(0.86- 1.60)	219	109	498	(1.14- 2.33)	(1.13- 2.36)	(1.12- 2.35)	(1.09- 2.29)	26	17	654	(0.77- 4.09)	(0.63- 3.43)	(0.60- 3.33)	(0.57- 3.16)
トレンド検定				0.014	0.072	0.071	0.11				<.001	0.006	0.009	0.01				0.003	0.006	0.006	0.011

*有症率 (ロコモ度 1、ロコモ度 2、ロコモ度 3) 1 per 1,000

モデル 1: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣を調整

モデル 2: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣を調整

CI: 信頼区間; OR: オッズ比.

4) LS と MS の各構成要素との関係

表 4 には、LS の有無と MS の各構成要素との関係を多重ロジスティック回帰分析によって評価した結果を示した。男性においては、腹囲に該当しない者を基準とすると、腹囲に該当する者では、立ち上がりテストにおける LS の多変量調整オッズ比は 2.44 (1.86-3.20)であり、ロコモ 25 における多変量調整オッズ比は 1.44 (1.12-1.85)、ロコモ度テストいずれかに該当の多変量調整オッズ比は 2.02 (1.60-2.55)であり、2 ステップテスト以外において、腹囲に該当する者は LS 有症率が有意に高い結果となった。女性においては、腹囲に該当しない者を基準とすると、腹囲に該当する者では、それぞれの知多変量調整オッズ比は、立ち上がりテストにおいて 2.56 (1.64-3.99)、2 ステップテストにおいて 4.23 (2.10-8.50)、ロコモ 25 において 1.81 (1.17-2.78)、ロコモ度テストいずれかに該当において 2.57 (1.56-4.24)であり、すべてのロコモ度テストにおいて腹囲に該当する者は LS 有症率が有意に高い結果となった。血圧高値および脂質異常においては LS との有無と関連は認められなかった。耐糖異常においては、男性の立ち上がりテストにおける LS の多変量調整オッズ比が 1.42 (1.07-1.89)と耐糖異常に該当する者は LS 有症率が有意に高い結果であった。

表 4. LS と MS 各構成要素のオッズ比

		全体						男性						女性					
対象者数	LS 該当者数	OR (95% CI)	年齢調整 (95% CI)	モデル 1 (95% CI)	モデル 2 (95% CI)	対象者数	LS 該当者数	OR (95% CI)	年齢調整 (95% CI)	モデル 1 (95% CI)	モデル 2 (95% CI)	対象者数	LS 該当者数	OR (95% CI)	年齢調整 (95% CI)	モデル 1 (95% CI)	モデル 2 (95% CI)		
																		1	0
立ち上がりテスト																			
腹囲	805	3	4	1.59	1.69	1.73	1.71	2	3	2.09	2.43	2.43	2.44	6	6	2.59	2.59	2.57	2.56
		2	0	(1.32-	(1.38-	(1.41-	(1.40-	5	7	(1.63-	(1.85-	(1.86-	(1.86-	6	1	(1.69-	(1.66-	(1.65-	(1.64-
		4	2	1.92)	2.07)	2.12)	2.10)	9	1	2.68)	3.18)	3.19)	3.20)	5	3	3.96)	4.03)	4.01)	3.99)

血 圧 高 値	676	2	3	1.17	0.97	0.98	0.98	488	1	3	1.19	1.01	1.02	1.02	188	8 8	4	1.33	1.08	1.07	1.07
		4	6	(0.96-	(0.79-	(0.80-	(0.80-		5	2	(0.93-	(0.78-	(0.78-	(0.78-			6	(0.95-	(0.75-	(0.75-	(0.75-
		6	4	1.42)	1.19)	1.21)	1.21)		8	4	1.52)	1.31)	1.33)	1.33)			8	1.88)	1.54)	1.53)	1.53)
脂 質 異 常	411	1	2	1.28	0.98	0.99	1.00	341	9	2	1.23	1.21	0.95	1.21	70	3 0	4	1.02	0.96	0.85	0.96
		2	9	(1.01-	(0.76-	(0.77-	(0.78-		7	7	(0.91-	(0.89-	(0.61-	(0.89-			2	(0.61-	(0.57-	(0.48-	(0.57-
		2	7	1.62)	1.27)	1.28)	1.30)		0	0	1.67)	1.65)	1.47)	1.64)			9	1.71)	1.63)	1.50)	1.62)
耐 糖 異 常	410	1	4	1.40	1.18	1.20	1.19	322	1	3	1.67	1.43	1.43	1.42	88	4 1	4	1.25	1.03	1.02	1.04
		6	0	(1.12-	(0.93-	(0.94-	(0.94-		2	8	(1.28-	(1.08-	(1.08-	(1.07-			6	(0.80-	(0.65-	(0.64-	(0.65-
		5	2	1.76)	1.49)	1.51)	1.51)		4	5	2.17)	1.89)	1.89)	1.89)			6	1.97)	1.65)	1.63)	1.67)

2ステップテスト

腹 囲	805	4	5	1.79	1.84	1.91	1.91	699	2	4	1.69	1.85	1.85	1.89	106	1 7	1	4.46	4.34	4.33	4.23
		6	7	(1.15-	(1.18-	(1.22-	(1.21-		9	1	(0.89-	(0.97-	(0.97-	(0.99-			6	(2.29-	(2.20-	(2.19-	(2.10-
				2.78)	2.88)	3.01)	3.00)				3.19)	3.54)	3.53)	3.61)				0	8.69)	8.57)	8.56)
血 圧 高 値	676	3	4	1.24	1.05	1.07	1.07	488	1	3	0.95	0.84	0.84	0.84	188	1 7	9	1.97	1.57	1.57	1.44
		3	9	(0.79-	(0.67-	(0.68-	(0.68-		6	3	(0.50-	(0.44-	(0.44-	(0.43-			0	(1.02-	(0.80-	(0.80-	(0.72-
				1.95)	1.66)	1.70)	1.70)				1.77)	1.59)	1.60)	1.59)				3.78)	3.06)	3.06)	2.85)
脂 質	411	1	3	0.88	1.19	1.19	1.21	341	1	3	1.05	1.64	1.63	1.15	70	4 7	5	0.94	1.07	0.99	1.07
		6	9	(0.50-	(0.67-	(0.67-	(0.68-		2	5	(0.53-	(0.81-	(0.80-	(0.85-			4	(0.32-	(1.03-	(0.33-	(0.35-
				1.54)	2.10)	2.12)	2.17)				2.07)	3.32)	3.31)	3.58)				2.73)	1.11)	2.95)	3.22)

異常

耐糖異常	410	2 1	5 1	1.28 (0.77- 2.12)	1.13 (0.67- 1.89)	1.16 (0.69- 1.94)	0.94 (0.55- 1.61)	322	1 4	4 3	1.43 (0.75- 2.74)	1.31 (0.68- 2.54)	1.32 (0.68- 2.56)	1.33 (0.68- 2.58)	88	7	8 0	1.43 (0.61- 3.34)	1.21 (0.51- 2.86)	1.25 (0.53- 2.97)	1.51 (0.62- 3.64)
------	-----	--------	--------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	--------	--------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	----	---	--------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

口口モ 25

腹囲	805	2 6 9	3 3 4	1.32 (1.09- 1.61)	1.32 (1.09- 1.61)	1.31 (1.07- 1.60)	1.27 (1.04- 1.55)	699	2 1 9	3 1 3	1.47 (1.15- 1.89)	1.48 (1.15- 1.89)	1.48 (1.15- 1.90)	1.44 (1.12- 1.85)	106	5 0	4 7 2	1.93 (1.27- 2.95)	1.89 (1.24- 2.89)	1.88 (1.23- 2.88)	1.81 (1.17- 2.78)
----	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

血圧高値	676	2 0 0	2 9 6	0.97 (0.79- 1.20)	0.92 (0.75- 1.13)	0.92 (0.75- 1.14)	0.93 (0.75- 1.15)	488	1 2 6	2 5 8	0.85 (0.66- 1.10)	0.81 (0.63- 1.05)	0.81 (0.62- 1.04)	0.81 (0.62- 1.05)	188	7 4	3 9 4	1.38 (0.97- 1.96)	1.27 (0.88- 1.81)	1.02 (1.00- 1.04)	1.31 (0.91- 1.89)
------	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

脂質異常	411	1 1 9	2 9 0	0.94 (0.74- 1.20)	1.01 (0.79- 1.29)	0.98 (0.77- 1.25)	0.93 (0.72- 1.19)	341	9 0	2 6 4	0.91 (0.69- 1.20)	0.98 (0.74- 1.31)	0.97 (0.73- 1.30)	0.93 (0.69- 1.24)	70	2 9	4 1 4	1.42 (0.86- 2.36)	1.41 (0.85- 2.34)	1.29 (0.77- 2.16)	1.21 (0.71- 2.06)
------	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

耐糖異常	410	1 2 3	3 0 0	1.00 (0.79- 1.27)	0.94 (0.74- 1.20)	0.94 (0.74- 1.20)	0.92 (0.72- 1.17)	322	8 8	2 7 3	0.97 (0.73- 1.29)	1.01 (1.00- 1.02)	0.91 (0.68- 1.21)	0.89 (0.66- 1.18)	88	3 5	3 9 8	1.33 (0.84- 2.11)	1.23 (0.77- 1.95)	1.22 (0.76- 1.96)	1.22 (0.76- 1.97)
------	-----	-------------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	----	--------	-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

ロコモ度テストいずれかに該当																						
腹 囲	805	4	5	1.54	1.59	1.60	1.56	699	3	5	1.92	2.04	2.04	2.02	106	8	7	2.74	2.70	2.67	2.57	
		6	7	(1.29-	(1.31-	(1.32-	(1.29-		7	4	(1.54-	(1.61-	(1.62-	(1.60-			7	(1.69-	(1.65-	(1.62-	(1.56-	
		1	3	1.85)	1.91)	1.93)	1.89)		9	2	2.40)	2.57)	2.58)	2.55)			4	4.45)	4.43)	4.39)	4.24)	
血 圧 高 値	676	3	5	1.07	0.91	0.93	0.93	488	2	4	1.02	0.88	0.89	0.89	188	1	6	1.41	1.18	1.17	1.19	
		5	2	(0.89-	(0.75-	(0.76-	(0.77-		3	7	(0.81-	(0.70-	(0.70-	(0.70-			2	4	(1.00-	(0.82-	(0.81-	(0.82-
		2	1	1.29)	1.11)	1.13)	1.14)		0	1	1.28)	1.12)	1.12)	1.13)			2	9	2.01)	1.69)	1.69)	1.71)
脂 質 異 常	411	1	4	0.82	0.99	0.96	0.93	341	1	4	0.82	1.06	1.05	1.02	70	4	6	1.38	1.34	1.23	1.18	
		9	7	(0.66-	(0.79-	(0.76-	(0.74-		4	3	(0.63-	(0.81-	(0.80-	(0.78-			5	(0.82-	(0.79-	(0.71-	(0.68-	
		3	0	1.02)	1.24)	1.21)	1.18)		7	1	1.05)	1.38)	1.37)	1.34)			7	2.32)	2.28)	2.10)	2.04)	
耐 糖 異 常	410	2	5	1.15	0.97	0.97	0.96	322	1	5	1.27	1.07	1.06	1.05	88	5	6	1.18	0.98	0.99	1.00	
		2	3	(0.92-	(0.77-	(0.78-	(0.77-		6	1	(0.98-	(0.83-	(1.04-	(0.81-			2	(0.74-	(0.61-	(0.61-	(0.61-	
		0	7	1.43)	1.21)	1.22)	1.21)		5	2	1.63)	1.40)	1.07)	1.37)			5	1.88)	1.58)	1.59)	1.61)	

モデル 1: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣を調整

モデル 2: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣を調整

CI: 信頼区間; OR: オッズ比.

IV. 考察

研究課題 I では、人間ドック受診者における LS 有症率を性別・年代別・ロコモ度別・ロコモ度テスト別に明らかにした。その結果、人間ドック受診者において、ロコモ度テストによって評価をした LS 有症率は全体で 50%以上存在し、LS 有症率は MS 有症率よりも高いことが示された。性別・年代別では、男性に比較し女性における LS 有症率が高く、男女ともに年代が上がるにつれ LS 有症率が高くなる傾向が認められた。LS 有症率の内訳は、ロコモ度 1 が 42.1%と大半を占めており、ロコモ度 2 は 6.0%、ロコモ度 3 は 2.8%と非常に少ないことが確認された。さらに、ロコモ度テスト別では、3 つのテストうち立ち上がりテストにおけるロコモの有症率が男女とも最も高いことが示された。LS と MS との関係は、男女ともに MS 構成要素の該当数が多い程、LS の有症率が高くなることが明らかになった。MS の各構成要素別では、LS と腹囲および耐糖異常との有意な関連が認められた。

1) LS 有症率について

Yoshimura らは、都市部、山間部、漁村部在住の日本人 1,575 人 (平均 65.6 歳、範囲 23~95 歳)の日本人を対象として、ロコモ度 1 の有症率は 41.3% (男性 42.7%、女性 40.6%) であり、ロコモ度 2 以上の有症率は 26.5% (男性 24.0%、女性 27.6%) であったことを報告している⁹⁾。また、Yamada らによる日本全国を地域横断的に調査した先行研究では、8,681 人(平均 51.6 歳、範囲 20~89 歳)の幅広い年代層を対象とした場合、ロコモ度 1 の有症率は 31.6%、ロコモ度 2 以上の有症率は 9.0%であったことを示唆している⁴⁸⁾。本研究における人間ドック受診者の LS 有症率は、ロコモ度 1 で 42.1% (男性 39.1%、女性 47.8%) であり、先行研究とほぼ同様の有症率を示した。一方、ロコモ度 2 以上では、8.8% (男性 7.6%、女性 11.1%) であり、Yoshimura ら⁹⁾の先行研究よりも低い結果となった。この理由として、対

象者の年齢による影響が考えられる。本研究対象者の年齢の中央値は 61 歳であり、Yamada ら⁴⁸⁾の研究よりは年齢が高く、Yoshimura ら⁹⁾の報告よりは年齢が若かった。LS の有症率は、加齢に伴い増加することが多くの先行研究によって報告されおり、ロコモ度テストの成績は 60 歳をこえると急速に低下することが確認されている⁴⁸⁾。ロコモ度 2 の有症率が Yoshimura ら⁹⁾の報告よりも低い傾向を示した要因として、本研究の参加者が Yoshimura ら⁹⁾に報告よりも若かったことが影響していると考えられる。

本研究の対象者は、先行研究と比較し対象者が任意健診である人間ドックを受診し、さらに運動器健診を希望したという特徴を有しており、地域在住一般住民と比較して本研究対象者は健康に関する意識が高い可能性があるが、そのような人間ドック受診者においても LS の有症率は 50%を超え、極めて多数の者が LS に該当している実態が明らかになった。また、人間ドック受診者における LS 有症率の内訳は、ロコモ度 2 およびロコモ度 3 の有症率は非常に低く、ロコモ度 1 の有症率が 40%程度存在することが示された。ロコモ度 1 は、本人に自覚症状がないうちに移動機能低下の始まっている状態であるため、早期発見・早期介入を目的とする人間ドックにおいて LS のスクリーニングを実施する意義は大きいと考えられる。

2) 性別・年代別の LS 有症率について

性別の LS 有症率は、本研究において男性に比較し、女性の LS 有症率が高い傾向が示された。先行研究では、23 歳から 95 歳の平均年齢 65.6 歳の地域在住一般住民 1,575 人を対象とした疫学調査では、男性に比較し女性に多い傾向が認められたものの有意な差はないこと^{9) 49) 50)}が報告されている。20 歳から 91 歳(平均年齢 56.1 歳)までの日本人一般集団を対象とした横断研究では、有意かどうかについては言及がないが、男性に比べて女性の有症率が高い傾向を明らかにしている⁵¹⁾。また、60 歳以上(平均

年齢 68.3 歳) の高齢人間ドック受診者を対象とした横断研究においても同様の結果を報告している⁵²⁾。

本研究の結果も、有意であるかは検討していないが、女性の有症率が高い傾向を示しており、先行研究を支持する結果となった。

さらに、LS の有症率と年代の関係では、先行研究^{9,15,44,48,50,51)}と同様に、年代が上がるにつれ LS の有症率が高くなることが明らかになった。移動能力は加齢に伴い低下し、高齢になるほど低下が大きくなること^{48) 53)}が指摘されている。本研究においても、特に 70 代以上の LS 有症率は 71.4%であり、1.4 人に 1 人が LS に該当する結果が示された。一方、他の年代においても男女ともに 30%以上の LS 有症率であることが分かった。したがって、70 代以上の高齢受診者に対する LS のスクリーニングは極めて重要と推察されるが、人間ドックの目的である疾病の早期発見・早期介入に則ると、70 代未満の若年層における 30%以上の LS 有症率は看過できない状況であるといえる。人間ドックにおいて LS のスクリーニングの実施に制約がある場合は、70 代以上の高齢者を優先的に実施することが望ましいと考えられるが、スクリーニングの実施に制約がない場合は、予防的な観点から鑑みると 40 代未満の若年層を含めた全世代において LS のスクリーニングを実施することが極めて重要であると考えられる。

3) ロコモ度テスト別の有症率について

ロコモ度テスト別では、ロコモ度 1 の有症率は男女ともに立ち上がりテストが最も高い割合であり、ロコモ度 2 およびロコモ度 3 の有症率は、男女ともにロコモ 25 が最も高い割合であった。立ち上がりテストは、脚力をスクリーニングする客観的テストであり、ロコモ 25 は体の痛みや日常生活の困難さなどをスクリーニングする主観的テストである。移動機能の低下が始まっている状態であるロコモ度 1 では、主観的に移動機能の低下を感じていない可能性があるため、客観的テストが有用と考えられる。

Yamada ら⁴⁸⁾は、立ち上がりテストは30代から低下し始めることを報告している。本研究においても、脚力の低下による移動機能の障害が70代のみならず、中年層である40代、50代、60代から始まっていることが示され、立ち上がりテストによるLSの早期発見の必要性が明らかになったといえる。移動機能の低下が進行している状態であるロコモ度2およびロコモ度3では、移動機能の低下や疼痛によって客観的テストが実施できない可能性がある。そのような場合においては、主観的テストであるロコモ25は実施することが可能であるため、ロコモ度2以上においてはロコモ25が有用なテストであると考えられる。本研究の結果、人間ドック受診者においてはロコモ度1の有症率が高いことから、LSのスクリーニングに際して時間的な制約がありすべてのロコモ度テストを実施することが難しい場合は、立ち上がりテストを優先的に実施することが1つの案として考えられる。

4) LS と MS との関連について

本研究における MS 有症率は 19.6% (男性 17.8%、女性 23.2%) であった。令和元年度の国民健康・栄養調査によると^{4,26)}、MS が強く疑われる者は、20 歳から 70 歳以上の者において 17.8% (男性 28.2%、女性 10.3%) であり、その割合はほぼ同程度であった。本研究におけるロコモ度1およびロコモ度2、ロコモ度3を合わせたLS有症率は、50.9% (男性 46.7%、女性 58.9%) であることから、人間ドック受診者において、LS有症率がMS有症率よりも高いことが確認された。LS有症率とMS構成要素数の該当数との関係について検討した結果、MS構成要素の該当数が多くなるほど男女ともにLS有症率のオッズ比が高くなることが明らかになった^{30,31)}。先行研究においては、LSの原因疾患の1つである変形性膝関節症の有病、発生、増悪とMSの構成要素との関係について検討している。それによると、MS

の構成要素の該当数が多くなるほど、膝 OA 有病率が高くなったと報告している。さらに、MS の構成要素の該当数が最も強く影響を及ぼすのは膝 OA の発生であり、続いて増悪、有病であると述べている。本研究の結果は、横断研究のため LS の発生、増悪については言及できないが、有症率については先行研究を支持する結果となった。LS および MS の問題点は、明らかな自覚症状がないうちに進行し、症状を自覚する頃には重篤な疾患の発症や後遺症を残存させてしまうことである。本研究の結果から、MS の構成要素の保有数を減らすことは、LS 有症率の軽減につながる可能性が示唆された。

5) LS と MS の各構成要素との関連について

LS と MS の各要素の該当との関係を検討した結果、男性では2ステップテストをのぞく立ち上がりテスト、ロコモ25、ロコモ度テストいずれかに該当において腹囲に該当すると LS 有症率が高くなることが明らかになった。女性においては、すべてのロコモ度テストにおいて腹囲に該当すると LS 有症率が高くなることが示された。メタボリックシンドローム診断基準策定委員会は、内臓脂肪面積が 100cm² 以上である内臓脂肪蓄積過剰の判定の簡易マーカーとして腹囲を MS の診断基準の必須項目として採用している⁵⁴⁾。腹囲は代謝異常が存在する絶対リスクとされており⁵⁵⁾、内臓脂肪の増大は代謝異常保有に増加と直線的な関係を示すことが報告されている⁵⁶⁾。他の構成要素に比較し腹囲は代謝異常を強く反映しているといえ、代謝異常による炎症が筋肉や骨・関節といった運動器の評価である LS と関連が認められたと推察される。また、その他の MS の構成要素では、耐糖異常が立ち上がりテストによる LS の判定と関連が認められた。先行研究において、糖尿病と骨格筋の関連については数多く報告されている。耐糖異常は2型糖尿病の前段階であることから、本研究においても、下肢の大腿四頭筋と関連のある立ち上がりテストによる LS の判定と関連が認められたと考えられる。

研究課題 1 にはいくつかの限界点がある。第 1 に、本研究は横断研究であり、LS と MS 保有の因果関係には言及することはできない。MS が LS の原因になるか、また反対に LS が MS の原因になるかについては、今後、縦断的な研究が必要である。第 2 に、本研究のデータは単一施設の受診者であり、日本全国の間ドック受診者から得られたものではない。それゆえ、対象者の選択に偏りがある可能性がある。第 3 に、本研究では、社会人口学的要因 (教育歴、配偶者の有無、独居など) が含まれていない。そのため、身体活動習慣や生活習慣に影響を与える因子を考慮するためには、今後さらなる検討が必要である。

第3章

人間ドック受診者における糖尿病と立ち上がりテストの関連性

(研究課題Ⅱ)

本章の主な内容は、以下の論文に掲載されたものである。

Miyamoto R, Sawada SS, Gando Y, Matsushita M, Kawakami R, Muranaga S, Osawa Y, Ishii K, Oka K. Simple measured muscle strength and prevalence of diabetes among Japanese men: A cross-sectional analysis of data from Kameda Health Study. *Journal of Physical Therapy Science*, 2020; 32: 1-6.

I. 目的

研究課題Ⅱでは、研究課題ⅠにおいてLS有症率が最も高い傾向を示した立ち上がりテストによるロコモ度1に焦点をあてることとした。さらに、立ち上がりテストは、MSの構成要素の1つである耐糖異常と関連が認められたことに着目し、耐糖異常が進行した状態である糖尿病と立ち上がりテストの関連を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

本研究の対象者は、医療法人鉄蕉会亀田メディカルセンターにおいて2011年9月1日から2018年8月31日の間に2日間コースの人間ドックを受診した男性6,383名であった。そのうちのオプション項目として運動器健診を希望した2,701名を対象とした。2,701名の中から、研究対象期間中に複数回受診した者については、初回の測定のみを抽出し、1,803名が解析対象者となった。さらに、運動器健診の項目の一つである立ち上がりテストを実施していない者3名は、対象から除外した。最終的に1,800名が本研究の解析対象者となった(図3)。女性については、対象者数が男性の半分以下と少ないことから本研究の解析に含めなかった。本研究は、侵襲及び介入を伴わず、人体から取得された試料を用いない研究であるため、研究対象者から文書または口頭による同意は得なかった。代わりに、研究に関する情報を研究対象者に公開(病院ホームページへの掲載: オプトアウト)し、研究が実施されることについて、研究対象者が拒否できる機会を保障した。本研究の実施に関しては、亀田メディカルセンター倫理審査委員会の承諾を得た(No. 17-163)。

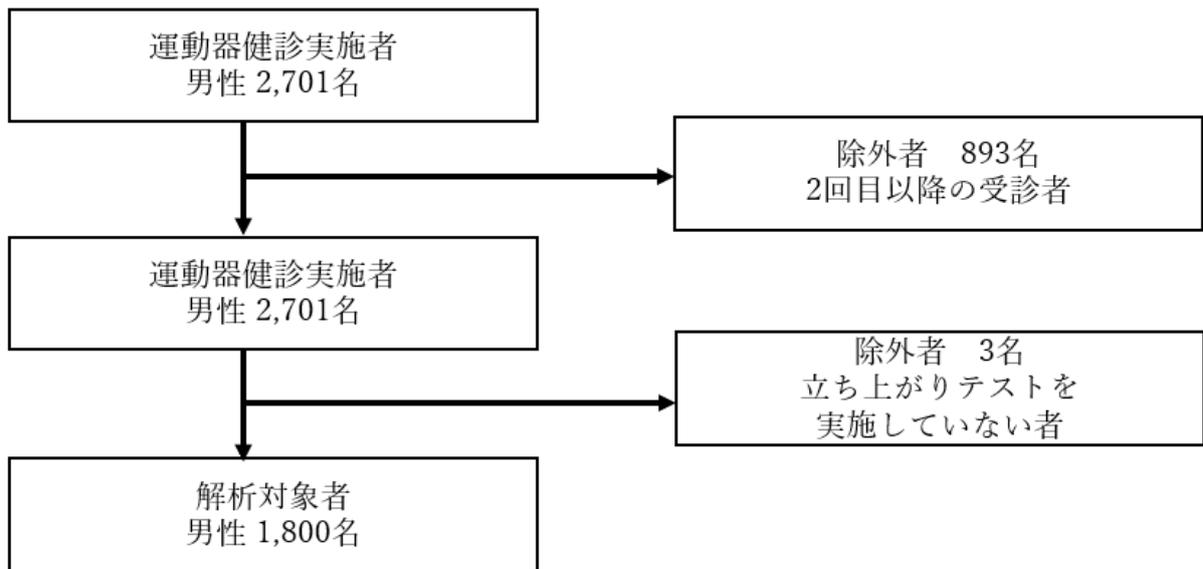


図 3. 研究課題 2 の調査フロー

1) 立ち上がりテスト

立ち上がりテストは 40cm、30cm、20cm、10cm という 4 種類の台から両脚または片脚で 1 回立ち上がるができるか否かで、主に下肢筋力を判定するシンプルなテストである⁴³⁾。測定は、日本整形外科学会の方法に基づき実施した。両腕を胸の前で組んだ状態で 40 cm の高さの台に腰をかけ、立ちあがる方の脚を床に対して脛がおよそ 70 度になるようにし、反対の脚は床からはなした。そして、この姿勢から反動をつけずに片脚で立ち上がり、そのまま 3 秒間立ちあがったままの姿勢を保持するよう指示した。左右ともに片脚で 40 cm の高さの台から立ち上がる事が出来た場合は、片脚で 10 cm ずつ低い台へ移り立ち上がりテストを実施した。左右のどちらか、もしくは両脚ともに片脚で立ちあがれなかった人、あるいは、立ちあがった後、3 秒間姿勢を保持できなかった人については、10 cm ずつ低い台に移って両脚での立ち上がりテストを実施した。そして両脚で立ち上がった一番低い台の高さを用いてテストの結果を判定した。日本整形外科学会は、片脚 40 cm から立ちあがれない場合をロコモ度 I と判定している。40 cm の台は一般的な椅子の高さとほぼ同じであるため汎用性が高いといえる。研究課題 II では、40 cm の台から片脚で立ち上がれるか否かで、「ロコモなし：左右両方の脚で可能」、「ロコモ度 1-1：左右どちらかの脚で可能」、「ロコモ度 1-2：左右どちらの脚も不可」の 3 段階で評価を行った。

2) 体格指数測定および医学検査

本研究の参加者は、人間ドックの項目である身長、体重を測定した。身長、体重は、自動身長計付き体組成計 (DC-250 タニタ、東京) を用い、裸足で計測した。BMI は体重 (kg) を身長 (m) の二乗で除して算出した。安静時血圧は医用電子血圧計 H55 (テルモ、東京) を用いて測定した。血液検査は 12 時間以上の絶食後採血した血漿を用いて分析した。血液検査の検査項目は中性脂肪、HDL コレステ

ロール および空腹時血糖であった。さらに自記式質問紙表を用いて喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣を調査した。同様に、糖尿病の既往歴、治療の有無を調査した。喫煙習慣は、「はい」、「いいえ」の2段階で確認した。喫煙習慣は、吸い始めてから質問回答時までの合計が100本以上または6ヶ月以上の期間吸っている者でかつ最近1か月間も吸っている者と定義をした。飲酒習慣については、飲酒の頻度を「毎日」、「時々」、「ほとんど飲まない(飲めない)」の3段階で確認をした。さらに、飲酒日の1日あたりの飲酒量を、「1合未満」、「1~2合未満」、「2~3合未満」、「3合以上」の4段階で確認をした。最終的に、「非飲酒群(時々、ほとんど飲まないと回答した群)」、「少量飲酒群(毎日、1~2合未満、2~3合未満と回答した群)」、「多量飲酒群(毎日、3合以上と回答した群)」の3群に分類をした。身体活動習慣については、運動と生活活動を調査した。運動として1回30分以上の軽い運動あり(週2日以上、1年以上)しているかを「はい」、「いいえ」の2段階で確認した。生活活動として日常生活で歩行又は同等の身体活動をしているか(1日1時間以上)を「はい」、「いいえ」の2段階で確認した。最終的に、「活発群(両方とも「はい」と回答)」、「適度群(片方を「はい」と回答)」、「不活動群(両方とも「いいえ」と回答)」の3群に分類をした。

3) 糖尿病の判定

糖尿病の判定は、空腹時血糖 126mg/dl 以上(7.0mmol/L 以上)、2時間値血糖 200mg/dl 以上、HbA1c6.5%以上(NGSP)(48mmol/mol 以上)、自記式質問紙表により、医師による糖尿病の診断を受けている者、すでに糖尿病の治療をしている者のいずれか一つでも該当した場合とした。

4) 統計解析

初めに、記述統計として研究参加者全員の身体的特徴と体格指数を集計した。記述統計量に関して、連続変数は中央値と四分位範囲、あるいは平均値と標準偏差で集計結果を記載した。また、カテゴリー変数についてはパーセンテージを用いて結果を示した。

次に、参加者を立ち上がりテストの結果別に 40 cmの台から「ロコモなし：左右両方の脚で可能」、「ロコモ度 1-1：左右どちらかの脚が不可」、「ロコモ度 1-2：左右どちらの脚も不可」の 3 群に分類をした。糖尿病と立ち上がりテストの関係を評価するために、ロジスティック回帰モデルを使用して年齢調整オッズ比と多変量調整オッズ比、95%信頼区間（95%CI）を算出した。年齢調整オッズ比の算出にあたってはロジスティック回帰モデルに年齢（連続変数）を共変量として投入して算出した。多変量調整オッズ比の算出にあたっては、モデル 1 として、年齢（連続変数）と喫煙習慣（非喫煙群、喫煙群）および飲酒習慣（非飲酒群、少量飲酒群、多量飲酒群）を共変量としてロジスティックスモデルに投入した。次に、モデル 2 としてモデル 1 に加えて身体活動習慣（不活動群、適度群、活発群）も投入して多変量調整オッズ比を算出した。モデル 3 においては、モデル 2 に加えて BMI（連続変数）を投入して多変量調整オッズ比を算出した。各解析において、立ち上がりテストと糖尿病有病率の間に直線関係があるかどうかを評価するために、ロジスティック回帰モデルに各体格指数の 4 群を連続数として投入し、トレンド検定を行った。

すべての統計処理には IBM SPSS Statistic for Windows ver.25（日本 IBM 社製）を使用し、有意水準はいずれも両側検定 P 値が 5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1) 対象者の特性

表 4 に研究参加者の身体的特徴を示した。男性の年齢の中央値（四分位範囲）は 61 歳（55-67）であった。糖尿病の有病率は、27.2%であった。立ち上がりテストは、40 cmの高さから「ロコモなし：左右両方の脚で可能」な者の割合は 71.1%、「ロコモ度 1-1：左右どちらかの脚で可能」な者の割合は 9.9%、「ロコモ度 1-2：左右どちらの脚も不可」の者の割合は、18.8%となり、ロコモに該当しない左右両方の脚で可能な者が半数以上を占めていた。

立ち上がりテストの 3 群によるロコモの有無の結果別にみた研究参加者の身体的特徴は、ロコモ度 1 に該当する「ロコモ度 1-2：左右どちらの脚も不可」群では、「ロコモなし：左右両方の脚で可能」群および「ロコモ度 1-1：左右どちらかの脚で可能」群と比較して、年齢が高く、空腹時血糖値や HbA1c、糖尿病有病率が高い傾向を示した。

表 4. 立ち上がりテストの結果別の研究者参加者の身体的特徴

	全体	ロコモなし： 左右両方の脚で可能	ロコモ度 1-1： 左右どちらかの脚で可能	ロコモ度 1-2： 左右どちらの脚も不可
n (人)	1800	1,283 (71.1)	178 (9.9)	339 (18.8)
年齢 (才)	61 (56-67)	59 (52-64)	64 (60-69)	67 (61-73)
身長 (cm)	168.1 ± 6.1	167.7 ± 6.0	169.2 ± 6.1	169.0 ± 6.3
体重 (kg)	69.4 ± 11.0	68.7 ± 10.4	70.9 ± 11.7	71.2 ± 12.6
BMI (kg/m ²)	24.5 ± 3.3	24.4 ± 3.1	24.7 ± 3.1	24.9 ± 3.7
腹囲 (cm)	86.3 ± 8.6	85.2 ± 8.1	88.1 ± 8.5	89.2 ± 9.6
収縮期血圧 (mmHg)	122.5 ± 16.5	121.8 ± 16.3	124.5 ± 15.5	123.8 ± 17.4
拡張期血圧 (mmHg)	77.1 ± 11.5	77.3 ± 11.4	77.4 ± 10.9	76.3 ± 12.0
中性脂肪 (mg/dl)	120.4 ± 72.3	123.2 ± 76.7	112.3 ± 63.4	113.9 ± 56.4
HDL コレステロール (mg/dl)	58.6 ± 15.0	58.5 ± 15.1	59.8 ± 16.2	58.2 ± 14.0
空腹時血糖 (mg/dl)	104.8 ± 20.5	103.3 ± 18.3	106.8 ± 23.8	109.2 ± 25.3
HbA1c (%)	5.8 ± 0.7	5.8 ± 0.6	5.9 ± 0.8	6.0 ± 0.8
喫煙習慣, n (%)				
非喫煙群	1,416 (78.7)	1,000 (77.9)	139 (78.1)	277 (81.7)
喫煙群	384 (21.3)	283 (22.1)	39 (21.9)	62 (18.3)
飲酒習慣, n (%)				
非飲酒群	1019 (56.6)	731 (57.0)	97 (54.5)	191 (56.3)
少量飲酒群	722 (40.1)	507 (39.5)	77 (43.3)	138 (40.7)
多量飲酒群	59 (3.3)	45 (3.5)	4 (2.2)	10 (2.9)
身体活動習慣, n (%)				
不活動群	842 (46.8)	621 (48.4)	78 (43.8)	143 (42.2)
適度群	511 (28.4)	365 (28.4)	47 (26.4)	99 (29.2)

活発群	447 (24.8)	297 (23.1)	53 (29.8)	97 (28.6)
糖尿病有病率, n (%)	490 (27.2)	305 (23.8)	51 (28.7)	134 (39.5)

平均値

±標準偏差または n (%)

年齢および立ち上がりテストは中央値 (四分位範囲)

2) 立ち上がりテストにおける LS の有無と糖尿病有病率のオッズ比

表5には、立ち上がりテストの結果別にみたLSの有無と糖尿病有病率のオッズ比を示した。「ロコモなし：左右両方の脚で可能」群に対する糖尿病有病率のオッズ比は、「ロコモ度1-2：左右どちらの脚も不可」群において年齢調整オッズ比および喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣、BMIを調整した多変量オッズ比は、立ち上がりテストとの間に明確な正の関係が観察された。

表 5. 立ち上がりテストにおける LS の有無と糖尿病有病率のオッズ比

	n	糖尿病該当者数	1000 人あたりの糖尿病該当者数	OR (95% CI)	年齢調整 OR (95% CI)	モデル 1 OR (95% CI)	モデル 2 OR (95% CI)	モデル 3 OR (95% CI)
ロコモ度 1-2 : 左右どちらの脚も可	1,283	305	238	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)
ロコモ度 1-1 : 左右どちらかの脚で可能	178	51	287	1.29 (0.91-1.83)	1.06 (0.74-1.51)	1.05 (0.74-1.51)	1.06 (0.74-1.51)	1.00 (0.70-1.43)
ロコモ度 1-2 : 左右どちらの脚も不可	339	134	295	2.10 (1.63-2.70)	1.52 (1.12-2.00)	1.52 (1.16-2.00)	1.51 (1.15-2.00)	1.37 (1.04-1.81)
トレンド検定				p<0.001	0.003	0.004	0.004	0.037

モデル 1: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣を調整

モデル 2: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣を調整

モデル 3: 年齢、喫煙習慣、飲酒習慣、身体活動習慣、BMI を調整

CI: 信頼区間; OR: オッズ比.

IV. 考察

研究課題Ⅱでは、研究課題Ⅰにおいて最も有症率が高い傾向を示した立ち上がりテストによって判定されたロコモ度ⅠとMSの構成要素の1つである耐糖異常が進行した状態の糖尿病との関連を検討した。具体的には、人間ドック男性受診者を対象に、立ち上がりテストのロコモ度Ⅰに該当する40cmの台から片脚で立ち上がれるか否かで、「ロコモなし：左右両方の脚で可能」、「ロコモ度1-1：左右どちらかの脚で可能」、「ロコモ度1-2：左右どちらの脚も不可」の3群に細分化し糖尿病有病率との関連について検討を行った。その結果、糖尿病有病率と立ち上がりテストによるLSの間には有意な関連が認められ、40cmの台から立ち上がれないほど糖尿病の有病率が高くなることが明らかになった。

令和元年度の国民健康・栄養調査研究では、男性の「糖尿病が強く疑われる者」が14.6%、「糖尿病の可能性が否定できない者」が12.7%と報告されており、両者を合わせると27.3%である²⁶⁾。本研究における糖尿病有病者の割合は27.2%であり、国民健康・栄養調査と比較しほぼ同じ有病率が示された。

先行研究において、筋力と糖尿病の関連が報告されており⁵⁷⁻⁶¹⁾、門間らは20歳から92歳の日本人21,802人を6年間追跡し体重当たりの握力が弱いほど2型糖尿病の発症リスクは高くなることを明らかにした⁵⁷⁾。また、Parkらは、70歳から79歳の地域高齢者1840人を3年間追跡し、高齢2型糖尿病患者は非糖尿病患者に比べ下肢筋量と膝伸展筋力が低下したことを報告している⁶¹⁾。本研究で用いた立ち上がりテストは大腿四頭筋の筋力と関連があることが明らかになっており⁴³⁾、立ちあがり動作は、膝関節と股関節の筋力の合計値が一定以上を確保することで遂行できる動作である⁶²⁾。つまり、立ち上がりテストは大腿四頭筋を中心とした下肢の筋力全体を複合的に測定する方法といえる。本研究における人間ドック男性受診者においても立ち上がりテストを用いた下肢筋力と糖尿病との間に関連を認め、先行研究を支持する結果となった。また、先行研究において身体活動と糖尿病の関連について多くの報告が

されている⁶³⁻⁶⁵⁾。看護師約7万人を対象とした大規模な疫学研究では、軽度の運動習慣が2型糖尿病の発症リスクを低下させることが示されている⁶³⁾。本研究では、糖尿病の危険因子である、加齢や喫煙、飲酒、肥満のほかに身体活動習慣による調整をおこなった。その結果、身体活動習慣で補正をしてもロコモ度1に該当する40cmの台から立ち上がりテストができないと糖尿病有病率が高いということが分かった。

骨格筋は、糖代謝を行う主要な器官であり、骨格筋の収縮により糖輸送担体 (glucose transporter 4: GLUT4) が細胞内から細胞膜へ移行することにより糖の取り込みを増強する。2型糖尿病患者と非2型糖尿病患者のGLUT4の量を比較した研究では、2型糖尿病患者においてGLUT4が有意に低下していたことが報告されている⁶⁶⁾。さらに、2型糖尿病患者は非2型糖尿病患者と比較し、全身の筋量が低下していることが明らかになっている^{67,68)}。一方、片脚で40cmの椅子から立てない者は、低筋力および低筋量に該当する者が多いことが指摘されている⁶⁹⁾。立ち上がりテストにおいて使用する大腿四頭筋を中心とした下肢筋群は、全身の中で大きな面積を占めており糖代謝の多くを担っていると考えられ、それゆえ立ち上がりテストで評価したロコモ度1と糖尿病に関連があったと推察される。

研究課題IIの特徴は、下肢筋力測定として一般的な椅子の高さに該当する40cmの台から立ち上がるという簡便な立ち上がりテストを用いたことである。筋力と糖尿病との関連について検討した研究では、握力を用いることが多かった^{57) 70) 58) 71)}。その理由として、握力は簡便かつ安価に筋力を測定することが可能であり、体幹や下肢など全身の筋量と相関を示すことが考えられる。しかしながら、加齢に伴う筋量と筋力の減少は、上肢に比較し下肢の減少が著しいことが報告されている^{72) 73)}。Yamauchiらは、膝関節と股関節の伸展筋群で発揮される筋力の加齢変化を横断的に調査し、20歳から75歳の間で筋力が約半分に低下をしていたことを示唆している⁷⁴⁾。これらの筋群は、立ち上がりテストを行う際の主動

筋である。また、Nomura らは 2 型糖尿病患者における定期的な運動の継続と脚伸展筋筋力の関係を検討し、運動習慣と脚伸展筋力には相互作用が存在するが、脚伸展筋力の高さは運動習慣に有意な影響を及ぼすことを明らかにしている⁶⁸⁾。したがって、下肢筋力を測定することに意義があると考えられる。下肢筋力の測定は、握力に比較し煩雑であるというデメリットがあったが、本研究で用いた 40 cm の台は一般的な椅子の高さであり簡便に測定することが可能である。下肢の筋群は、歩行や立ち座りなどの日常生活機能を司る役割をしており、これらの筋量、筋力の低下は、糖尿病予防や改善のための身体活動に大きな影響を及ぼすといえる。そのため、立ち上がりテストは糖尿病有病率との関連があるだけにとどまらず、立ち上がりテストによる下肢筋力評価を通して、糖尿病予防および改善のための運動処方の一助になりうるといえる。

研究課題 II には、いくつかの限界点がある。第一に、参加者の年齢分布は限られており、若年者においても本研究と同様の結果が観察されるかは明らかではない。第二に、対象者は男性のみであり、女性についても同様の結果が観察されるかは分からない。最後に、横断研究であるため、因果関係については言及することができない。

第4章

総合考察

I. 本研究から得られた知見

本研究では、我が国における健康寿命の延伸を阻害する主要な要因である、LS と MS および糖尿病の関連を検討した。さらに、疾病の早期発見・早期介入が目的である人間ドックにおける LS の実態を検討し、LS のスクリーニングの必要性を明らかにした。

まず、研究課題 I では、先行研究において 20 代から 80 代の幅広い年代層の人間ドックに受診者を対象としたロコモ度テストによる LS の有症率および、MS との関連が十分に明らかではないことを踏まえ、LS の詳細な有症率を検討し、さらに LS と MS の関連について検討した。その結果、人間ドック受診者における LS 有症率は、50%以上であることが確認され、LS 有症率の内訳となるロコモ度は、早期の移動機能低下段階であるロコモ度 1 に該当する者が多いことが明らかになった。また、ロコモ度テスト別では、立ち上がりテストにおける LS 判定において LS に該当する者が多いことが明らかとなった。さらに、LS と MS の関連では、MS 構成要素の該当数が増加するほど、LS 有症率が高くなることが示された。LS と MS の各構成要素との関連では、MS の必須項目である腹囲と各ロコモ度テストとの関連が認められ、必須項目以外では、男性において立ち上がりテストと耐糖異常の関連が確認された。

研究課題 II では、研究課題 I によって最も有症率が高いことが明らかになった立ち上がりテストにおけるロコモ度 1 と糖尿病の関連について検討した。糖尿病は、研究課題 I において立ち上がりテストと関連が認められた MS 構成要素の 1 つである耐糖異常の進行した状態であり、LS と MS と並び、健康寿命の延伸を阻害するもう一つの重要な要因である。その結果、ロコモ度 1 に該当する 40 cm の台から立ち上がりテストの実施が不可である程、糖尿病の有病率が高くなることが明らかとなった。本研究より得られた知見より、LS と MS および糖尿病の対策は、それぞれの独立した対策にとどまらず、MS の対策は LS の対策につながり、LS の対策は糖尿病の対策につながる可能性が示されたと考えられる。

すなわち、健康寿命の延伸や持続可能な就労の実現のためには LS を含めてスクリーニングすることの重要性が示され、人間ドックにおいて、LS をスクリーニングする意義を検討する上で重要な示唆を加えるものであったと考えられる。

II. 総括論議

研究課題 I において、LS 有症率を性別、年代別、ロコモ度別、ロコモ度テスト別に詳細に検討し、地域一般住民に比較して健康意識が高いと予測される人間ドック受診者においても LS 有症率は 50% を超えることが確認された。性別では男性に比較し女性に多い傾向を認め、年代別では年代が上がるに従い LS 有症率は高くなり、70 代以上の高齢受診者において最も高いことが確認された。一方で、70 代未満の若年受診者においても LS 有症率は 30% 以上あることが確認され、高齢者のみならず、若年期から極めて多くの者が自覚症状のないうちに移動機能の低下が始まっていることが明らかになった。Yamada ら⁴⁸⁾は、ロコモ度テストは 20 代から 80 代までの異なる世代および健康な集団から介護状態の高齢者に対して適応可能なシンプルなスクリーニングシステムであると述べおり、ロコモ度テストは、天井効果や床下効果がないため、幅広い世代を対象に LS のスクリーニングを実施することが可能であるといえる。また、ロコモ度別では、ロコモ度 1 に該当する者が約 40% と最も多いことが示され、本人の自覚症状の有無にかかわらず、極めて多数の受診者において移動機能低下が始まっていることが確認された。Yoshimura ら¹⁵⁾は、LS の主体をなす移動機能の低下がはじまり、それらがフレイルやサルコペニアにつながると述べており、Kobayashi ら⁷⁴⁾は、中高年に対するロコモ度 1 のスクリーニングは将来の運動機能障害予防のために重要であることを指摘している。これまで様々な先行研究により、身体

機能の改善に対する身体的介入の効果が報告されているが、身体機能の低下が軽度から中程度の段階での介入は、重度の段階に比べ効果的であることが明らかになっている^{75,76)}。ロコモ度1の段階でのLSの予防が、フレイルやサルコペニア、そしてそれらに続発する要介護状態の予防につながるため、高齢者のみならず、若年者も対象として運動器の問題を包括的に評価することを目的とした場合は、ロコモ度1の段階でいかに早期発見・早期介入ができるかが肝要といえる。

さらに、ロコモ度1の該当をロコモ度テスト別に検討したところ、立ち上がりテストにおけるLSの該当が最も高かった。ロコモ度テストは、主観的に生活活動機能を評価する「ロコモ25」、客観的に身体機能を評価する「立ち上がりテスト」と「2ステップテスト」で構成される。つまり、3つのテストを行うことで多角的な視点から移動能力を評価することができるバッテリーテストであり、本来は3つのテストをすべて実施することが望ましい。しかしながら、LSのスクリーニングを実施する際に、時間的な制約などがありロコモ度テストをすべて実施できない場合は、立ち上がりテストを選択的に実施すると良い可能性が示された。また、LSとMSとの関係は、MSの構成要素の該当数が多くなるほど、LSの有症率が高くなることが確認されたことから、MSの早期発見・早期介入はLS予防に繋がる可能性が示唆された。MSの各構成要素では、LSと腹囲と耐糖異常の関連が確認された。腹囲はMSの必須項目であり代謝異常を最も反映する項目であるといえ、腹囲の重要性が示された。それ以外の項目では、糖尿病の前段階である耐糖異常との関連が認められ、代謝異常による炎症が筋肉や骨・関節といった運動器の評価であるLSと関連が認められたと推察される。

続いて、研究課題IIでは、研究課題Iにおいて最もLS有症率が高い傾向を示した立ち上がりテストによるロコモ度1に焦点をあて、糖尿病との関連について検討した。結果として、人間ドック男性受診者においてロコモ度1に該当する40cmの台から片脚で立ち上がりテストができないほど、糖尿病有病

率が高くなることが示された。立ち上がりテストによる LS の早期発見・早期予防は糖尿病の予防に繋がる可能性が示された。ロコモ度 1 に該当する立ち上がりテストは、一般的な椅子の高さとほぼ同じであり簡便に実施できる。また、大規模な装置や場所を必要とせず、日常動作を使用して運動機能の低下を客観的に把握することが可能であることから汎用性が高く、限られスペースや人員の中で行うことが可能と考えられる。

研究課題 I および研究課題 II より、人間ドックにおける LS 有症率の実態とその特徴が明らかとなり、LS と MS および糖尿病は、それぞれが相互に影響を及ぼし悪循環を形成している可能性が明らかになった。LS の重症化予防は、LS に続発するフレイルやサルコペニアの予防のみならず、MS や糖尿病の予防的な観点からも重要であり、ロコモ度 2 以上はもちろんのこと、移動機能低下の早期の段階であるロコモ度 1 を見逃さずに早期発見し、適切な早期介入をすることが健康寿命の延伸および持続可能な就労の実現のためには肝要といえる。そのためには、健康診断などで LS のスクリーニングを実施することが重要であり、オプションの追加が比較的容易である人間ドックには大きな可能性が期待できる。人間ドックにおいて、LS のスクリーニングを行うことにより、高齢者のみならず青壮年期からの運動器の状態を包括的に捉えることが可能となると考えられる。一方、課題として人間ドックにおいて LS のスクリーニングを実施する場合、限られたスペースや既存の検査との時間調整や測定者の人件費や導入コスト、継続性などを考慮する必要がある。一例として、本研究では、LS のスクリーニングを人間ドックにおいて運動器健診として実施した。参加希望者 1~10 名を測定時間 10~20 分で実施することが可能であり、既存の検査の隙間時間で実施することが可能であった。測定場所は、人間ドックに隣接する医療法 42 条施設において実施したため測定場所の課題はなかった。隣接する運動施設や測定場所として広い空間がない場合においても、LS のスクリーニングは比較的容易に実施することが可能といえ

る。主観的テストであるロコモ 25 は問診であり、客観的テストである立ち上がりテストは畳 1 畳のスペースがあれば測定が可能である。2 ステップテストは 3m 程度の距離を確保することで実施が可能であることから、特別な空間や道具を必要とせず低コストで実施することが可能と考えられる。LS のスクリーニングを実施するにあたり、本研究では、測定者として健康運動指導士 1 名を配置した。そのため、測定者 1 名の人件費を考慮すると、LS のスクリーニングのみにとどまらず、測定結果に基づいた運動指導を実施することで付加価値を付け、収益面および継続性を検討する必要があるといえる。測定者として健康運動指導士などの運動指導の専門家を配置することで、LS のスクリーニング結果に基づき、運動器の状態を考慮した適切な運動指導を行うことで、MS や糖尿病の改善のための身体活動の促進につながることも期待できる。一方、人件費や実施場所ならびに時間の確保などに制約がある場合、必要最低限の低コストで行う必要があり、その場合は、本研究の結果から立ち上がりテストにおけるロコモ度 1 のスクリーニングの重要性が示されたことから、立ち上がりテストが最も優先度が高く、さらには 40 cmの椅子 1 つあることで測定が可能であるため導入しやすいといえる。立ち上がりテストは、実施の可否によって判定するため受診者が結果を体感的に理解しやすく、行動変容を促す気付きに繋がる可能性がある。さらには、立ち上がりテストによる動作自体が、LS 改善のための目標動作となりうる大きな特徴といえる。LS のスクリーニングは、3 つのテストを行うことが理想ではあるが、本研究の結果から立ち上がりテストにおけるロコモ度 1 をスクリーニングすることで高齢者のみならず全世代に対して網羅的に健康寿命の延伸にむけた早期発見・早期介入が期待できる。

Ⅲ. 本研究の限界点と今後の展望

本研究では、LS と MS および糖尿病との関連を横断に検討した。それゆえ、因果関係に言及することはできないため、今後、縦断的な検討が必要であると考えられる。また、糖尿病との関連については男性のみを対象としており、女性においても同様の傾向が認められるかは不明である。さらに、高血圧症や脂質異常症などの生活習慣病との関連についても不明である。したがってこれらの項目に関する検討も、人間ドックにおける運動器健診推進のためには重要な課題であると考えている。

文献

- 1) 内閣府：令和五年社会白書，2022.
- 2) 厚生労働省：令和3年度介護保険事業状況報告（年報）報告書の概要，2021.
- 3) 厚生労働省：2040年を展望した社会保障・働き方改革本部のとりまとめ等について.
- 4) 厚生労働省：令和4年国民生活基礎調査の概況，2022.
- 5) ロコモチャレンジ！推進協議会 日本整形外科学会，ロコモパンフレット 2020年度版，2020.
- 6) Nakamura K. : A "super-aged" society and the "locomotive syndrome", *J Orthop Sci*, 13 : 1-2, 2008. doi : 10.1007/s00776-007-1202-6.
- 7) Nakamura K. : Locomotive syndrome: disability-free life expectancy and locomotive organ health in a "super-aged" society, *J Orthop Sci*, 14 : 1-2, 2009. doi : 10.1007/s00776-008-1302-y.
- 8) Nakamura K. : The concept and treatment of locomotive syndrome: its acceptance and spread in Japan, *J Orthop Sci*, 16 : 489-491, 2011. doi : 10.1007/s00776-011-0108-5.
- 9) Yoshimura N., Iidaka T., Horii C., Mure K., Muraki S., Oka H., Kawaguchi H., Akune T., Ishibashi H., Ohe T., Hashizume H., Yamada H., Yoshida M., Nakamura K., Tanaka S. : Epidemiology of locomotive syndrome using updated clinical decision limits: 6-year follow-ups of the ROAD study, *J Bone Miner Metab*, 40 : 623-635, 2022. doi : 10.1007/s00774-022-01324-8.
- 10) 日本老年医学会：フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント，2014.
- 11) Rosenberg Irwin H : Summary comments : epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons, *Am J Clin Nutr*, 50 : 1231-1233, 1989.
- 12) Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyere O., Cederholm T., Cooper C., Landi

- F., Rolland Y., Sayer A. A., Schneider S. M., Sieber C. C., Topinkova E., Vandewoude M., Visser M., Zamboni M., Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People, the Extended Group for Ewgsop : Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis, *Age Ageing*, 48 : 16-31, 2019. doi : 10.1093/ageing/afy169.
- 13) Chen L. K., Woo J., Assantachai P., Auyeung T. W., Chou M. Y., Iijima K., Jang H. C., Kang L., Kim M., Kim S., Kojima T., Kuzuya M., Lee J. S. W., Lee S. Y., Lee W. J., Lee Y., Liang C. K., Lim J. Y., Lim W. S., Peng L. N., Sugimoto K., Tanaka T., Won C. W., Yamada M., Zhang T., Akishita M., Arai H. : Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment, *J Am Med Dir Assoc*, 21 : 300-307 e302, 2020. doi : 10.1016/j.jamda.2019.12.012.
- 14) 日本医学連合 : フレイル・ロコモ克服のための医学会宣言, 2022.
- 15) Yoshimura N. : Prevalence and co-existence of locomotive syndrome, sarcopenia, and frailty the third survey of Research on OsteoarthritisOsteoporosis Against Disability (ROAD) study, 2019.
- 16) Ford E. S. : Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence, *Diabetes Care*, 28 : 1769-1778, 2005. doi : 10.2337/diacare.28.7.1769.
- 17) Grundy S. M., Brewer H. B., Jr., Cleeman J. I., Smith S. C., Jr., Lenfant C., National Heart Lung, Blood Institute, American Heart Association : Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition, *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 24 : e13-18, 2004. doi : 10.1161/01.ATV.0000111245.75752.C6.

- 18) Takahashi K., Bokura H., Kobayashi S., Iijima K., Nagai A., Yamaguchi S. : Metabolic syndrome increases the risk of ischemic stroke in women, *Intern Med*, 46 : 643-648, 2007. doi : 10.2169/internalmedicine.46.6094.
- 19) Eckel R. H., Alberti K. G., Grundy S. M., Zimmet P. Z. : The metabolic syndrome, *Lancet*, 375 : 181-183, 2010. doi : 10.1016/S0140-6736(09)61794-3.
- 20) Saito I. : Epidemiological evidence of type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome, and cardiovascular disease in Japan, *Circ J*, 76 : 1066-1073, 2012. doi : 10.1253/circj.cj-11-1519.
- 21) Atti A. R., Valente S., Iodice A., Caramella I., Ferrari B., Albert U., Mandelli L., De Ronchi D. : Metabolic Syndrome, Mild Cognitive Impairment, and Dementia: A Meta-Analysis of Longitudinal Studies, *Am J Geriatr Psychiatry*, 27 : 625-637, 2019. doi : 10.1016/j.jagp.2019.01.214.
- 22) Assuncao N., Sudo F. K., Drummond C., de Felice F. G., Mattos P. : Metabolic Syndrome and cognitive decline in the elderly: A systematic review, *PLoS One*, 13 : e0194990, 2018. doi : 10.1371/journal.pone.0194990.
- 23) Vanhanen M., Koivisto K., Moilanen L., Helkala E. L., Hanninen T., Soininen H., Kervinen K., Kesaniemi Y. A., Laakso M., Kuusisto J. : Association of metabolic syndrome with Alzheimer disease: a population-based study, *Neurology*, 67 : 843-847, 2006. doi : 10.1212/01.wnl.0000234037.91185.99.
- 24) Luchsinger J. A., Reitz C., Honig L. S., Tang M. X., Shea S., Mayeux R. : Aggregation of vascular risk factors and risk of incident Alzheimer disease, *Neurology*, 65 : 545-551, 2005. doi : 10.1212/01.wnl.0000172914.08967.dc.

- 25) Federation International Diabetes : IDF Diabetes Atlas 2022 10th_Edition, 2022.
- 26) 厚生労働省 : 令和元年 国民健康・栄養調査結果の概要 (2023-09-17 閲覧), 2019.
- 27) 日本糖尿病学会, 糖尿病ガイドライン 2019., 2019.
- 28) Kasuga M., Ueki K., Tajima N., Noda M., Ohashi K., Noto H., Goto A., Ogawa W., Sakai R., Tsugane S., Hamajima N., Nakagama H., Tajima K., Miyazono K., Imai K. : Report of the Japan Diabetes Society/Japanese Cancer Association Joint Committee on Diabetes and Cancer, *Cancer Sci*, 104 : 965-976, 2013. doi : 10.1111/cas.12203.
- 29) Cheng G., Huang C., Deng H., Wang H. : Diabetes as a risk factor for dementia and mild cognitive impairment: a meta-analysis of longitudinal studies, *Intern Med J*, 42 : 484-491, 2012. doi : 10.1111/j.1445-5994.2012.02758.x.
- 30) Yoshimura N., Muraki S., Oka H., Kawaguchi H., Nakamura K., Akune T. : Association of knee osteoarthritis with the accumulation of metabolic risk factors such as overweight, hypertension, dyslipidemia, and impaired glucose tolerance in Japanese men and women: the ROAD study, *J Rheumatol*, 38 : 921-930, 2011. doi : 10.3899/jrheum.100569.
- 31) Muraki S., Akune T., Oka H., Ishimoto Y., Nagata K., Yoshida M., Tokimura F., Nakamura K., Kawaguchi H., Yoshimura N. : Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis and knee pain in Japanese men and women: a longitudinal population-based cohort study, *Arthritis Rheum*, 64 : 1447-1456, 2012. doi : 10.1002/art.33508.
- 32) Monira Hussain S., Wang Y., Cicuttini F. M., Simpson J. A., Giles G. G., Graves S., Wluka A. E. : Incidence of total knee and hip replacement for osteoarthritis in relation to the metabolic syndrome and its components: a prospective cohort study, *Semin Arthritis Rheum*, 43 : 429-436,

2014. doi : 10.1016/j.semarthrit.2013.07.013.
- 33) Wang H., Cheng Y., Shao D., Chen J., Sang Y., Gui T., Luo S., Li J., Chen C., Ye Y., Yang Y., Li Y., Zha Z. : Metabolic Syndrome Increases the Risk for Knee Osteoarthritis: A Meta-Analysis, *Evid Based Complement Alternat Med*, 2016 : 7242478, 2016. doi : 10.1155/2016/7242478.
- 34) Shumnalieva R., Kotov G., Monov S. : Obesity-Related Knee Osteoarthritis-Current Concepts, *Life (Basel)*, 13, 2023. doi : 10.3390/life13081650.
- 35) Liu S. Y., Zhu W. T., Chen B. W., Chen Y. H., Ni G. X. : Bidirectional association between metabolic syndrome and osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies, *Diabetol Metab Syndr*, 12 : 38, 2020. doi : 10.1186/s13098-020-00547-x.
- 36) Mitani G., Nakamura Y., Miura T., Harada Y., Sato M., Watanabe M. : Evaluation of the association between locomotive syndrome and metabolic syndrome, *J Orthop Sci*, 23 : 1056-1062, 2018. doi : 10.1016/j.jos.2018.07.004.
- 37) Yoshihara T., Ozaki H., Nakagata T., Natsume T., Kitada T., Ishihara Y., Sawada S., Ishibashi M., Kobayashi H., Machida S., Naito H. : Association between locomotive syndrome and blood parameters in Japanese middle-aged and elderly individuals: a cross-sectional study, *BMC Musculoskelet Disord*, 20 : 104, 2019. doi : 10.1186/s12891-019-2480-9.
- 38) Yamada K., Yamaguchi S., Ito Y. M., Ohe T. : Factors associated with mobility decrease leading to disability: a cross-sectional nationwide study in Japan, with results from 8681 adults aged 20-89 years, *BMC Geriatr*, 21 : 651, 2021. doi : 10.1186/s12877-021-02600-4.
- 39) 日本糖尿病学会 : 糖尿病診療ガイドライン 2019, 2019.

- 40) 日本人間ドック学会, 人間ドック健診の実際 基礎知識から判定・事後指導までのすべてがわかる, 2017.
- 41) 日本人間ドック学会: 人間ドック健診の実際, 2017.
- 42) 伊能幸雄, 小西由里子, 宮本瑠美, 東拓弥, 篠田誠, 村永信吾: 人間ドックにおけるメタボリックシンドローム対策にロコモーションチェックおよび立ち上がりテストを追加する必要性, *人間ドック*, 30: 52-58, 2015.
- 43) 村永信吾: 立ち上がり動作 を用いた下肢筋力評価とその臨床応用, *昭和医会誌*, 61: 362-367, 2001.
- 44) Ogata T., Muranaga S., Ishibashi H., Ohe T., Izumida R., Yoshimura N., Iwaya T., Nakamura K.: Development of a screening program to assess motor function in the adult population: a cross-sectional observational study, *J Orthop Sci*, 20: 888-895, 2015. doi: 10.1007/s00776-015-0737-1.
- 45) 村永信吾: 2ステップテストを用いた簡便な歩行能力推定法の開発, *昭和医会誌*, 63: 301-308, 2003.
- 46) Seichi A., Hoshino Y., Doi T., Akai M., Tobimatsu Y., Iwaya T.: Development of a screening tool for risk of locomotive syndrome in the elderly: the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale, *J Orthop Sci*, 17: 163-172, 2012. doi: 10.1007/s00776-011-0193-5.
- 47) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会: メタボリックシンドロームの定義と診断基準, *日本内科学会雑誌*, 94: 188-203, 2005.
- 48) Yamada K., Ito Y. M., Akagi M., Chosa E., Fuji T., Hirano K., Ikeda S., Ishibashi H., Ishibashi Y., Ishijima M., Itoi E., Iwasaki N., Izumida R., Kadoya K., Kamimura M., Kanaji A., Kato

- H., Kishida S., Mashima N., Matsuda S., Matsui Y., Matsunaga T., Miyakoshi N., Mizuta H., Nakamura Y., Nakata K., Omori G., Osuka K., Uchio Y., Ryu K., Sasaki N., Sato K., Senda M., Sudo A., Takahira N., Tsumura H., Yamaguchi S., Yamamoto N., Nakamura K., Takashi Ohe : Reference values for the locomotive syndrome risk test quantifying mobility of 8681 adults aged 20-89 years: A cross-sectional nationwide study in Japan, *J Orthop Sci*, 25 : 1084-1092, 2020. doi : 10.1016/j.jos.2020.01.011.
- 49) Yoshimura N. : Association between new indices in the locomotive syndrome risk test and decline in mobility- third survey of the ROAD study, 2015.
- 50) Yoshimura N., Muraki S., Nakamura K., Tanaka S. : Epidemiology of the locomotive syndrome: The research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study 2005-2015, *Mod Rheumatol*, 27 : 1-7, 2017. doi : 10.1080/14397595.2016.1226471.
- 51) Yoshimura Y., Ishijima M., Ishibashi M., Liu L., Arikawa-Hirasawa E., Machida S., Naito H., Hamada C., Kominami E. : A nationwide observational study of locomotive syndrome in Japan using the ResearchKit: The Locomonitor study, *J Orthop Sci*, 24 : 1094-1104, 2019. doi : 10.1016/j.jos.2019.08.009.
- 52) Taniguchi M., Ikezoe T., Tsuboyama T., Tabara Y., Matsuda F., Ichihashi N., Nagahama Study group : Prevalence and physical characteristics of locomotive syndrome stages as classified by the new criteria 2020 in older Japanese people: results from the Nagahama study, *BMC Geriatr*, 21 : 489, 2021. doi : 10.1186/s12877-021-02440-2.
- 53) Ferrucci L., Cooper R., Shardell M., Simonsick E. M., Schrack J. A., Kuh D. : Age-Related Change in Mobility: Perspectives From Life Course Epidemiology and Geroscience, *J Gerontol A*

- Biol Sci Med Sci*, 71 : 1184-1194, 2016. doi : 10.1093/gerona/glw043.
- 54) 日本肥満学会, 肥満症診療ガイドライン 2022, 2022.
- 55) Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Japan Society for the Study of Obesity : New criteria for 'obesity disease' in Japan, *Circ J*, 66 : 987-992, 2002. doi : 10.1253/circj.66.987.
- 56) Hiuge-Shimizu A., Kishida K., Funahashi T., Ishizaka Y., Oka R., Okada M., Suzuki S., Takaya N., Nakagawa T., Fukui T., Fukuda H., Watanabe N., Yoshizumi T., Nakamura T., Matsuzawa Y., Yamakado M., Shimomura I. : Absolute value of visceral fat area measured on computed tomography scans and obesity-related cardiovascular risk factors in large-scale Japanese general population (the VACATION-J study), *Ann Med*, 44 : 82-92, 2012. doi : 10.3109/07853890.2010.526138.
- 57) Momma H., Sawada S. S., Kato K., Gando Y., Kawakami R., Miyachi M., Huang C., Nagatomi R., Tashiro M., Ishizawa M., Kodama S., Iwanaga M., Fujihara K., Sone H. : Physical Fitness Tests and Type 2 Diabetes Among Japanese: A Longitudinal Study From the Niigata Wellness Study, *J Epidemiol*, 29 : 139-146, 2019. doi : 10.2188/jea.JE20170280.
- 58) Kawakami R., Sawada S. S., Lee I. M., Matsushita M., Gando Y., Okamoto T., Tsukamoto K., Higuchi M., Miyachi M., Blair S. N. : Dynapenic Obesity and Prevalence of Type 2 Diabetes in Middle-Aged Japanese Men, *J Epidemiol*, 25 : 656-662, 2015. doi : 10.2188/jea.JE20140256.
- 59) Nomura T., Ishiguro T., Ohira M., Oka H., Ikeda Y. : Isometric knee extension force in Japanese type 2 diabetic patients without apparent diabetic polyneuropathy: Data from the Multicenter Survey of the Isometric Lower Extremity Strength in Type 2 Diabetes study, *SAGE Open Med*, 7 :

- 2050312118823412, 2019. doi : 10.1177/2050312118823412.
- 60) Leenders M., Verdijk L. B., van der Hoeven L., Adam J. J., van Kranenburg J., Nilwik R., van Loon L. J. : Patients with type 2 diabetes show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging, *J Am Med Dir Assoc*, 14 : 585-592, 2013. doi : 10.1016/j.jamda.2013.02.006.
- 61) Park S. W., Goodpaster B. H., Strotmeyer E. S., Kuller L. H., Broudeau R., Kammerer C., de Rekeneire N., Harris T. B., Schwartz A. V., Tylavsky F. A., Cho Y. W., Newman A. B., Health Aging, Body Composition Study : Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study, *Diabetes Care*, 30 : 1507-1512, 2007. doi : 10.2337/dc06-2537.
- 62) Yoshioka S., Nagano A., Himeno R., Fukashiro S. : Computation of the kinematics and the minimum peak joint moments of sit-to-stand movements, *Biomed Eng Online*, 6 : 26, 2007. doi : 10.1186/1475-925X-6-26.
- 63) Hu F. B., Sigal R. J., Rich-Edwards J. W., Colditz G. A., Solomon C. G., Willett W. C., Speizer F. E., Manson J. E. : Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study, *JAMA*, 282 : 1433-1439, 1999. doi : 10.1001/jama.282.15.1433.
- 64) Aune D., Norat T., Leitzmann M., Tonstad S., Vatten L. J. : Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis, *Eur J Epidemiol*, 30 : 529-542, 2015. doi : 10.1007/s10654-015-0056-z.
- 65) Yuan S., Li X., Liu Q., Wang Z., Jiang X., Burgess S., Larsson S. C. : Physical Activity, Sedentary Behavior, and Type 2 Diabetes: Mendelian Randomization Analysis, *J Endocr Soc*, 7 :

- bvad090, 2023. doi : 10.1210/jendso/bvad090.
- 66) Gaster M., Staehr P., Beck-Nielsen H., Schroder H. D., Handberg A. : GLUT4 is reduced in slow muscle fibers of type 2 diabetic patients: is insulin resistance in type 2 diabetes a slow, type 1 fiber disease?, *Diabetes*, 50 : 1324-1329, 2001. doi : 10.2337/diabetes.50.6.1324.
- 67) Kim K. S., Park K. S., Kim M. J., Kim S. K., Cho Y. W., Park S. W. : Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults, *Geriatr Gerontol Int*, 14 Suppl 1 : 115-121, 2014. doi : 10.1111/ggi.12189.
- 68) Nomura T., Ishiguro T., Ohira M., Ikeda Y. : Regular exercise behavior is related to lower extremity muscle strength in patients with type 2 diabetes: Data from the Multicenter Survey of the Isometric Lower Extremity Strength in Type 2 Diabetes study, *J Diabetes Investig*, 9 : 426-429, 2018. doi : 10.1111/jdi.12703.
- 69) 川上諒子 : サルコペニアの簡易評価法としての椅子片脚立ち上がりテストの妥当性検証研究, *デサントスポーツ科学*, 2016.
- 70) Li J. J., Wittert G. A., Vincent A., Atlantis E., Shi Z., Appleton S. L., Hill C. L., Jenkins A. J., Januszewski A. S., Adams R. J. : Muscle grip strength predicts incident type 2 diabetes: Population-based cohort study, *Metabolism*, 65 : 883-892, 2016. doi : 10.1016/j.metabol.2016.03.011.
- 71) Wander P. L., Boyko E. J., Leonetti D. L., McNeely M. J., Kahn S. E., Fujimoto W. Y. : Greater hand-grip strength predicts a lower risk of developing type 2 diabetes over 10 years in leaner Japanese Americans, *Diabetes Res Clin Pract*, 92 : 261-264, 2011. doi : 10.1016/j.diabres.2011.01.007.
- 72) Janssen I., Heymsfield S. B., Wang Z. M., Ross R. : Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr, *J Appl Physiol (1985)*, 89 : 81-88, 2000. doi :

- 10.1152/jappl.2000.89.1.81.
- 73) Tanimoto Y., Watanabe M., Kono R., Hirota C., Takasaki K., Kono K. : [Aging changes in muscle mass of Japanese], *Nihon Ronen Igakkai Zasshi*, 47 : 52-57, 2010. doi : 10.3143/geriatrics.47.52.
- 74) Yamauchi J., Mishima C., Nakayama S., Ishii N. : Aging-related differences in maximum force, unloaded velocity and power of human leg multi-joint movement, *Gerontology*, 56 : 167-174, 2010. doi : 10.1159/000235814.
- 75) Faber M. J., Bosscher R. J., Chin A. Paw M. J., van Wieringen P. C. : Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults: A multicenter randomized controlled trial, *Arch Phys Med Rehabil*, 87 : 885-896, 2006. doi : 10.1016/j.apmr.2006.04.005.
- 76) Daniels R., van Rossum E., de Witte L., Kempen G. I., van den Heuvel W. : Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review, *BMC Health Serv Res*, 8 : 278, 2008. doi : 10.1186/1472-6963-8-278.

謝辞

本論文の執筆にあたり、指導教員の岡浩一朗先生には、大学院入学から今日に至るまで、研究遂行が鈍足な私を見捨てずに、多大なるご指導と温かな励ましをいただきました。先生のご指導とご支援なくては本論文を完成させることは出来ませんでした。心からの感謝を申し上げます。

副査の澤田亨先生には、疫学研究の基礎から研究の遂行に至るまで多くのご指導と御導きを賜りました。厚く御礼申し上げます。同じく副査の宮地先生には、研究をより良いものにするためにご指導とご助言をいただきました。そして、副査の石井香織先生には、研究や論文の構成について細やかなご指導を賜り、研究者としての物事の見方について様々なことを学ばせていただきました。研究課題を遂行するにあたり、丸藤祐子先生、川上諒子先生、松下宗洋先生には、論文を精読いただき様々なご指導とご助言を賜りました。また、社会人学生として研究室に伺う機会の少ない私に、いつも温かなお声をかけてくださった岡研究室の皆様感謝申し上げます。

そして、亀田総合病院リハビリテーション事業管理部の村永信吾部長には、研究の面白さからご助言ならびに激励を賜りました。同病院スポー医科学センターの大澤有美子主任には、職場と大学院の両立をご支援いただき、公私にわたりいつも温かい励ましをいただき私の大きな支えとなりました。このお二人なくしては、決して論文を完成させることは出来ませんでした。心より御礼申し上げます。最後になりましたが、十年の長きにわたり叱咤激励して支えてくれた母、姉、そして亡き伯母に心から深く感謝いたします。ここに記しきれない多くの方々の学恩とご支援によって本論文が完成したことを銘記し、謝辞とさせていただきます。

宮本 瑠美