

拘束することでロボットを装着し、腰部側方に取り付けられた 1 対のアクチュエータが股関節の動作を助けるようにトルクを発生し、平坦路だけでなく坂道や階段といった日常生活空間における歩行移動場面においてアシストを行う装着型歩行アシストロボットである。股関節アクチュエータに取り付けられた角度センサによって装着者の股関節屈曲伸展状態をリアルタイムに計測し、装着者の動きに協調しながらアシストを行うアルゴリズムを搭載している。このアシストアルゴリズムでは歩行に伴う 2 つの要素を目標としたアシストが実現できる。1 つは関節角度で、最大屈曲および伸展角度といった空間的な目標を設定することが可能であり、仮想的には歩幅目標を設定することが可能である。もう 1 つは歩調（ケーデンス）で、1 歩あたりの所要時間の増減といった時間的な目標を設定することが可能である。

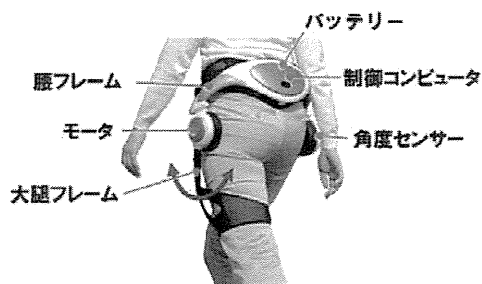


図 1 歩行アシストロボット

#### 主な利用対象者

- 1) 歩行機能の低下した高齢者の歩行支援
- 2) 脊髄損傷、脳卒中後のリハビリテーション補助

#### 3) 健常な成人の歩行補助

##### 歩行アシストロボットの特徴

我々は平成 17～18 年にかけて本田技術研究所(「高齢者に対する歩行アシストロボットの効果検証件研究」との共同研究を実施してきた。健常成人を対象として 50 分間の長距離歩行を課題として歩行時の下肢筋の糖代謝を測定した結果、歩行アシストロボットの装着により歩行比は増大し、歩行アシストロボットの目的とした機能が発揮できていたことが確認された。その歩行状況下で糖代謝を比較すると、腸骨筋および腓腹筋において歩行アシストロボット装着時に有意に代謝が高い値を示した。これは、高度に自動化された歩行様式を持つ健常成人にとって、歩行リズムを操作する外的な刺激が、局所筋活動を賦活した可能性が示唆された。また、歩行アシストロボット装着の有無による比では、装着によって大きく糖代謝が下回る筋は認められなかった。これらの結果は、歩行アシストロボットの装着により下肢筋の廃用を起こす危険性はきわめて低いことを示唆するものであると考えられた。

また、高齢者における同様の分析では、歩行アシストロボット装着により 90% の対象者において歩行比の向上が認められ、直接的な効果が高齢者において観察された。局所筋活動を歩行アシストロボットの有無で比較すると、大腿二頭筋と半膜様筋において、装着により有意な SUV (糖代謝が活性であることを示す) の低下が認められた。これらハムストリングの歩行中における主な活動は、

踵接地に備え膝関節伸展を減速させる働きと、立脚初期における股関節伸展補助、および同時収縮による膝の安定である。これらの筋活動は歩行アシストロボットの機能と同様であり、歩行中のサポートが直接筋活動の効率化に結びついた結果であると考えられた。一方で、中殿筋や小殿筋、および前脛骨筋については SUV が上昇傾向を示した。高齢者においては、歩行時の足関節底屈筋の仕事量が減少するために、代償的に股関節周囲筋の活動上昇が生じる。中殿筋や小殿筋は立脚期における全額面上の骨盤の安定性に重要な役割を果たす。また、前脛骨筋は踵接地時の急速な底屈の防止や、遊脚期における足部クリアランス確保のための足関節背屈運動のために働く。これらの動きは（運動方向として）歩行アシストロボットの制御範疇を超えており、直接的なサポートをえることはない。歩行アシストロボットにより歩行比が上昇した状況では、単脚立脚期時間が延長し、股関節外転筋の活動時間は延長する。また、歩幅が増大すれば踵接地時の底屈方向へのモーメントは増大することが予想され、これらが筋活動の増加傾向に寄与したものと考えられた。これらの結果から高齢者においては、アシストにより一部の筋活動が効率化され、サポートされない動きについては筋活動が上昇する傾向にあった。

## 2) ロボットスーツ HAL (サイバーダイナ社)

ロボットスーツ HAL (図 2) は、下肢の主要な筋に電極を貼付し、動作時に発

現した微弱な生体電気信号をもとに、股・膝のパワーユニットを制御することで、歩行動作を支援する。2011 年 10 月現在、国内外の医療福祉施設 113 カ所において約 256 台の HAL が稼働しており、国内で唯一市販されている、ハビリテーション分野における歩行支援ツールである。

### 主な利用対象者

- 1) 神経筋疾患の脊髄損傷
- 2) 脳卒中後のリハビリテーション補助
- 3) 下肢動作や歩行が不自由または補助が必要な高齢者

### ロボットスーツ HAL の特徴

HAL は体から検出される生体電気信号に基づいて動作することにより、装着した者の意思に従って動作をアシストすることを可能にする。脚の外側にロボットスーツ HAL 福祉用を装着し、足部の内外旋、内外転、股関節部の内外転の調整をすることで、ある程度歩容を固めての歩行動作を行うことができる。

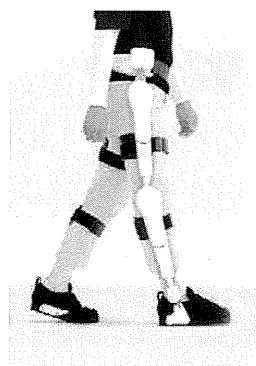


図 2 ロボットスーツ HAL

ロボットスーツ HAL には専用のパソコンが付属しており、そのパソコンのモニター画面を通して、さまざまな情報をリアルタイムでチェックすることができる。体重を足底にどれくらい荷重をかけることができるかモニタリングしながら歩行動作トレーニングを行うことができる。そのとき、左右の足にバランス良く体重が移動できたかどうかを表すグラフが表示される。

他には、生体電気信号がどれくらい出力されているかをゲージで表示する生体電気情報、ロボットスーツ HAL 装着者の足の動きを人の絵で表示する等の情報が画面上に表示される。

### 3) 歩行支援ロボット (トヨタ)

トヨタは、すべての人が明るく楽しく生活できる社会の実現に貢献することを目指して企業活動に取り組んでおり、2007年には「パートナーロボット」開発ビジョンを発表し、人の活動をサポートすることによる新しいライフスタイルの提案として「パートナーロボット」の開発を進めてきた。そのなかで、下肢麻痺などで歩行が不自由な方の自立歩行支援を目的として自立歩行アシスト (図3) が開発された。

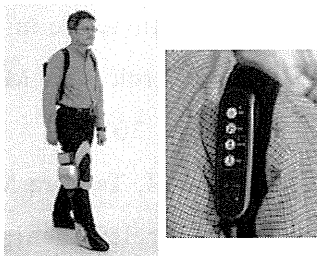


図3 トヨタ・パートナーロボット

### 主な利用対象者

- 1) 下肢麻痺 (脳卒中後の片麻痺・対麻痺) など
- 2) 怪我などで下肢が不自由になった者
- 3) 自立歩行が困難な高齢者

### トヨタ・パートナーロボット (自立歩行アシスト) の特徴

トヨタが開発した、自立歩行アシストは、特殊なセンサなどを省略したシンプルな構造となっており、短時間で装着でき、すぐに歩行ができるように設計されている。重量も脚部の装着システム、体に身に付けるバッテリー部分ともに軽量素材 CFRP (炭素繊維強化プラスチック) を使うことで重量を脚部 3.5kg、バッテリー3.0kg に抑えている。装着方法は、バッテリーとコントローラーを背負って、脚部の装置を麻痺側に装着する。自立歩行アシストロボットは、下肢を前方に振り出す遊脚期に大腿部の姿勢制御センサで足関節角度や足底面の荷重を検知し、歩行者の意図を推定して、下肢の振り出しをアシストする。体重を支持する立脚期には、確実に体重保持をアシストし、自然な歩行に近づける。坂道や階段の登り下り、腰掛けなどの動作も可能となっている。

### D. 考察

今回取り上げた3つの機器に関しては、いずれもウェアラブル型で歩行支援を目的とした先進機器であり、それぞれに対象者や歩行支援目的に最適と考えられる特性が存在するものと思われる。なかで

も本田技術研究所が開発した歩行アシストロボットは、地域在住の高齢者を対象とした歩行比の増大や腸骨筋および腓腹筋での活動の向上が認められており、歩行アシストロボット装着による歩行リズムを操作する外的な刺激が、局所筋活動を賦活する可能性が示唆されている。介護予防の対象となる虚弱高齢者の歩行支援を目的とした介入においては、この歩行アシストロボットが、1) 取り外しが比較的容易、2) 歩行アシストロボット装着によって歩行時の筋活動の効率改善、3) 歩行比の増大といった側面からの効果が期待でき、最適であると考えられる。しかしながら、高齢者における機器装着のコンプライアンスや安全については十分なデータは示されていない。また、歩行アシストロボット装着による歩行機能向上に関しても、その効果が確認されているのは、一部の機能的な側面のみであるため、歩容や持久性、歩行効率、活動範囲の拡大などのあらゆる面からの効果検証が今後必要であろう。

## E. 結論

ウェアラブル型歩行支援ロボットは、加齢や疾病により歩行機能に問題を持った者を対象とするが、介護予防事業の対象となる高齢者は、要介護者のように重篤な歩行障害を有するわけではなく、その点では本田技術研究所が開発した歩行アシストロボットが最も適した機器であるといえる。ただし、高齢者の機能向上に対する効果や安全性については十分検討されているわけではなく、今後の検証が必要である。

## F. 研究発表

- 1) Yoshida D, Shimada H, Harada A, Matsui Y, Sakai Y, Suzuki T. Estimation of appendicular muscle mass and fat mass by near infrared spectroscopy in older persons. *Geriatr Gerontol Int* (in press).
- 2) Doi T, Makizako H, Shimada H, Yoshida D, Ito K, Kato T, Ando H, Suzuki T. Brain Atrophy and Trunk Stability during Dual-task Walking among Older Adults. *The Journals of Gerontology: Series A* (in press).
- 3) Saito K, Yokoyama T, Yoshida H, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, Shimizu Y, Kondo Y, Handa S, Maruyama N, Ishigami A, Suzuki T. A Significant Relationship between Plasma Vitamin C Concentration and Physical Performance among Japanese Elderly Women. *Journal of Gerontology* (in press).
- 4) Makizako H, Shimada H, Doi T, Yoshida D, Ito K, Kato T, Shimokata H, Washimi Y, Endo H, Suzuki T. The association between decline in physical functioning and atrophy of medial temporal areas in community-dwelling older adults with amnesic and non-amnesic mild cognitive impairment. *Arch Phys Med Rehabil*, 92, 1992-1999, 2011.
- 5) Suzukawa M, Shimada H, Tamura M, Suzuki T, Inoue N. The relationship between the subjective risk rating of

- specific tasks and falls in frail elderly people. *J Phys Ther Sci*, 23, 425-429, 2011.
- 6) Shimada H, Sturnieks D, Endo Y, Kimura Y, Suzuki T, Oda K, Ishii K, Ishiwata K. Relationship between whole body oxygen consumption and skeletal muscle glucose metabolism during walking in older adults: FDG PET study. *Aging Clin Exp Res*, 23, 175-82, 2011.
- 7) Abe T, Suzuki T, Yoshida H, Shimada H, Inoue N. The relationship between pulmonary function and physical function and mobility in community-dwelling elderly women aged 75 years or older. *J Phys Ther Sci*, 23, 443-449, 2011.
- 8) Kim H, Yoshida H, Suzuki T: The effects of multidimensional exercise treatment on community-dwelling elderly Japanese women with stress, urge, and mixed urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud* 48:1165-1172, 2011.
- 9) Kim H, Yoshida H, Suzuki T: Effects of exercise treatment with or without heat and steam generating sheet on urine loss in community-dwelling Japanese elderly women with urinary incontinence. *Geriatr Gerontol Int* 11:452-459, 2011.
- 10) 鈴木隆雄. サルコペニア予防の重要性. サルコペニアの基礎と臨床, 鈴木隆雄(監修), 島田裕之(編集), 真興交易(株), 2-9, 2011.
- 11) 鈴木隆雄, 島田裕之, 清水容子, 吉田英世. 地域在住の女性後期高齢者における血中ビタミンD濃度と転倒発生に関する縦断研究. *Osteoporosis Japan*, 19, 97-100, 2011.
- 12) 鈴木隆雄. 転倒の疫学と予防対策—ロコモティブシンドロームの視点から. *医学のあゆみ*, 236, 325-331, 2011.
- 13) 仲貴子, 及川清志, 平田崇, 荒木友希, 鈴木隆雄. 装着型歩行アシストロボットによる歩行トレーニング. *PTジャーナル*, 45, 163-170, 2011.
- 14) 鈴木隆雄. 超高齢社会の実像を踏まえた健康福祉政策. *公衆衛生*, 75, 266-271, 2011.
- 15) 鈴木隆雄. 加齢と身体機能の変化. *臨床栄養*, 118, 552-560, 2011.
- 16) 鈴木隆雄. 加齢性筋肉減少症(サルコペニア)の診断と治療. *総合臨床*, 60, 2320-2322, 2011.
- G. 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

分担研究報告書

疼痛緩和に対する自立支援機器の効果検証

研究分担者 原田 敦

国立長寿医療研究センター病院 副院長

研究要旨 今回、地域在住高齢者 5,104 名を対象とした大規模疫学調査を実施し、高齢者における腰痛ならびに脚痛の有症率、および身体的な痛みと運動機能との関連を検討した。その結果、腰痛あるいは脚痛を有する者はそれぞれ 26.5%と 24.3%で、高齢になるほど、また女性ほどその有症率は高かった。痛みの有無で対象者を 2 群に分け、両群の運動機能（通常・最大歩行速度、timed Up & Go (TUG)、椅子起立時間、握力）を比較した結果、歩行速度（通常・最大）や TUG、椅子起立時間といった歩行あるいは下肢機能のパフォーマンステストにおいて、痛みあり群の方が痛みなし群よりも運動機能が有意に劣っていた。歩行を中心とした運動介入においては腰痛や脚痛などの疼痛評価を適切に行い、それらを十分考慮した運動プログラムの立案と実践が重要だと考える。

#### A. 研究目的

高齢者医療費の 13%が慢性疼痛を主訴とした骨・関節疾患の治療にあてられており、疼痛は医療費を高騰させる主要な原因である。また、このような慢性疼痛を伴う骨・関節疾患は要介護状態に陥る原因の約 10%を占める。身体的な痛みを伴った高齢者は、外出行動を控えるなど活動レベルの低下を招き、結果的に心身あるいは生活機能の低下を加速させる恐れがある。要介護状態の予防という観点に立つと、高齢者における疼痛の実態や心身機能との関連を検討することは極めて重要な課題のひとつといえるだろう。

近年では、とりわけ罹患率が高い変形性膝関節症に対する運動療法の効果について多数の報告がなされており、その中には膝関節痛の

軽減を目的としたものも散見される。たとえば、膝関節痛を有する高齢者に 1 か月間の運動介入を実施した結果、膝痛に対して一定の効果が認められたとの報告が近年なされている（諸角ら, 2006）。このような運動介入を要介護リスクが高い高齢者に提供することで、身体的な痛みの軽減だけでなく、将来における生活機能の低下を予防できる可能性がある。また、運動の効果判定を適切に行うためにも、疼痛の客観的な評価方法を早急に確立することが必要と思われる。

しかしながら、疼痛は客観的評価が困難なことなどから、その重要性に比べ研究数は少なく、とりわけ高齢者の疼痛に関する知見の集積が望まれている。本研究の目的は、まず地域高齢者を対象とした大規模調査を実施し、その結

果から高齢者における疼痛の実態を明らかにすることとした。また、身体的な疼痛を有する高齢者とそうでない高齢者で運動機能を比較し、運動機能と疼痛の関連性について検討した。

## B. 研究方法

対象は、調査期間中（平成 23 年 5 月～平成 24 年 2 月）に愛知県大府市の住民登録があった 65 歳以上の高齢者とし、要介護 3 以上の介護認定を受けていた者や施設入所者、死亡・転出者、他の研究調査に参加している者はあらかじめ除外した。上記の基準を満たした 14,313 名にダイレクトメールを送付し、最終的に 5,104 名の対象者から調査の参加と同意が得られた。

痛みの評価として、以下の 3 項目を質問紙（面談式）にて聴取した。項目は、1) 腰に痛みはありますか、2) 脚に痛みはありますか、3) 痛みによって日常生活を控えることがありますか、という質問項目に対して、回答者は「はい」もしくは「いいえ」のいずれかを選択した。そして、1) と 2) で「はい」と回答した者を「痛みあり群」、1) と 2) で「いいえ」と回答した者を「痛みなし群」の 2 群に分けた。

運動機能の評価として、1) 歩行速度、2) Timed Up & Go test (TUG)、3) 椅子起立時間、4) 握力の測定を行った。歩行速度は、全長 6.5m の歩行路を通常速度で歩き、その中間路(2.5m)における所要時間を計測して歩行速度を算出した。歩行テストは通常速度と最大速度でそれぞれ 1 回試行し、杖や歩行器などの補助具の使用はできる限り控えた。TUG は、椅子から立ち上がり 3 m 先の目印を回って再び椅子に座るという一連の動作を至適速度で実行し、その所要時間を計測した。椅子起立時間は、椅子からの立ち座り動作をできるだけ早く実行する

よう教示し、連続 5 回動作の所要時間を測定値とした。握力はスメドレー式握力計 (GRIP-D; Takei Co., Ltd., Niigata, Japan) を用いて利き手の最大筋力を 1 回測定し、これを測定値とした。

高齢者における身体的な疼痛の有症率は 5 歳毎の年齢階級別と男女別に算出した。痛みの有無で分けた 2 群間の運動機能は、対応のない t-検定を用いて男女別ならびに疼痛の部位別に比較した。

（倫理面への配慮）

本研究は、国立長寿医療研究センター倫理・利益相反審査の承認を得て実施した。

## C. 研究結果

調査の参加と同意が得られた 5,104 名のうち、腰痛あるいは脚痛があると回答した者は、それぞれ 26.5%と 24.3%であった。また、そのような痛みが原因で日常の活動を控えると回答した者は 11.4%であった。男女別に比較すると、腰痛ありは男性 25.0%、女性 28.0%、脚痛ありは男性 19.0%、女性 29.3%、痛みが原因で日常の活動を控えた者は男性 9.4%、女性 13.4%で、いずれの割合も女性が男性より有意に高かった (図 1)。

次に、痛みの有無で対象者を 2 群に振り分け、両群の運動機能（通常・最大歩行速度、TUG、椅子起立時間、握力）を比較した (図 2～6)。高齢男性のうち、腰痛あり群と腰痛なし群の握力値は両群間で有意差を認めなかったが (図 6)、それ以外の運動機能（歩行速度と TUG、椅子起立時間）あるいは高齢女性におけるすべての運動機能の結果は、痛みあり群の方が痛みなし群よりも運動機能が有意に劣っていた ( $p < .05$ )。

## D. 考察

高齢者で痛みを伴う骨・関節疾患の代表部位は脊柱、特に腰部・頸部と股・膝関節周辺で骨粗鬆症や変形性膝関節症を主な疾病とした、加齢性変化に起因するものである（中山ら、1996）。また島田らの報告によれば、身体に痛みを有する地域在住高齢者は全体の 63.0%で、このうち最も多かった痛みの部位は膝（28.7%）で、以下、腰（28.5%）、肩（13.4%）の順であったとされている。これらの報告を参考に、本研究は高齢者において最も罹患率が高い腰部と脚部（股・膝関節含む）に焦点を当てて疼痛評価を実施した。

本研究の結果、身体的な痛み（腰痛・脚痛）を有する高齢者の割合は高齢になるほど、また男性よりも女性において高かった。これら痛みの原因疾患が骨・関節の加齢性変化に基づくものであれば、年齢を重ねるほど痛みの罹患率が高くなった今回の結果は矛盾しない。また、このような原因疾患の代表例として変形性膝関節症あるいは骨粗鬆症が進展した圧迫骨折などがよく知られているが、いずれも男性よりも女性の方が罹患率は高い。身体的な痛みを有する高齢者が男性より女性に多いとする報告は、島田らの研究結果からも明らかである（男性 49.3%、女性 72.4%）。身体的な痛みを伴った高齢者は、外出行動を控えるなど活動レベルの低下を招き、結果的に心身あるいは生活機能の低下を加速させる恐れが高いと考えられ、今回の結果はとくに後期高齢女性が疼痛を誘発因子として要介護状態に陥りやすい可能性を示唆している。

痛みの有無で対象者を 2 群に振り分け、両群の運動機能（通常・最大歩行速度、TUG、椅子起立時間、握力）を比較した結果、歩行速度（通常・最大）や TUG、椅子起立時間といった歩行あるいは下肢機能のパフォーマンス

ストにおいて、痛みあり群の方が痛みなし群よりも運動機能が有意に劣っていた。この結果は、高齢女性において痛みを有する者の方が痛みを有さない者より最大歩行速度が低かったとする島田らの報告と同様であった。しかも、歩行速度や TUG は将来の ADL 障害や転倒の予測因子として有用であることが報告されている。今回の結果をもって疼痛と ADL 障害や転倒との因果関係について結論付けることはできないが、少なくとも運動機能（とりわけ下肢機能）や起立や移動動作といった基本的な日常生活動作の能力に対して腰痛や脚痛が影響を及ぼしている可能性は高いといえよう。運動機能や生活機能を評価するうえで、客観的かつ適切な痛みの評価は不可欠と考えられる。また、腰痛や脚痛の軽減や適切な痛みのコントロールは、歩行を中心とした移動能力の低下抑制だけでなく維持・改善の効果をもたらす可能性もある。

以上のことから、歩行を中心とした運動介入においては腰痛や脚痛などの疼痛評価を適切に行い、それらを十分考慮した運動プログラムの立案と実践が重要と考える。今後は疼痛の程度や状態など、より詳しい疼痛評価を縦断的に実施することで、運動機能だけでなく生活機能や要介護発生との関連性についても検討する必要があるだろう。

## E. 結論

今回、地域在住高齢者 5,104 名を対象とした大規模疫学調査を実施し、高齢者における腰痛ならびに脚痛の有症率、これら身体的な痛みと運動機能との関連を検討した。その結果、腰痛あるいは脚痛を有する者はそれぞれ 26.5%と 24.3%で、高齢になるほど、また女性ほど有症率は高かった。また痛みの有無で対象者を 2



群に分け、両群の運動機能（通常・最大歩行速度、TUG、椅子起立時間、握力）を比較した結果、歩行速度（通常・最大）や TUG、椅子起立時間といった歩行あるいは下肢機能のパフォーマンステストにおいて、痛みあり群の方が痛みなし群よりも運動機能が有意に劣っていた。歩行を中心とした運動介入においては腰痛や脚痛などの疼痛評価を適切に行い、それらを十分考慮した運動プログラムの立案と実践が重要だと考える。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 原田敦. 運動器疾患. 葛谷雅文, 鈴木裕介 (編集). 症状から学ぶ医療知識. 中央法規, 東京, 186-194, 2012.
- 2) 原田敦. 臨床におけるサルコペニアの診断. 監修鈴木隆雄 (監修), 島田裕之 (編集). サルコペニアの基礎と臨床. 真興交易, 東京, 64-71, 2011.
- 3) 原田敦, 松井康素, 下方浩史. 認知症高齢者と骨粗鬆症との関連は. 転倒予防医学研究会 (監修), 武藤芳照, 鈴木みずえ (編集). 認知症者の転倒予防とリスクマネジメントー病院・施設・自宅でのケアー. 日本医事新報社, 東京, 51-54, 2011.
- 4) 原田敦. 第4章大腿骨頸部／転子部骨折の予防. 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン策定委員会. 大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン改訂第2版, 南江堂, 東京, 48-59, 2011.
- 5) Terabe Y, Harada A, Tokuda H, Okuizumi H, Nagaya M, Shimokata H. Vitamin D deficiency in elderly women in nursing homes—Investigation with consideration of

decreased activation function from the kidneys. J Am Geriatr Soc, 60, 251-255, 2012.

- 6) Sakuma M, Endo N, Hagino H, Harada A, Matsui Y, Nakano T, Nakamura K. Serum 25-hydroxyvitamin D status in hip and spine-fracture patients in Japan. J Orthop Sci, 16, 418-423, 2011.
- 7) Yoshida D, Shimada H, Harada A, Matsui Y, Sakai Y, Suzuki T. Estimation of appendicular muscle mass and fat mass by near infrared spectroscopy in older persons. Geriatr Gerontol Int (in press).
- 8) 原田敦, 江頭正人. 男性更年期障害と筋肉減少症 (サルコペニア). 季刊オルソタイムズ, 6, 5, 2012.
- 9) 原田敦. 高齢者の転倒と骨折 -プロテクタの効用-. 日本実験力学会, 11, 9-11, 2011.
- 10) 原田敦. 骨粗鬆症における発症と骨折予防 骨粗鬆症の骨折予防 骨外因子. Osteoporosis Japan, 19, 376-378, 2011.
- 11) 原田敦. 序文 特集 骨粗鬆症診療の最近の進歩. Geriatric Medicine, 49, 961-962, 2011.
- 12) 原田敦. サルコペニアの定義、診断基準 サルコペニアの診かた. Modern Physician, 31, 1279-1282, 2011.
- 13) 原田敦. シリーズ ロコモティブシンドローム 長寿医療研究としてのとりくみ. Medical Tribune, 44, 52, 2011.
- 14) 千田一嘉, 原田敦. サルコペニアと慢性全身性炎症性疾患としての COPD. 医学のあゆみ, 239, 451-456, 2011.
- 15) 原田敦. サルコペニア : 診断と現状把握. 運動器疾患の予防と治療 Advances in

Aging and Health Reserch 2010 財団法人長  
寿科学振興財団, 45-53, 2011.

- 16) 原田敦. 医療の現場から ロコモティブ  
シンδροーム. 現代医学, 59, 325-329,  
2011.

#### G. 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

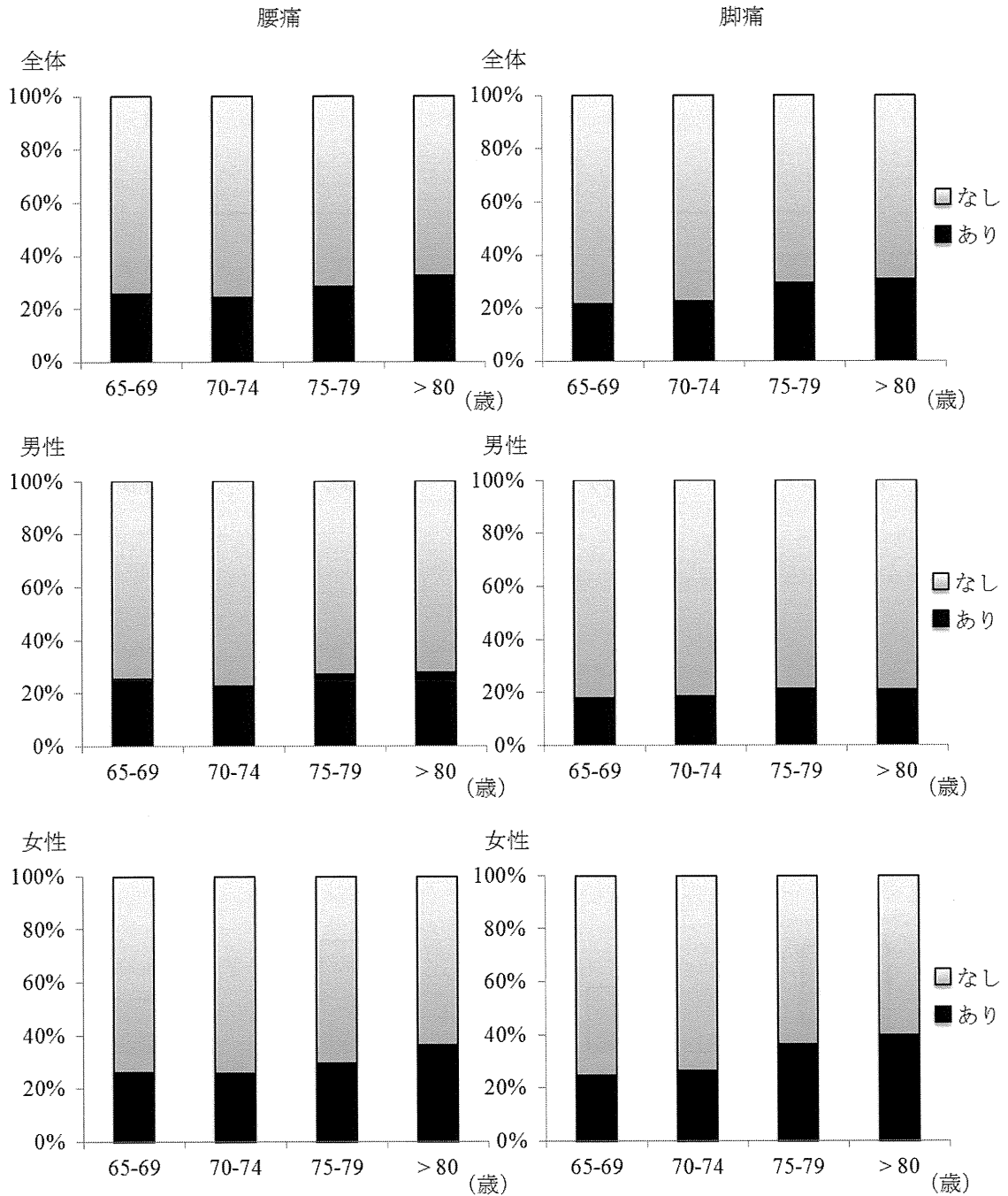


図1：年齢階級別・性別における身体の痛みを有する高齢者の割合

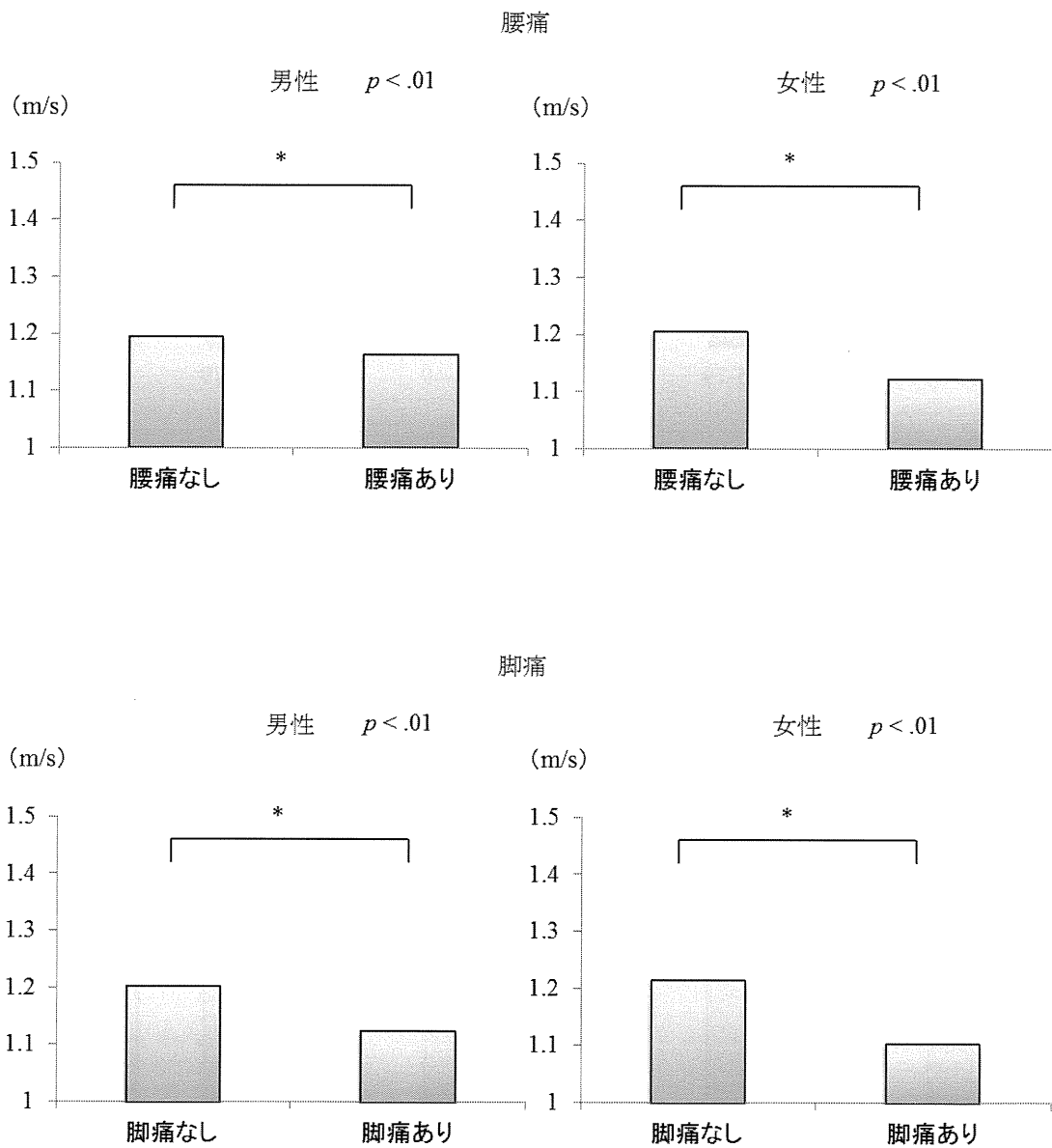


図2：身体の痛みと通常歩行速度

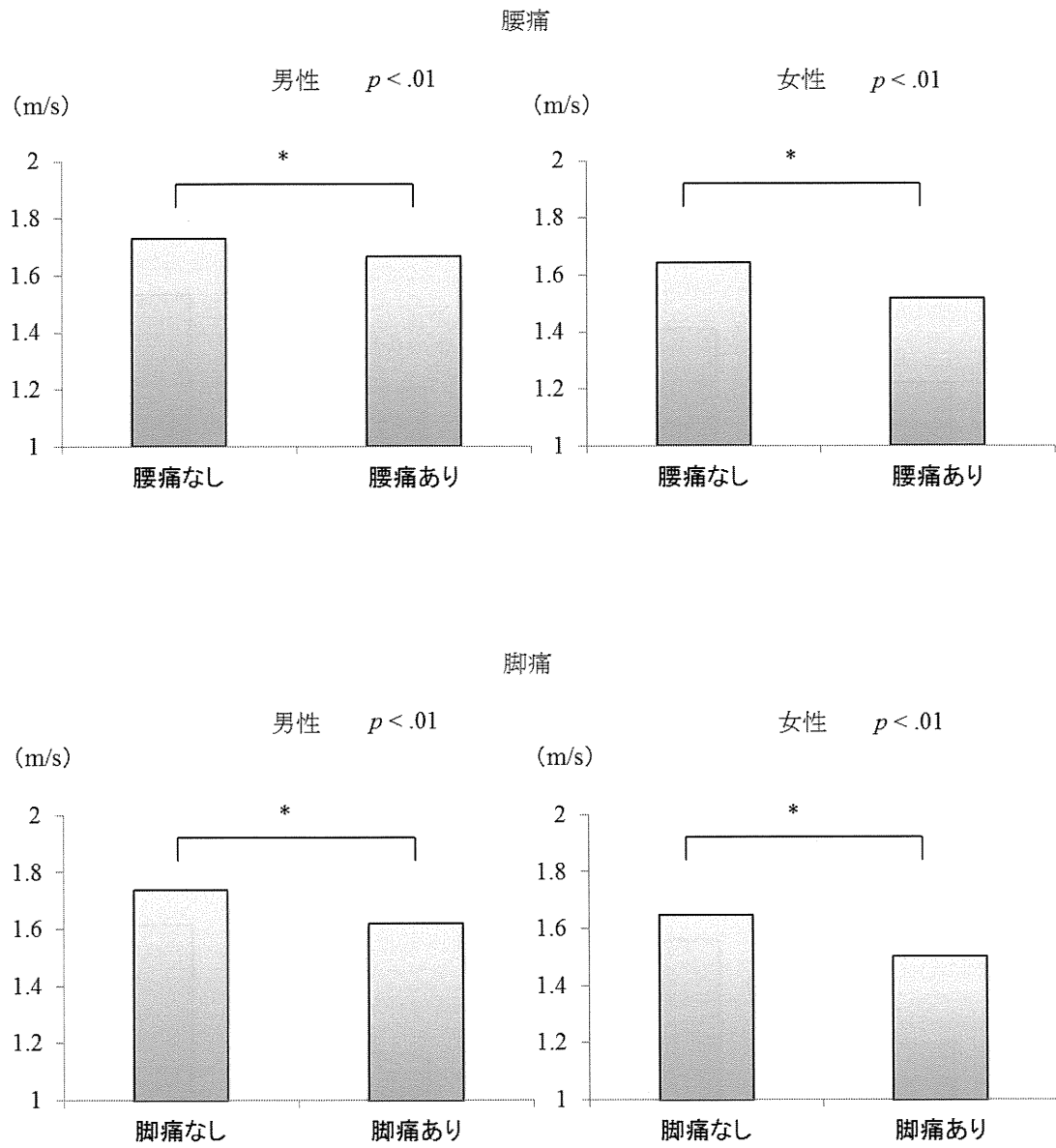


図3：身体の痛みと最大歩行速度

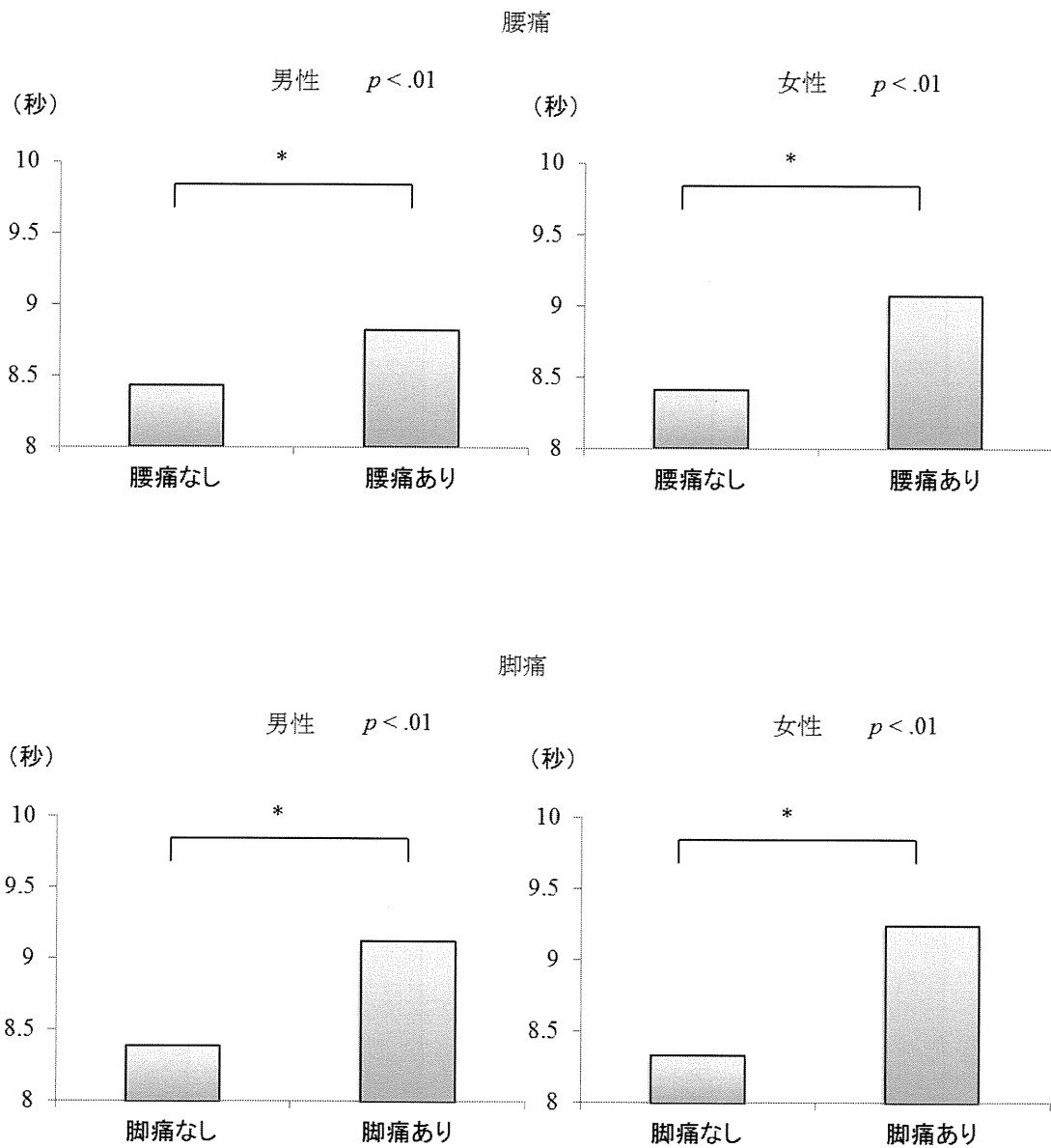


図4：身体の痛みとTimed Up & Go test

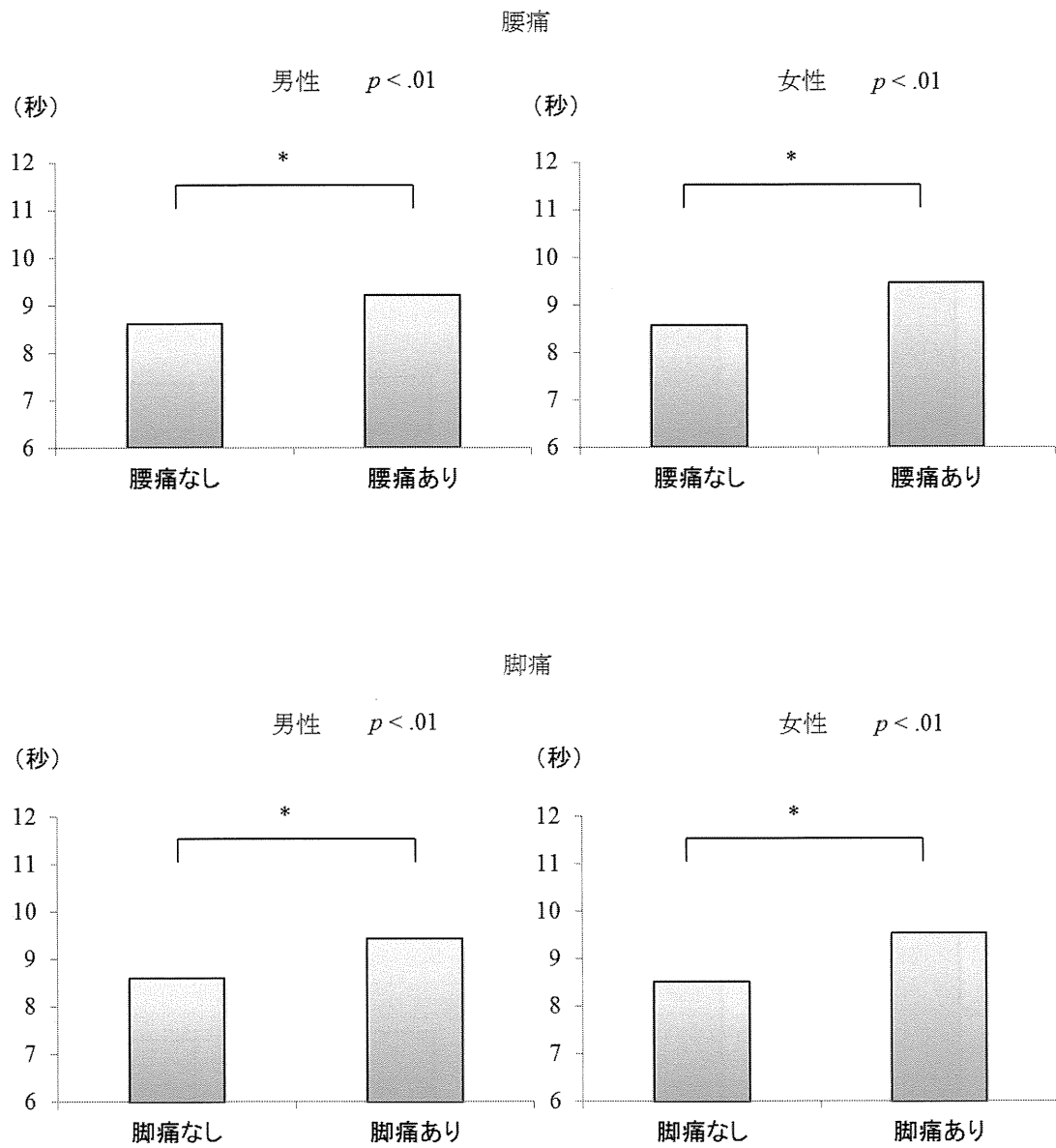


図5：身体の痛みと椅子起立時間

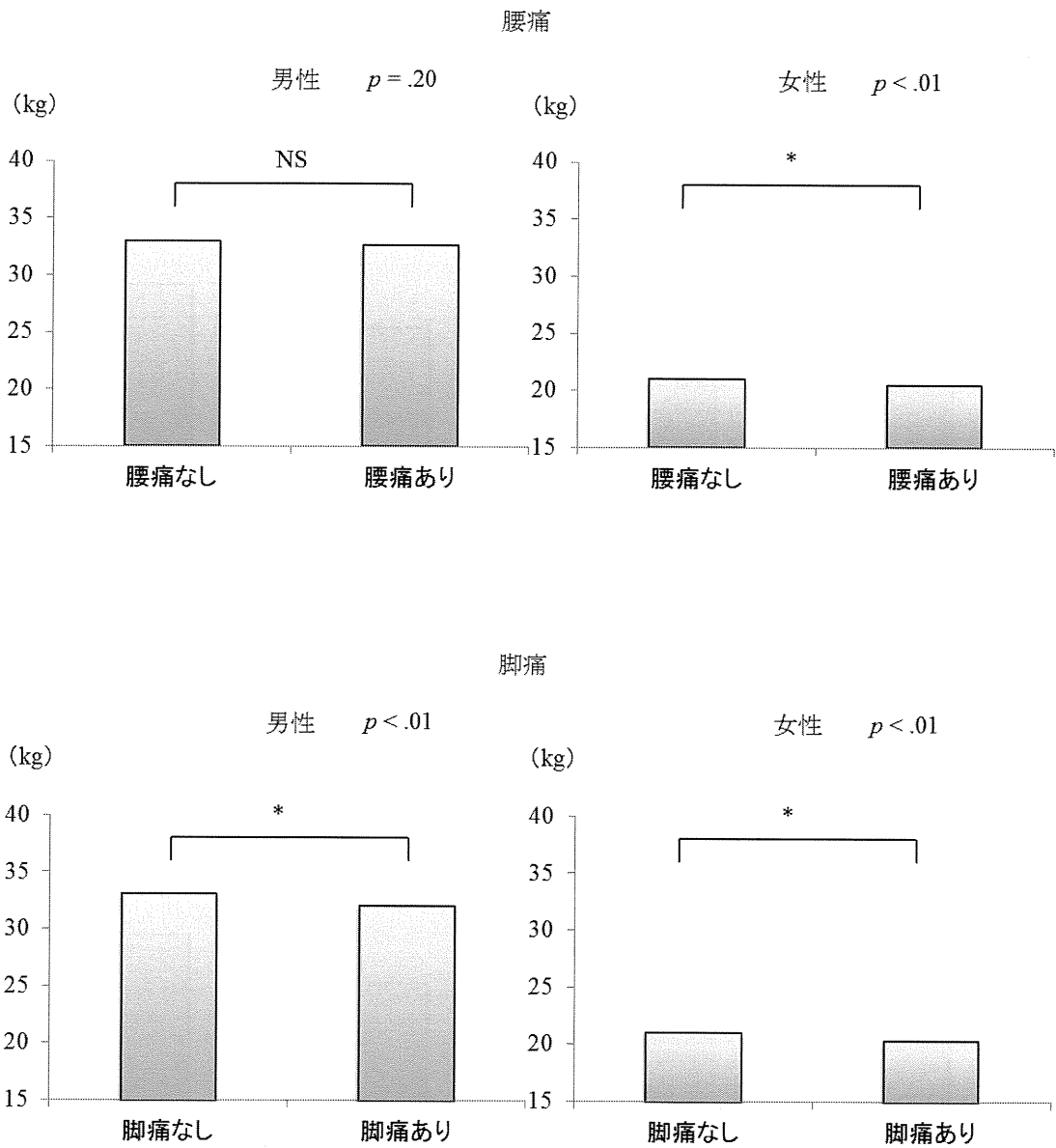


図6：身体の痛みと握力



分担研究報告書

虚弱高齢者のスクリーニング指標の開発

研究分担者 下方 浩史

国立長寿医療研究センター予防開発部長

研究要旨 要支援・要介護となるような高齢者の虚弱を早期に見出して、その対策を行うことは高齢化が急速に進行するわが国において急務である。本研究では地域在住高齢者の虚弱のスクリーニング指標を見出し、またそのカットオフ値を明らかにすることを目的に検討を行った。身体機能と体力との関連から、歩行速度が高齢者の虚弱の最も良い指標となること、筋力も重要であることを明らかにし、高齢者の虚弱のスクリーニングにおけるカットオフ値として、普通歩速度 1.2m/秒、速歩速度 1.6m/秒、握力は男性で 35kg、女性で 19kg であることを見出した。

A. 研究目的

日本人の平均寿命は年々長くなり、高齢者、特に後期高齢者の人口が急増している。しかし、高齢になるほど虚弱な高齢者は増加する。一方で少子化が進み、今後は若い労働力が不足していくことが予想される。そのような状況で、介護のために若い人材の労力が費やされるようでは、日本の国が成り立って行かなくなってしまうだろう。要支援・要介護となるような高齢者の虚弱を早期に見出して、その対策を行うことは高齢化が急速に進行するわが国において急務である。

本研究の目的は、地域在住高齢者の虚弱のスクリーニング指標を見出し、またそのカットオフ値を明らかにすることである。

B. 研究方法

1. 対象

「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究 (NILS-LSA)」第6次調査に参加した地域在住中高年者のうち 65 歳以上の 971 名（男性 473 名、女性 498 名）を対象とした。平均年齢は、男性 74.0±5.8 歳、女性 73.8±5.7 歳である。これらの参加者は愛知県大府市および知多郡東浦町の地域住民から無作為に抽出されている。

2. 測定項目

今回の検討に用いた測定項目は以下の通りである。

①体力

- ・普通歩速度 (m/秒)
- ・速歩速度 (m/秒)
- ・上体起こし (回/30 秒)
- ・膝伸展筋力 (kg)
- ・脚伸展パワー (W)
- ・握力 (kg) 利き手

## ②physical performance

SF36 の physical performance 項目を用いた。具体的な項目は以下の通りである。軽度：体を前に曲げる、百メートル以上歩く、中等度：適度の運動、階段を1階上まで登る、数百メートル以上歩く、高度：階段を数階上まで登る、激しい運動、少し重い物を運ぶ、1キロ以上歩く。

### 3. 解析方法

体力と physical performance との関連は正準相関分析で、高齢者の虚弱を判定するためのカットオフ値の決定は ROC 曲線を用いて行った。解析には SAS 9.1.3 および R 2.14.2 を用いた。

(倫理面への配慮)

本研究は、国立長寿医療研究センターにおける倫理委員会での研究実施の承認を受けた上で実施し、調査の対象者全員からインフォームドコンセントを得ている。

## C. 研究結果

### ①体力と physical performance の関連

SF36 の physical performance 全項目と体力の各指標との関連について性別に正準相関分析を行い検討した (図 1)。

physical performance との関連は、男女ともに速歩、普通歩の歩行速度が最も

強かった。男性では上体起こし、脚伸展パワー、握力、膝伸展筋力の順で、また女性では脚伸展パワー、膝伸展筋力、握力、上体起こしの順であった。すべての正準相関係数は有意であった。

### ②高齢者の虚弱を判定するためのカットオフ値の決定

一般住民において日常生活に影響をきたすような障害は、SF36 の中程度強度の身体活動項目に困難を感じる障害と考え、中程度の項目のうち「数百メートル以上歩くこと」を physical performance の指標と考えることとした。「数百メートル以上歩くこと」が困難になれば、日用品の買い物にも支障が生じ、独立した生活を送ることが困難となって、日常生活に支援を要すると考えられる。

体力がどの程度まで低下すると physical performance が低下するのか、physical performance との関連が認められた項目について、そのカットオフ値を ROC 曲線により求めた。

握力のカットオフ値は、男性 31kg、女性 19kg であった。AUC は ROC 曲線の下の部分の面積であり、診断能力の高さを示す。一般的に AUC が 0.5~0.7 では low accuracy、0.7~0.9 では moderate accuracy、0.9~1.0 では high accuracy とされ、0.7 以上であることが望ましい。AUC は男性では 0.722 であったが、女性では 0.7 未満の 0.628 と低い値であった。脚伸展パワーのカットオフ値は男性 407 W、女性 262W であり、AUC は男性では 0.680 と 0.7 に届かなかったが、女性では 0.769 と高い値であった。逆に膝伸展筋力は男性の AUC が 0.730 と高く、女

性では 0.654 と低かった。またカットオフ値は男性 36kg、女性 26kg であった。上体起こしのカットオフ値は男性 9 回/30 秒、女性 4 回/30 秒、AUC は男性で 0.726、女性で 0.643 であった。普通歩速度のカットオフ値は、男性 1.20m/秒、女性 1.25m/秒で、AUC は男性で 0.776、女性で 0.782 と男女ともに高かった。一方、速歩速度のカットオフ値は男性 1.62m/秒、女性 1.55m/秒で AUC は男性で 0.812、女性で 0.792 とやはり男女ともに高い値であった。

#### D. 考察

虚弱は男性よりも女性に多い。日本では平均寿命は女性の方が男性よりも約 7 歳長い。寝たきりの期間も女性の方が長く、虚弱の女性の数は男性よりも多い。しかし年齢を調整しても虚弱のリスクは男性よりも女性の方が高い。また、虚弱な女性の死亡率は男性よりも高いという報告もある。

虚弱の定義にもよるが、虚弱は 75 歳以上の 20~30 パーセントに認められ、高齢になるほどその割合は高くなる。多くの研究で、加齢は虚弱の最も強い危険因子のひとつにあげられている。しかし、加齢そのものが虚弱の要因なのか、加齢に伴って生じる様々な障害や疾病が虚弱の要因であって、これらの要因をすべて除いても加齢が虚弱の要因であるかどうかについては、まだ十分には明らかにされていない。こうした研究を進めるためには、まずは虚弱のスクリーニング指標とその判断基準を設定する必要がある。

今回の検討では、まず physical

performance の項目全体に、体力が深く関わることを明らかにし、特に歩行速度が重要であることを示した。さらに虚弱は SF36 の中程度強度の身体活動項目に困難を感じずる障害と考え、中程度の項目のうち「数百メートル以上歩くこと」を physical performance の指標と考えることとし、検討を進めた。

その結果、スクリーニング指標のうち、男女ともに普通歩および速歩の歩行速度が最も診断力に優れ、普通歩では 1.2m/秒、速歩では 1.6m/秒がカットオフ値となった。さらに特に男性では筋力の指標も重要であり、握力や大腿四頭筋の筋力である膝伸展筋力、上体起こしが有用であった。一方、女性では脚伸展パワーが診断力に優れていた。これらの筋力の指標では握力が比較的容易に測定でき、カットオフ値は男性で 35kg、女性で 19kg であった。

歩行速度については、European consensus (2010) によるサルコペニアの簡易基準にも含まれており、カットオフ値は 0.8m/秒という低い値が採用されている。実際、地域在住高齢者では 0.8m/秒以下となるような人はほとんど存在せず、地域在住高齢者を対象としたスクリーニングでは使用できない。今回の検討では普通歩速度 1.2m/秒という値が示され、地域住民での虚弱のスクリーニング指標として有用な目安となると思われる。

#### E. 結論

地域在住高齢者の虚弱のスクリーニング指標を見出し、またそのカットオフ値を明らかにすることを目的

に検討を行った。身体機能と体力との関連から、歩行速度が高齢者の虚弱の最も良い指標となること、筋力も重要であることを明らかにし、高齢者の虚弱のスクリーニングにおけるカットオフ値として、普通歩速度 1.2m/秒、速歩速度 1.6m/秒、握力は男性で 35kg、女性で 19kg であることを見出した。

## F. 研究発表

1) 原田敦、松井康素、下方浩史：認知症高齢者と骨粗鬆症との関連は。認知症高齢者の転倒予防とリスクマネジメント。武藤芳照、鈴木みずえ（編集）。日本医事新報社、東京 pp51-54, 2011.

2) 下方浩史、安藤富士子：サルコペニアのスクリーニング指標、サルコペニアの基礎と臨床。鈴木隆雄（監修）、島田裕之（編集）真興交易、東京。pp72-80, 2011.

3) 下方浩史、安藤富士子：サルコペニアの疫学。Modern Physician 31(11); 1283-1287, 2011.

4) 下方浩史、安藤富士子：日常生活機能と骨格筋量、筋力との関連。サルコペニア研究の現状と未来への展望。日老会誌（印刷中）2012.

5) 下方浩史：高齢者の疾病－疫学、臨床的特徴。日本医事新報 4544: 42-45, 2011.

6) 下方浩史、安藤富士子：虚弱の危険因子、高齢者の虚弱－評価と対策－。Geriatric Medicine 49(3); 303-306,

2011.

7) 下方浩史、安藤富士子：運動器疾患の長期縦断疫学研究。ロコモティブシンドローム－運動器科学の新時代。医学のあゆみ 235(5); 319-324, 2011.

8) Kuzuya M, Enoki H, Hasegawa J, Izawa S, Hirakawa Y, Shimokata H, Iguchi A: Impact of caregiver burden on adverse health outcomes in community-dwelling dependent older care recipients. Am J Geriatr Psych 19(4); 382-391, 2011.

9) Doyo W, Kozakai R, Kim H-Y, Ando F, Shimokata H: Spatio-temporal components of the three-dimensional gait analysis of community-dwelling middle-aged and elderly Japanese: age- and sex-related differences. Geriatr Gerontol Int 11(1); 39-49, 2011.

10) Sugiura K, Nakamura M, Ogawa K, Ikoma Y, Ando F, Shimokata H, Yano M: Dietary patterns of antioxidant vitamin and carotenoid intake associated with bone mineral density: Findings from post-menopausal Japanese female subjects. Osteoporosis Int 22; 143-152, 2011.

11) 松井康素、竹村真里枝、原田教、安藤富士子、下方浩史：地域在住中高齢者の膝関節変形と膝伸展筋力との関連。Osteoporosis Japan (in press).

## 2. 学会発表

1) 土井剛彦、島田裕之、牧迫飛雄馬、吉