

2011/5022A

厚生労働科学研究費補助金
長寿科学総合研究事業

先進的自立支援機器を用いた介護予防の効果検証

平成 23 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 鈴木 隆雄

平成 24 年 3 月

目次

I. 総括研究報告	
先進的自立支援機器を用いた介護予防の効果検証	----- 1
鈴木 隆雄	
II. 分担研究報告	
先進的介護予防機器の現状分析と生活機能に対する自立支援機器の効果検証	---- 17
鈴木 隆雄	
疼痛緩和に対する自立支援機器の効果検証	----- 24
原田 敦	
虚弱高齢者のスクリーニング指標の開発	----- 35
下方 浩史	
運動器の機能向上に対する自立支援機器の効果検証	----- 48
島田 裕之	
運動機能のどの要素に加齢の影響が強いのか	----- 88
大淵 修一	
超音波法による荷重骨(踵骨)の骨質定量法からみた要介護状態のリスク評価	--- 94
吉田 英世	
地域在住後期虚弱高齢者の諸特性に関する研究	----- 99
金 憲経	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 103
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 110

総括研究報告書

先進的自立支援機器を用いた介護予防の効果検証

研究代表者 鈴木 隆雄

国立長寿医療研究センター研究所長

研究要旨 虚弱は要介護状態に陥る主要な原因のひとつであり、この予防対策は健康長寿を達成する上で重大な課題である。本研究では、地域在住高齢者から虚弱者をスクリーニングし、先進的介護予防機器を用いたトレーニングを実施することで、要介護状態の予防に効果を有するか実証することを目的とした。この実証結果に基づいて介護予防マニュアルを作成し、広く国民の健康に資する介護予防対策を構築することを最終的な到達目標としている。この研究目的を達成するための総合的研究を以下のように開始した。

1) 虚弱高齢者のスクリーニングと関連指標の探索

平成23年度は、先進的介護予防機器の効果を検証するにあたっての介入研究対象者をリクルートするために、地域在住高齢者4,503名を対象とした大規模疫学調査結果を基に、日本人高齢者における虚弱の有症率を算出し、その集団特性を検討した。虚弱の定義はFriedらの方法に準拠し、日本人の要支援、要介護状態と介護を必要としない高齢者を分類する値を虚弱の判定値とすると、虚弱高齢者の有症率は65歳以上の高齢者全体の11.5%で、予備群を含めるとその有症率は32.8%であった。また、虚弱高齢者とその予備群の高齢者は、糖尿病や骨粗鬆症、転倒歴をもつなど併存疾患を有しており、血液マーカーや体組成の測定結果もその実態を支持するものであった。また、基本チェックリストでリスク保有者と判定された者では身体的虚弱性を有している割合が多く、基本チェックリストが虚弱高齢者のスクリーニングとしても有効である可能性が示唆された。

地域在住高齢者の虚弱のスクリーニング指標として、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が明らかとなった。また、そのカットオフ値は健常成人内での比較は普通歩速度1.2m/秒、健常高齢者と要支援、要介護高齢者間の比較では普通歩速度1.0m/秒となり、握力は健常成人

内では男性で 35kg、女性で 19kg、健常高齢者と要支援、要介護高齢者間では男性で 26kg、女性で 17kg となった。

2) 先進的介護予防マニュアルの作成

スクリーニング方法の妥当性を確認するために、別コホートにて 75 歳以上の高齢女性 910 名を対象とした調査を実施した。その結果、虚弱の有症率は概ね同等であった（約 16%）。また、これら虚弱者は糖尿病、貧血、変形性膝関節症などの既往歴や、膝痛を有する者の割合が高く、過去 1 年間で転倒を経験している者の割合が多く、骨密度が低く、筋肉量、下肢の筋肉量は少なく、筋力や歩行機能が低下していた。とくに身体の痛みは、高齢者の活動を減少させ虚弱を悪化させる要素となり得るが、約 5,000 名の大規模疫学調査の結果、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 群に振り分け、両群の運動機能を比較した結果、歩行速度、椅子起立時間といった下肢機能のパフォーマンスが痛みにより低下していた。

また、新たな虚弱のスクリーニング方法として、超音波法による踵骨骨量を測定し、要介護化との関連性を地域在住の高齢者（65～84 歳）898 名で検討した。その結果、高齢女性においては、低骨量になるほど要介護化の危険性が高くなることが示され、骨量測定の意義が確認された。

さらに、地域在住高齢者の横断的運動機能調査から、運動機能のどの要素に加齢の影響が強いのかを明らかにして、支援機器の妥当性について検討を加えた。65 歳～84 歳の地域在住高齢者 898 名を対象に包括的な運動機能測定を行い、各年代の測定値を 65 歳から 69 歳の平均値と標準偏差で正規化し、どの運動機能が加齢の影響を受けやすいのかを検討した。その結果、男性では、膝関節伸展トルクに最も加齢の影響が強く、次いで開眼片足立ち時間、筋肉量の順で加齢の影響を認めた。一方、Timed Up and Go テストや歩行速度では加齢の影響が遅れて現れた。女性では、開眼片足立ち時間、次いで最大歩行速度、通常歩行速度に加齢の影響を強く認めたが、筋厚、筋肉量には影響は遅れて現れた。これらの結果から、男女ともに開眼片足立ち時間で表される、バランス機能が比較的早い時期に低下してくると考えられた。

これらの結果は、虚弱者のスクリーニング方法や介入の焦点化に対して示唆を与えるものであり、先進的介護予防マニュアルの作成にあたっては、虚弱対象者の基準を明確にするための資料を提示したうえで、介入方法やその効果を明示する必要性が確認された。

A. 研究目的

1) 虚弱高齢者のスクリーニングと関連指標の探索

虚弱の操作的定義のうち、身体機能に関する評価指標の決定とそのカットオフ値を求めた。算出されたカットオフ値を用いて、大規模集団のデータベースから虚弱高齢者を抽出し、介入研究対象者の特定を行った。

2) 先進的介護予防マニュアルの作成

虚弱と関連する要因を探索し、新たなスクリーニング指標や介入すべきポイント、介入対象者の基準を明らかにすることを目的として高齢者データベースの分析を行った。

3) 先進的介護予防機器の現状分析と効果検証

虚弱と関連する要因を明確にしたうえで、その機能の向上を目的とした先進的機器を探索し、介護予防事業対象者に適切と考えられる機器を特定した。

B. 研究方法

1) 虚弱高齢者のスクリーニングと関連指標の探索

1-1) 健常高齢者間におけるカットポイントの決定

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。

1-2) 健常高齢者と要支援、要介護高齢者間におけるカットポイントの決定

1. 対象

愛知県大府市の住民登録があった65歳以上の高齢者であり、要介護認定を受けていなかった高齢者3,560名と全国の通所介護サービスを受給していた要支援および要介護高齢者6,791名を対象とした。

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。

- ・普通歩速度 (m/秒)

- ・ Timed Up & Go test (秒)
- ・ 5回椅子立ち座り時間 (秒)
- ・ 握力 (kg) 利き手

1-3) 虚弱高齢者の抽出

1. 対象

愛知県大府市の住民登録があった 65 歳以上の高齢者で、本研究のスクリーニング検査を受けた 5,104 名（そのうち、解析対象者は 4,503 名）とした。

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。

- 体重減少
- 疲労感
- 握力
- 歩行速度
- 身体活動量
- Mini-mental state examination (MMSE)
- Geriatric depression scale (GDS)
- Body mass index (BMI)
- 全身と部位別の筋量、脂肪量、骨量 (インピーダンス計測)
- 超音波伝播速度 (Speed of sound: SOS)
- 総蛋白 (g/dl)
- アルブミン (g/dl)
- 中性脂肪 (mg/dl)
- 総コレステロール (mg/dl)
- HbA1c (%)
- 罹患あるいは治療中の疾患
- 生活習慣に関する聞き取り調査
- 基本チェックリスト

(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。

2) 先進的介護予防マニュアルの作成

2-1) 虚弱と疼痛との関係

1. 対象

愛知県大府市の住民登録があった 65 歳以上の高齢者で、本研究のスクリーニング検査を受けた 5,104 名とした。

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。

- 腰痛、膝痛
- 普通歩速度 (m/秒)
- Timed Up & Go test (秒)
- 5回椅子立ち座り時間 (秒)
- 握力 (kg) 利き手

2-2) 虚弱 (要介護リスク) と骨質定量

1. 対象者

介護予防を目指した包括的健康調査 (お達者健診; 第 5 次コホート) を受診した東京都板橋区在住の高齢者 (65 ~ 84 歳) で、研究の同意を得て踵骨の骨量測定を実施した 894 名 (男性; 355 名、女性 539 名) とした。

2. 調査項目

当健診における測定・調査項目は、以下のとおりである。

- 自記式調査 (基本チェックリスト、SF-8)
- 身体計測 (身長、体重、体脂肪率)
- 血圧測定・問診 (既往症、要介護度)
- 運動機能測定 (握力、膝伸展力、開眼片足立ち、通常歩行速度、最大歩行速度、TUG; Timed Up & Go)

- 骨量測定(踵骨部;超音波法 CM-200)
- 歯科検診(咬合力、唾液量など)
- 血液検査(血清アルブミン、血算など)
- 面接聞き取り調査

2-3) 虚弱と加齢特性(後期高齢者における虚弱の特性)

1. 対象者

介護予防を目指した包括的健康調査を受診した東京都板橋区在住の75歳以上の高齢女性910名とした。

2. 調査項目

当健診における測定・調査項目は、以下のとおりである。

- 体重
- 疲労
- 活動量
- 筋力
- 歩行機能
- 既往歴
- 転倒関連要因
- 生活機能
- 体力
- 体組成

2-4) 虚弱と加齢特性(身体機能の特性)

1. 対象者

介護予防を目指した包括的健康調査を受診した東京都板橋区在住の65歳以上の高齢女性898名とした。

2. 調査項目

当健診における測定・調査項目は、以下のとおりである。

- 膝伸展筋力
- 開眼片足立ち時間

- 歩行速度
- Timed Up & Go test
- 下肢の筋肉量
- 大腿四頭筋の筋厚
(倫理面への配慮)

本研究のプロトコルは東京都健康長寿医療センター倫理委員会の承諾を得た。また、調査参加者には調査目的、内容、調査方法、結果の返却、結果の活用方法などについて詳細に説明し、調査参加者に自筆の承諾書を得た上で実施した。

3) 先進的介護予防機器の現状分析と効果検証

1. 調査方法

高齢者の歩行支援やリハビリテーションにおける歩行補助を目的として活用されている先進的機器の現状について、文献および開発企業からの公開情報を収集した。

C. 研究結果

1) 虚弱高齢者のスクリーニングと関連指標の探索

介入研究対象者をリクルートするために地域在住高齢者4,503名を対象とした大規模疫学調査結果を基に日本人高齢者における虚弱の有症率を算出し、その集団特性を検討した。虚弱の定義はFriedらの方法に準拠し、その判定値は日本人の要支援、要介護状態と介護を必要としない高齢者を分類する値とすると、虚弱高齢者の有症率は65歳以上の高齢者全体の11.5%で、予備群を含めるとその有症率は32.8%であった。また、虚弱高齢者とその予備群の高齢者は、糖尿病や骨

粗鬆症、転倒歴をもつなど併存疾患を有しており、血液マーカーや体組成の測定結果もその実態を支持するものであった。また、基本チェックリストでリスク保有者と判定された者では身体的虚弱性を有している割合が多く、基本チェックリストが虚弱高齢者のスクリーニングとしても有効である可能性が示唆された。(方法1-2および1-3) これら虚弱者は糖尿病、貧血、変形性膝関節症など既往歴が高く、膝痛を有する者の割合は高く、過去1年間で転倒を経験している者の割合が有意に多く、骨密度が低く、筋肉量、下肢の筋肉量は少なく、筋力や歩行機能が低下していた。(方法1-3)

この虚弱のスクリーニング指標として、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が明らかとなった。また、そのカットオフ値は健常高齢者内での比較は普通歩速度 1.2m/秒、健常高齢者と要支援、要介護高齢者間の比較では普通歩速度 1.0m/秒となり、握力は健常高齢者内では男性で 35kg、女性で 19kg、健常高齢者と要支援、要介護高齢者間では男性で 26kg、女性で 17kg となった。(方法1-1および1-2)

2) 先進的介護予防マニュアルの作成

大規模疫学調査の結果、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。また痛みの有無で対象者を2群に振り分け、両群の運動機能を比較した結果、歩行速度、椅子起立時間といった下肢機能のパフォー

ンスが痛みにより低下していた。(方法2-1)

要介護化のリスクを測る指標の一つとして超音波法による踵骨骨量を測定し、要介護化との関連性を地域在住の高齢者(65~84歳) 898名で検討した結果、高齢女性においては、低骨量になるほど要介護化の危険性が高くなることが示され、骨量測定の意義が確認された。(方法2-2)

75歳以上の後期高齢期における虚弱高齢者の特徴として既往歴、転倒関連要因、生活機能、体力、体組成から検討したところ、虚弱高齢者は糖尿病、貧血、変形性膝関節症(膝痛を含む)の既往歴を有する者が多く、過去1年間で転倒を経験している者の割合が多かった。また、骨密度が低く、筋肉量(足の筋肉量)は少なく、筋力や歩行機能が低下していた。(方法2-3)

また、運動機能のどの要素に加齢の影響が強いのかを検討するため、各年代の測定値を65歳から69歳の平均値と標準偏差で正規化し、どの運動機能が加齢の影響を受けやすいのかを検討した。その結果、男性では、膝関節伸展トルクに最も加齢の影響が強く、次いで開眼片足立ち時間、筋肉量の順で加齢の影響を認めた。一方、Timed Up & Go testや歩行速度では影響が遅れて現れた。女性では、開眼片足立ち時間、次いで最大歩行速度、通常歩行速度に加齢の影響を強く認めたが、筋厚、筋肉量には影響は遅れて現れた。これらの結果から、男女ともに開眼片足立ち時間で表されるバランス機能が比較的早い時期に低下してくると考えら

れた。(方法2-4)

3) 先進的介護予防機器の現状分析と効果検証

本研究における地域在住高齢者を対象としたいくつかのコホートによる大規模疫学調査の結果から、歩行速度の低下が虚弱状態を判定するうえで最も重要な指標であることが示され、歩行速度の低下した虚弱高齢者では、転倒リスクや骨量低下、疼痛などを有していることが明らかとなった。そこで、虚弱もしくはその前段階で歩行能力をいかに保持向上させるかが要介護状態を予防するための鍵となると考えられ、介護予防事業対象者に適切と考えられる歩行支援の先進的機器を概観し、その利用可能性を検討した。その結果、3つのウェアラブル型の先進的な歩行支援機器が候補として考えられ、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た。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。この結果から、虚弱高齢者に対する歩行速度を主とした歩行機能向上に加えて、歩行効率の向上、持久性の向上、活動範囲の拡大などの効果が期待できる可能性が考えられた。

D. 考察

1) 虚弱高齢者のスクリーニングと関連

指標の探索

欧米諸国で報告されている虚弱の有症率は調査によって異なるものの、概ね5~10%の範囲内で、予備群も含めるとその有症率は40~50%にまで達する。本研究は、日本人高齢者を対象とした大規模調査の結果から虚弱高齢者の実態を明らかにした最初の研究といえる。その結果、Friedら(2001)が提唱する虚弱5要素のうち3項目以上に該当する者は65歳以上高齢者全体の11.5%で、2項目が該当する者を含めるとその有症率は32.8%となった。欧米における報告より2項目該当者が少ない結果となったが、これは今回の判定基準が欧米におけるそれよりも高い機能で設定されていることによるものであろう。このような判定方法に違いはあるが、我々の調査における有症率は先行研究で報告されている欧米諸国の有症率と大きくかけ離れることはなかった。また、高齢になるほど虚弱の有症率は上昇し、特に75歳以上の後期高齢者になるとその傾向は顕著になるなど、虚弱高齢者の実態は先行研究結果とほぼ一致した。

虚弱の定義に用いた指標のカットポイントは、健常高齢者間と健常高齢者と要支援、要介護者間において若干の違いはあったものの、歩行速度や握力が高い判別力を持った指標として用いることができるということは共通していた。本研究においては、虚弱者のカットポイントを普通歩速度1.0m/秒、握力は男性で26kg、女性で17kgの値を採用した。今後はこのカットポイントが妥当であるかを検証していく必要がある。

2) 先進的介護予防マニュアルの作成

虚弱高齢者の特徴として、疼痛、慢性疾患罹患、運動機能の低下、筋力低下を認め多彩な健康問題を有していることが明らかとなった。そのため、虚弱高齢者を対象とする介護予防マニュアルの作成にあたっては、単に運動機能の向上に焦点を当てておくのではなく、虚弱高齢者の持つ多彩な問題を考慮した上で生活機能向上を図ることのできるプログラムを検討していく必要があると考えられた。

また、高齢者の運動機能低下の特徴としてバランス機能の低下がより影響を受けやすいことから、この点に焦点をあてたプログラムを検討していく必要があると考えられた。

3) 先進的介護予防機器の現状分析と効果検証

虚弱高齢者に対しては、歩行機能にターゲットを当てた介入が効果的である可能性が示唆されており、歩行支援機器の活用による機能向上が期待できる。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者となる高齢者は、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と考えられた。

E. 結論

虚弱高齢者の有症率は65歳以上の高齢者全体の11.5%で、予備群を含めるとその有症率は32.8%であった。これらの虚弱高齢者は疼痛、慢性疾患、運動機能低下を有しており、要介護状態に陥る危険性の高い集団であると考えられた。虚弱高齢者に介護予防プログラムを提供するにあたっては、多彩な問題を考慮した上で生活機能の向上を目指したプログラムを提供する必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 原田敦. 臨床におけるサルコペニアの診断. 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.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 金憲経, 吉田英世. 高齢者におけるサルコペニアの発見と対処法の構築. 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), 106-114, 2011.
- 8) Kim H. Behavioral Treatment for Geriatric Syndrome. Craig Atwood (Ed): Geriatrics. InTech, Croatia, 85-104, 2012.
- 9) Shimada H. Glucose Uptake During Exercise in Skeletal Muscles Evaluated By Positron Emission Tomography. Chia-Hung Hsieh (Ed.): Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects. InTech, Croatia, 319-336, 2012.
- 10) 島田裕之. サルコペニアの操作的定義 (第2章 第1節). 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), 12-21, 2011.
- 11) 鈴木芽久美, 島田裕之. サルコペニアと障害高齢者 (第4章 第3節). 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), 133-139, 2011.
- 12) Kim H, Suzuki T, Yoshida H: The effects of multidimensional exercise on functional decline, urinary incontinence, and fear of falling in community-dwelling elderly women with multiple symptoms of geriatric syndrome: A randomized controlled and 6-month follow-up trial. Archives of Gerontology and Geriatrics, 52, 99-105, 2011.
- 13) Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, Katayama M. Effects of exercise and amino-acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc, 60, 16-23, 2012.
- 14) Shimada H, Suzukawa M, Ishizaki T, Kobayashi K, Kim H, Suzuki T. Relationship between subjective fall risk assessment and falls and fall-related fractures in frail elderly people. BMC Geriatrics, 11, 40, 2011.
- 15) 鈴木芽久美, 島田裕之, 渡辺修一郎, 小林久美子, 鈴木隆雄. 要介護高齢者における運動機能と6ヶ月後のADL低下との関係. 理学療法学, 38, 10-16, 2011.
- 16) 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.
- 17) 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.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) 鈴木隆雄. 加齢と身体機能の変化. 臨床栄養, 118, 552-560, 2011.
- 21) 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.
- 22) 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.
- 23) 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.
- 24) 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.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) 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.
- 28) 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.
- 29) 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.
- 30) 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.
- 31) 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.
- 32) 原田敦. 医療の現場から—ロコモティブシンドローム—. 現代医学, 59, 325-329, 2011.
- 33) 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.
- 34) 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.
- 35) 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.
- 36) 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.
- 37) 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.
- 38) 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
- 39) 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.
- 40) 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.
- 41) 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).
- 42) 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).
- 43) 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).
- 44) Shimada H, Tiedemann A, Lord SR, Suzukawa M, Makizako H, Kobayashi K, Suzuki T. Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model. *Arch Gerontol Geriatr*, 53, 131-134, 2011.
- 45) Shimada H. Imaging of glucose uptake during walking in elderly adults. *Current Aging Science* (in press).
- 46) 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.
- 47) Hasidate H, Shimada H, Shiomi T, Sasamoto N. Usefulness of the subjective risk rating of specific tasks for falling in frail elderly people. *J Phys Ther Sci*, 23, 519-524, 2011.
- 48) 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.
- 49) 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.
- 50) 島田裕之, 大矢敏久, 阿南祐也. 卒後研究会講演 転倒予防のエビデンス. *中部リハビリテーション雑誌*, 6, 2-8, 2011.
- 51) 島田裕之. 筋力と身体活動の評価法. *Modern Physician*, 3(11), 1296-1299, 2011.
- 52) 牧迫飛雄馬, 古名丈人, 島田裕之, 赤沼智美, 吉田裕人, 井平 光, 横山香理, 鈴木隆雄. 後期高齢者における新規要介護認定の発生と 5 m歩行時間との関連: 39 か月間の縦断研究. *理学療法学*, 38, 27-33, 2011.
- 53) 水本淳, 鈴川芽久美, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 島田裕之. ステップエルゴメーターのアイソキネティック運動におけるピークパワーと身体機能との関連. *理学療法科学*, 26, 139-142, 2011.
- 54) 島田裕之. 講座 よくわかる研究方法 25 研究への私の取り組み: 大規模スクリーニング調査実施の経験を交えて. *理学療法*, 29, 329-335, 2012.
- 55) 島田裕之, 吉田大輔. 虚弱とサルコペニア (概念の相違). *Geriatr. Med*, 49, 291-295, 2011.
- 56) 伊藤和彦, 大淵修一, 辻一郎: 介護予防の効果に関する実証分析 「介護予防事業等の効果に関する総合的評価・分析に関する研究」における傾向スコア調整法を導入した運動器の機能向上プログラムの効果に関する分析. *医療と社会*, 21, 265-281, 2011.
- 57) 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.
- 58) 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.

2. 学会発表

- 1) 土井剛彦、島田裕之、牧迫飛雄馬、吉田大輔、伊藤健吾、加藤隆司、下方浩史、鷺見幸彦、遠藤英俊、鈴木隆雄：高齢者における歩行指標は脳萎縮と関係するのか？—MRI と 3 軸加速度計を用いた検討—第 46 回日本理学療法学会大会、2011 年 5 月 27 日、宮崎。
- 2) 吉田大輔、島田裕之、牧迫飛雄馬、土井剛彦、伊藤健吾、加藤隆司、下方浩史、鷺見幸彦、遠藤英俊、鈴木隆雄：地域高齢者における内側側頭葉の脳萎縮と日常生活活動との関係。第 46 回日本理学療法学会大会、2011 年 5 月 27 日、宮崎。
- 3) 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。若手企画シンポジウム 2 「サルコペニア—研究の現状と未来への展望」。第 53 回日本老年医学会学術集会。2011 年 6 月 16 日、東京。
- 4) 竹村真里枝、松井康素、原田敦、安藤富士子、下方浩史：地域在住中高者年の骨粗鬆症有病率と実際の治療率の検討。第 53 回日本老年医学会学術集会。2011 年 6 月 16 日、東京。
- 5) 松井康素、竹村真里枝、原田敦、安藤富士子、下方浩史：握力による骨量減少および骨粗鬆症の発症の予測—地域在住中高年者を対象とした疫学縦断研究。第 53 回日本老年医学会学術集会。2011 年 6 月 16 日、東京。
- 6) 洪英在、岡村菊夫、高橋龍太郎、下方浩史、児玉寛子、遠藤英俊、井藤英喜：高齢者医療における優先度調査—Web 調査における一般、医師、看護師の相違。第 53 回日本老年医学会学術集会。2011 年 6 月 16 日、東京。
- 7) Kozakai R, Ando F, Kim HY, Lee SC, Nishita Y, Tange C, Shimokata H: The effect of depression on the participation in the exercise habits in community-dwelling Japanese older people. The 16th Annual Congress of the European College of Sports Science, 9th, Jul, Liverpool.
- 8) 安藤富士子、下方浩史：血清カロテノイドが骨密度に与える影響～酸化要因・抗酸化要因に着目した大規模縦断研究～。果樹試験研究推進協議会委託試験研究課題成果発表会、2011 年 7 月 7 日、東京。
- 9) Ando F, Takemura M, Matsui Y, Shimokata H: Prevalence and Consultation Rates of Life-Style Related Diseases in Japanese Middle-Aged and Elderly Women. IEA World Congress of Epidemiology, 7-11, Aug, 2011. Edinburgh.
- 10) Doi T, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Shimokata H, Ito K,

- Washimi Y, Endo H, Suzuki T: Whole Brain Atrophy and Spatiotemporal Gait Parameters during Dual-task Gait. Alzheimer's Association International Conference, Paris, July 19, 2011.
- 11) Yoshida D, Shimada H, Makizako H, Doi T, Ito K, Kato T, Shimokata H, Washimi Y, Endo H, Suzuki T: The relationship between atrophy of the medial temporal area and daily activities in community-dwelling older adults. Alzheimer's Association International Conference, Paris, July 19, 2011.
- 12) Shimokata H: Longitudinal study. Japan International Cooperation Agency (JICA) lecture, Obu, Sep 1, 2011.
- 13) Ando F, Kato Y, Otsuka R, Imai T, Matsui Y, Takemura M, Shimokata H: The effects of serum carotenoids on bone mineral density in community -dwelling Japanese middle-aged and elderly women. The 9th Asia / Oceania Congress of Geriatrics and Gerontology, Melbourne, October 26, 2011.
- 14) 金興烈、李成喆、幸篤武、森あさか、安藤富士子、下方浩史：中高年齢者の相対歩幅と歩行速度（無次元速度）に関する研究。日本未病システム学会、2011年11月20日、名古屋。
- 15) 安藤富士子、今井具子、加藤友紀、大塚礼、松井康素、竹村真里枝、下方浩史：血清カロテノイドと2年後の骨粗鬆症／骨量減少発症リスク。日本未病システム学会、2011年11月19日、名古屋金 憲経、吉田英世、吉田祐子、齋藤京子、小島成美、平野浩彦、島田裕之、鈴木隆雄。地域在住高齢者における膝痛の実態及び生活機能との関連性について。第53回日本老年医学会学術集会、2011年6月17日、東京。
- 16) 橋立博幸、島田裕之、潮見泰藏、笹本憲男。特定高齢者における3ヶ月間の筋力トレーニングと機能的トレーニングが生活機能に及ぼす影響。第53回日本老年医学会学術集会、2011年6月16日、東京。
- 17) 大矢敏久、島田裕之、牧迫飛雄馬、土井剛彦、吉田大輔、鈴木隆雄、内山靖。手段的日常生活活動の自立した地域在住高齢者の転倒恐怖感と関連する要因の検討。第46回日本理学療法学会学術大会、2011年5月29日、宮崎。
- 18) 鈴川芽久美、島田裕之、田村雅人、鈴木隆雄。要介護高齢者における主観的転倒リスク評価（SRRST）の有用性。第46回日本理学療法学会学術大会、2011年5月27日、宮崎。
- 19) 吉田大輔、島田裕之、牧迫飛雄馬、土井剛彦、鈴木隆雄：近赤外線分光法（NIRS）を用いた高齢者の四肢筋量ならびに脂肪量の推定。第1回日本基礎理学療法学会学術集会、2011年5月26日、宮崎。
- 20) 大淵修一、辻一郎、安村誠司、成

- 川衛、鈴木隆雄：整形外科疾患対策を含む介護予防運動器の機能向上プログラムの効果 無作為化比較対照試験による検討. 第46回日本理学療法学会大会, 宮崎, 2011.5.27-29.
- 21) Obuchi S, Suzuki T: Effect of therapeutic approach for prevention of knee and low back pain. 16th International WCPT Congress, Amsterdam Holland, 2011.6.20-23.
- 22) Obuchi S: Importance of physical activity measurement and promotion to prevent frailty and geriatric syndrome. In symposium : Global physical activity transitions : emerging measurement and therapeutic opportunity? 16th International WCPT Congress, Amsterdam Holland, 2011. 6.20-23.
- 23) 吉田英世、吉田祐子、熊谷修、木村美佳、岩佐一、鈴木隆雄：地域在住高齢者のQOLに影響をもたらす要因の解明 -WHO-5による評価-. 第70回日本公衆衛生学会、秋田. 2011.10.19-21.
- 24) 金憲経, 吉田英世, 吉田祐子, 齋藤京子, 小林成実, 平野造彦, 島田裕之, 鈴木隆雄：地域在住高齢者における膝痛の実態及び生活機能との関連性について. 第53回日本老年医学会学術. 東京, 6月15-17日, 2011.
- 25) 金憲経：サルコペニア予防のための包括的介入. 第53回日本老年医学会学術. 東京, 6月15-17日, 2011.
- 26) Kim H, Yoshida H, Yoshida Y, Saito K, Kojima N, Kim M, Hirano H, and T Suzuki: Prevalence and factors associated with urinary incontinence in community-dwelling elderly Japanese men. Annual Meeting of the International Continence Society, Glasgow, UK, August 29-September 2, 2011.
- 27) 金憲経, 小島成実, 齋藤京子, 吉田祐子, 吉田英世, 平野浩彦, 金美芝, 山城由華吏, 須藤元喜, 鈴木隆雄：地域在住膝痛高齢者を対象とした運動介入の効果検証(1) -体力変化介入の効果検証(1) -体力変化. 第70回日本公衆衛生学会. 秋田, 10月19-21日, 2011.
- 28) 金憲経：サルコペニアとロコモティブシンドローム. 第48回日本リハビリテーション医学会学術集会. 千葉, 11月2-3日, 2011.
- 29) 金憲経：サルコペニア予防のための包括的介入. 第18回日本未病システム学会学術総会. 名古屋, 11月19-20日, 2011.
- 30) Kim H: Prevention strategy for sarcopenia: Effects of exercise and nutrition supplementation. The 3rd Asian International Seminar for Geriatrics and Gerontology. Seoul, Korea, January 14, 2012.
- 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

先進的介護予防機器の現状分析と
生活機能に対する自立支援機器の効果検証

研究代表者 鈴木 隆雄

国立長寿医療研究センター研究所長

研究要旨 身体的虚弱を予防し要介護状態の予防を目的とした機器は、従来から筋力トレーニングを中心とした機器が用いられてきた。近年、高齢者の歩行機能の向上を目的としたウェアラブル型歩行支援機器が開発され、実用化へ向けた研究が進行してきている。介護予防事業において先進的機器を導入するためには、対象となる高齢者の機能状態に合った機器の選択が必要であり、その点から本田技術研究所が開発した歩行支援機器が介護予防事業に有益であると考えられた。

A. 研究目的

高齢期における虚弱は要介護状態の主要な因子とされ、高齢者の生活の質の保持、社会保障費抑制のために重要な課題となっている。虚弱は障害、併存疾患、加齢と同義として扱われる場合もある。また、これらの虚弱、障害、併存疾患は共通部分を多分に含む概念であるとされ、用語の用い方は混沌としている。Hemerman は、虚弱を多様な角度から概観し、「ストレスに対する予備力が低下した生物学的症候群」であると定義し、わが国においては、手段的日常生活動作が障害された状態と定義されることもある。これらを勘案し、ここでは、虚弱を「障害、要介護状態、死亡といった事象につながる心身の脆弱な状態であり、ストレ

スに対する予備力の低下に起因した状態」と定義する。なお、虚弱は身体的虚弱と精神・心理的虚弱とに分類することができ、これらの予防のためには、それぞれの虚弱を測定可能な変数で操作的に定義する必要がある。

介護予防事業において虚弱を適切に定義することは、アプローチ方法や使用する機器を選択する上で重要な課題である。虚弱の操作的定義として最も有名なのは Fried らによる定義であろう。Fried らは、1) 体重減少（去年の体重－現在の体重）／去年の体重 ≥ 0.05 、2) 疲労（何事にも努力が必要で前に進めない状態が週3日以上ある）、3) 身体活動の低下（男性 $< 383\text{kcal}$ 、女性 $< 270\text{kcal}$ ）、4) 歩行速度の低下（15フィ

ートを6または7秒以上、身長補正を行う)、5)筋力低下(握力:男性 $\leq 29\sim 32\text{kg}$ 、女性 $\leq 17\sim 21\text{kg}$)の5つの要因で虚弱を定義し、虚弱症状がない群と比較し、3つ以上の症状を有する場合には、死亡率が上昇することを明らかとした。この身体的虚弱は、身体活動の低下による総エネルギー代謝の減少、それによる食欲減少から低栄養状態に陥り、栄養状態の悪さが筋量減少(サルコペニア)を招き、筋力や有酸素能力の低下から歩行能力が低下し、さらに活動を制限させる結果となる。また、筋力の低下は基礎代謝量を減少させ、総エネルギー代謝の減少に影響を及ぼす。この負のサイクルを断ち切るためには、食事と運動による低栄養状態の改善と運動機能の向上から身体活動の向上を図る必要がある。

虚弱の定義に含まれる歩行速度の低下はとりわけ日常生活機能に直結した身体機能であり、歩行能力をいかに保持向上するかが要介護状態を予防するための鍵となる。従来用いられてきた介護予防を目的とした機器は、筋力向上を目的としたウェイトトレーニング機器等が主流であるが、筋力トレーニングのみでは歩行機能の向上は必ずしも期待できず、歩行機能の向上に特化した機器の開発が望まれてきた。ここでは、現在開発されている歩行支援のための先進的機器を概観し、介護予防事業対象者に適切と考えられる機器を特定する。

B. 研究方法

主として、高齢者の歩行支援やリハビリテーションにおける歩行補助を目的と

して活用されている先進的機器の現状を調査するために、インターネット経由で文献検索および開発企業からの公開情報を収集した。検索に用いたキーワードは、robot(ロボット、機器)、hybrid(ハイブリッド)、gait or walk(歩行)、older adults or elderly(高齢者)、rehabilitation(リハビリテーション)などとして、Pubmed、Web of Science、医学中央雑誌、CINIIによる文献検索とgoogle等のインターネット検索システムにて情報の収集と更新を随時行った。

C. 研究結果

現在開発されている歩行支援のための先進的機器を概観した結果、歩行機能向上を目的としたウェアラブル型の先進的な機器で介護予防事業対象者に適切と考えられるものとして、以下の3つの機器があげられた。それぞれの機器の概要と特徴を示す。

1) 歩行アシストロボット(本田技術研究所)

従来にない全く新しいモビリティとして、装着することで高齢者の歩行機会の増加や活動範囲の拡大を実現し、QOLを向上させることが可能な装着型歩行機能補助装置(以下歩行アシストロボットと表現する)の実現を目指して、Hondaでは1999年から歩行アシストロボットの研究を開始した。

装置概要

歩行アシストロボット(図1)は、装着者の腰部と大腿部にベルトを用いて