

は、廃用性の運動機能低下を筋力増強などの運動介入によって改善することを目指しているが、有疾患患者など、必ずしもこのような運動介入に適応が有るものばかりではない。そこで、減少した神経筋単位を補う、障害者にとっての車いすに匹敵する、虚弱高齢者に対する先進的な支援機器が必要と考えられる。

歩行への支援機器は、脊髄損傷や神経疾患を対象に開発されてきた経緯があり、従来の歩行支援機器は、筋力を補う、パワーアシストの視点からの機器開発がなされており、その応用として高齢者へ適用が検討されているが、虚弱高齢者にとっても、パワーアシストが妥当かどうかを検討し開発されているわけではない。

我々は(長谷,大淵他, 2002)は、二足歩行のコンピュータシミュレーションにより、筋力の低下よりも、感覚器の入力が歩行の不安定性に関与していることを明らかにしており、パワーアシストより、むしろ感覚器の入力を支援する装置がより有効ではないかと考えている。また、パワーアシスト装置はパワーを支援するために、大きな電源を必要とすることから、虚弱高齢者が日常的に使うためには、装着の難しさ、重量での困難がある。一方、感覚入力を支援する機器は、感覚閾値をやや超えるトリガーを発生させれば良いだけなので、大きなパワーを必要としないことから、小さな電源で済む。すなわち、高齢者に重い支援機器を装着させない利点がある。

歩行時の感覚入力、視覚、筋の固有受容感覚、関節覚がある。このうち女性では、特異的に加齢に伴い関節の動揺性が増加することが知られており、この関節の動揺性と転倒の発生に関係が認められれば、リズムアシスト機器の有用性を示唆するものとなる。そこで、本研究では、歩行時の膝関節の動揺性と転倒との

関連を明らかにする。

ところで、膝関節動揺性の定義は、定まったものはないが(Heijink A et al. 2012)、本研究では、歩行時の大腿の下腿に対する前後移動量、上下移動量、側方移動量、内反・外反角、内旋・外旋角の標準偏差を膝関節の動揺性と定義した。また、今回用いた三次元動作解析装置(OPTOTRAK Certus, Canada)は、3m離れた測定空間で、0.01mmの分解能を持つ高分解能の測定装置であり、国内でよく用いられるVICON(Oxford Metrics, UK)等の測定器の100倍以上の精度を持つ。これにより、従来の測定装置では精度が十分でなく測りにくかった、微小事象を測定することが可能となった。また、剛体モデルを用いることによって臨床的な下腿・大腿の動揺性として表現できる。

B. 研究方法

1) 被験者

被験者は、東京都健康長寿医療センターにおいて平成23年10月3日～10月14日に実施した、包括的な生活機能検査「お達者健診2011」の受診者であった。受診者は、東京都板橋区のうちの9地区に在住する65歳～84歳の男女全員である7,162名を抽出し、施設入居者や、過去の健診受診者を除外した6,699名に対して案内状を発送し募集した。健診の受診者は913名であったが、このうちデータの研究目的での利用に同意したのは898名であった(ベースライン調査)。これらの対象について、1年後の平成24年9月25日～10月5日に、追跡のための健診を実施した(追跡調査)。

ベースライン調査、追跡調査ともに転倒歴の回答があった509名を本研究の分析対象者とした。

分析対象者の性・年齢階級の分布を表1に、

年齢、身長、体重の平均値および標準偏差を表 2 に示す。

表 1 被験者の性・年齢階級の分布

		65-69歳	70歳-74歳	75歳-79歳	80歳-84歳	合計
男性	人	52	68	63	30	213
	%	24.4%	31.9%	29.6%	14.1%	100%
女性	人	81	125	71	19	296
	%	27.4%	42.2%	24.0%	6.4%	100%
合計	人	133	193	134	49	509
	%	26.1%	37.9%	26.3%	9.6%	100%

表 2 被験者の基本特性

		平均値	標準偏差	N
男性	身長 (cm)	163.4	5.6	213
	体重 (kg)	62.7	9.5	213
	握力 (kgf)	33	7.0	212
女性	身長 (cm)	150.9	5.4	296
	体重 (kg)	51	7.9	296
	握力 (kgf)	21	5.0	294

2) 各指標の測定

① 三次元動作解析

三次元動作解析には、OPTOTRAK Certus (Northern Digital 社製, Canada) を用いた。1.5mm 厚のアルミプレートに 5 個の赤外線マーカを貼付した大腿用・下腿用カフを作成し、幅ゴムにて落下防止処理を施したベルクロで、大腿の下中 1/3 部、下腿の上中 1/3 部にしっかりと固定した。2 つのカフの基準点として用いるため、腓骨の長軸で膝裂隙と交差する点に赤外線マーカを貼付した。合計 11 個の赤外線マーカをサンプリング周波数 100Hz で測定した。

被検者は、測定路の中心部で足踏みをし、ゆっくりと歩を緩め、自然な立位となったところで、静止立位の大腿と膝の位置を測定した。この静止立位時の前額矢状軸を y 軸、前額水平軸を z 軸、矢状水平軸を x 軸と定義し大腿・下腿の局座標を求めた。それぞれ上方、外側、前方を + とした。

被検者には、加速路 1.5m、測定路 2m、

減速路 1.5m の歩行路を自然な速度で歩くように指示し、十分慣れたところで 2 回、測定した。

測定終了後、静止立位の計測値を基に剛体モデルを作成し、大腿の局座標を基準に下腿の局座標を変換し、すなわち大腿に対する下腿の前後移動、側方移動、上下移動、内反・外反角、内旋・外旋角を求めた。

ところでこの測定の 2 回の測定の級内相関は、前方移動.950、後方移動.931、内側移動.883、外側移動.805、内反角.738、外反角.763、内旋角.860、外旋角.864 であり、高い再現性が確認された。

② 転倒経験

聞き取り式により、過去 1 年間の転倒経験、転倒回数、転倒による受傷を調査した。

③ 運動機能検査

膝伸展筋力、開眼片足立ち時間、歩行速度、Timed Up & Go 時間 (以下、TUG とする) を測定した。

膝伸展筋力は、被験者に十分な高さのある椅子で端座位姿勢をとらせ、下腿部を下垂させ膝関節を 90 度屈曲させた開始姿勢で、等尺性最大膝関節伸展筋力を測定した。測定には、膝関節の角度、測定位置を自由に変えることのできる専用のフレームに力量計 (IsoforceGT610S : OG 技研社製) を固定した装置を用いた。さらに、関節裂隙から、脛骨長軸上で筋力測定器の中央までの距離 (下腿長) をメジャーにて測定した。被検者には「ぐっと力を入れて、もっともっと」と声をかけ、最大の力が発揮できるようにした。測定は十分な休憩を挟んで 2 回行い大きい値を記録とし、得られた力に下腿長を乗じて膝伸展トルク (Nm) を求めた。

開眼片足立ち時間は、60cmの指標を注視させ、60秒間片足で立ち続けるように指示した。足のあげ方は自由としたが、支持脚にあげた足をつけることは不可とした。2回測定し、いずれか長い方を測定値とした。

歩行時間は、加速路3m、減速路3mを設けた歩行路の中間の10mにかかった時間をストップウォッチにて計測した。通常歩行時間では、被検者に、「いつも歩いている速さで歩いてください」と指示し、1回測定した。最大歩行時間では、「できるだけ速く歩いてください」と指示し、2回測定のうち短い方を、測定値とした。

TUG時間は、40cmの肘なし椅子から立ち上がり、3m先の指標を回り戻ってくるまでの時間を測定した。測定は動作開始から、臀部が椅子に接触するまでの時間とした。十分な練習の後、2回測定しいずれか速いほうを測定値とした。

3) 倫理的配慮

この研究は、厚生労働省の疫学研究に関する倫理指針に則り計画し、東京都健康長寿医療センター研究所の倫理委員会の承認を得て行った。被検者は、調査の内容を説明され、十分な質問の機会を得たうえで承諾し、書面により実験参加に同意した。

4) 統計解析

転倒の有無と各指標の関連を調べるため、Spearmanの順位相関係数を求めた。統計にはIBM SPSS Statistics Version 20.0.1Jを用い、有意水準は5%未満とした。

C. 研究結果

ベースライン調査では90名に、追跡調査で

は81名に転倒経験があった。このうち52名(10%)は新規の転倒経験者であった。

表3. 転倒経験の有無

	追跡調査		合計	
	あり	なし		
ベースライン調査	あり	29	61	90
	なし	52	367	419
合計		81	428	509

膝関節動揺性は、上下動揺標準偏差($r=.178$)、側方動揺標準偏差($r=.118$)で新規の転倒との有意な正の相関を認め、運動機能指標は、片足立ち時間($r=.125$)で新規の転倒との有意な正の相関を認めた。

表4. 転倒経験と膝関節動揺性・運動指標とのSpearmanの相関

		転倒経験の有無 1:有、2:無	
前後動揺標準偏差	相関係数		0.053
	有意確率(両側)		0.278
	N		417
上下動揺標準偏差	相関係数	.178**	
	有意確率(両側)		0
	N		417
側方動揺標準偏差	相関係数	.116*	
	有意確率(両側)		0.018
	N		417
内反外反標準偏差	相関係数		0.014
	有意確率(両側)		0.782
	N		417
内外旋標準偏差	相関係数		0.004
	有意確率(両側)		0.936
	N		417
膝伸展トルク(Nm)	相関係数		0.043
	有意確率(両側)		0.385
	N		415
10m通常歩行時間(秒)	相関係数		-0.059
	有意確率(両側)		0.228
	N		419
10m最大歩行時間(秒)	相関係数		-0.017
	有意確率(両側)		0.724
	N		415
TUG(秒)	相関係数		0.021
	有意確率(両側)		0.665
	N		416
開眼片足立ち時間(秒)	相関係数	.125*	
	有意確率(両側)		0.01
	N		419

** 相関係数は1%水準で有意。

* 相関係数は5%水準で有意。

D. 考察

本研究では、膝関節動揺性と新規の転倒と

の因果関係を認めるのかどうかを検討した。この背景には、女性に転倒が多くかつ関節動揺性が大きいことから、関節動揺性の増加が転倒の危険を高めると仮説した。

その結果、関節動揺性は新規の転倒の相関を認め、因果関係があると考えられた。また、この関係は、従来転倒との相関が高いとされてきた運動機能の指標より大きいものであった。しかし、その方向は、仮説に反し、関節動揺性が大きくなると、転倒しにくくなることが分かった。

Andriacci ら (1990) は、膝関節動揺を少なくする歩き方で不安定な膝関節を代償することを報告しているが、今回の例も膝関節の動きを少なくすることによって不安定な関節を代償したがために、仮説とは逆の動揺性が少ない方に転倒が多い結果となったと考えられる。ただし、これは歩行速度を遅くすることの二次的な事象として関節の動揺性が少なくなったわけではない。なぜなら、歩行速度や他の運動機能指標と転倒の相関を認めていないからである。

いずれにしても、関節の動揺性と新規の転倒発生との間に、相関を認めたことは画期的であり、地域在住高齢者の転倒リスクの早期発見に今回の測定が有用である事が示唆される。

さて、リズムアシスト機能と今回の知見の関連であるが、歩行は一種のパターンジェネレータにより生成されていると仮説されている。すなわち、中枢神経、末梢神経、筋、腱がシステムとなって構成されることによって、律動的なリズムを作り出し制御していると考えられている。近年、リズム生成機能 (Guertin PA, 2012) が下部脊柱までの至る所に存在することが報告されており、このリズム生成機能の加齢による不調が転倒の一因となると考えら

れている。このリズム生成機能はシステムとして存在するものであり、システムの善し悪しは、例えば転倒刺激を加えるなどして破綻がないかどうかといった、従来とは違う手法により検討される必要がある。今回の知見は、このシステムの関節の感覚器の障害が転倒の発生に影響を与えることを示すものである。また、本研究で最終的に目標としているリズムアシストによる、介護予防機器の有用性を示唆するものと考えられる。

E. 結論

膝関節の動揺性は転倒との関連性が見られ、歩行リズム生成機構の一部の破綻が転倒を引き起こすことが明らかとなった。介護予防機器としてのリズムアシスト機器の有用性を示唆するものである。

F. 研究発表

1. 論文発表

小島基永, 大淵修一. 地域在住虚弱高齢者に対する筋力増強トレーニングの最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討, 理学療法科学, 27(3), 291-296, 2012.

新井武志, 大淵修一, 小島成実, 柴喜崇, 河合恒, 大室和也. ジャイロセンサを用いた膝関節伸展角速度測定値の適用可能性 - 介護予防事業対象者における検証 -. 理学療法科学, 印刷中.

2. 学会発表

大淵修一. 生活環境支援を考える上でのエビデンスと活動 ここまで解っている・ここまで取り組んでいる 転倒骨折予防のための取り組

みに関する理論的根拠と実践. 第 47 回日本理学療法学会, 兵庫, 2012.5.25-27.

新井武志, 大淵修一, 柴喜崇, 大室和也, 小島基永. 高齢者の移動能力と膝関節伸展最大発揮角速度および膝関節伸展筋力との関連性. 第 47 回日本理学療法学会, 兵庫, 2012.5.25-27.

河合恒, 大淵修一, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成. 地域在住高齢者の大腿四頭筋の質の超音波エコー強度による評価. 第 67 回日本体力医学会, 岐阜, 2012.9.14-16.

大淵修一. 地域包括システムにおける転倒予防の現状と今後の課題. 転倒予防医学研究会 第 9 回研究集会, 東京, 2012.10.7.

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

踵骨骨量の要支援・要介護認定に対する予測因子としての検討
－ROC分析より－

研究分担者 吉田 英世

東京都健康長寿医療センター 研究所 研究副部長

研究要旨 本研究の目的は、この要介護化のリスクを測る指標の一つとしてとして超音波法による踵骨骨量を採り上げ、この測定指標が、要介護・要支援認定の予測因子としての有用性を検討することである。

対象者は、東京都板橋区在住の高齢者（65～84歳）で、2011年10月に介護予防を目指した包括的健康調査（お達者健診）を受診し、骨量測定を実施した894名である。解析では、要介護の予測因子と要介護の認定結果との関係を探るために、ROC分析により、①骨量（SOS）、②握力、③通常歩行、④最大歩行、⑤開眼片足、⑥老研式活動能力指標、⑦基本チェックリスト、⑧MMSEの予測因子ごとのカットオフ値（閾値）の感度・特異度および、各ROCの曲線下面積を比較検討した。

その結果、女性では、踵骨骨量のカットオフ値の感度・特異度が高く、曲線下面積も大きいことから、要介護・要支援認定の予測因子として、その有用性が高いことが示唆された。

A. 研究目的

後期高齢者とりわけ高齢女性では、身体の虚弱化に伴い要介護状態への増加が認められている。その背景としては、高齢女性における骨粗鬆症や筋肉虚弱症（サルコペニア）等の運動器疾患の顕在化があり、これまでも骨量低下（骨粗鬆症）と生活機能低下は指摘されている。

そこで、本研究の目的は、この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採り上げ、この測定指標が、要介護・要支援認定の予測因子としての有用性を検

討することである。

B. 研究方法

1. 対象者

2011年10月3～14日（12日間）に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、研究の同意を得た898名である。このうち、男性は、358名（平均年齢；73.9±5.1歳）、女性は、540名（平均年齢；73.3±5.0歳）であった。

これらの受診者の背景は、2011年7月現在、

板橋区住民基本台帳に登録されている 65～84 歳の高齢者で、当研究周辺在住（板橋区栄町を含む 9 町丁）6,699 名（施設入居者、過去の健診受診者を除外）である。そして、介護予防健診「お達者健診」の受診希望者を募った結果、1183 名の申込（17.7%；申込率）があり、最終的に健診受診者は、913 名であった（受診率；77.2%）。

なお、以下の解析には、測定・調査データを、研究に使用することに同意が得られた 898 名のうち、踵骨の骨量測定を実施した 894 名（男性；355 名、女性 539 名）を用いた。

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（健康度自己評価、日常生活動作能力、老研式活動能力指標、要介護の認定の有無、転倒・骨折歴、運動習慣、食習慣、うつ、認知機能（MMSE）など）

3. 解析方法

男女別に、要介護の予測因子と要介護の認定結果との関係を探るために、ROC 分析により、①骨量（SOS）、②握力、③通常歩行、④最大歩行、⑤開眼片足、⑥老研式活動能力指標、⑦基本チェックリスト、⑧MMSE の予測因子ごとのカットオフ値（閾値）を、 $(1 - \text{感$

度) $^2 + (1 - \text{特異度})^2$ が最小になる（左上隅から最も近い）点とした。さらに、各項目の ROC の曲線下面積が大きいほど診断精度の高い測定項目であることから、曲線下面積順を検討した。

（倫理面への配慮）

調査参加者の個人情報保護のために、データには個人名はなく、データ解析用に設定された番号のみを用いてデータの連結ならびに統計解析を行った。

C. 研究結果

1. 要支援・要介護者数（男女別）

要支援・要介護者数（率）は、男性 18 名（5.1%）、女性 34 名（6.3%）、計 52 名であった。要介護度の大半は、要支援および要介護 1、2 である（表 1）。

2. 要支援・要介護者数(性・年齢階級別)

男女ともに、80～84 歳では、要支援・要介護者率が他の年代よりも高く、特に女性では、75 歳以上の要支援・要介護者の割合が高いのが特徴である（表 2）。

3. 要介護・要支援認定に対する各予測因子の感度・特異度（男女別）

男性は、踵骨骨量のカットオフ値（1481.5cm/秒未満）の感度・特異度が、それぞれ 55.6%、67.4%で、あまり高い値ではなかった。他の予測因子と比較すると、曲線下面積は最も小さく、感度・特異度および、曲線下面積は、老研式活動能力指標（12.5 点未満）とほぼ同一であった（表 3-1）。

一方、女性では、骨量のカットオフ値（1470.5cm/秒未満）の感度・特異度は高く、

それぞれ 70.6%、71.1%と、基本チェックリスト (4.5 点以上) や、老研式活動能力指標 (12.5 点未満) とほぼ同じであった。また、曲線下面積は、0.746 と大きいものの、8 項目の予測因子のなかでは、中位であった (表 3-2)。

D. 考察

平成 19 年国民生活基礎調査¹⁾によれば、要介護認定を受けることになった主な原因のうち、男性は、「転倒・骨折」が 6.3%、「高齢による衰弱」が 11.0%、そして「関節疾患」の 5.1%を加えた「筋・骨格系の疾患や症状」による原因は、併せて 22.4%であった。

一方、女性では、同様に「転倒・骨折」が 11.5%、「高齢による衰弱」が 16.0%、「関節疾患」は 16.0%で、これら「筋・骨格系の疾患や症状」による原因は、計 43.5%と、男性の 2 倍近くに及ぶ。そして、これらの要介護化の原因の多くは、いわゆる骨粗鬆症や筋肉減少症の範疇に含まれる。

超音波法によって測定された踵骨骨量 (SOS) は、骨構造やハイドロキシアパタイトの結晶配向と密接な関係があり、骨質を現していると言われている²⁾。

よって、踵骨骨量は、骨粗鬆症を中心とした「筋・骨格系の疾患や症状」を反映し、その結果、特に女性は、要介護の原因として「筋・骨格系の疾患や症状」の割合が高いことから、その感度・特異度も高く、要介護・要支援認定の予測因子として有用性が高いことが示唆された。

一方、男性は、女性に比べて、要介護の原因として「筋・骨格系の疾患や症状」の割合が高くはなく、一般に骨粗鬆症も多くはないことから、踵骨骨量の測定は、要介護・要支援認定の予測には、十分ではないと推察された。

E. 結論

地域在住高齢者を対象に、超音波によって測定された踵骨骨量 (SOS) が、要介護・要支援認定の予測因子としての有用性を、ROC 分析により、他の測定・調査項目と比較検討した。

その結果、女性では、踵骨骨量のカットオフ値の感度・特異度が高く、曲線下面積も大きいことから、要介護・要支援認定の予測因子として、その有用性が高いことが示唆された。

F. 研究発表

1. 論文発表

Kim HK, 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(1):16-23, 2012.

2. 学会発表

吉田英世, 児玉寛子, 吉田祐子, 鈴木隆雄. 地域在住高齢者における骨折経験が健康関連 QOL に及ぼす影響. 第 71 回日本公衆衛生学会, 山口, 2012. 10. 24-26.

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

表1 要支援・要介護者数(男女別)

	男性		女性	
	人数	割合	人数	割合
要支援1	3	16.7%	16	47.1%
要支援2	5	27.8%	5	14.7%
要介護1	2	11.1%	6	17.6%
要介護2	1	5.6%	2	5.9%
要介護3	1	5.6%	4	11.8%
要介護4	1	5.6%	0	0.0%
要介護5	0	0.0%	0	0.0%
不明	5	27.8%	1	2.9%
全体	18	100.0%	34	100.0%

表2 要支援・要介護者数(性・年齢階級別)

年齢階級	男性				女性			
	要介護認定(+)	割合	要介護認定(-)	割合	要介護認定(+)	割合	要介護認定(-)	割合
65～69歳	4	4.5%	85	95.5%	5	3.6%	133	96.4%
70～74歳	3	2.9%	100	97.1%	6	2.9%	199	97.1%
75～79歳	4	3.6%	106	96.4%	10	8.1%	114	91.9%
80～84歳	7	12.5%	49	87.5%	13	17.8%	60	82.2%
全体	18	5.1%	337	94.9%	34	6.3%	505	93.7%

表3-1 要介護・要支援認定に対する各予測因子の感度・特異度(曲線下面積順)・・・男性

予測因子	カットオフ値	感度	特異度	$\frac{(1-\text{感度})^2 + (1-\text{特異度})^2}{2}$	曲線下面積
最大歩行時間(10m)	5.95秒 (以上)	68.8%	78.5%	0.144	0.816
握力	29.5kg (未満)	70.6%	65.5%	0.206	0.717
通常歩行時間(10m)	8.35秒 (以上)	58.8%	82.0%	0.202	0.703
開眼片足立ち	14.5秒 (未満)	62.5%	72.2%	0.218	0.685
MMSE	27.5点 (未満)	73.3%	59.2%	0.237	0.642
基本チェックリスト	5.5点 (以上)	43.8%	83.2%	0.345	0.627
老研式活動能力指標	12.5点 (未満)	55.6%	65.0%	0.320	0.601
骨量(SOS)	1481.5 cm/秒 (未満)	55.6%	67.4%	0.304	0.588

表3-2 要介護・要支援認定に対する各予測因子の感度・特異度(曲線下面積順)・・・女性

予測因子	カットオフ値	感度	特異度	$\frac{(1-\text{感度})^2 + (1-\text{特異度})^2}{2}$	曲線下面積
最大歩行時間(10m)	5.95秒 (以上)	84.4%	71.2%	0.107	0.839
通常歩行時間(10m)	7.65秒 (以上)	81.8%	65.6%	0.151	0.808
基本チェックリスト	4.5点 (以上)	66.7%	73.5%	0.170	0.776
骨量(SOS)	1470.5 cm/秒 (未満)	70.6%	71.1%	0.170	0.745
老研式活動能力指標	12.5点 (未満)	64.7%	77.7%	0.174	0.724
開眼片足立ち	23.5秒 (未満)	68.8%	73.1%	0.182	0.723
握力	18.5kg (未満)	61.8%	75.2%	0.208	0.707
MMSE	28.5点 (未満)	64.7%	54.7%	0.330	0.605

分担研究報告書

地域在住虚弱高齢者の体力改善を目的とした介入プログラムの効果に関する研究

分担研究者 金 憲経

東京都健康長寿医療センター研究所 研究副部長

研究要旨 包括的健診参加者 1,835 人の中から、「体重減少、筋力低下、歩行速度低下、疲労、活動量減少」の中で 3 つ以上の選定基準に該当した場合を虚弱と定義し、331 人を選定した。虚弱改善教室参加者を募集したところ 131 名が参加を希望し、200 名が不参加であった。介入参加者 131 名を RCT により運動群（66 名）と健康教育群（65 名）に分け、運動群には週 2 回、1 回当たり 60 分の包括的運動指導を 3 ヶ月間実施した。その結果、運動群で BMC および握力が有意に増加した。また、BMI18.5 未満の対象者では体重や BMI の有意な上昇が観察された。虚弱高齢者の身体機能や健康状態を考慮した包括的運動指導は虚弱予防に有効であることを検証した。

A. 研究目的

地域在住虚弱高齢者を対象に実施した 3 ヶ月間の運動介入の効果を検証する。

B. 研究方法

地域在住高齢者を対象に実施した包括的健診参加者 1,835 人に対して、「体重減少、筋力低下、歩行速度低下、疲労、活動量減少」の 5 つの選定基準中、3 つ以上該当した場合を虚弱と定義し、331（18.0%）人を選定した。虚弱高齢者と認定された 331 人に対して、虚弱改善教室参加者を募集したところ 131 名が参加を希望し、200 名が不参加であった。介入参加者 131 名を RCT により運動群（66 名）と健康教育群（65 名）に分け、運動群には週 2 回、1 回当たり 60 分の包括的運動指導を 3 ヶ月間実施した。

（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、介入参加者にはプログラムの内容、指導期間、指導効果などについて詳細に説明し、介入参加有無を自ら選択するように指導すると共に自筆の承諾書を得た上で実施した。

C. 研究結果

運動指導前後の下腿三頭筋周囲径は運動群の変化は有意ではなかったが、対照群では有意に低下した。DXA より計測した BMC および握力は運動群で有意な増加が観察された。また、BMI18.5 未満の対象者は体重事前 39.76 ± 2.31 kg から事後 40.84 ± 2.34 kg ($P=0.019$)、BMI 事前 13.94 ± 7.82 kg/m² から事後 14.46 ± 8.11 kg/m² ($P=0.001$)と有意に上昇した。

D. 考察

虚弱予防のためにはどのような取り組みが有効なのか。解決策の確立は、簡単ではないが、虚弱と関連する様々な危険因子の中で、可変因子の検出は可能である。虚弱予防のためには、可変因子の改善に焦点を当てた支援が有効であろう。本研究では、骨格筋の不使用を解消するための取り組みとして、包括的運動を中心に指導した。高齢者においても、漸増負荷レジスタンス運動によって、筋量や筋力の増大効果は検証されている。3ヶ月間提供した運動指導によって、筋力の向上、BMCの有意な上昇が観察されるとともに、特にBMI18.5未満の虚弱高齢者の体重やBMIの有意な増加傾向が観察されたことから、都市部在住虚弱高齢者の体力や身体組成の改善のためには包括的運動指導が有効であることが強く示唆された。

E. 結論

虚弱高齢者の早期予防のためには、対象者の身体機能や健康状態を考慮した包括的運動指導が有効であることを追認した。

F. 研究発表

1. 論文発表

田中千晶, 藤原佳典, 安永正史, 桜井良太, 齋藤京子, 金憲経, 深谷太郎, 他6人. 複合健康増進プログラムが地域在住高齢者の日常的な身体活動量へ与える影響—無作為化比較試験による検討—. 日老医誌 49: 372-374, 2012.

金憲経. 地域在住高齢女性におけるサルコペニアとロコモティブシンドローム. Jpn J Rehabil Med 49(9):596-599, 2012.

鈴木隆雄, 金憲経. サルコペニアと骨粗鬆症. Med Rehabil 150:12-18, 2012.

金憲経. 地域在住高齢者におけるサルコペニア予防のための包括的介入. 日未病システム会誌 18:66-73, 2012.

金憲経. 虚弱・サルコペニアへの介入研究. 日老医誌 49:726-730, 2012.

金憲経. 筋肉への運動や栄養による介入—現状と今後と展望—. Bone Joint Nerve 3: 89-95, 2013.

金憲経. 身体活動の指導からみた高齢者支援—老年症候群の早期予防のための支援—. 大阪体育学研究 51: 41-46, 2013.

Kim MJ, Kim H. Accuracy of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis for assessing whole-body and appendicular fat mass and lean soft tissue mass in frail women aged 75 years and older. Eur J Clin Nutr; Doi:10.1038/ejcn.2013.9: 1-7, 2013.

2. 学会発表

Kim H, Suzuki T, Saito K, Kojima N, Kim M, Yoshida Y, Hirano H, Yoshida H. Exercise and thermal therapy for community-dwelling Japanese elderly women with chronic knee pain: A randomized controlled trial. 2012 American Geriatrics Society Annual Scientific Meeting, Seattle, WA, USA, 5.2-5, 2012.

Kim MJ, Kim H, Kojima N. Exploring Physical Activity Patterns on Body Composition

Phenotypes of Sarcopenia and Obesity in Older Adults. The 59th annual meeting of American College of Sports Medicine, San Francisco, 5.28-6.2, 2012.

金憲経. サルコペニア・虚弱への介入研究. 第 54 回日本老年医学会学術集会・総会, 東京, 6.28-30, 2012.

金憲経. 転倒予防と膝痛予防. 第 155 回日本体力医学会関東地方会, 横浜, 7.7, 2012.

金憲経. 高齢者の元気長寿支援—廃用症候群の早期予防の視点から—. 第 60 回日本教育医学会記念大会, 茨城, 8.25-26, 2012.

Kim H. Intervention for chronic knee pain in community-dwelling elderly Japanese women. The 4th Asian International Seminar for Geriatrics and Gerontology, Tokyo, Japan, 9.14, 2012.

Kim H. State of research on and tasks of public health organizations for the health of the elderly. International Symposium for Public Health, Seoul, Korea, 10.1, 2012.

Kim H, Yoshida H, Hu X, Saito K, Yoshida Y, Kim M, Kojima N, Hirano H, Suzuki T. Association between urinary incontinence and pain in community-dwelling elderly women. 42nd Annual Meeting of the International Continence Society, Beijing, China, 10.15-19, 2012.

金憲経, 小島成実, 金美芝, 山城由華吏, 須藤元喜, 吉田英世, 齋藤京子, 吉田祐子, 平野浩

彦, 鈴木隆雄. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証(1)—体力に及ぼす影響—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 2012.

小島成実, 金憲経, 金美芝, 山城由華吏, 須藤元喜. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証(2)—J KOMによる評価—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 2012.

須藤元喜, 山城由華吏, 小島成実, 金美芝, 金憲経. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証(2)—歩行解析を中心に—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 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

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
原田敦	骨粗鬆症・骨折の合併症とQOL 1. 大腿骨近位部骨折 骨粗鬆症診療ハンドブック 改訂5版			医薬ジャーナル社		2012	182-192
原田敦	第II章 運動器の評価 2.ロコモの疑いの人の診察法 3)主な疾患の診断と保存治療 大腿骨近位部骨折			ロコモティブ・シンドローム		2012	183-191
幸篤武, 安藤富士子, 下方浩史	わが国におけるサルコペニアの診断と実態—日本人における診断	葛谷雅文, 雨海照祥	サルコペニア—その成因と栄養・運動	医歯薬出版	東京	2013	印刷中
加藤友紀, 安藤富士子, 下方浩史	サルコペニアの栄養ケアBCAA	葛谷雅文, 雨海照祥	サルコペニア—その成因と栄養・運動	医歯薬出版	東京	2013	印刷中
幸篤武, 安藤富士子, 下方浩史	罹患の実態について教えてください	関根里恵, 小川純人	サルコペニアQ&A～高齢者における筋量減少・筋力低下にどう対応すべきか?	フジメディカル出版	東京		印刷中
安藤富士子, 下方浩史	サルコペニアを起す高齢者の特徴は?	関根里恵, 小川純人	サルコペニアQ&A～高齢者における筋量減少・筋力低下にどう対応すべきか?	フジメディカル出版	東京		印刷中

島田裕之	Part-6 その他の介入法: 運動	葛谷雅文, 雨海照祥	栄養・運動で 予防するサル コペニア	医歯薬出 版株式会 社	東京	2013	134-139
Shimada H	Glucose uptake during exercise in skeletal muscles evaluated by positron emission tomography	Chia-Hung Hsieh	Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects	InTech	Croatia	2012	319-336
Kim H	Behavioral Treatment for Geriatric Syndrome	Craig Atwood Edit	Geriatrics	INTECH	Croatia	2012	85-104
金憲経	I. 転倒リスク評価—歩行速度—, 環境因子—; III. 転倒予防—運動—	鳥羽研二	高齢者の転倒 予防ガイドラ イン	Medical View	東京	2012	17-19,38- 42,119-12 2
大久保善 郎, 金憲経	III. 介護予防編 6. 転倒予防に向けたエクササイズ	田中喜代次, 田畑泉	エクササイズ 科学	文光堂	東京	2012	245-256
金憲経	複合介入	西谷誠	サルコペニア— その成因と 運動・栄養	医歯薬出 版株式会 社	東京	2013	140-146

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Makizako H, Doi T, <u>Shimada H</u> , Park H, Uemura K, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, <u>Suzuki T</u>	Relationship between going outdoors daily and activation of the prefrontal cortex during verbal fluency tasks (VFTs) among older adults: A near-infrared spectroscopy study	Arch Gerontol Geriatr	56(1)	118-123	2013
Uemura K, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Yoshida D, Doi T, Yamada M, <u>Suzuki T</u>	Factors associated with life-space in older adults with amnesic mild cognitive impairment	Geriatr Gerontol Int	13(1)	161-166	2013
Doi T, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Yoshida D, <u>Shimokata H</u> , Ito K, Washimi Y, Endo H, <u>Suzuki T</u>	Characteristics of cognitive function in early and late stages of amnesic mild cognitive impairment	Geriatr Gerontol Int	13(1)	83-89	2013
Doi T, Makizako H, <u>Shimada H</u> , Yoshida D, Tsutsumimoto K, Sawada R, Misu S, <u>Suzuki T</u>	Effects of multicomponent exercise on spatial-temporal gait parameters among the elderly with amnesic mild cognitive impairment: Preliminary results from a randomized controlled trial	Arch Gerontol Geriatr	56(1)	104-108	2013
Uemura K, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Yoshida D, Doi T, Yamada M, <u>Suzuki T</u>	Cognitive function affects trainability for physical performance in exercise intervention among older adults with mild cognitive impairment	Clin Intervent Aging	8	97-102	2013
<u>Suzuki T</u> , <u>Shimada H</u> , Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Lee S, Park H	Effects of multicomponent exercise on cognitive function in WMS-LM older adults with amnesic mild cognitive impairment: a randomized controlled trial	BMC Neurology	12	128-136	2012

Saito K, Yokoyama T, Yoshida H, Kim H, <u>Shimada H</u> , Yoshida Y, Iwasa H, Shimizu Y, Kondo Y, Honda S, Manaruyama N, Ishigami A, <u>Suzuki T</u>	A significant relationship between plasma vitamin C concentration and physical performance among Japanese elderly women	J Gerontol A Biol Sci Med Sci.	67(3)	295-301	2012
Uemura K, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Yoshida D, Doi T, Tsutsumimoto K, <u>Suzuki T</u>	A lower prevalence of self-reported fear of falling is associated with memory decline among older adults	Gerontology.	58(5)	413-418	2012
Doi T, Makizako H, <u>Shimada H</u> , Yoshida D, Ito K, Kato T, Ando H, <u>Suzuki T</u>	Brain atrophy and trunk stability during dual-task walking among older adults	J Gerontol A Biol Sci Med Sci	67(7)	790-795	2012
Yoshida D, <u>Shimada H</u> , <u>Harada A</u> , Matsui Y, Sakai Y, <u>Suzuki T</u>	Estimation of appendicular muscle mass and fat mass by near-infrared spectroscopy in older persons	Geriatr Gerontol Int	12(4)	652-658	2012
Yoshimatsu T, Yoshida D, <u>Shimada H</u> , Komatsu T, <u>Harada A</u> , <u>Suzuki T</u>	The relation between near-infrared spectroscopy, and subcutaneous fat and muscle thickness measured by ultrasonography in Japanese community-dwelling elderly	Geriatr Gerontol Int	13(2)	351-357	2013
Makizako H, Doi T, <u>Shimada H</u> , Yoshida D, Takayama Y, <u>Suzuki T</u>	Relationship between dual-task performance and neurocognitive measures in older adults with mild cognitive impairment	Geriatr Gerontol Int	13(2)	314-321	2013
Yoshida D, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Doi T, Ito K, Kato T, <u>Shimokata H</u> , Washimi Y, Endo H, <u>Suzuki T</u>	The relationship between atrophy of the medial temporal area and daily activities in older adults with mild cognitive impairment	Aging Clin Exp Res	24(5)	423-429	2012

Uemura K, Doi T, <u>Shimada H</u> , Makizako H, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, <u>Suzuki T</u>	Effects of exercise intervention on vascular risk factors in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial	Dement Geriatr Cogn Dis Extra	2(1)	445-455	2012
<u>Kim H</u> , <u>Suzuki T</u> , Saito K, <u>Yoshida H</u> , 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(1)	16-23	2012
<u>Shimada H</u> , Kato T, Ito K, Makizako H, Doi T, Yoshida D, <u>Shimokata H</u> , Washimi Y, Endo H, <u>Suzuki T</u>	Relationship between atrophy of the medial temporal areas and cognitive functions in elderly adults with mild cognitive impairment	Eur Neurol	67(3)	168-177	2012
Makizako H, Doi T, <u>Shimada H</u> , Yoshida D, Tsutsumimoto K, Uemura K, <u>Suzuki T</u>	Does a multicomponent exercise program improve dual-task performance in amnesic mild cognitive impairment? A randomized controlled trial	Aging Clin Exp Res	24(6)	640-646	2012
<u>Shimada H</u> , Ishii K, Ishiwata K, Oda K, Suzuki M, Makizako H, Doi T, <u>Suzuki T</u>	Gait adaptability and brain activity during unaccustomed treadmill walking in healthy elderly females				in press
<u>Shimada H</u> , <u>Suzuki T</u> , Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H	Performance-based assessments and demand for personal care in older Japanese people: a cross-sectional study				in press
Iwasa H, Yoshida Y, Kai I, <u>Suzuki T</u> , Kim H, Yoshida H	Leisure activities and cognitive function in elderly community-dwelling individuals in Japan: a 5-year prospective cohort study	J Psychosom Res	72(2)	159-164	2012

Iwasa H, Kai Y, Yoshida Y, <u>Suzuki T</u> , Kimura H, Yoshida H	Global cognition and 8-year survival among Japanese community-dwelling older adults	Int J Geriatr Psychiatry				in press
Kimura M, Moriyasu A, Kumagai S, Furuta T, Akita S, Kimura S, <u>Suzuki T</u>	Community-based intervention to improve dietary habits and promote physical activity among older adults: a cluster randomized trial	BMC Geriatr				in press
鈴木隆雄	高齢者の健康に関する科学的根拠を考える	老年歯学	27(3)	269-275	2013	
<u>Shimada H</u> , Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H, <u>Suzuki T</u>	Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people	J Am Med Dir Assoc				in press
Hida T, Ishiguro N, <u>Shimokata H</u> , Sakai Y, Matsui Y, Takemura M, Terabe Y, <u>Harada A</u>	High prevalence of sarcopenia and reduced leg muscle mass in Japanese patients immediately after a hip fracture	Geriatr Gerontol Int				in press
Matsui Y, Takemura M, <u>Harada A</u> , Ando F, <u>Shimokata H</u>	Divergent significance of bone mineral density changes in aging depending on sites and sex revealed through separate analyses of bone mineral content and area	J Osteoporos				in press
Sakamoto K, Endo N, <u>Harada A</u> , Sakada T, Tsushita K, Kita K, Hagiwara H, Sakai A, Yamamoto N, Okamoto T, Liu M, Kokaze A, Suzuki H	Why not use your own body weight to prevent falls? A randomized, controlled trial of balance therapy to prevent falls and fractures for elderly people who can stand on one leg for ≤ 15 s	J Orthop Sci	18(1)	110-120	2013	

原田敦	巻頭言 ー運動器障害は虚弱における身体的脆弱性にどこまで関与しているのかー	CLINICAL CALCIUM	22(4)	11-12	2012
原田敦	転倒・骨折患者にみられる虚弱(Frailty)	CLINICAL CALCIUM	22(4)	27-33	2012
原田敦	転倒リスクの評価と転倒予防	CLINICAL CALCIUM	22(6)	68-72	2012
原田敦	骨粗鬆症性椎体骨折に対する我が国での医療行為	整形外科最小侵襲手術ジャーナル	64	15-18	2012
原田敦	ロコモティブシンドロームの原因疾患と治療 大腿骨近位部骨折	臨床と研究	11	31-34	2012
竹村真里枝, 原田敦	高齢者の骨折	Journal of Clinical Re habilitation	21(12)	1168-1176	2012
原田敦, 秋下雅弘, 江頭正人, 金憲経, 金信敬, 神崎恒一, 重本和宏, 島田裕之, 下方浩史, 鈴木隆雄, 橋本有弘, 細井孝之	特別報告 サルコペニア：定義と診断に関する欧州関連学会のコンセンサスー高齢者のサルコペニアに関する欧州ワーキンググループの報告ーの監訳とQ&A	日老会誌	49(6)	788-805	2012

松井康素, 原田敦	特集 老化と生体運動機能 Review 関節の老化	CLINICAL CALCIUM	23(1)	15-22	2013
原田敦	特集 サルコペニア—筋研究 の最前線— サルコペニアの 定義や診断基準	Bone Joint Nerve	3(1)	9-13	2013
斎藤充, 原田敦, 村木 重之, 重本和宏	特集 サルコペニア—筋研究 の最前線— 座談会 サルコ ペニア—筋研究の最前線—	Bone Joint Nerve	3(1)	139-149	2013
細井孝之, 黒田龍彦, 中村利孝, 白木正孝, 太田博明, 原田敦, 森 聖二郎, 大橋靖雄, 折 茂肇	全国的データベースを用いた 骨粗鬆症性骨折の予防と治療 に関する研究	Osteoporosis Japan	20(4)	661-668	2012
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 クに及ぼす影響	日本未病シ ステム学会 雑誌	18	89-92	2012
Kozakai R, Ando F, Kim HY, Rantanen T, Shimokata H	Regular exercise history as a predictor of exercise in old age among community-dwelling Japanese older people	J Phys Fitn ess Sports Med	1	1-8	2012
Terabe Y, Harada A, Tokuda H, Okuizumi H, Nagaya M, Shimok ata H	Vitamin D Deficiency in Elderly Women in Nursing Homes: Investigation with Considerati on of Decreased Activation Fu nction from the Kidneys	J Am Geria tr Soc	60(2)	251-255	2012