

immediately after a hip fracture.
Geriat Geront Int (in press).

6) Matsui Y, Takemura M, Harada A, Ando F, Shimokata H: 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 2012; 1-6, 2012.

7) 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 49(2); 195-198, 2012.

8) 下方浩史、安藤富士子：疫学研究からのサルコペニアとそのリスクー特に栄養との関連。日本老年医学会雑誌 49(6): 721-725, 2012.

9) 下方浩史、安藤富士子：検査基準値の考え方ー医学における正常と異常ー。日本老年医学会雑誌 (印刷中)。

10) 幸篤武、安藤富士子、下方浩史：サルコペニア、虚弱の疫学ー日本人データから。Bone Joint Nerve (印刷中)

11) 下方浩史、安藤富士子：健康長寿社会を築く長期縦断疫学研究。日本未病システム学会雑誌(印刷中)。

12) 大塚礼、下方浩史、安藤富士子：高齢者の栄養に関する疫学研究。Geriatric Medicine (印刷中)

13) 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ー日本人における診断。サルコペニアーその成因と栄養・運動(葛谷雅文、雨海照祥編)、医歯薬出版、東京(印刷中)

14) 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。サルコペニアーその成因と栄養・運動(葛谷雅文、雨海照祥編)、医歯薬出版、東京(印刷中)

15) 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。サルコペニア Q&Aー高齢者における筋量減少・筋力低下にどう対応するべきか?(関根里恵、小川純人編)、フジメディカル出版、東京(印刷中)

16) 安藤富士子、下方浩史：サルコペニアを起こす高齢者の特徴は?サルコペニア Q&Aー高齢者における筋量減少・筋力低下にどう対応するべきか?(関根里恵、小川純人編)、フジメディカル出版、東京(印刷中)

2. 学会発表

1) 松井康素、竹村真理枝、原田敦、安藤富士子、下方浩史：ロコモティブシンドロームのチェック項目の妥当性の検討ーロコモチェックの有無による各種運動能力の比較。日本整形外科学会、2012年5月9日、京都

2) 下方浩史：疫学研究からのサルコペニアとそのリスクー特に栄養との関連。疫学研究からのサルコペニアとそのリスクー特に栄養との関連。シンポジウム「高齢者の「サルコペニア」ならびに「虚弱」とその対策」。第54回日本老年医学会学

術総会、2012年6月26日、東京。

3) 下方浩史:検査基準値の考え方—医学における正常と異常—シンポジウム「生活自立を指標とした生活習慣病の検査基準値」.第54回日本老年医学会学術総会、2012年6月27日、東京。

4) 杉浦彩子,内田育恵,中島務,新野直明,李成喆,安藤富士子,下方浩史:地域在住中高齢者の難聴と転倒、重心動揺との関連.第54回日本老年医学会学術総会、2012年6月27日、東京。

5) 松井康素、竹村真里枝、原田敦、安藤富士子、小坂井留美、下方浩史:ロコモティブシンドローム(ロコモ)とサルコペニアの関連.第54回日本老年医学会学術総会、2012年6月27日、東京。

7) 松井康素、竹村真里枝、原田敦、安藤富士子、李成喆、下方浩史:地域在住中高齢者の膝関節痛と膝伸展筋力の関連.第4回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会総会、2012年7月19日、宜野湾。

8) 下方浩史:中高年者の栄養と運動—長期縦断疫学研究から。シンポジウム「成人向け保健指導とヘルスプロモーション」、第60回日本教育医学会記念大会、2012年8月26日、筑波。

9) 幸篤武、李成喆、小坂井留美、金興烈、安藤富士子、下方浩史:中高年男性における余暇身体活動強度と血清遊離テストステロン濃度の関連.第67回日本体力

医学会大会、岐阜、2012年9月15日。

10) 金興烈、李成喆、幸篤武、小坂井留美、安藤富士子、下方浩史:中高齢者の歩幅と歩調に影響を与える関連要因.第67回日本体力医学会大会、岐阜、2012年9月15日。

11) 小坂井留美、安藤富士子、金興烈、李成喆、幸篤武、下方浩史:運動経験のない中高年者における運動習慣開始の要因.第67回日本体力医学会大会、岐阜、2012年9月14日。

12) 松井康素、竹村真里枝、原田敦、安藤富士子、下方浩史:ロコモティブシンドロームチェック項目とSF36身体機能との関連.第14回日本骨粗鬆症学会、新潟、2012年9月29日

13) 下方浩史、健康長寿社会を築く長期縦断疫学研究、特別講演、第19回日本未病システム学会総会、金沢、2012年10月27日。

H. 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. 生活習慣・背景要因などと ADL の低下との関連

全 体

		オッズ比	95%信頼区間	p値
喫煙	吸う vs 吸わない	1.070	0.796 — 1.437	NS
高血圧症	あり vs なし	1.564	1.324 — 1.846	<0.0001
心疾患	あり vs なし	1.768	1.329 — 2.352	<0.0001
脂質異常症	あり vs なし	1.266	1.055 — 1.521	0.0014
糖尿病	あり vs なし	1.739	1.321 — 2.291	<0.0001
脳卒中	あり vs なし	2.428	1.702 — 3.463	<0.0001
自覚的健康	普通・悪い vs 良い	3.198	2.659 — 3.846	<0.0001
収縮期血圧	10mmHg ごと	1.031	0.990 — 1.074	NS
拡張期血圧	10mmHg ごと	1.008	0.939 — 1.081	NS
抑鬱	CES-D 15 以下 vs 16 以上	0.468	0.391 — 0.560	<0.0001
認知機能	MMSE 24 以上 vs 23 以下	0.702	0.530 — 0.930	0.0136

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し全対象者で推定し、オッズ比を計算した。

男 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
喫煙	吸う vs 吸わない	1.331	0.938 — 1.889	NS
高血圧症	あり vs なし	1.618	1.246 — 2.102	0.0003
心疾患	あり vs なし	1.875	1.234 — 2.850	0.0032
脂質異常症	あり vs なし	1.246	0.888 — 1.749	NS
糖尿病	あり vs なし	1.861	1.228 — 2.822	0.0034
脳卒中	あり vs なし	2.750	1.652 — 4.579	0.0001
自覚的健康	普通・悪い vs 良い	3.517	2.511 — 4.927	<0.0001
収縮期血圧	10mmHg ごと	0.969	0.901 — 1.042	NS
拡張期血圧	10mmHg ごと	0.968	0.853 — 1.098	NS
抑鬱	CES-D 15 以下 vs 16 以上	0.391	0.287 — 0.533	<0.0001
認知機能	MMSE 24 以上 vs 23 以下	0.671	0.447 — 1.008	NS

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し男性で推定し、オッズ比を計算した。

女 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
喫煙	吸う vs 吸わない	0.695	0.379 — 1.278	NS
高血圧症	あり vs なし	1.563	1.256 — 1.944	<0.0001
心疾患	あり vs なし	1.660	1.146 — 2.404	0.0074
脂質異常症	あり vs なし	1.274	1.024 — 1.585	0.0297
糖尿病	あり vs なし	1.616	1.112 — 2.348	0.0119
脳卒中	あり vs なし	2.000	1.209 — 3.309	0.0070
自覚的健康	普通・悪い vs 良い	2.943	2.378 — 3.641	<0.0001
収縮期血圧	10mmHg ごと	1.065	1.014 — 1.119	0.0127
拡張期血圧	10mmHg ごと	1.034	0.950 — 1.125	NS
抑鬱	CES-D 15 以下 vs 16 以上	0.512	0.412 — 0.637	<0.0001
認知機能	MMSE 24 以上 vs 23 以下	0.743	0.509 — 1.086	NS

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し女性で推定し、オッズ比を計算した。

表 2. 身体活動量と ADL の低下との関連

全 体

		オッズ比	95%信頼区間	p値
余暇身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.518	0.408 — 0.658	<0.0001
総身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.569	0.467 — 0.693	<0.0001
歩数	1000 歩ごと	0.812	0.783 — 0.843	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し全対象者で推定し、オッズ比を計算した。

男 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
余暇身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.447	0.304 — 0.657	<0.0001
総身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.643	0.470 — 0.879	0.0057
歩数	1000 歩ごと	0.775	0.728 — 0.826	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し男性で推定し、オッズ比を計算した。

女 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
余暇身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.541	0.396 — 0.738	0.0001
総身体活動量	100,000METS*min/y ごと	0.555	0.442 — 0.698	<0.0001
歩数	1000 歩ごと	0.840	0.802 — 0.879	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し女性で推定し、オッズ比を計算した。

表 3. 体格と ADL の低下との関連

全 体

		オッズ比	95%信頼区間	p値
BMI	1m/kg ² ごと	1.080	1.045 — 1.116	<0.0001
大腿中部周囲長	1cm ごと	0.999	0.995 — 1.002	NS
下腿周囲長	1cm ごと	0.993	0.980 — 1.005	NS
上腕周囲長	1cm ごと	1.004	0.985 — 1.023	NS
体脂肪率(DXA)	10%ごと	1.782	1.470 — 2.160	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式(GEE)で性別・年齢を調整し全対象者で推定し、オッズ比を計算した。

男 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
BMI	1m/kg ² ごと	1.010	0.953 — 1.070	NS
大腿中部周囲長	1cm ごと	0.999	0.993 — 1.004	NS
下腿周囲長	1cm ごと	0.983	0.961 — 1.006	NS
上腕周囲長	1cm ごと	0.989	0.959 — 1.021	NS
体脂肪率(DXA)	10%ごと	2.033	1.423 — 2.905	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式(GEE)で性別・年齢を調整し男性で推定し、オッズ比を計算した。

女 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
BMI	1m/kg ² ごと	1.112	1.072 — 1.154	<0.0001
大腿中部周囲長	1cm ごと	0.998	0.994 — 1.002	NS
下腿周囲長	1cm ごと	0.996	0.981 — 1.011	NS
上腕周囲長	1cm ごと	1.010	0.987 — 1.034	NS
体脂肪率(DXA)	10%ごと	1.627	1.299 — 2.038	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式(GEE)で性別・年齢を調整し女性で推定し、オッズ比を計算した。

表 4. 栄養と ADL の低下との関連

全 体

		オッズ比	95%信頼区間	p値
エネルギー摂取量	100kcal/日ごと	0.940	0.918 — 0.963	<0.0001
たんぱく質摂取量	10g/日ごと	0.870	0.824 — 0.919	<0.0001
ビタミン D 摂取量	5 μ g/日ごと	0.943	0.891 — 0.997	0.0379
イソロイシン摂取量	1g/日ごと	0.763	0.678 — 0.858	<0.0001
ロイシン摂取量	1g/日ごと	0.854	0.797 — 0.915	<0.0001
バリン摂取量	1g/日ごと	0.790	0.714 — 0.873	<0.0001
アルギニン摂取量	1g/日ごと	0.827	0.756 — 0.904	<0.0001
血清アルブミン	1g/dl ごと	0.725	0.604 — 0.869	0.0005

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し全対象者で推定し、オッズ比を計算した。

男 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
エネルギー摂取量	100kcal/日ごと	0.903	0.869 — 0.938	<0.0001
たんぱく質摂取量	10g/日ごと	0.800	0.728 — 0.879	<0.0001
ビタミン D 摂取量	5 μ g/日ごと	0.857	0.768 — 0.956	0.0057
イソロイシン摂取量	1g/日ごと	0.627	0.509 — 0.772	<0.0001
ロイシン摂取量	1g/日ごと	0.763	0.676 — 0.860	<0.0001
バリン摂取量	1g/日ごと	0.671	0.562 — 0.801	<0.0001
アルギニン摂取量	1g/日ごと	0.724	0.617 — 0.850	<0.0001
血清アルブミン	1g/dl ごと	0.684	0.501 — 0.933	0.0165

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し男性で推定し、オッズ比を計算した。

女 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
エネルギー摂取量	100kcal/日ごと	0.972	0.940 — 1.004	NS
たんぱく質摂取量	10g/日ごと	0.927	0.865 — 0.993	0.0298
ビタミン D 摂取量	5 μ g/日ごと	0.995	0.934 — 1.060	NS
イソロイシン摂取量	1g/日ごと	0.881	0.762 — 1.018	NS
ロイシン摂取量	1g/日ごと	0.928	0.852 — 1.011	NS
バリン摂取量	1g/日ごと	0.890	0.784 — 1.009	NS
アルギニン摂取量	1g/日ごと	0.920	0.825 — 1.025	NS
血清アルブミン	1g/dl ごと	0.749	0.599 — 0.938	0.0117

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し女性で推定し、オッズ比を計算した。

表 5. 体力と ADL の低下との関連

全 体

		オッズ比	95%信頼区間	p値
握力	10kg ごと	0.377	0.307 — 0.462	<0.0001
開眼片足立ち	10 秒ごと	0.942	0.923 — 0.962	<0.0001
閉眼片足立ち	10 秒ごと	0.815	0.721 — 0.923	0.0012
全身反応時間	0.1 秒ごと	1.371	1.256 — 1.496	<0.0001
脚伸展パワー	10W ごと	0.947	0.937 — 0.957	<0.0001
上体起こし	1回/分ごと	0.926	0.904 — 0.948	<0.0001
膝伸展筋力	10kg ごと	0.522	0.455 — 0.599	<0.0001
普通歩速度	1m/分ごと	0.019	0.011 — 0.031	<0.0001
速歩速度	1m/分ごと	0.944	0.937 — 0.951	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し全対象者で推定し、オッズ比を計算した。

男 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
握力	10kg ごと	0.339	0.256 — 0.449	<0.0001
開眼片足立ち	10 秒ごと	0.923	0.892 — 0.955	<0.0001
閉眼片足立ち	10 秒ごと	0.493	0.336 — 0.724	0.0003
全身反応時間	0.1 秒ごと	1.503	1.292 — 1.749	<0.0001
脚伸展パワー	10W ごと	0.945	0.931 — 0.959	<0.0001
上体起こし	1回/分ごと	0.892	0.860 — 0.925	<0.0001
膝伸展筋力	10kg ごと	0.484	0.393 — 0.597	<0.0001
普通歩速度	1m/分ごと	0.022	0.010 — 0.048	<0.0001
速歩速度	1m/分ごと	0.944	0.933 — 0.955	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し男性で推定し、オッズ比を計算した。

女 性

		オッズ比	95%信頼区間	p値
握力	10kg ごと	0.425	0.311 — 0.581	<0.0001
開眼片足立ち	10 秒ごと	0.957	0.933 — 0.982	0.0008
閉眼片足立ち	10 秒ごと	0.916	0.829 — 1.012	NS
全身反応時間	0.1 秒ごと	1.276	1.147 — 1.418	<0.0001
脚伸展パワー	10W ごと	0.949	0.933 — 0.965	<0.0001
上体起こし	1回/分ごと	0.950	0.922 — 0.980	0.0010
膝伸展筋力	10kg ごと	0.568	0.470 — 0.687	<0.0001
普通歩速度	1m/分ごと	0.017	0.009 — 0.033	<0.0001
速歩速度	1m/分ごと	0.944	0.934 — 0.954	<0.0001

physical performance が 75 点以下となる 6 年間のリスクを各種要因について、一般推定方程式 (GEE) で性別・年齢を調整し女性で推定し、オッズ比を計算した。

分担研究報告書

運動器の機能向上に対する自立支援機器の効果検証

研究分担者 島田 裕之

国立長寿医療研究センター自立支援システム開発室 室長

研究要旨 歩行アシスト機器を用いた運動介入によって虚弱高齢者の運動機能が改善するか、ランダム化比較介入試験で検証した。地域在住高齢者を対象とした機能健診の結果から虚弱高齢者 232 名を抽出し、無作為割付けによって対照群 77 名、歩行介入群 77 名、機器を用いて歩行介入する群（アシスト群）78 名の 3 群に振り分けた。歩行群とアシスト群には、週 2 回 90 分/回の運動介入を計 24 回実施した。アシスト群の歩行運動は、HONDA 技術研究所が開発したリズム歩行アシストを腰部に装着して行った。3 ヶ月間の介入後、運動群（歩行群とアシスト群）の歩行速度が有意に改善した。また歩行速度の変化に加えて、ストライド長も運動群で有意な改善を認めた。しかしながら、このような歩行機能の変化は歩行群とアシスト群の間で有意に違わなかった。今回の介入プログラムは、虚弱高齢者の歩行機能改善に有効である可能性が示唆されたが、機器の有効性については明らかにできなかった。現在は週 1 回の頻度で介入を継続しており、今後は長期介入の効果について検証する予定である。

A. 研究目的

要介護状態の予防には、脳血管疾患の予防とともに身体的な虚弱度を改善させることが重要である。虚弱高齢者の特徴の 1 つとして移動能力の低下・障害があり、それ以降の障害を律速することから、移動能力の保持・機能向上は介護予防の基本であり、その予防対策は極めて重要となる。

過去に筆者らは、先進的介護予防機器をして小型軽量化された歩行アシスト機

器を用いた運動介入によって、歩行速度やストライド長の増大などの歩容変化あるいは移動能力の向上が認められたことを報告した (Shimada et al. 2008)。しかしながら、この研究は健常高齢者を対象にしたものであり、要介護リスクの高い虚弱高齢者に対する歩行アシスト機器の有効性は明らかではない。そこで本研究では、虚弱高齢者に対して歩行支援機器を用いた運動プログラムを提供し、運動機能とりわけ歩行機能に対する効果をラ

ンダム化比較介入試験によって検証した。

B. 研究方法

【対象者】

研究対象は、2011年8月～2012年2月に実施した地域調査 OSHPE に参加した 5,104 名からリクルートした。まず、本調査にて身体的な虚弱性を判定する 5 項目（1: 体重減少、2: 疲労感、3: 握力、4: 歩行速度、5: 身体活動量）を評価し、このうち 2 項目以上で「虚弱のリスクあり」と判定された者を虚弱高齢者と定義した。次に、研究参加の同意が得られた 267 名に対して第 2 次調査を実施し、最終的に 232 名の研究対象者を決定した。対象者は、対照群（n=77）、歩行のみの群（歩行群：n=77）、自室支援機器使用群（アシスト群：n=78）の 3 群に無作為割付けした。対象者決定までのフローを図 1 に示した。

【介入】

歩行群とアシスト群には、週 2 回 90 分/回の運動介入を計 24 回実施した。運動介入プログラムは、ストレッチ・筋力トレーニングを中心とした準備体操（20 分）、屋内外での歩行運動（60 分）、整理体操（10 分）で構成され、アシスト群は歩行運動については、HONDA 技術研究所が開発したリズム歩行アシストを腰部に装着して行った。理学療法士や体育専門家による監督・指導の下、5～6 名の補助スタッフが協同して進めた。

対照群に対しては、同一期間中に健康講座を 1 回開催した。

【評価項目】

1) 運動機能

全般的な運動機能の評価として握力、開眼片足立ち時間、Timed up & go test (TUG)、椅子起立時間、6 分間歩行距離を実施した。

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。開眼片足立ち時間は、片足での立位保持時間を 2 回計測し、良い方（最大 1 分）の記録を測定値に採用した。TUG は、椅子から立ち上がり 3 m 先のコーン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。測定回数は 2 回とし、良い方の記録を測定値とした。椅子起立時間は、椅子座位から連続 5 回の立ち座り動作をできるだけ速く繰り返し、動作開始から 5 回の立ち上がり動作終了後までの所要時間を計測した。6 分間歩行距離は、10 分間の安静座位を保持した後、10 m の歩行路を往復して 6 分間にできるだけ長い距離を歩くよう教示し、その時の歩行距離を計測した。

2) 歩行機能

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（2.4m）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で 10 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。

歩容評価には、シート式足圧接地足跡計測装置（ウォーク Way MW-1000, ANIMA 社）を用いた。指標として採用したのは、スピード（m/s）、ケーデンス（歩/min）、ストライド長（cm）とそれぞれの変動係数（CV）とした。

3) エネルギー効率

安静時ならびに歩行時の酸素摂取量は、携帯型呼吸代謝計測システム K4b² (COSMED) を用いたブレス・バイ・ブレス法にて計測した。対象者は、まず約 10 分間の安静座位を保ち、後半 5 分間における呼吸代謝を計測した (安静時)。次に 6 分間歩行テストを実施し、そのテスト後半 3 分間における呼吸代謝を計測した (歩行時)。安静時ならびに歩行時の酸素摂取量 (平均値) は、6 分間歩行の平均歩行速度で除することによってエネルギー効率 (ml/kg/m) に換算された。

各評価指標における介入の効果判定には、反復測定分散分析を用いた。群と期間の交互作用が認められた場合は、Bonferroni の方法で単純主効果の有無を判定した。統計ソフトは SPSS19.0 を使い、すべての統計解析は有意水準を 5%未満とした。

(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

研究対象者 232 名のうち、3 か月後の機能評価を実施できたのは、210 名 (対照群 73 名、歩行群 67 名、アシスト群 70 名) であった。

1) 運動機能

握力、開眼片足立ち時間、TUG、椅子起立時間、6 分間歩行距離の変化を介入前後で比較した。その結果、握力 ($F = 2.43$, $p = 0.09$)、開眼片足立ち時間 ($F = 1.78$, $p = 0.17$)、TUG ($F = 2.09$, $p = 0.13$) はい

ずれも群と期間の交互作用を認めなかった。6 分間歩行距離 ($F = 5.92$, $p < 0.01$) では交互作用が認められ、歩行群とアシスト群においては、介入前後における単純主効果が認められた (図 2)。

2) 歩行機能

歩行速度、ケーデンス、ストライド長とそれぞれの CV 値の変化を介入前後で比較した。その結果、歩行速度 ($F = 4.83$, $p < 0.01$) とストライド長 ($F = 6.40$, $p < 0.01$) では群と期間の交互作用が認められ、歩行群とアシスト群においては介入前後における単純主効果が認められた (図 3)。

3) エネルギー効率

6 分間歩行テストにおける酸素摂取量の結果から歩行効率を算出し、介入前後で比較した。その結果、群と期間の交互作用は認められず ($F = 0.01$, $p = 0.99$)、介入後の歩行効率は介入前より悪化する傾向を示した (図 2)。

D. 考察

ロボット技術が進歩し、歩行補助装置の開発や臨床応用の試みがなされている。その主なターゲットは、脳卒中あるいは脊髄損傷後の有疾患者であり、失った歩行機能を補完する目的で利用されることが多い。一方、歩行機能の低下は高齢期にも観察される老化現象の 1 つで、このような移動障害は閉じこもりや寝たきりといった、要介護状態への進展を加速させる。要介護状態の予防あるいは先送りのためには、高齢期における歩行機能の保持・向上は極めて重要な課題である。しかし、高齢期における歩行機能の改善

を目的とした歩行支援機器は極めて少なく、それを用いた歩行プログラムの開発が急がれる。

本研究の結果、運動群（歩行のみ群と歩行アシスト群）の歩行速度は介入前後で大きく改善した。歩行速度の変化に呼応するように、ストライド長も運動群で有意に改善した。したがって、運動群における歩行速度の改善は、ストライド長の増加によるものと考えられる。歩行速度は将来の ADL 障害をよく予測することが知られており（Furuna et al. 1998, Shinkai et al. 2000）、介護予防プログラムの効果判定に用いられることも多い。今回の歩行プログラムは、虚弱高齢者の歩行機能改善に有効であると考えられ、長期的には将来の要介護状態を予防できるかもしれない。介入試験は、現在週 1 回の頻度で続いており、介入開始から約 8 か月後に最終評価を控えている。今後は、今回用いた歩行プログラムの運動機能に対する長期効果だけでなく、将来の要介護状態を予防できるか否かについても検証する必要がある。

一方、歩行群と歩行アシスト群に認められた歩行機能の改善は、両者の間で有意な違いを認めなかった。したがって、今回の結果からリズム歩行アシストの有効性について明言することはできない。機器の効果が得られなかった要因の 1 つとして、介入期間が 3 か月間と短かったことが挙げられる。今回は、機器を装着した状態での歩行動作を繰り返すことで、その動作が学習・強化される効果を狙っている。したがって、介入期間が短いと反復動作の回数は制限され、その効果は

半減する。この点を明らかにするため、介入開始から約 8 か月後に予定されている最終評価において、さらに詳しい歩行動作解析を実施し、歩行機能に対する歩行支援機器の有効性を検証したいと考えている。

次に、歩行効率の結果では、いずれの群も介入後のエネルギー効率が悪化する傾向を示した。歩行動作時のエネルギー効率は歩行速度の影響を大きく受けるため、速度を規定した条件下で実施することが望ましい。実際、安藤ら（1997）は、いくつかの異なる速度下で歩行した際の歩行効率を算出した結果、66.6 m/min（ ≈ 1.0 m/s）の時が最も経済的で、歩行速度の上昇に伴い酸素効率は低下することを報告している。今回我々は 6 分間歩行テストの結果を用いたが、介入前後の歩行距離（歩行速度）は対照群でほぼ横ばいだったのに対して、運動群はいずれも顕著な伸びを認めた。つまり、介入効果としての歩行効率の変化が速度変化によって打ち消された可能性がある。この点を解消するためには、歩行速度で補正する方法など何らかの工夫が必要かもしれない。

今回我々が使用したリズム歩行アシストを健常者に適用した北谷らの報告（2012）では、異なる条件下で一定速度の歩行を 5 分間実施し、各条件下におけるエネルギー効率を比較検討している。これによると、アシスト力を強くした方が歩行時のエネルギー効率が良く、特に最大速度下でその効果が顕著であったとされている。リズム歩行アシストの機器効果を最大限に発揮させるには、高齢者

の歩行効率が最もよくなる最適なアシスト力について明らかにすることが急務といえる。今後は、属性や身体特性の異なる高齢者を対象にできるだけ多くの測定データを蓄積・分析する必要があるだろう。

E. 結論

今回、地域在住高齢者 232 名を対象としたランダム化比較介入試験を実施し、自立支援機器を用いた歩行プログラムが運動機能に及ぼす効果について検証した。その結果、運動プログラムを実施した群において歩行速度やストライド長、運動耐久性の改善が認められたが、その効果は自立支援機器の利用状況に依存しなかった。

F. 研究発表

1. 論文発表

Makizako H, Doi T, Shimada H, Park H, Uemura K, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Suzuki T. 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, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Doi T, Yamada M, Suzuki T. Factors associated with life-space in older adults with amnesic mild cognitive impairment. Geriatr Gerontol Int, 13(1): 161-166, 2013.

Doi T, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Shimokata H, Ito K, Washimi Y, Endo H, Suzuki T. 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, Shimada H, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Sawa R, Misu S, Suzuki T. Effects of multicomponent exercise on spatial-temporal gait parameters among the elderly with amnesic mild cognitive impairment: Preliminary results from a randomized controlled trial. Archives of Gerontology and Geriatrics, 56(1): 104-108, 2013.

Uemura K, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Doi T, Yamada M, Suzuki T. Cognitive function affects trainability for physical performance in exercise intervention among older adults with mild cognitive impairment. Clin Intervnet Aging, 8: 97-102, 2013.

Suzuki T, Shimada H, 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 Neurol, 12: 128-136, 2012.

Uemura K, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Doi T, Tsutsumimoto K, Suzuki T. 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, Shimada H, Yoshida D, Ito K, Kato T, Ando H, Suzuki T. 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, 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*, 12(4): 652-658, 2012.

Yoshimatsu T, Yoshida D, Shimada H, Komatsu T, Harada A, Suzuki T. 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, Shimada H, Yoshida D, Takayama Y, Suzuki T. 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, 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 older adults with mild cognitive impairment. *Aging Clin Exp Res*, 24(5): 423-429, 2012.

Uemura K, Doi T, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Suzuki T. 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.

Shimada H, Kato T, Ito K, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Shimokata H, Washimi Y, Endo H, Suzuki T. 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, Shimada H, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Uemura K, Suzuki T. 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.

Shimada H, Ishii K, Ishiwata K, Oda K, Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Suzuki T. Gait adaptability and brain activity during unaccustomed treadmill walking in healthy elderly females. *Gait Posture* (in press).

Shimada H, Suzuki T, 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. *BMJ Open* (in press).

Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H, Suzuki T. Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people. *J Am Med Dir Assoc* (in press).

Hashidate H, Shimada H, Shiomi T, Shibata M, Sawada K, Sasamoto N. Measuring indoor life-space mobility at home in frail older adults with difficulty to perform outdoor activities. *J Geriatr Phys Ther*. 2012. [Epub ahead of print]

大矢敏久, 内山靖, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 吉田大輔, 上村一貴, 鈴木隆雄. 手段的日常生活活動の自立した地域在住高齢者における転倒恐怖感に関連する要因の検討. *日本老年医学会雑誌*, 49(4):457-462, 2012.

橋立博幸, 島田裕之, 潮見泰藏, 笹本憲男. 高齢者における筋力増強運動を含む機能的トレーニングが生活機能に及ぼす影響. *理学療法学*, 39:159-166, 2012.

水本淳, 島田裕之, 井平光, 野村知広, 古名丈人, 鈴木芽久美. 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筋活動特性との関連. *理学療法科学*, 27(4):411-415, 2012.

厚生労働科学研究補助金(長寿科学総合研究事業) 高齢者における加齢性筋肉減弱現象(サルコペニア)に関する予防対策確立のための包括的研究 研究班:(五十音順) 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. 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—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—の監訳. *日本老年医学会雑誌*, 49(6):788-805, 2012.

島田裕之, 吉田大輔. サルコペニア診断のための筋量、筋力の評価法. *Bone Joint Nerve*, 3(1): 61-66, 2013.

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, 2012, pp319-336.

島田裕之. Part-6 その他の介入法: 運動, 葛谷雅文・雨海照祥(編), 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, pp134-139

2. 学会発表

Tsutsumimoto K, Doi T, Shimada H, Makizako H, Yoshida D, Anan Y, Uemura K, Suzuki T. The impact of exhaustion on gait smoothness among Japanese older people. Joint World Congress of International Society for Posture and Gait Research and Gait & Mental Function, Trondheim, Norway, June 24-28, 2012.

島田裕之, 鈴川芽久美, 鈴木隆雄, 牧迫飛雄馬, 吉田大輔, 土井剛彦, 堤本広大, 阿南祐也, 上村一貴, 朴眩泰. 要支援・要介護認定と身体機能. 第54回日本老年医学会学術集会, 東京, 2012年6月28日.

牧迫飛雄馬, 島田裕之, 吉田大輔, 土井剛彦, 堤本広大, 阿南祐也, 上村一貴, 朴眩泰, 鈴木隆雄. 地域高

齢者における転倒と運動機能との関連—認知機能の影響—. 第54回日本老年医学会学術集会, 東京, 2012年6月28日.

橋立博幸, 島田裕之, 古名丈人, 潮見泰藏, 笹本憲男. 3ヶ月間の機能的トレーニングが85歳以上の要支援高齢者の身体機能に及ぼす効果. 第54回日本老年医学会学術集会, 東京, 2012年6月28日.

林悠太, 鈴川芽久美, 波戸真之介, 石本麻友子, 島田裕之. 要介護高齢者の運動機能と運動 FIM との関連. 第47回日本理学療法学術大会, 神戸, 2012年5月27日.

堤本広大, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 吉田大輔, 上村一貴, 阿南祐也, 大矢敏久, 鈴木隆雄. 活力低下(exhaustion)を有する高齢者における歩行の質的变化. 第47回日本理学療法学術大会, 神戸, 2012年5月27日.

石本麻友子, 鈴川芽久美, 波戸真之介, 林悠太, 島田裕之. 様々な環境条件下での移乗動作自立に影響を与える因子. 第47回日本理学療法学術大会, 神戸, 2012年5月27日.

吉田大輔, 島田裕之, 阿南祐也, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, 鈴木隆雄. 肥満を伴ったサルコペニアは歩行機能と強く関連す

るか。第 47 回日本理学療法学術大会，
神戸，2012 年 5 月 27 日。

波戸真之介，鈴木芽久美，林悠太，
石本麻友子，島田裕之。要支援者と
要介護者間の心身機能の比較。第 47
回日本理学療法学術大会，神戸，
2012 年 5 月 25 日。

吉松竜貴，吉田大輔，島田裕之，小
松泰貴。地域在住高齢者における皮
下脂肪厚・筋厚と近赤外光吸光度と
の関連について。第 47 回日本理学療
法学術大会，神戸，2012 年 5 月 25 日。

**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

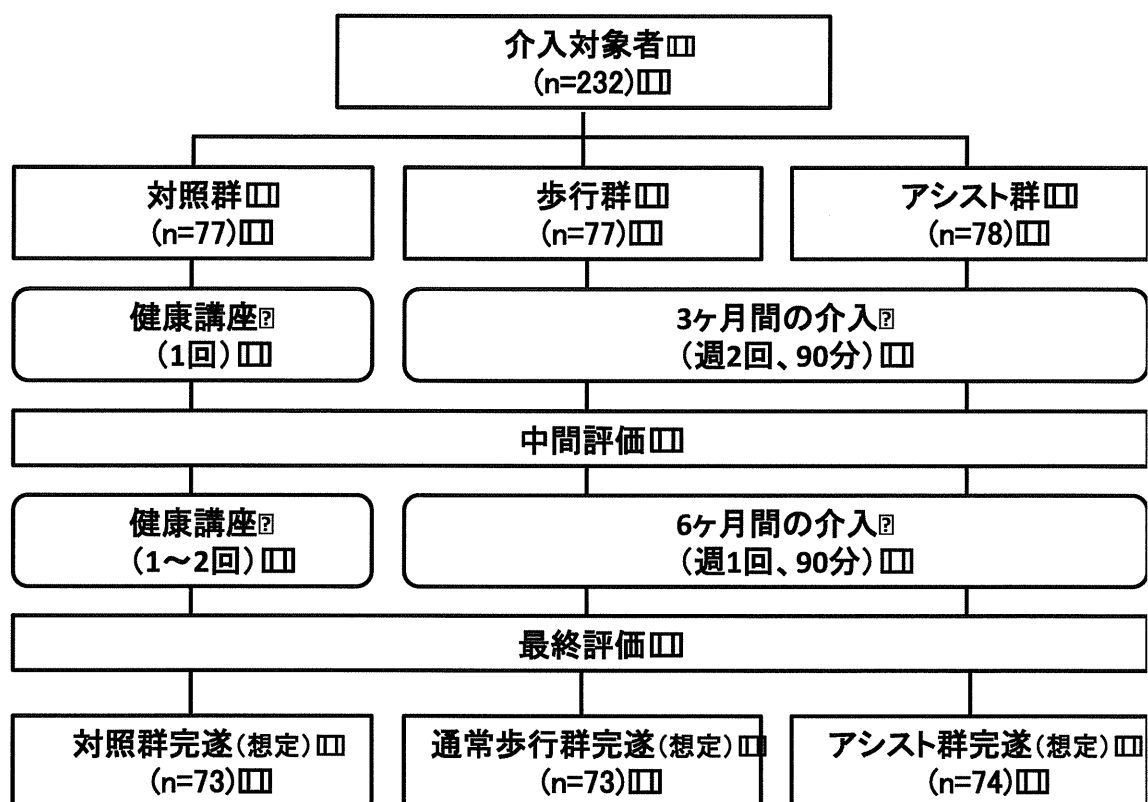
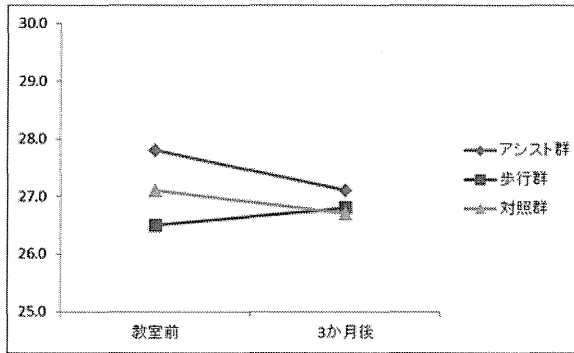
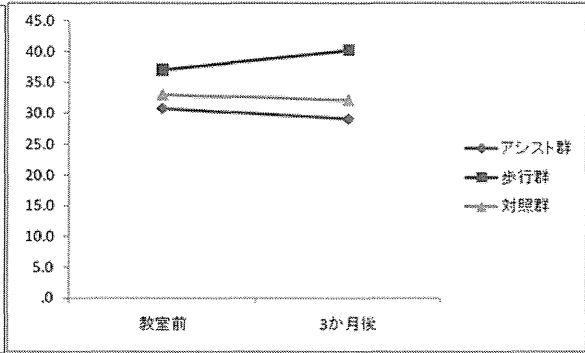


図 1 対象者フロー

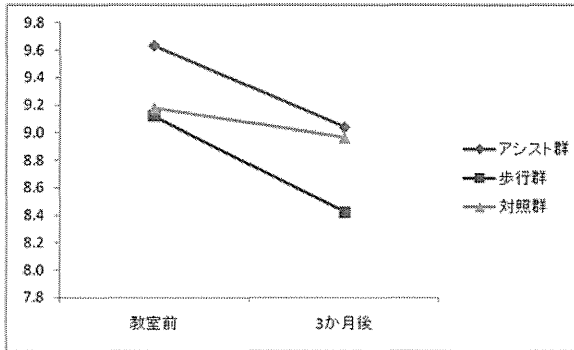
握力 (kg)



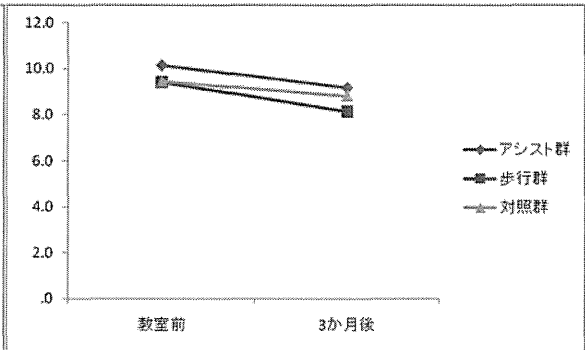
開眼片脚立ち時間 (sec)



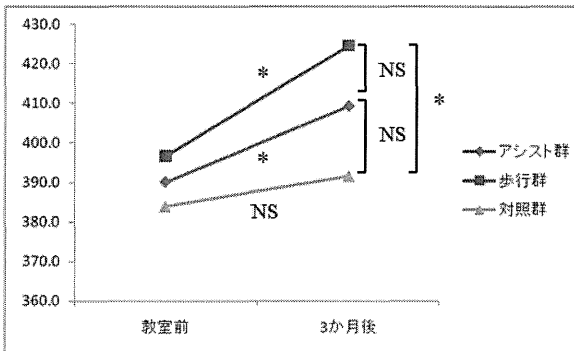
TUG (sec)



椅子起立時間 (sec)



6分間歩行距離 (m)



歩行効率 (ml/kg/m)

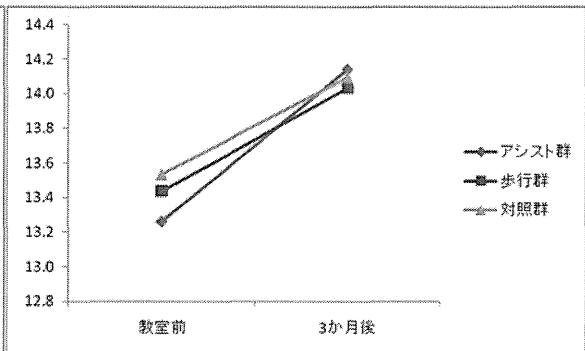
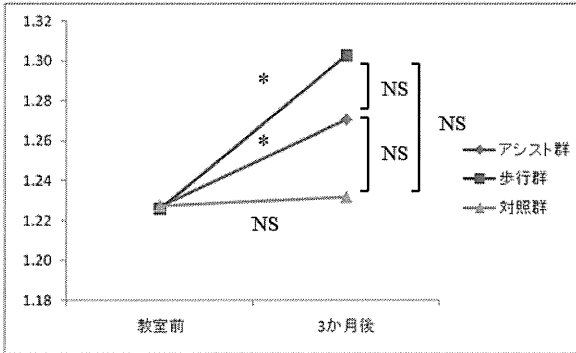
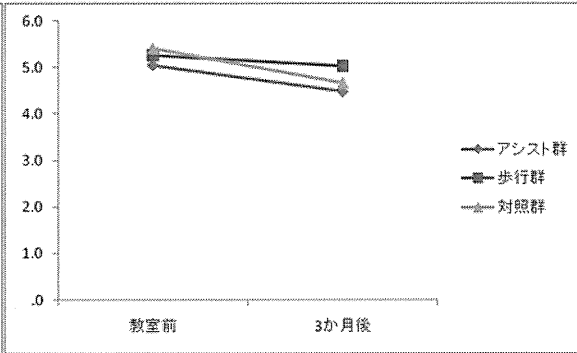


図 2 介入前後における運動機能と歩行効率の比較

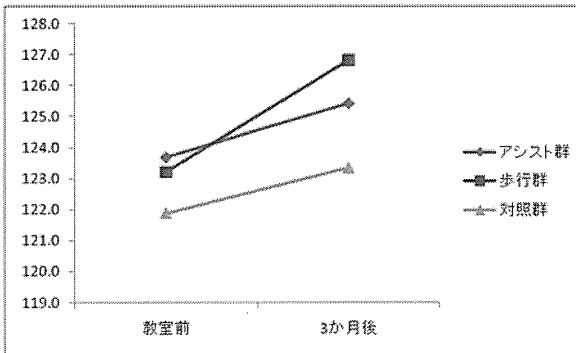
Speed (m/s)



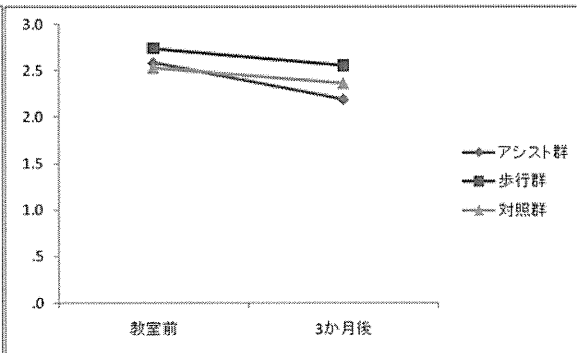
Speed_CV



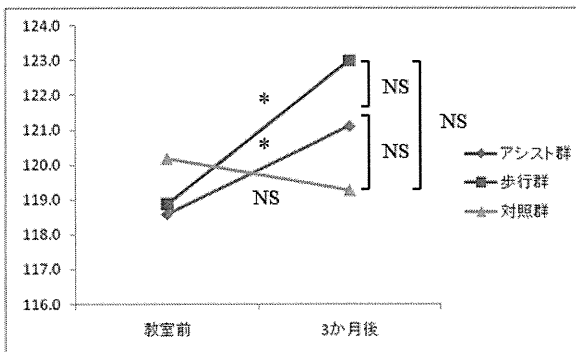
Cadence (step/min)



Cadence_CV



Stride (m)



Stride_CV

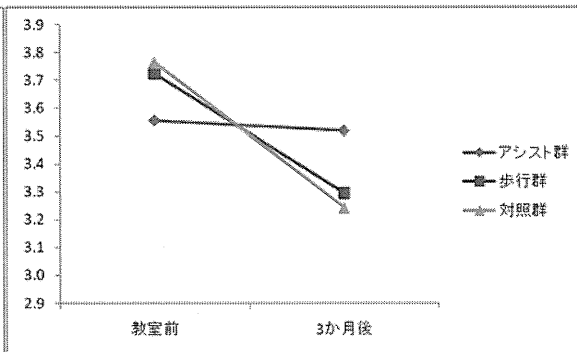


図3 介入前後における歩行スピード、ケーデンス、ストライド長とその変動係数の比較

分担研究報告書

転倒の危険因子としての関節動揺性

研究分担者 大淵 修一

東京都健康長寿医療センター研究所

研究要旨

本研究プロジェクトは、先進的自立支援機器（リズムアシスト機器）の介護予防効果について検討することが目的である。この支援機器は、加齢により律動的な歩行周期を作り出すメカニズムの障害によって、転倒などの加齢関連事象の発生確率が高くなると仮説し、このメカニズムを補助、あるいはトレーニングすることによって、歩行機能の頑強性を高めようとするものである。一方、加齢に伴い特に女性では、関節の動揺性がまし、変形する。現在、力学的な変形を問題とする研究が多いが、関節の感覚器としての役割に着目した研究は少ない。前述の律動的な歩行周期の生成には、こうした感覚器の関与はおおきいと考えられるが不明である。そこで、本研究では、関節の動揺性に着目し、リズムの不調を来す一因である、関節の動揺性が転倒事象に影響があるのかどうかを検討することを目的とした。平成 23 年度に、歩行の三次元動作分析器による評価を受け、平成 24 年度の追跡調査で転倒経験の回答をした 509 名を対象とした。転倒の調査は 1 年間の振り返りとした。Spearman の相関係数で転倒の発生と各種の身体機能に関する指標との相関を見ると、転倒の予測因子としてよく知られる、片足立ち時間($r=.125$)を除いて、歩行速度、膝関節伸展筋力、TUG とは相関が見られず、膝関節の動揺量を示す、上下動揺標準偏差($r=.178$)、側方動揺標準偏差($r=.116$)との相関が認められた。前後方向の動揺量との相関は認められなかった。

このような事から、膝関節の動揺性は転倒の予測因子として大きいことが分かった。これは、関節の動揺によって、関節からの感覚入力が減り、それによって歩行の安定性が損なわれるのではないかと考えられた。リズムアシストによる介護予防効果の傍証になると考えられる。

A. 研究目的

歩行は、高齢者の高次機能の維持に重要であり（Furuna et al.1998）、介護予防のために

は、歩行機能を維持していくことが重要になる。

一方、加齢により、神経筋単位が減少することから、歩行が不安定になる。現在の介護予防で