

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 6 月 16 日現在

研究種目：若手研究 (A)
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700470
 研究課題名 (和文) 地域在住高齢者のための歩行改善アドバイスシステムの開発
 研究課題名 (英文) Development of an Advice System for Improvement of Walking Ability of the Community-Dwelling Elderly
 研究代表者
 河合 恒 (KAWAI HISASHI)
 地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター (東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員
 研究者番号：50339727

研究成果の概要 (和文) : 本研究では、高齢者の歩行能力を評価し、動作の改善に必要なトレーニングについて助言を行えるシステムを開発した。システムで用いる歩行能力の評価得点が虚弱高齢者に対して適用可能か、トレーニングによる得点の変化について検討し、システムが虚弱な高齢者に対しても有用であることを示した。

研究成果の概要 (英文) : A system which can assess the walking ability of the elderly and can advise on the training necessary for the improvement was developed in this study. Whether the assessment score of the walking ability used in the system is able to be applied to frail elderly and whether it is changed by training were examined. As the result, it was shown that the system was useful for frail elderly.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：介護予防・支援技術・歩行支援

1. 研究開始当初の背景

(1) 平成 18 年度には介護保険法の改正以降、軽度要介護者や、軽度要介護者となる以前の要介護に陥るリスクの高い高齢者に対して、介護予防サービスの導入が進められることとなった。この介護予防サービスの運動器の

機能向上プログラムでは、下肢筋力の向上を目的としたトレーニングを行い、5m 歩行時間 (歩行速度) などの測定によって歩行能力の改善状況を評価していた。歩行速度は歩行能力を表わす総合的な指標ではあるが、歩行速度だけの情報から歩き方の指導まで行う

ことは困難であった。こうした場面でこそ歩行能力向上のための歩き方についての具体的な助言を行うことができれば、介護予防プログラムと連携して、高齢者の歩行能力の維持と改善のための介入がより効果的に行えると考えた。

(2) 研究代表者は、これまでに、高齢者の歩行の特徴を、歩行時の足のつま先と踵の接地・離地に関するパラメータ（以降、接地パラメータと呼ぶ）だけから抽出し、日常生活における行動範囲、階段の使用能力、転倒の危険と関連付けて評価できる尺度を作成していた（河合 恒，比企静雄：高齢者の歩行能力を評価する簡易尺度の提案，日本生活支援工学会誌，5 (1)，28-37，2005）。この研究を発展させて、介護予防の対象となる虚弱高齢者を含む地域在住高齢者に対して、歩行能力の改善のための具体的な助言を行えるシステムを開発する着想に至った。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、地域在住の高齢者、特に、運動器の機能向上などの介護予防プログラムに参加するような高齢者の歩行能力を多面的に評価し、動作の改善とそのために必要なトレーニングについて具体的な助言を行えるシステムの開発を目的とした。

(2) 開発にあたっては、システムの適用範囲を介護予防の対象となる虚弱高齢者へ広げるために、従来の歩行能力の評価尺度が介護予防事業参加者へ適用可能かどうか、プログラム参加によって評価尺度による得点や接地パラメータがどのように変化するかについて検討した。

3. 研究の方法

(1) システムのプロトタイプを構成を図1に示す。このシステムでは、まず、被験者の自由歩行における下肢の1ストライドの動作の側面図を30fpsの汎用のデジタルビデオカメラで録画し、踵、つま先の接地・離地の時点と距離を測定する。これをもとに、歩行周期、立脚期、遊脚期、両足支持期、ストライド幅等の歩行の接地パラメータを算出し、これらから歩行能力の簡易尺度に基づき、歩行能力の評価得点を算出する。そして、歩行能力の評価点とその結果に応じた歩行能力の維持・改善のための助言を被験者にフィードバックする。改善のための助言については、歩行能力と運動機能との関係に関する解析に基づき設定した。

(2) このシステムを利用して、2自治体の特

定高齢者事業の運動器の機能向上プログラム参加者65歳以上の男女76名(男性19名、女性57名)を対象として、歩行能力の評価とアドバイスのフィードバックを行った。フィードバックは、ビデオ映像をシステム実行画面(図2)によって再生しながら、歩行能力の評価得点とそれを構成する接地パラメータや日常生活における歩行の注意点との関連を被験者に説明した。

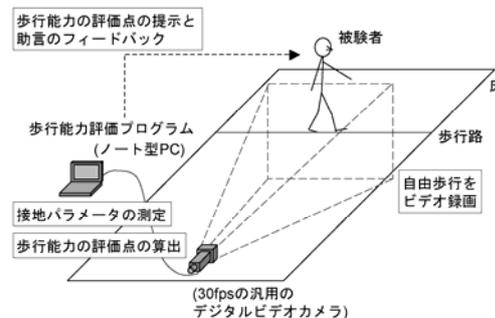


図1 アドバイスシステムの構成

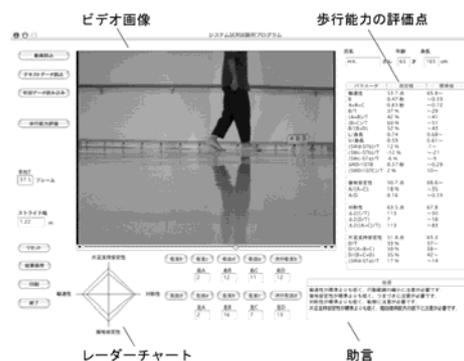


図2 システムの実行画面

(3) 採取できた45名(男性13名、女性32名)のデータをもとに、歩行能力の評価得点を介護予防事業参加者へ適用可能かどうか、プログラム参加によって評価得点や接地パラメータがどのように変化するかについて解析を行った。適用可能かどうかについては、介護予防事業参加者における評価結果と、先行研究(河合ら, 2005)における一般高齢者男女における結果(n=44)とを対応のないt検定を用いて分析した。プログラム前後の変化については、事前事後のデータが採取できた者(n=34)について対応のあるt検定によって分析した。また、因子構造を調べるために主成分分析を行った。有意水準は5%未満とし、全ての統計解析にはPASW Statistics 17.0を用いた。

4. 研究成果

(1) 介護予防プログラム参加者においては、一般高齢者よりも立脚に関するパラメータ

が長く、ストライド幅が短く、歩行速度が遅く、敏速性において得点が低かった（表 1）。従って、介護予防対象者については、立脚に関するパラメータや歩行速度などが関係する敏速性の基準値を見直す必要があることが示唆された。

表 1 介護予防対象者と一般高齢者における接地パラメータ、歩行能力の評価得点の比較

	群	N	事前		t 値	有意確率 (両側)
			平均値	標準偏差		
A(%)	介護予防対象者	45	7.30	1.86	-8.216	0.000 **
	一般高齢者	44	12.35	3.67		
B(%)	介護予防対象者	45	36.26	7.21	6.003	0.000 **
	一般高齢者	44	26.78	7.69		
C(%)	介護予防対象者	45	17.84	4.44	-5.525	0.000 **
	一般高齢者	44	23.60	5.37		
D(%)	介護予防対象者	45	38.37	2.87	1.790	0.077
	一般高齢者	44	37.28	2.93		
歩行周期(fr)	介護予防対象者	45	32.17	3.67	-1.379	0.172
	一般高齢者	44	33.25	3.74		
ストライド幅(m)	介護予防対象者	45	1.19	0.25	2.425	0.017 *
	一般高齢者	44	1.07	0.22		
歩行速度(m/s)	介護予防対象者	45	1.13	0.30	2.537	0.013 *
	一般高齢者	44	0.98	0.25		
敏速性	介護予防対象者	45	58.95	9.48	-4.517	0.000 **
	一般高齢者	44	68.58	10.61		
接地安定性	介護予防対象者	45	69.96	6.34	0.723	0.472
	一般高齢者	44	68.57	11.20		
対称性	介護予防対象者	45	73.30	2.35	2.508	0.014 *
	一般高齢者	44	68.92	11.46		
離地安定性	介護予防対象者	45	70.59	10.53	1.184	0.240
	一般高齢者	44	67.96	10.38		

*p<0.5, **p<0.01
A: 踵接地からつま先接地, B: つま先接地から踵離地, C: 踵離地からつま先離地, D: つま先離地から踵接地

(2) 接地パラメータのなかで、介護予防プログラムの前後で統計学的に有意な差を認められたのは、B（フットフラット）、D（遊脚期）および立脚遊脚比であった（表 2）。一方、歩行速度はプログラムの前後においても統計学的に有意な差は認められず、ストライド幅のみ統計学的に有意な改善を認めた（表 3）。これらのことから、こうした接地パラメータを測定することで、歩行速度測定だけでは捉えられない対象の歩様の変化を検出することができることが考えられた。

表 2 接地パラメータの介護予防プログラム前後の変化

	N	事前		事後		t 値	有意確率 (両側)
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
A(%)	34	7.54	2.05	7.47	1.73	0.212	0.833
B(%)	34	35.38	6.88	34.06	6.27	2.203	0.035 *
C(%)	34	18.23	4.29	18.23	3.93	0.007	0.994
D(%)	34	38.55	2.75	40.29	2.84	-4.210	0.000 **
立脚/遊脚比	34	1.60	0.18	1.49	0.18	4.218	0.000 **

**p<0.01

表 3 ストライド幅・歩行周期・歩行速度のプログラム前後の変化

	N	事前		事後		t 値	有意確率 (両側)
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
ストライド幅(m)	34	1.24	0.22	1.29	0.20	-2.062	0.047 *
歩行周期(fr)	34	32.07	3.54	31.50	2.57	1.267	0.214
歩行速度(m/s)	34	1.18	0.27	1.24	0.23	-1.900	0.066

*p<0.05

(3) 歩行能力の評価得点のうち、プログラム前後で有意な改善を認めたのは、敏速性と離地安定性についてであった（表 4）。トレーニングによって、下肢筋力が強化されたことが、これらの歩行能力に関わる歩行速度や遊脚率の向上につながったことが示唆された。

表 4 歩行能力の評価得点のプログラム前後の変化

	N	事前		事後		t 値	有意確率 (両側)
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
敏速性	34	60.01	8.93	62.32	8.41	-2.613	0.013 *
接地安定性	34	69.68	6.66	69.70	9.42	-0.016	0.987
対称性	34	73.07	2.51	73.04	1.88	0.052	0.959
離地安定性	34	71.45	10.06	76.94	10.58	-3.625	0.001 **

**p<0.01, *p<0.05

(4) 介護予防事業参加者の接地パラメータ、ストライド幅、歩行周期などのパラメータと歩行能力の評価得点について、主成分分析によって因子構造を調べたところ、3 主成分が抽出された（図 3）。回転後の成分の因子負荷量を表 5 に示す。第一主成分は敏速性やストライド幅、離地安定性などに関するパラメータが集まり、敏速性に関する成分と考えられた。つまり、介護予防事業参加者においては、敏速性と離地安定性はひとつの成分にまとまるのがわかった。第二主成分は接地安定性やそれに関するパラメータである A（踵接地からつま先接地）などのパラメータがつまり、接地時の安定性に関する成分と考えられた。第三主成分は対称性の因子負荷量が大きく、対称性に関する成分と考えられた。

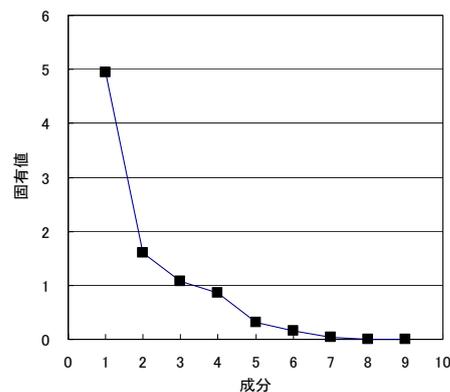


図 3 抽出された成分の固有値グラフ

表 5 抽出された成分の因子負荷量

パラメータ	成分		
	1	2	3
敏速性	0.990		
B(%)	-0.978		0.110
ストライド幅(m)	0.853		
C(%)	0.836	-0.322	-0.311
離地安定性	0.833	0.180	0.386
D(%)	0.733	0.326	0.410
接地安定性	-0.150	0.946	
A(%)	0.513	0.686	-0.237
対称性		-0.165	0.775

Kaiser の正規化を伴うバリマックス回転、0.1未満の係数は抑制

これらのことから、介護予防の対象者となる虚弱高齢者においては、3 下位尺度構成とすることが妥当であると考えられた。

以上の研究成果から、システムによる評価を介護予防対象者へ適用する場合、プログラム参加によって敏速性や離地安定性の改善が見込め、歩行速度よりも顕著に歩行動作の変化を捉えることができることがわかった。従って、プログラム参加者が自身の変化に興味を持つための効果的なフィードバック指標としても、評価システムが有用であることが示唆された。これらの知見によって、システムを介護予防事業に参加するような虚弱な高齢者に対しても適用できるようになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 大淵修一, 新井武志, 小島基永, 河合 恒, 小島成実: 超音波測定による大腿前面筋厚と膝伸展筋力の関係, 理学療法科学, 査読有, 24(2), 185-190, 2009

[学会発表] (計 1 件)

- ① 河合 恒, 新井武志, 小島基永, 大淵修一: 介護予防プログラム参加者のための歩行改善アドバイスシステムの開発, 第 7 回生活支援工学系連合大会講演要旨集, 査読無, p. 53, 2009

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河合 恒 (KAWAI HISASHI)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター (東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員

研究者番号: 50339727

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

新井武志 (ARAI TAKESHI)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター (東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員

研究者番号: 70450559