

平成21年 4月 29日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007 ～ 2008
 課題番号：19700543
 研究課題名（和文） 高齢者の生活機能向上および転倒予防のための
 複合課題トレーニングの開発
 研究課題名（英文） Development of dual-task training programs
 for ambulatory improvement of elderly persons.
 研究代表者 池添 冬芽（IKEZOE TOME）
 京都大学・医学研究科・助教 研究者番号 10263146

研究成果の概要：

本研究では、高齢者における生活機能向上および転倒予防のための複合課題トレーニングの開発を目指し、2007年度は高齢者における複合課題能力低下と運動機能および転倒状況との関連性について分析した。高齢者では静的バランス・動的バランスともに dual task では有意に低下した。また、静的バランスでは single task、dual task ともに転倒群と非転倒群との間に有意差はみられなかった。一方、動的バランスでは single task、dual task ともに非転倒群より転倒群で有意な低下が認められた。このことから、動的バランス課題では dual task だけでなく、single task でも十分に転倒予測が可能であることが示唆された。

さらに 2008年度は複合課題トレーニングが高齢者の運動機能や生活機能に及ぼす影響を検討した。対象は施設入所高齢者 23名とし、不安定傾斜板を用いての週2回の複合課題トレーニングを9週間行った。その結果、不安定板やバランスマット上での立位保持時間や最大随意重心移動距離などの運動機能に有意な効果がみられた。さらに、不安定板の動揺量の周波数解析を行った結果、練習を重ねるにつれて低周波成分は減少傾向を示した。これらのことから、高齢者に対する不安定板を用いての複合課題トレーニングは、不安定な支持面で姿勢を修正・保持する能力や、素早く姿勢を調節する能力の向上に有効であることが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	0	1,600,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	330,000	3,030,000

研究分野：理学療法学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、 応用健康科学

キーワード：高齢者、トレーニング、介護予防、転倒予防、体力

1. 研究開始当初の背景

高齢化が進み、虚弱高齢者や要介護高齢者が急増している我が国において、高齢者でも

積極的に身体機能や認知機能の改善をはかり、転倒を予防し、日常生活の自立を保つための対策を確立することが重要な課題とな

っている。

通常、我々が生活を送る上で、「人と話しながら立つ」、「段差や障害物を判断しながら歩く」、など複合した課題 (Dual Task) を遂行している。このような様々な環境下でも必要な情報に注意に向け、スムーズに動作や作業を実施するためには、前頭前野を中心とした「ワーキングメモリ」と呼ばれる機能が重要である。ワーキングメモリとはさまざまな行動場面での情報処理の一時的な保持を担うことにより、情報の処理と保持の並列処理を支え、目標の達成に向かって行動を維持するのに重要な役割を果たす機能であり、加齢によりその機能が低下するといわれている。特に高齢者では、このワーキングメモリの機能低下によって、認知課題と運動課題との異なる2種類の作業を同時に行ったときの複合課題 (dual task) に対する対応能力が低下するといわれている。例えば、簡単な暗算や文字の読み取りをさせながらのバランス能力や筋力や敏捷能力の変化を観察すると、認知機能に障害のある高齢者では大きく運動能力が低下すること (Hauer K et al: J Am Geriatr Soc 51(11):1638-1644, 2003, Condrón JE, et al: J Am Geriatr Soc. 50(1): 157-162, 2002, Hauer K, et al: Arch Phys Med Rehabil. 83(2):217-223, 2002, Melzer I, et al: J Am Geriatr Soc. ; 52(8): 1255-1262, 2004) や、歩行中に話しかけると立ち止まってしまう“Stop Walking when talking; SWWT”の現象がみられること (Lundin-Olsson L, et al: Lancet. 349(9052): 617, 1997, de Hoon EW et al: Arch Phys Med Rehabil. 84(6): 838-842, 2003, Hyndman D, et al: J Neurol Neurosurg Psychiatry. 75(7): 994-997, 2004) が報告されている。

しかしながら、複合課題 (dual task) 能力がどの程度低下すると高齢者の生活機能に支障が出てくるか、あるいは転倒リスクが増加するかについては不明であり、高齢者の生活能力低下や転倒の危険性を予測するためには、どのような複合課題 (dual task) テストが有効であるかはまだ明確な指標がないのが現状である。そして、複合課題 (dual task) トレーニングが高齢者の運動機能や生活機能向上に有効であるかについては更なる検討が必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では高齢者の生活機能向上および転倒予防のための複合課題 (dual task) トレーニングの開発を目的として、下記の研究を実施した。

研究 I : 高齢者と若年者を対象に静的バランス能力および動的バランス能力、さらにこれ

らのバランス課題に認知課題を加えた二重課題能力を評価して、加齢による二重課題バランス能力の変化について検討した。また高齢者について、これらバランス能力と転倒との関連について検討を行った。

研究 II : 施設入所高齢者を対象に9週間の複合課題 (dual task) トレーニングを実施し、高齢者の運動機能や生活機能に及ぼす影響を検討した。

3. 研究の方法

【方法】

研究 I 加齢による二重課題バランス能力低下と転倒及び認知機能との関連について

1) 対象

養護老人ホームに入所している高齢者 26 名 (平均年齢 83.8 ± 7.3 歳)、及び若年者 10 名 (平均年齢 22.3 ± 4.0) を対象とした。なお、すべての対象者に対して本研究についての十分な説明を行い、同意を得た。

2) バランス能力

a) 単独課題 (single task) バランス能力
single task の静的バランス能力の評価として、重心動揺計 (アニマ社製グラビコーダ G-5000) を用いて開眼閉脚での静止立位を 20 秒間保持した際の重心動揺面積 (Root Mean Square area、以下、single RMS) を測定した。

single task の動的バランス能力の評価として立位でのステッピングテストを実施した (以下、single stepping)。ステッピングテストはステッピング測定器 (竹井機器工業社製) のセンサーマット上に肩幅程度に両足を開き、両足底を接地した姿勢を開始肢位として、ステッピング測定器のスタートブザーを合図として、全速力で 5 秒間足踏みを行わせた回数を測定した。なお、非支持脚の足底が完全にセンサーマットから離れた状態で交互にステッピングできた回数を測定し、測定は 2 回ずつ行い、その最大値を採用した。

b) 二重課題 (dual task) バランス能力

二重課題能力の評価として、上記の重心動揺計測および立位ステッピングテストをそれぞれ暗算での引き算 (100 から 7 を順に引いていく) をする課題と同時に行い、dual task での重心動揺面積 (以下、dual RMS)、立位ステッピング (以下、dual stepping) を測定した。

3) 高齢者の転倒歴の評価

高齢者の過去 2 年間の転倒経験の有無について調査し、転倒群と非転倒群とに対象者を分類した。

研究Ⅱ 高齢者に対する複合課題トレーニングの効果

1) 対象

対象は本研究の内容を説明し、同意が得られた施設入所高齢者 23 名（男性 2 名、女性 21 名、年齢 84.2 ± 5.9 歳）とした。事前に全対象者に説明を行い、練習を希望した者をトレーニング群、希望しなかった者をコントロール群とした。

対象者には研究の内容について十分に説明を行い、同意の下で測定を行った。

2) 運動機能の測定方法

A. 不安定板上での立位保持時間

不安定板（酒井医療製 DYJOC board plus ; 最大傾斜角度 $\pm 14^\circ$ ）を使用し、両足部内側面を 20cm に開脚した状態で立位保持時間を計測した。全方向へ傾斜する条件および閉眼での条件では立位保持が困難な者が多かったため、不安定板の傾斜を前後方向のみに制限し、開眼で行った。測定は 2 回行い最大値をデータとして用いた。なお上限を 120 秒とし、1 回目の測定で 120 秒を超えた場合は、2 回目の測定は行わなかった。

B. 不安定板の角度変動域および周波数成分

不安定板（酒井医療製 DYJOC board plus）を使用し、できるだけ不安定板が動かないように 15 秒間の立位保持を行い、角度変動域を求めた。この機器は不安定板の傾斜角度・方向を検出し、サンプリング周波数 40Hz にてコンピューターに取り込まれる。角度変動域とは、傾斜角度の平均値を基準として計測中に傾斜した角度の絶対値を平均した値であり、動揺量の大きさを示す指標として用いた。測定開始前は固定型歩行器を軽く触れるようにし、開始の合図により手を放すようにさせて測定を開始した。なお、歩行器から手を放した直後に不安定板の大きな動揺がみられたため、データは後半の 10 秒間を用いた。また、不安定板の傾斜は前後方向のみに制限し、20cm 開脚位開眼で行った。

さらに、トレーニング群については介入前後の測定に加えて練習開始後 3 週、6 週の時点での周波数成分を測定した。周波数成分については不安定板傾斜の時系列データから、高速フーリエ変換を行い、パワースペクトルを算出した。解析は重心動揺計での研究方法 47) に基づいて、10Hz 以上の高周波数成分を除去した後、周波数帯域を 0.02~0.1Hz、0.1~0.2Hz、0.2~0.5Hz、0.5~1Hz、1~2Hz、2~5Hz の 6 つの周波数帯域に分類し、全パワー周波数に占める各周波数帯域の割合を求めた。

C. 安静立位時の重心動揺

重心動揺計（アニマ製 Gravicorder

G-5000）を使用し、閉脚で 20 秒間の立位保持させた際の重心動揺面積（Root Mean Square area、以下 RMS）を計測した。RMS は重心動揺中心から各重心点までの距離の二乗平均平方根を半径とする円の面積を意味する。測定は開眼で行い、1m 前方の目線の高さにある指標を見るようにさせた。

D. 最大随意重心移動距離

重心動揺計（アニマ製 Gravicorder G-5000）を使用して、前後左右に最大限に重心を移動させた時の足圧中心移動距離を測定した。測定は石川ら 4) の測定方法に準じて、両足部内側面を 20cm 開脚した状態で、前後左右の順で重心を移動させ、前後方向（A-P）、左右方向（L-R）の距離を記録した。

E. FRT (Functional Reach Test)

立位で右手を肩屈曲 90° に挙上させた姿勢から、最大限前方にリーチさせたときの距離をリーチ測定器（酒井医療製 CK-101）で測定した。測定は 2 回行い最大値をデータとして用いた。

F. 片脚立位時間

右足での開眼片脚立位保持時間を測定した。測定は 2 回行い最大値をデータとして用いた。なお上限を 120 秒とし、1 回目の測定で 120 秒を超えた場合は、2 回目の測定は行わなかった。

G. バランスマット上での立位保持時間

バランスマット（Airex 社製 バランスパッドプラス）を使用し、開眼閉脚での立位保持時間を計測した。測定は 2 回行い最大値をデータとして用いた。なお上限を 120 秒とし、1 回目の測定で 120 秒を超えた場合は、2 回目の測定は行わなかった。

H. ステッピング

ステッピング回数測定器（竹井機械工業製）を使用し、肩幅に開いた立位にて 5 秒間での最大足踏み回数を計測した。計測値は左右のステッピング回数の合計を用いた。

3) 生活機能の測定方法

I. TUG (Timed Up and Go)

椅座位から立ち上がり、3m 歩いてから方向転換して戻り、再び座位になるまでの動作をできるだけ速く行かせたときの時間を計測した。普段使用する歩行補助具を用いて測定した。

J. 5m 歩行

測定は 7m の歩行路にて最大速度で歩行を行い、開始 1m、終了 1m を除いた 5m の歩行時間および歩数を測定した。歩行補助具は普段

使用しているものを使用して測定した。

4) 運動介入

運動介入として、不安定板（酒井医療製 DYJOC board plus）を用いた 10 分程度の複合課題トレーニングを、理学療法士の監視下にて週 2 回、9 週間行った。なお不安定板は、傾斜方向を前後のみに制限し、両足部内側面を 20cm に開脚した状態で足長の中心が不安定板の前後中央の位置になるようにして立位保持させた。

パソコン画面上に表示される目標傾斜角度を示すターゲット枠に不安定板の傾斜角度マーカーをあわせる課題をさせながら、不安定板上で立位保持させた。

なお、介入期間中はトレーニング群、コントロール群ともに普段の生活や運動について制限はしなかった。

4. 研究成果

研究Ⅰ 加齢による二重課題バランス能力低下と転倒及び認知機能との関連について

1) single task と dual task の比較

静的バランス能力の指標としての重心動揺面積は、若年者については single RMS が $0.95 \pm 0.42 \text{ cm}^2$ 、dual RMS が $1.05 \pm 0.74 \text{ cm}^2$ であり、single task と dual task との間に有意な差は認められなかった。高齢者については single RMS が $2.1 \pm 2.3 \text{ cm}^2$ 、dual RMS が $2.9 \pm 3.0 \text{ cm}^2$ であり、single task と dual task との間に有意な差が認められた。

動的バランスの指標としての立位ステッピングは、若年者については single stepping が 51.5 ± 8.1 回、dual stepping が 48.3 ± 8.4 回であり、高齢者については single stepping が 22.3 ± 7.9 回、dual stepping が 18.2 ± 7.1 回であった。若年者、高齢者ともに dual task では single task に比較して有意な低下が認められた。

2) 高齢者と若年者との比較

single RMS、dual RMS、さらに single stepping、dual stepping いずれも若年者と高齢者との間に有意な差が認められた。また、single task に対する dual task の相対的変化率については、RMS 変化率が若年者で $-5.1 \pm 46.2\%$ 、高齢者で $-52.3 \pm 65.4\%$ 、stepping 変化率が若年者で $6.2 \pm 7.3\%$ 、高齢者で $17.3 \pm 17.0\%$ であり、RMS、stepping ともに高齢者の変化率の方が有意に大きかった。

3) 高齢者における転倒群と非転倒群との比較

RMS については、single RMS が転倒群 $2.7 \pm 3.0 \text{ cm}^2$ 、非転倒群 $1.6 \pm 1.1 \text{ cm}^2$ であり、dual RMS が転倒群 $3.5 \pm 3.9 \text{ cm}^2$ 、非転倒群 $2.3 \pm 1.8 \text{ cm}^2$ であり、single task、dual task

ともに転倒群と非転倒群との間に有意差はなかった。また、single task に対する dual task の変化率についても 2 群間で有意差はなかった。

ステッピングテストについては、single stepping が転倒群 18.8 ± 6.2 回、非転倒群 25.8 ± 8.1 回、dual stepping では転倒群 15.1 ± 5.2 回、非転倒群 21.2 ± 7.5 回であり、ステッピング回数は single task、dual task とともに 2 群間に有意な差が認められた。また、dual task では single task に比べて、転倒群、非転倒群ともに有意な低下が認められたが、その変化率は 2 群間で有意差はなかった。

4) まとめ

本研究の結果、若年者では dual task 下で静的バランス能力は低下しないが、動的なバランス能力は有意に低下し、高齢者においては静的バランス・動的バランスともに dual task では有意に低下した。さらに高齢者の転倒群と非転倒群との比較において、静的バランスでは single task、dual task とともに転倒群と非転倒群との間に有意差はみられなかった。一方、動的バランスでは single task、dual task とともに非転倒群より転倒群で有意な低下が認められた。このことから、ステッピングテストのような動的バランス課題では dual task だけでなく、single task でも十分に転倒予測が可能であることが示唆された。

研究Ⅱ 高齢者に対する複合課題トレーニングの効果

1) 対象者の基本属性および練習の参加率

トレーニング群は 12 名、コントロール群は 11 名であった。なおトレーニング群の 1 名は骨折により運動を継続できなかったため、解析は 11 名で行った。年齢、身長、体重には 2 群間で有意差を認めなかった。介入前の運動機能・生活機能についても全項目でトレーニング群とコントロール群との間に有意差を認めなかった。

トレーニング群の練習参加率は平均 86% であった。

2) 介入前後の運動機能・生活機能の変化

介入前後の測定結果を表 1 に示す。二元配置分散分析の結果、不安定板上での立位保持時間、A-P、バランスマット上での立位保持時間に交互作用を認めた。なお、交互作用を認めた。トレーニング群において、不安定板上での立位保持時間および A-P で介入後に有意な増加を認めたが、バランスマット上での立位保持時間には有意差を認めなかった。コントロール群ではいずれの項目においても有意な変化は認められなかった。

表 1. 介入前後の運動機能・生活機能の変化

		トレーニング群		コントロール群		p 値
		介入前	介入後	介入前	介入後	
不安定板	立位保持時間 (秒)	41.6±41.6	88.8±38.8	54.7±38.9	54.9±43.5	0.02*
	角度変動域 (°)	1.70±1.18	0.94±0.62	1.28±0.86	1.03±0.38	0.24
RMS (cm ²)		2.87±2.35	1.66±0.94	2.75±1.70	1.51±0.93	0.98
最大随意	A-P (cm)	8.7±1.9	10.3±2.5	10.6±4.0	9.3±3.3	0.01*
重心移動距離	L-R (cm)	16.1±3.4	14.3±5.3	18.7±4.1	13.6±4.3	0.09
FRT (cm)		26.3±8.6	22.9±7.8	28.1±8.6	26.8±6.7	0.49
バランスマット上での 立位保持時間 (秒)		51.1±35.3	58.7±43.3	55.0±47.8	40.4±44.5	0.04*
片脚立位時間 (秒)		19.6±30.0	27.0±40.2	14.5±14.6	11.2±13.6	0.15
ステップング (回)		18.4±10.8	18.6±10.9	21.2±6.3	23.1±6.5	0.35
TUG (cm)		14.7±13.6	13.7±6.8	8.0±2.6	9.3±3.1	0.39
5m 歩行	時間 (秒)	7.02±6.00	7.68±9.24	4.52±1.48	4.21±1.08	0.40
	歩数 (歩)	13.5±6.4	13.8±9.3	10.7±2.5	10.3±3.0	0.61

3) トレーニング群における周波数成分の経時的変化

トレーニング群の不安定板動揺の周波数成分の経時的変化について、周波数帯域ごとに一元配置分散分析を行った結果、0.1~0.2Hz のみ有意な変化を示し、練習を重ねるにつれて増加する傾向を示した。

さらに有意差は認めなかったものの、0.02~0.1Hz の低周波成分は減少傾向を示した。

4) まとめ

施設入所高齢者を対象として、不安定板を用いた複合課題トレーニングを 9 週間行い、運動機能および生活機能に及ぼす影響について検討した。その結果、不安定板やマット上での立位保持時間、最大随意重心移動距離に効果がみられた。また練習を重ねるにつれて不安定板を素早く調節することが可能となった。

高齢者は不安定な状況下で素早く姿勢を

調節することが困難となる。この能力が低下することで、転倒の危険率が増加したり、生活活動量が低下することが考えられる。本研究の結果、高齢者に対する不安定板を用いた複合課題トレーニングは、不安定な支持面で姿勢を修正・保持する能力や、素早く姿勢を調節する能力の向上に有効であることが示唆された。

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ついては下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池添冬芽 (IKEZOE TOME)

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号：10263146