



Title	立位バランス制御の加齢の影響に関する研究 : 片脚立位動作の姿勢制御に着目して[論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	萬井, 太規
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第11870号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58733
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroki_Mani_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名：萬井 太規

学位論文題名

立位バランス制御の加齢の影響に関する研究

－片脚立位動作の姿勢制御に着目して－

【背景・目的】高齢者の転倒は大きな社会問題の一つである。高齢者の転倒リスク軽減のための適切な評価方法や治療手技は徐々に増えてきているが未だ確立はされていない。高齢者の転倒リスクの評価および転倒予防のために片脚立位テストがよく用いられ、高齢者の片脚立位保持中の静的バランス制御の特性が多くの研究で明らかにされてきた。しかしながら、片脚立位動作は両脚立位から片脚立位へと移行する必要がある動作であるため、保持中の制御戦略のみ明らかにしても、高齢者の制御戦略の特性は明らかにならない。前に生じた動作が後の動作に影響を及ぼす可能性が示唆され、一連の動作を詳細に分析する必要がある。そこで、我々は、片脚立位動作を足圧中心点 (COP) と体重心 (COM) との位置関係から三相 (加速相, 減速相, 保持相) に区分する新たな方法を考案した。本研究の目的は、片脚立位動作の立位バランス制御の加齢の影響を明らかにするために高齢者と若年者を各相で比較検討し、さらに高齢者の失敗要因を明らかにするために高齢者の全施行を成功施行と失敗施行に区分し比較検討した。また、片脚立位時間と各運動学的・運動力学変数との関連性も検証した。

【方法】対象は健常成人男性 11 名、健常高齢男性 11 名とした。高齢者は MMSE を実施し、認知機能に問題がなく、その他神経学的・整形学的疾患の既往および合併がない者を対象者とした。三次元動作解析装置、床反力、および表面筋電計を用いて各被験者 20 回の片脚立位動作を記録した。支持脚は非利き脚とし、最大 30 秒間できるだけ長く安定して保つように指示をした。本研究では、片脚立位動作を COP と COM の位置関係から加速相, 減速相, および保持相の三相に区分した。加速相 (Acc phase) は COM を支持脚方向に向かって推進させるための相として下肢挙上直前の COP が遊脚側に偏位している間と定義した。減速相 (Dec phase) は、下肢挙上直後の支持脚側方向に向かって COM を減速させる相であり、COP が支持脚側方向に COM を越えてから COM の速度が 0 になるまでの時間と定義した。最後に、保持相 (Steady phase) は支持脚の BOS 内で COM を保持する相であり、COM の速度が 0 になってから動作が終了するまでと定義した。各相にて COP, COM, COP-COM 間距離、および安定性限界 (Margin of stability: MOS) を算出、比較した。また、支持脚姿勢筋 10 筋の活動電位を導出し、減速相と保持相それぞれの積分筋電図を算出した。筋活動量は、最大等尺性収縮 (MVC) にて正規化した。また本研究では、高齢者の片脚立位動作の姿勢戦略を明らかにするために、Co-contraction index (CI) も算出した。CI は高いほど、関節周囲の筋の同時収縮性が高いことを意味する。高齢者の施行の区別は、片脚立位時間が 30 秒以上保持できた施行を成功施行、30 秒未満であったものを失敗施行として定義し、施行間比較を

実施した。

【結果】高齢者は若年者よりも片脚立位時間が有意に短縮していた。高齢者は加速相では COP-COM 間距離が有意に小さく、一方、減速相と保持相では有意に大きかった。減速相の MOS は高齢者が有意に大きかった。COP と COM はいずれの相においても群間に有意差は認められなかった。高齢者は、全ての筋において若年者よりも大きな筋活動量 (%MVC) を示した。さらに、若年者は減速相において GM の活動をあらかじめ高めていたのに対し、高齢者は減速相と比較して常に保持相の方が筋活動量が大きかった。CI は群間に有意差は認められなかった。

高齢者の失敗施行は、成功施行と比較して、加速相では COP-COM 間距離が有意に小さく、一方、減速相と保持相では有意に大きかった。また COP 偏位も失敗施行の方が有意に大きかった。失敗施行は成功施行と比較して、側方制御に貢献する筋（中殿筋、大腿筋膜張筋、長内転筋、長腓骨筋）が減速相および保持相どちらも有意に大きかった。成功施行は、保持相において股関節周囲の CI が有意に大きかった。

3 相全てにおいて COP-COM 間距離は片脚立位時間と有意な負の相関を示した。さらに、減速相の COP-COM 間距離は加速相および保持相の COP-COM 間距離と有意な相関を示した。

【考察】高齢者の片脚立位時間の短縮は、COP-COM 間距離と関連し、下肢挙上直後の COM 偏位に反応する大きなブレーキ力と保持相の COM 維持に対する慣性力の増大がその要因である。さらに、高齢者は下肢挙上直前のフィードフォワード制御である予測的姿勢調節が減少しているために支持脚側の COM の推進力が非効率となっていることも要因の一つであると示唆される。高齢者の加速および減速の制御に関連するフィードフォワード制御、フィードバック制御、およびそれら制御の統合能力を高めることが、片脚立位時間の延長ひいては高齢者の転倒予防に貢献することが考えられる。

筋活動に関しても主要な所見が得られた。若年者は減速相においてあらかじめ GM の筋活動を高め、保持相では減少させるように筋活動を変化させていたのに対し、高齢者は全ての筋で減速相よりも保持相の方が筋活動が大きかった。高齢者は減速相において GM の活動を適切に高められないために、COM のブレーキングのための COP の調節が傷害され COP-COM 間距離が拡大することが示唆される。高齢者の片脚立位動作の安定性を高めるために、減速相の適切な GM の筋活動を高める練習が重要となるかもしれない。

本研究では、いずれの相においても COP と COM の変数に群間の有意差を認めなかった。さらに、加速相と保持相の MOS 変数も群間に有意差はなかった。しかしながら、3 相全てにおいて COP-COM 間距離の RMS 値と積分値は群間の有意差が認められた。したがって、COP や COM 動揺を単独で反映するような変数よりも、COP-COM 間距離の平均値やバラツキは動的バランスにおける加齢変化を検知するための有効な指標として使用できると考える。

最後に、我々は前相が後相の COP-COM 間距離変数と MOS 変数は相互に関連し合うことも示した。臨床において片脚立位テストは、高齢者のバランス能力の評価に有効なテストである。高齢者の転倒予防のために、片脚立位テストを用いて、保持相だけでなく加速相および減速相のバランス能力を評価・治療することが高齢者の転倒予防のための新たな戦略になると期待できる。