

氏名	石原 健
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	甲第1105号
学位授与の日付	平成28年3月10日
学位論文題名	Characteristics of Leg Muscle Activity in Three Different Tasks Using the Balance Exercise Assist Robot 「バランス練習アシストにおける3種類の課題別下肢筋活動の特徴」 Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science 6: 105-112. 2015.11
指導教授	才藤 栄一
論文審査委員	主査 教授 園田 茂 副査 教授 宮地 栄一 教授 廣瀬 雄一

論文内容の要旨

【目的】

バランス練習アシスト(BEAR; Balance Exercise Assist Robot)はロボット技術を用いたバランス練習機器である。これまでBEARを用いたバランス練習を中枢神経異常の8症例に対して治療目的で施行し、施行前と比べて施行後に動的バランスと下肢筋力が改善することを明らかにした。しかし、BEARのゲームの種類や難易度調整が身体に及ぼす影響は明らかではない。今回、BEAR使用中の下肢筋活動の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健常成人7名(平均25歳)を対象とし、重心移動課題のテニスとスキー、外乱対処課題のロデオからなる3種類のゲームを、4段階の難易度で1ゲームあたり90秒間ずつ施行した。表面筋電図は両側の大殿筋、中殿筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋、長腓骨筋を用い、筋積分値から平均筋活動量を算出した。統計学的解析として難易度別比較には反復測定による分散分析を、ゲーム間比較にはBonferroniの検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

各ゲームの筋活動量は難易度の上昇に伴い増加し、各ゲームにおける筋活動の特徴は難易度の上昇にあわせて顕著となった。ゲーム間の筋活動量を比較すると、前脛骨筋ではロデオがテニス($p=0.009$)とスキー($p=0.017$)より大きく、腓腹筋ではロデオがスキーより大きく($p=0.045$)、長腓骨筋ではスキーがテニスより大きかった($p=0.041$)。

【考察】

BEARを用いて3種類のバランス練習を行い、どのゲームでも難易度の上昇に伴って中殿筋、大腿直筋、内側広筋、前脛骨筋、腓腹筋の筋活動量が有意に上昇し、股関節外転、膝関節伸展及び足関節底背屈が立位バランスの維持に働いていることが明らかとなった。これらの結果から、BEARを用いた3種類のゲームは難易度に応じて筋活動量の調整をしながら、股関節、膝関節、足関節の運動を介した定量的なバランス練習を可能にすることが示唆された。テニスは前後方向の重心移動を調節する課題であり、足関節周囲では腓腹筋の筋活動量が最も高く、能動的な前後重心移動時に腓腹筋が重要な役割を果たしていることが判明した。スキーは左右方向の重心移動を調節する課題であり、テニスと異なり、腓腹筋よりも長腓骨筋の筋活動量が高かったことから、左右への重心移動により片脚への荷重量が増加したことで足関節内外反の制御を要したと考えた。ロデオは前後左右方向の外乱に対して重心位置をとどめる課題である。ロデオでも足関節周囲の腓腹筋及び長腓骨筋の筋活動量は高く、テニスやスキーと異なり前脛骨筋の筋活動量も高かった。この結果から、ロデオは重心位置の制御のために足関節底背屈及び内外反の複合した足関節戦略を要求していると考えた。以上より、3種類のゲームはそれぞれ異なる下肢筋の筋活動を促すことが可能であり、特に足関節周囲の筋活動に影響することが明らかとなった。

論文審査結果の要旨

申請者はロボット技術を用いたバランス練習機器であるバランス練習アシスト(BEAR)の開発に従事しており、今回の研究ではシステム精緻化、作用機序の解明を目的に、3課題の難易度ごとの下肢筋活動を計測し比較している。

本研究では、健常成人7名(平均25歳)を対象とし、テニス(前後運動)、スキー(回旋運動)、ロデオ(外乱対処)の3種類の課題を4段階の難易度で行わせ、両側の大殿筋、中殿筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋、長腓骨筋の平均筋活動量を検討の対象としていた。

難易度の上昇に伴い、筋活動量は増加し、かつゲーム毎の特徴が明瞭であった。筋活動量は、前脛骨筋でロデオがテニスとスキーより大きく、腓腹筋でロデオがスキーより大きく、長腓骨筋でスキーがテニスより大きいことが示された。

BEAR練習では、立位バランスの維持のため、共通して股関節外転、膝関節伸展及び足関節底背屈が働いていた。また、前後課題であるテニスでは腓腹筋、回旋課題であるスキーでは長腓骨筋の筋活動量が高くそれぞれ課題の特性に合った筋活動を誘導できていた。ロデオでは、腓腹筋、長腓骨筋、前脛骨筋の筋活動量が高く、重心位置の制御のために前後左右の複合した足関節戦略を取っていることが示された。共通して難易度上昇に伴う筋活動の増加を見ながら、それぞれのゲームが特に足関節周囲筋で異なる筋活動特性を持っていることから、本練習が広範なバランス機能向上に寄与できる可能性が示唆された。

以上より、リハビリテーション医学で今後ますます重要になるロボット練習開発に寄与する本研究は、学位論文に値すると評価された。