

氏名	佐久間 亨		
学位の種類	博士（体育科学）		
学位記番号	博乙第	2836	号
学位授与年月	平成 29年 5月 31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	高齢者における体幹傾斜歩行のバイオメカニクスの基礎研究 ：体幹の姿勢変化に対する下肢動作の変容に着目して		
主査	筑波大学 教授	博士（学術）	藤井 範久
副査	筑波大学 准教授	博士（工学）	小池 関也
副査	筑波大学 准教授	博士（体育科学）	大藏 倫博
副査	筑波大学 教授	博士（スポーツ医学）	宮本 俊和
副査	筑波大学 准教授	博士（医学）	向井 直樹
副査	筑波技術大学 教授	博士（医学）	木下 裕光

論文の内容の要旨

佐久間亨氏の博士学位論文は、高齢者における脊柱変形をともなう体幹傾斜角度の変化が、歩行動作、特に下肢動作に与える影響を力学的エネルギーの流れおよび有効性の観点から分析し、さらに高齢者の歩行能力を高めるための動作技術、筋力強化、および補装具の活用などのトレーニング方法への示唆を得ようとしたものである。その要旨は以下のとおりである。

1. 研究の背景および目的

筆者は、研究の背景として、加齢に伴う骨関節疾患のなかでも脊柱変形の罹患率は特に高く、脊柱変形による体幹姿勢の変化は歩行動作にも影響を及ぼすが、脊柱変形を有する高齢者の歩行の特徴は明らかになっていないことを述べている。そして本研究の目的を、脊柱変形を有する高齢者、健常高齢者および健常若年者の歩行動作をバイオメカニク的に分析し、体幹姿勢の変化が歩行動作へ及ぼす影響を明らかにすることで、体幹の姿勢変化に対する下肢動作の適応という観点から脊柱変形を有する高齢者の歩行能力を高めるための動作技術、筋力強化、および補装具の活用などのトレーニング方法への示唆を得ることとしている。

2. 研究課題および方法

上記の目的を達成するため、体幹が大きく傾斜した状態での歩行については、健常若年者および健常高齢者を対象とした擬似的な体幹傾斜歩行実験を実施し（研究課題 1-1、1-2）、脊柱変形はあるものの体幹傾斜が小さい歩行については、実際の変形性脊椎症患者を対象とした歩行実験を実施している（研究課題 2-1、2-2）。これらの歩行実験では、3次元モーションキャプチャーシステムを用いて動作を計測するとともに、フォースプラットフォームを用いて地面反力を計測している。さらに、研究課題3においては、歩行実験で得られた知見から、トレーニング方法に関する示唆を引き出すとしている。

3. 研究成果

筆者は、本研究で得られた成果を以下のようにまとめている。

(1) 体幹傾斜が歩行動作へ及ぼす影響について

体幹前傾が 15° 以上になると、歩行動作における下肢関節の力学的仕事が増大し、力学的エネルギー利用の有効性は低下する。また、高齢者では、体幹前傾角度と歩行速度が若年者と同程度であっても、歩行速度を減速させる足関節負仕事が増大するので、力学的エネルギー利用の有効性はより低くなる。

(2) 脊柱変形が歩行中の左右下肢間の力学的エネルギーの流れに及ぼす影響について

変形性脊椎症患者の歩行動作では、立脚前期から中期に股関節外転トルクの正パワーが発揮されず、骨盤を介した股関節力パワーによる左右下肢間の力学的エネルギーの流れが小さくなり、発揮した力学的エネルギーが有効に利用されていない。

(3) 変形性脊椎症患者の歩行動作に及ぼすリュックサック型およびベルト型体幹装具の効果について

リュックサック型およびベルト型体幹装具は、歩行動作における下肢への影響は小さいが、体幹前傾モーメントを減少させることで腰背部筋群への負担を軽減させる効果があり、脊柱起立筋の筋力低下や腰痛を有する変形性脊椎症患者への補装具として有効である。

さらに、上記の成果を踏まえて、著者は、下記(4)のような示唆を示している。

(4) トレーニング方法への示唆について

- ① 左右下肢間の力学的エネルギー伝達を大きくして発揮した力学的エネルギーを有効に使うためには、骨盤の側屈角速度を大きくする必要があるので、歩行トレーニングではつま先離地のタイミングで遊脚側股関節を素早く前上方へ引き出す動きを習得すること、筋力強化では特に股関節外転筋群の短縮性収縮を強化することが重要である。
- ② 体幹前傾歩行の場合、立脚前期に股関節伸展トルクが大きな正パワーを発揮すると、体幹姿勢が安定し、後脚が前方へ振り出しやすくなるので、歩行トレーニングでは前後脚の挟み込み動作を強調することが有効である。また、股関節伸展筋群の短縮性収縮を強化することは、歩行速度維持および転倒予防に重要である。さらに、重度の脊柱変形のため自力で体幹姿勢を前傾位から直立位へと矯正することが困難な場合は、ストレッチによる脊柱伸展可動域の改善、体幹筋群の筋力強化を行うとともに、リュックサック型体幹装具またはシルバーカーの利用などによって体幹姿勢を前傾 15° より小さくすることが、長距離の歩行を楽にするために役立つ。
- ③ 体幹後傾歩行の場合、体幹筋群の筋力強化を行い、過剰な腰椎前弯を矯正して体幹後傾角度を小さくすることが、股関節屈曲筋群の体幹姿勢保持への負担を軽減し、歩行速度維持のための力学

的エネルギー利用の有効性を改善させるとともに、腰痛や転倒の予防に有効である。

審査の結果の要旨

(批評)

著者は、「体幹の姿勢変化に対する下肢動作の適応」という観点からトレーニング方法への示唆を引き出している。従来の変形性脊椎症患者に対するトレーニング方法の多くは、体幹姿勢の改善を目的としており、本研究の成果は、脊柱変形を有する高齢者の歩行能力を高めるためのトレーニング方法の新たな方向性を示すものと高く評価できる。

平成 29 年 3 月 24 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、学力の確認を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。