

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（保健学）	氏名	谷本 研二
学位授与の条件	学位規則第4条第①、2項該当		
論文題目 Lower limb kinematics during the swing phase in patients with knee osteoarthritis measured using an inertial sensor. (慣性センサを用いた変形性膝関節症患者の歩行遊脚期の下肢運動学)			
論文審査担当者			
主査	教授 浦川 将	印	
審査委員	教授 濱田 泰伸		
審査委員	講師 前田 慶明		
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>変形性膝関節症（以下，膝OA）は，膝関節の機能障害や日常生活活動（以下，ADL）能力の低下をもたらす。歩行遊脚期には，転倒を避けるために様々な状況変化に対して遊脚側下肢を適応させるような柔軟な制御が求められる。このような運動制御を捉えるには変動性解析が有用であるが，これまで膝OA患者の遊脚側下肢運動の変動性に関する研究はなされてきていない。変動性の従来指標である変動の大きさとは別に，時間経過に伴う変動パターン（複雑性）が歩行の適応性を評価する指標として発展してきており，本研究ではその複雑性を評価する解析法の一つであるdetrended fluctuation analysis（以下，DFA）を用いた。従来，DFAの対象は主に歩行の時間的パラメータであるストライド時間に限定されていたが，最近の研究ではDFAを遊脚側下肢の運動学パラメータに適用することは，遊脚側下肢運動制御の適応性の評価に有用であることが示されている。一方，DFAには長時間の連続したデータが必要であり，加速度計や角速度計を備えた慣性センサはその点で有益な機器である。特に遊脚期の下腿角速度ピークは，前十字靭帯再建術後患者や転倒リスクの高い高齢者の歩行特性を捉えるために用いられており，膝OA患者の遊脚側下肢運動制御の成り立ちを評価するうえでも有益なパラメータであると考えられる。</p> <p>そこで本研究は，下腿角速度ピークを用いて膝OA患者の遊脚側下肢の制御に関する知見を得ることを目的として行った。遊脚側下肢運動制御の特徴を捉えるために下腿角速度ピークを平均値，変動の大きさ，複雑性の観点から評価し，健常高齢者との比較，そして機能障害やADL能力との関連性を検討した。</p> <p>被験者は，片側性あるいは両側性の膝OAと診断された12人（膝OA群；男性2人，女性10人，平均年齢71.7歳）と健常高齢者11人（対照群；男性2人，女性9人，平均年齢67.8歳）であった。膝OA群は両側性膝OAの場合は症状の強い下肢を，片側性膝OAの場合は患側を被験側下肢とし，対照群は被験側下肢をランダムに選択した。膝OA群の機能障害やADL能力の評価にはKnee Injury and Osteoarthritis Outcome Score（以下，KOOS）のpain, symptom, ADL項目の聴取，および膝関節伸展筋力の測定を行った。</p>			

課題には快適スピードでのトレッドミル歩行を採用した。歩行解析には慣性センサ(MVP-RF8-GC-500 ; マイクロストーン社)を用いて、10分間の歩行中の下腿角速度データを取得した。矢状面の下腿角速度データから、連続したストライド毎の遊脚期のピークの時系列データを作成し、これを基に平均値、変動係数、スケーリング指数 α (以下、 α) を算出した。なお、変動係数は変動の大きさを示す指標、 α はDFAを用いて算出され、時系列データの自己相似的なゆらぎ特性を意味する長時間相関の強さを定量化した指標である。そして、 α は0.5から1.0の範囲内で値が低いほど時系列データはランダムとなり、高いほど長時間相関が強くなることを示す。

膝OA群と対照群の比較では、歩行スピードおよび下腿角速度ピークの平均値、変動係数、 α に有意差を認めなかった。これには、本研究の膝OA群はKOOSスコアが比較的高く、歩行スピードは対照群と大きな差を認めなかったことから、歩行能力が比較的高かったことが要因として推察された。相関分析では、下腿角速度ピークの平均値はKOOS painスコア ($r = 0.616$, $p = 0.033$) およびKOOS ADLスコア ($r = 0.741$, $p = 0.006$) と有意な正の相関を示した。このことより、KOOS painスコアとKOOS ADLスコアが低い患者ほど下腿角速度ピークの平均値は低いことが明らかとなった。また、変動係数はKOOS ADLスコアと有意な負の相関を示し ($r = -0.677$, $p = 0.016$)、 α はKOOS ADLスコア ($r = 0.604$, $p = 0.037$) および膝関節伸展筋力 ($r = 0.655$, $p = 0.021$) と有意な正の相関を示した。即ち、KOOS ADLスコアの低い患者ほど下腿角速度ピークの変動は大きく、ランダムな変動であるという関連性が明らかとなった。以上のことより、遊脚側下肢の運動制御は膝OAの機能障害やADL能力障害の程度と関連することが示唆された。これまでに遊脚側下肢の膝関節角度と臨床スコアとの関連は報告されているが、本研究によって新たに、慣性センサから得られる下腿角速度パラメータも、膝OAの障害の程度と関連した遊脚側下肢の運動制御の特徴を理解するうえで有益な指標となることが示された。また変動性の観点から、ADL能力の低い膝OA患者ほど、歩行時の下腿角速度ピークの変動が大きくランダムな変動を示しており、不安定で状況変化に対する適応性の低い運動制御で歩行していることが示唆された。

以上、本論文は膝OA患者の機能障害やADL能力障害と、歩行中の遊脚側下肢の運動制御との関連性について明らかにしたものである。さらに、歩行変動の解析から新たに適応性の観点を提示したことにより、運動制御の研究に有益な示唆を与えるものとして、保健学の発展に貢献するところが大きい。よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士(保健学)の学位を授与するに十分な価値があるものと認めた。

最終試験の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（保健学）	氏名	谷本 研二
学位授与の条件	学位規則第4条第①2項該当		
論文題目 Lower limb kinematics during the swing phase in patients with knee osteoarthritis measured using an inertial sensor. (慣性センサを用いた変形性膝関節症患者の歩行遊脚期の下肢運動学)			
最終試験担当者			
主査	教授 浦川 将	印	
審査委員	教授 濱田 泰伸		
審査委員	講師 前田 慶明		
〔最終試験の結果の要旨〕			
判定合格			
上記5名の審査委員会委員全員が出席のうえ、平成29年10月19日の第145回広島大学保健学集談会及び平成29年10月19日本委員会において最終試験を行い、主として次の試問を行った。			
1 本研究の新規性			
2 ゆらぎ特性を考慮したリハビリテーション戦略			
3 変形性膝関節症と転倒との関連			
4 変動の大きさとパターンの計測の意義			
5 慣性センサの応用と発展性			
これらに対して極めて適切な解答をなし、本委員会が本人の学位申請論文の内容及び関係事項に関する本人の学識について試験した結果、全員一致していずれも学位を授与するに必要な学識を有するものと認めた。			