

氏名	佐藤 睦美
本籍	千葉県
学位の種類	博士（工学）
学位の番号	甲第27号
学位授与年月日	平成24年3月15日
学位授与の要件	本学大学院学位規則第6条
学位論文題目	荷重位での姿勢変化が前十字靭帯不全膝に及ぼす影響
論文審査委員	主査 教授 吉田 正樹 副査 教授 小柳 磨毅 副査 教授 赤滝 久美

論文内容の要旨

前十字靭帯 (anterior cruciate ligament:ACL) は膝関節内の靭帯で、大腿骨に対する脛骨の前方亜脱臼や内旋を制動しており、膝関節の安定性に重要な役割を担っている。ACL損傷はスポーツ活動中の外傷として多発し、自然治癒能力が乏しいため、不安定性が残存し、動作中に膝崩れ現象と呼ばれる膝の亜脱臼症状を呈する。ACL損傷のメカニズムとして、膝関節の外反や回旋などの運動や、大腿四頭筋の収縮による内力などが指摘されているが、統一した見解は得られていない。受傷機転の多くは荷重動作であり、膝関節の外反や回旋などが生じても必ずしも損傷に至らないことから、ACLが断裂に至る力学的ストレスには、下肢関節の肢位のみでなく、体幹の重心位置が大きく影響を及ぼすことが予測されている。しかし、体幹の位置と膝関節の運動や力学の関係を検証した研究は少ない。ACL損傷に伴う膝不安定性の評価方法として、前方引き出しや過回旋のストレスを徒手で加え、その際の大腿骨に対する脛骨の変位を非損傷側と比較する徒手検査がある。これらのテストは機器による定量化も行われてが、すべて非荷重位での評価である。実際に不安定性が問題となるのは、方向転換や跳躍着地、急停止など急激な身体重心の移動を制動する必要がある荷重動作であるにも関わらず、荷重位での膝関節

不安定性の評価法は確立されていない。本論文の目的は、荷重動作における膝関節の運動と運動力学および動態を解析し、ACLへのストレスを検討することである。

本論文は、6章により構成されている。第1章では、研究背景および目的が述べられている。第2章では、ACLの機能解剖についての知見が記述されている。第3章では、荷重下での膝関節の不安定性を捉えるためには、荷重動作で膝に加わる力学的ストレスを解明する必要があると考え、姿勢の変化が膝関節に及ぼす影響を力学的に解析した結果が記述されている。第4章では、体幹姿勢が膝関節間力に及ぼす影響を検証し、片脚立位での前傾姿勢では膝伸展モーメントが小さく、膝関節には大きな後方剪断力が生じる一方、後傾姿勢では大きな膝伸展モーメントが生じているにもかかわらず、僅かながら後方剪断力が生じていることを示している。第5章では、膝関節のキネマティクスをとらえるために2D-3D registration法を導入し、正常膝とACL不全膝における下腿傾斜が膝関節の動態に及ぼす影響を検証している。その結果は、片脚立位での体幹後傾動作において、下腿の制動の有無に関わらずACL不全膝で脛骨に対する大腿骨後方移動量が大きくなり、本課題がACL不全に伴う膝関節前方不安定性を反映する可能性が示唆されている。第6章では、本論文の総括と今後の展望が述べられている。

本論文では、荷重位での体幹後傾動作は、ACL不全に伴う膝関節不安定性を反映する動作であることを示唆している。以上の研究成果は学術論文および国際学会などで発表されている。今後は回旋運動を加えて検討することで、ACL損傷の受傷機転の解明や、荷重位での膝不安定性の評価方法を確立に寄与することが期待できる。

論文審査結果の要旨

本論文の目的を審査した。

研究背景として、前十字靭帯 (anterior cruciate ligament:ACL) が断裂に至る力学的ストレスには、下肢関節の肢位のみでなく、体幹の重心位置が大きく影響を及ぼすことが予測できるが、体幹の位置と膝関節の運動や力学の関係を検証した研究は少ないことをあげている。この状況に基づいて、荷重動作における膝関節の運動と運動力学および動態を解析し、ACLへのストレスを検討することを目的としている。この分野の研究を検討した結果、この目的には新規性があると認められた。

続いて、本論文の研究成果について審査した。

荷重動作で膝に加わる力学的ストレスを解明を行っている。まず、姿勢の変化が膝関節におよぼす影響を力学的に解析するために、膝軽度屈曲位での立位姿勢で、下肢筋の筋活動を測定し、体幹前傾姿勢ではハムストリングスの筋活動が増大して大腿四頭筋の活動は減少し、体幹後傾姿勢ではハムストリングスの活動は減少して大腿四頭筋の活動が増大していることを示している。これは、体幹姿勢の下肢筋活動への影響を定量的に評価している。また、同じ姿勢が関節モーメントに与える影響も検証している。さらに、体幹姿勢が膝関節間力に及ぼす影響も検証している。最後は、2D-3D registration法を導入し、正常膝とACL不全膝における下腿傾斜が膝関節の動態に及ぼす影響を検証している。その結果、片脚立位での体幹後傾動作において、下腿の制動の有無に関わらずACL不全膝で脛骨に対する大腿骨後方移動量が大きくなり、本運動がACL不全に伴う膝関節前方不安定性を反映する可能性を示している。以上のように、本論文においては、膝関節に加わる多くの力学的ストレスを、下肢筋活動、関節モーメント、剪断力など多方面から検討し、ACLへの影響を評価している。その結果は、ACL損傷の受傷機転の解明や、荷重位での膝不安定性の評価方法を確立に寄与すると認められ、本論文は、この分野におおいに貢献する重要な研究であると判断した。

本論文は、前十字靭帯損傷の受傷機転を解明する上で重要な研究として、新規性と客観性を有しており、博士学位論文としての条件を十分に満たしていると判断した。

論文審査委員 主 査 教授 吉 田 正 樹
副 査 教授 小 柳 磨 毅
副 査 教授 赤 滝 久 美

論文審査結果の要旨

最終試験の結果、合格と認める。

論文審査委員	主	査	教授	吉	田	正	樹
	副	査	教授	小	柳	磨	毅
	副	査	教授	赤	滝	久	美