



Title	Risk assessment of the anterior cruciate ligament injury based on a dynamic model of drop landing
Author(s)	若林, 魁人
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/82312
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (若 林 魁 人)	
論文題名	Risk assessment of the anterior cruciate ligament injury based on a dynamic model of drop landing (着地動作の動力学モデルに基づく前十字靱帯損傷リスク評価に関する研究)
論文内容の要旨	
本研究は着地動作による前十字靱帯 (ACL) 損傷リスクを評価し、リスクを増大させる着地時キネマティクス (Landing Kinematics: LK) とその力学を解明することを目指した。第一部では、3次元マルチ剛体リンクモデルの運動方程式に基づきLKから着地時撃力と関節トルクを予測する力学モデルを構築し、ACL損傷を起こす受動的膝外反トルクとLKの力学的因果関係を表す理論式を得た。理論式の妥当性は、女子運動選手の片脚着地動作計測実験で得たLKからモデル予測した関節トルクと計測床反力から逆動力学計算で得た関節トルクの一致度で評価し、モデルが膝外反トルクを定量的に予測できることを示した。第二部では、上記実験参加者のACL損傷に関するコホート実験データとそれらに対する予測膝関節トルクに基づき、ACL損傷者に特徴的なLKの探索的同定を目指した。まずLKデータを主成分分析し主成分軸に分解した。次にACL損傷経験者に共通する主成分を同定するため、計測日以降にACL損傷を負った群と負わなかった群を判別する主成分の組み合わせを線形判別分析で同定した。その結果、膝伸展位を反映する特定の主成分がACL損傷者を特徴付けること、その主成分を変化させた仮想的LKの予測膝外反トルクが平均的LKのそれより大きくなること、つまり実データの統計的判別で見出した主成分が力学的にもACL損傷リスク要因となることを示した。さらに、この膝伸展位着地姿勢に上体の姿勢に関する主成分を複合した仮想的LKは膝外反トルクをさらに増大させること、また別の主成分を複合したLKは逆に膝外反トルクを減少させることを示した。これらの結果は主成分の組み合わせに基づくLKの変調がACL損傷リスクを増減させ得ることを示唆する。本研究で構築した手法は、力学モデルに基づくデータ駆動型スポーツバイオメカニクスの新しい方法論の基盤となることが期待される。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (若 林 魁 人)			
論文審査担当者	(職) 氏 名		
	主 査	教 授	野 村 泰 伸
	副 査	教 授	清 野 健
	副 査	教 授	田 中 正 夫
	副 査	教 授	中 田 研 (医学系研究科)
論文審査の結果の要旨 膝前十字靱帯 (ACL) 損傷は、最も典型的で、かつアスリートの選手生命を左右し得る重大なスポーツ外傷のひとつである。したがって、ACL 損傷の発生メカニズムの解明は、その発生の予防、個々のアスリートに対する損傷発生リスクのアセスメントを目指すスポーツ医学・スポーツバイオメカニクスの重要な研究課題である。ACL 損傷の多くは、他のプレーヤーとの接触を伴わない状況下で、ジャンプ後等の足部着地時に発生する撃力的床反力を伴う動作によって引き起こされるが、実際に競技中に損傷事故が発生した際の事後評価以外の方法で、ACL 損傷発生メカニズムを系統的に解析する有効な方法は確立していない。若林氏は、単純な着地課題時の着地動作・床反力計測と、ヒト身体 の3次元剛体マルチリンクモデルの足部が床面に完全非弾性衝突するときに発生する撃力理論値を関連付け、様々な (実際の意味ではほぼ任意の) 着地キネティクスに対する床反力撃力 (予測撃力) とそれに伴う膝関節内・外反撃力トルク (予測膝関節トルク) を良い精度で予測できるモデルの構築に成功した。さらに、上述の着地課題に参加したアスリートの中でその後ACLを受傷した者を追跡したコホート研究の結果と、各参加者の着地課題実施時の着地キネマティクスおよび予測膝関節トルクに基づき、ACL 損傷者に特徴的な着地キネマティクス、およびそれが生成する予測膝関節トルクの関係性を明らかにした。その結果、膝伸展位を反映する特定の運動成分がACL 損傷者を特徴付けること、この膝伸展位着地姿勢に上体の姿勢に関する運動成分を複合した着地動作は膝外反トルクをさらに増大させることを明らかにした。さらに、これらとは別のある運動成分を複合した着地動作は逆に膝外反トルクを減少させることも明らかにした。本研究の成果は、力学モデルに基づくデータ駆動型スポーツバイオメカニクスの新しい方法論の基盤となるものであり、博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める。			