

学位請求論文の内容の要旨

論文提出者氏名	機能再建・再生科学 領域 リハビリテーション医学 教育研究分野 氏名 千々松雅人
<p>(論文題目)</p> <p>Anterior-Posterior Center of Pressure Is Associated With Knee Extensor Moment During Landing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (膝前十字靱帯再建術後患者における着地動作時の足圧中心前後位置は膝関節伸展モーメントと関連する)</p>	
<p>(内容の要旨)</p> <p>【緒言】</p> <p>膝前十字靱帯 (anterior cruciate ligament : ACL) 損傷は膝関節のスポーツ外傷の中で最も重篤で、発生頻度が高い外傷である。ACL 損傷後には膝関節不安定性による膝崩れが生じ、スポーツ活動や日常生活に制限が生じるため、治療手段として ACL 再建術が広く行われている。術後にスポーツ復帰が可能となるが、スポーツ復帰後の高い再損傷率という問題は未だ解決されていない。そのため安全なスポーツ復帰の観点から、再損傷予防に有効なリハビリテーションの確立が急務とされている。</p> <p>ACL 再建術後の再損傷の危険因子の一つに、ジャンプ着地動作時の内的膝関節伸展モーメント (knee extensor moment : KEM) の左右非対称が挙げられている。ACL 再建術後の着地動作では、術側の KEM が低下し左右非対称が認められる。そのため、術後リハビリテーションでは、術側の KEM 低下や KEM 左右非対称の改善が注目されている。しかし、KEM の算出には三次元動作解析装置という高価な機器が必要となり、データ解析にも時間を要する。そのため、臨床現場で KEM を視覚化し評価することは難しく、KEM を簡便に評価できる代替手段が求められている。</p> <p>これまでの研究では、スクワットや着地動作時の KEM は、足圧中心前後位置と関連すると報告されている。足圧中心位置は床反力計や重心動揺計によって測定可能であり、それらは臨床現場でも実施可能であるため、足圧中心位置の評価が KEM を把握するための代替手段となり得る可能性がある。しかしながら、ACL 再建術後患者において、着地動作時の KEM と足圧中心前後位置の関連は不明である。本研究の目的は ACL 再建術後患者において、着地動作時の KEM と足圧中心前後位置の関連を検討することである。</p> <p>【方法】</p> <p>ACL 再建術後女性患者 22 例 (年齢 15.9 ± 2.0 歳、術後経過期間 7.9 ± 1.7 ヶ月) を対象とした。対象はすべて術前にスポーツ活動を行っており、スポーツ復帰を目標としていた。動作課題を drop vertical jump 課題とし、三次元動作解析装置を用いて着地動作時の KEM、足圧中心前後位置を算出した。また KEM と関連すると報告されている垂直床反力 (vertical ground reaction force : VGRF)、下肢関節角度も算出した。左右対称性を調査するため、各変数の対称性指数 (limb symmetry index : LSI) を算出した。Pearson の相関係数、Spearman の相関係数、回帰分析を用い、術側、非術側、LSI それぞれにおいて、KEM と足圧中心前後位置、VGRF、下肢関節角度の関連性を検討した。また対応のある t 検定、Wilcoxon の順位和検定を用いて、術側と非術側の各変数を比較した。</p> <p>【結果】</p> <p>術側 KEM は足圧中心前後位置と有意な正の相関関係を示したが ($P=0.015$、$R=$</p>	

0.513)、他に有意な相関関係を認める変数はなかった。非術側 KEM は VGRF と有意な正の相関関係を示したが ($P=0.018$ 、 $R=0.500$)、他に有意な相関関係を認める変数はなかった。KEM の LSI は VGRF と有意な正の相関関係を示したが ($P<0.001$ 、 $R=0.692$)、他に有意な相関関係を認める変数はなかった。

回帰分析の結果、術側 KEM は足圧中心前後位置によって有意に予測され ($P=0.015$ 、 $R^2=0.227$ 、 $\beta=0.513$)、非術側の KEM は VGRF によって有意に予測された ($P=0.018$ 、 $R^2=0.213$ 、 $\beta=0.500$)。また、KEM の LSI は VGRF によって有意に予測された ($P<0.001$ 、 $R^2=0.621$ 、 $\beta=0.800$)。

術側と非術側の比較では、KEM ($P=0.001$ 、術側： 1.43 ± 0.33 Nm/kg/m、非術側： 1.84 ± 0.41 Nm/kg/m) および VGRF ($P=0.005$ 、術側： 11.9 ± 2.3 N/kg、非術側： 14.6 ± 3.5 N/kg) は術側で有意に低値を示した。他に有意差を認める変数はなかった。

【考察】

本研究は、ACL 再建術後の着地動作において、術側の足圧中心が後方に変位すると、術側 KEM は大きく、非術側の VGRF、VGRF の LSI が大きいほど、非術側 KEM、KEM の LSI が大きくなることを示した。また着地動作時の KEM、VGRF は非術側より術側で小さくなることが示された。

動作時の KEM は、床反力ベクトルと膝関節中心間の距離であるモーメントアームに影響を受ける。足圧中心は床反力の作用点であるため、足圧中心が後方に移動すると床反力ベクトルは膝関節中心から遠くなる。そのため、モーメントアームが長くなり術側 KEM が大きくなりうる。本研究では、足圧中心前後位置の変位によりモーメントアームが変化したため、術側 KEM と足圧中心前後位置が関連したと考えられた。

VGRF は、モーメントを決定づける重要な要素であると報告されている。本研究は非術側と LSI において VGRF と KEM は関連することを示し、先行研究結果を支持する結果であった。

本研究では KEM と関連する変数が術側と非術側で異なる結果であった。また術側 KEM と VGRF は非術側よりも小さいことを示し、この結果は先行研究結果を支持していた。ACL 再建術後患者は、術側 KEM を減少させる戦略として、着地時の負荷を非術側へ避けることで術側の VGRF を減少させ、さらに術側の足圧中心位置を前方に変位させた可能性が考えられた。

ACL 再建術後患者は、着地動作時の術側 KEM が非術側 KEM より小さく、それによる KEM の左右非対称が再損傷の危険因子であると報告されている。そのため、臨床現場において、簡便な KEM の評価、改善方法が求められている。足圧中心前後位置と VGRF は、床反力計によって簡便に測定が可能である。本研究結果より、着地動作時の足圧中心前後位置や VGRF の評価は、KEM 評価の代替手段となり得ることが示唆された。

【結語】

ACL 再建術後の着地動作において、術側 KEM は足圧中心前後位置によって予測され、非術側 KEM、KEM の LSI は VGRF によって予測された。臨床現場において足圧中心前後位置と VGRF を評価することは、ACL 再建術後において着地動作時の KEM を推定するのに有用である。