

足関節不安定性のジャンプ動作時における動態分析

Dynamic Analysis of Chronic Ankle Instability during Jump Task

スポーツ医科学研究領域

5008A022-1 北浦 敦士

研究指導教員：福林 徹 教授

【緒言】足関節はスポーツ活動中に発生する傷害の中で、最も頻度の高い部位である。中でも足関節のスポーツ傷害として足関節内反捻挫は多く発生する急性外傷の1つである。内反捻挫既往者の内反捻挫再発率は高く、再受傷によって足関節不安定症(Chronic Ankle Instability: CAI)に移行するとされている。繰り返しの捻挫はCAIをもたらし、不安定性を有することで足関節内反捻挫のリスクが高まり、再受傷へとつながる。足関節内反捻挫によって足関節は機能的、機械的変化を起こし、この変化が捻挫の再発につながると考えられる。

本研究では足関節内反捻挫の代表的な受傷機転であるジャンプ着地動作に着目し、足関節不安定性を有する者の着地動作における動態を明らかにし、足関節周囲筋、足底圧分布、動作解析について検討を行った。

【実験1】足関節不安定性が連続ジャンプ動作における足関節周囲筋、足底圧分布に及ぼす影響の検討を行った。

<方法>対象は大学男子サッカー部に所属し、過去3年以内に片足において2回以上の足関節内反捻挫の既往がある者と両足において足関節内反捻挫の既往のない者とした。本実験では機械的不安定性(Mechanical Instability:MI)と機能的安定性(Functional Instability:FI)の2つの不安定性を有する者を足関節不安定性群(Chronic Ankle Instability:CAI)とし2つの不安定性のない者を対照群(Control:CON)とした。MIの評価として、整形外科医による内反ストレステストと前方引き出しテストを行った。FIの評価はKarlssonらによってつくられた評価法を用いた。CAI群7名の7肢、CON群5名の7肢を対象とした。実験試技は裸足にて片脚(One Leg:OL)の5回連続垂直ジャンプとした。成功試技3試行の5回着地のうち、2回目から4回目の計3回の着地を解析対象とした。ジャンプ着地時

における足底圧分布をF-scan(NITTA 社製)を用い、サンプリング周波数100Hzにて計測し、足底を9分割し、各部位の着地時における圧力値(kg/cm²)を算出した。ジャンプ着地時の筋活動量に関しては表面筋電計(ME6000TS, Mega Electronics 社製)を用い、サンプリング周波数1000Hzにて計測し、TA、PL、MG、GMedの4つを対象筋とした。ジャンプ着地時の接地期を統一するために1回の接地期をパーセンタージ化し、toe contactからtoe offまでを1周期の接地と定義した。1周期を100%とし、10%毎の足底圧と筋活動量を計測した。

統計処理は、試行3回の平均値を用い、足底圧分布、筋活動量の比較に二元配置分散分析を行い、事後検定としてBonferroniの多重比較検定を行い、%毎の値を群間で比較した。有意水準は $p<0.05$ とした。

<結果>外側列ではLFF(lateral fore foot)がearly contactの10%でCAI群がCON群より有意に高い値を示した。LM(lateral midfoot)ではearly contactの20%、mid contactの50%、60%でCAI群がCON群より有意に高い値を示した。LH(lateral heel)では2群間で有意な差は認められなかった(Fig.1)。内側列ではH(hallux)がmid contactの60%で、CON群がCAI群より有意に高い値を示したが、MF(medial forefoot)、MH(medial heel)において群間で有意な差は認められなかった。筋活動量の経時的変化を(Fig.2)に示した。PLではearly contactの20%、mid contactの40%、50%で、CAI群がCON群に比べて有意に低い値を示した。MGではearly contactの10%でCAI群がCON群に比べて有意に高い値を示した。GMedではmid contactの30%、40%、late contactの90%でCAI群がCON群に比べて有意に低い値を示した。TAに関しては2群間で差は認められなかった。

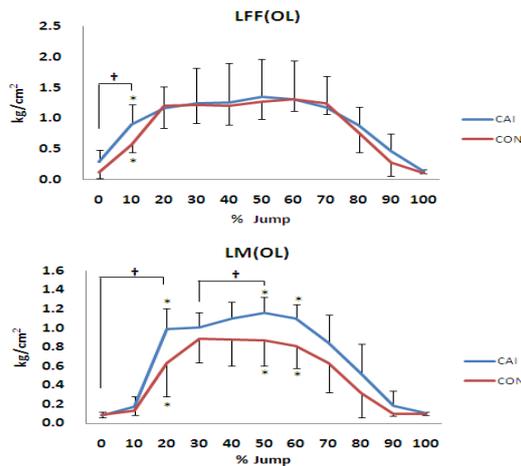


Fig.1 Plantar pressure of outside line (OL)

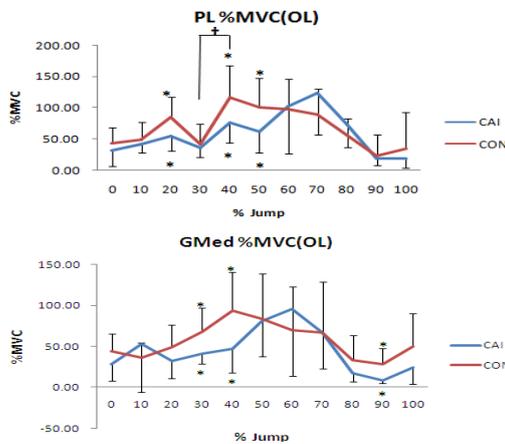


Fig.2 Muscle activity of PL and GMed(OL)

<考察>early contactからmid contactにかけてCAI群は外側荷重傾向であることがわかった。これは、同時期におけるPLの筋活動の低下が一つ大きな原因として考えられる。また、mid contactにおいてはPLだけでなくGMedも同時に筋活動量を低下させていることから、足関節だけでなく股関節での姿勢制御も困難になることで着地における足底圧のコントロールがより困難になり、外側荷重の傾向を示したのではないかと考えられる。

【実験2】連続ジャンプ動作時の足関節3次元動作解析

<方法>実験 2-1 として Andriacchi らによる Point Cluster Technique(PCT)プログラムを参考に、膝関節用のアルゴリズムを改変し、足関節用のアルゴリズムを作成し、改変したアルゴリズムから導き出される値の精度、正確性を検証するため、足関節モデルを用いた実験を行っ

た。実験の結果から改変した足関節用 PCT アルゴリズムは足関節の外転・内転、外反・内反、底屈・背屈の運動を詳細に記述しうるものであることを確認した。実験 2-2 では改変したアルゴリズムを人に用い、連続ジャンプ動作時の足関節 3 次元動作解析を行った。某高校男子サッカー一部に所属する 14 名を対象とし、CAI 群 7 名の 7 肢、CON 群 6 名の 6 肢を対象とした。群分け、実験試技に関しては第 1 実験と同様の方法を行った。計測された三次元位置座標より、PCT を用いて足関節外転・内転、外反・内反、底屈・背屈角度を算出した。

統計処理は、対象者の試行 3 回の平均値を用いた。各角度の時系列変化と%毎の値の比較に二元配置分散分析を行い、事後検定として Bonferroni の多重比較検定を行った。偏位量の比較に関しては対応のない t 検定を行った。有意水準は共に $p < 0.05$ とした。

<結果>6方向すべてにおいて着地前、着地後に2群間で有意な差は認められなかった。外反・内反では着地後、群間で異なった動態傾向を示し、CAI群はCON群に比べると内反位傾向であるが有意な差は認められなかった。外転・内転、底屈・背屈においても有意な差は認められなかった。0-10%における偏位量はCAI群で内反傾向に有意な値を示した。mid contact後の偏位量では30-50%における偏位量はCAI群で内転傾向に有意な値を示した。

<考察>着地後では関節角度の偏位量において違いがみられたことから、着地してからの荷重環境下では関節の不安定性の関与が考えられ、第1実験の結果にみられた股関節・足関節周囲筋の機能低下も今回の結果に影響を及ぼしていることが推測される。

【総合考察】関節の不安定性の影響は着地後の筋機能に影響すると考えられ、外側荷重や内反、内転への関節運動の制御には足関節周囲に限らず股関節を含めた体幹部の筋の筋機能の改善も必要であると考えられる。

【結論】着地前においては筋活動、関節運動共に群間で有意な差はなく、着地後において足底圧、筋活動、関節運動に群間で有意な差があることがわかった。