



下肢の荷重関節を力学的に考える ～まずは足元から～

橋本 雅至 (ハシモト マサシ)
大阪河崎リハビリテーション大学

下肢荷重位での身体運動を行う際、足部・足関節には身体運動の土台としての機能が求められる。1つは運動の効果器として身体重量と筋力(内力)が地面を押し、地面からの反力(外力)を得て、身体は抗重力位にて活動し、姿勢保持や移動動作を可能にしている。また、地面の状態を感知するセンサーとして足底面をはじめ、足部、足関節には多くのメカのレセプターが存在することも周知のところである。目的動作を成功させるためには、感覚器による情報収集と運動器による効果の一連の流れが、協調性のある運動として捉えられる。今回、下肢荷重位での適切な効果器として足部・足関節に着目し、その機能を捉えるためのポイントについて解説する。

1. 力の伝達のための関節機能を考える

下肢関節だけではなく、可動性が大きい関節の多くは滑膜関節である。その構造は骨と骨をつなぐ関節包や靭帯、関節腔に満たされた関節液や骨の表面にある関節軟骨などが基本となる。これらにより、滑らかな関節運動と大きな可動性が担保される。しかし、過度な柔軟性を有する関節は、力の伝達の際に不利になることが予測される。関節をまたいで力が伝達される際、関節の固定性が重要となる。このように滑膜関節には柔軟性と固定性の相反する両方の性質が要求される。足部・足関節には多くの関節が存在し、この特性を考える上で関節弛緩性をふまえ、その可動性と力の伝達のための固定性の両面を考慮しなければならない。

2. 身体重心のコントロールを足底面(まずは足元)から考える

身体重量を受けて支持基底内に重心線が位置するようにコントロールしながら、姿勢は保持されている。身体の各部が調整して支持基底内に重心位置が常にとどまるように働いていると捉えられるが、一方、支持基底は重心線を常に受け続けるように自ら働く支持面(支持基底)の機能として捉える観点もある。姿勢調整のアプローチの際、前者は身体各部へ介入を行うことであり、後者は支持面(支持基底)に対して介入することを主に行うこととなる。

三次元動作解析装置などを用いて床反力データと身体各部の座標データから動力学(逆動力学)的に身体動作を評価する際、床に接する足部から関節モーメントを算出し、膝、股関節、体幹へと力学データの推定計算が行われる。つまり、身体各部の運動は不明でも、調整(運動)した結果が、力学的には床反力に表現されており、身体の内力が不明でも足部が床を押し、その反力(外力)が身体を動かす力源となるという観点である。身体各部の働きが統合され最終的に足部がどのように床を押し、反力を受けるかが動作の結果を決定すると言っても過言ではない。よって立位、歩行やスポーツ動作では、床面に接する足部・足関節が床面(地面)に力を伝達し、地面反力(床反力)を受ける唯一の効果器として、下肢荷重位において大きな役割を有する。