

はじめに：荷重条件下の足関節では、その関節面形状が受動的安定性に重要な役割を果たすことが知られている。本研究では、そのメカニズムの詳細は明らかにするため、垂直負荷下の足関節に 2 次的負荷が加えられた際の関節応力分布の変化は、関節安定性の保持に合理的な再現性のあるパターンを示すことを検証する。

方法：新鮮凍結屍体標本 6 足関節が、周囲の靭帯を温存した状態で、力学負荷試験に処された。足関節は、下腿軸方向に体重相当の負荷下に数種の既定された肢位で保持され、足部に 2 次的負荷が加えられた。2 次的負荷の様式は、前後方向引き出し、内反-外反、および内旋-外旋で、当該方向以外の運動は制限しなかった。脛骨-距骨間の関節接触圧分布は、高解像度圧センサーによって継続的に計測した。この 2 次的負荷前後の圧分布の差を、随伴する応力分布の変化とみなし、負荷様式および関節肢位ごとに記録した。さらに、このデータを足関節面形状のコンピューターモデルに取り込み、関節応力変化の安定性保持に対する寄与度を解析した。

結果：実験においては、前方引き出しでは関節前方で、後方引き出しでは後方で、再現性のある局所的応力増加が確認された。冠状断面回旋負荷によっても、相応の応力変化が生じていた。内旋負荷では前外側および後内側、外旋負荷では前内側および後外側という、対角する位置で応力増加が生じた。モデル解析では、これらの応力分布の変化パターンそれぞれが、関節安定性保持に合理的であることが確認された。この応力変化の、関節安定性保持に対する寄与度の解析結果は、前後方向で 70%、内外反方向で 50%、内外旋方向で 30% であった。

結論：実験によって確認された関節応力分布の変化パターンは、足関節の受動的安定性における関節面形状の役割を例証するものであった。また、そこから算出された関節安定性保持に対する寄与度は、過去の研究と合致していた。これらの結果は、関節内応力分布の再配分による関節安定性の保持という理論的メカニズムを支持するものである。

臨床との関連：荷重条件下における足関節の受動的安定性は、関節面形状の完全度に大きく影響されると考えられる。すなわち、あらゆる関節面形状の異常は、歩行動作中の関節運動に影響を及ぼす可能性があるということである。