

■ 運動器理学療法 18

膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす生体力学的影響

中山 善文¹⁾, 長尾 恵里²⁾, 金井 章³⁾, 橋本 修一¹⁾, 角谷 幸宏¹⁾, 小山 佳祐¹⁾, 福島 恭平¹⁾, 米川 正洋(MD)⁴⁾, 石原 正博(PO)⁵⁾

1) 光生会病院 リハビリテーション科, 2) 豊橋整形外科 江崎病院 リハビリテーション科
3) 豊橋創造大学大学院 健康科学研究科 運動機能解析学分野, 4) 光生会病院 整形外科, 5) 東名ブレース株式会社

key words 膝関節伸展制限・変形性膝関節症・三次元動作解析

【目的】

変形性膝関節症内側型(以下、OA膝)の末期においては、膝関節伸展制限による屈曲位歩行を呈している場合が多い。膝関節屈曲位は、一般的に靭帯や骨による支持性が減少するため、OA膝の歩行時の不安定性の一因となると推測される。本研究は、膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす生体力学的影響を検証することを目的とした。

【方法】

対象は下肢に現病、既往のない成人女性10名、平均年齢 23.5 ± 2.5 歳、平均身長 158.2 ± 6.4 cm、平均体重 49.5 ± 6.0 kgを対象とした。なお、利き足(ボールを蹴る側の下肢で右9名、左1名)を対象肢とした。膝関節伸展のみを制限する角度調節可能な軟性装具(東名ブレース株式会社と共同作製)を着用させ、左右均等に荷重した立位姿勢において、制限なし(以下、free群)と、膝関節伸展角度を -10° (以下10群)、 -20° (以下、20群)、 -30° (以下、30群)、 -40° (以下、40群)に制限した状態の5条件にて10mの自由歩行を行った。歩行解析は、Plug-In-Gaitのマーカセットにて、三次元動作解析装置VICON MX(Vicon Motion Systems社製)と床反力計OR6-7(AMTI社製)を用いて、それぞれの歩行時の膝関節角度及びモーメントを計測した。なお、5条件の歩行はランダムな順にそれぞれ3回ずつ実施し、得られた計測結果からPolygon(Vicon Motion Systems社製)を用いて歩行時の膝関節角度及びモーメントを算出し、荷重応答期、立脚中期、立脚終期における平均値を比較検討した。統計処理には、一元配置分散分析後、多重比較検定を行い、 $p < 0.01$ を有意差ありとした。

【説明と同意】

本研究は豊橋創造大学生命倫理委員会にて承認されており、対象者へは本研究の主旨を説明し、同意を得ている。

【結果】

膝関節伸展制限(以下、伸展制限)装具装着による歩行時の膝関節最大伸展角度はfree群 $-2.5 \pm 2.7^\circ$ 、10群 $-4.5 \pm 3.3^\circ$ 、20群 $-6.6 \pm 3.7^\circ$ 、30群 $-11.2 \pm 5.6^\circ$ 、40群 $-17.1 \pm 8.6^\circ$ であった。膝関節屈曲角度平均値は、荷重応答期および立脚中期においてfree群と比較して30群、40群では有意($p < 0.01$)な増加を認めた。立脚終期でも、free群と比較して30群、40群で有意($p < 0.01$)な増加を認め、伸展制限が強いほど屈曲角度は増加した。膝関節内反角度平均値は、荷重応答期および立脚中期において、free群と比較して40群では有意な($p < 0.01$)増加を認め、立脚終期ではfree群及び10群、20群と比較して40群では有意な($p < 0.01$)増加を認め、伸展制限が強いほど膝関節内反角度は増加した。外部膝関節伸展モーメント(以下、伸展モーメント)平均値は、立脚中期から立脚終期において、伸展制限が強いほど伸展モーメントは減少し、特にfree群と比較して40群で有意($p < 0.01$)な減少を認めた。その他の関節モーメントに有意な差は認めなかった。

【考察】

歩行時や荷重時の力学的負荷はOA膝の経過を左右する重要な因子であり、特にlateral thrustは重要な因子であることが示唆されている。本研究では、伸展制限が強いほど、荷重応答期、立脚中期、立脚終期での膝関節内反角度の増大を認めた。木村らはlateral thrustの主な運動成分は立脚初期の内反運動であると述べており、本研究の結果から、伸展制限の程度が歩行時の内反角度増大に影響を及ぼし、OA膝の病態の進行に関与している可能性が示唆された。関節モーメントにおいては、立脚終期での伸展モーメントに有意差を認めた。本来、この相では伸展モーメントが作用するが、伸展制限が強いほど立脚中期から終期での膝関節伸展角度の低下につながり、外部膝関節屈曲モーメント(以下、屈曲モーメント)が持続すると考えられる。津田らは歩行時の屈曲モーメントの増加が歩行時痛の増悪を反映していたと述べており、立脚中期から終期での膝関節伸展不足及び屈曲モーメントの持続が歩行時痛の一因となると考えられた。膝関節内反モーメントにおいては大きな差はなく、今後は隣接関節への影響を検討する必要がある。また、猪股らは20代の被験者における至適速度での歩行において、 20° 程度の制限ではほとんど変化がないと述べており、本研究の最大伸展制限も 20° 程度であり、伸展制限の程度も本研究の結果に影響していると考えられ、装具の制動力に対する検討も必要である。

【理学療法学研究としての意義】

膝関節伸展制限が歩行時の膝関節に及ぼす影響を検証することで、OA膝に対する理学療法における効果的な治療を導き出すための一助になると考えている。