

日本機械学会第 35 回 バイオエンジニアリング講演会 に参加して

源 平 隆 博

Takahiro GEMPEI

機械システム工学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は、2023 年 6 月 3 日から 4 日にかけて開催された日本機械学会第 35 回バイオエンジニアリング講演会に参加し、「変形性膝関節症の歩行動作の筋活動度と関節反力の筋骨格モデル解析」という題目でポスター発表を行った。以下に発表した内容を記載する。

2. 背景

変形性膝関節症（KOA）は症状が進行すると注射や手術といった、患者に対して金銭的・身体的負荷のかかる治療を行う必要がある。そのため、初期段階で症状を止める、遅延することが重要であり、その方法の一つとしてリハビリテーションがあげられる。KOA の病態と進行は膝周囲の力学場と密接に関連するため、リハビリテーションによる治療では膝周囲の特異的な負荷の評価と解明が必要である。これに対し、筋骨格モデルによる筋力推定が有用であると考えられ、力学場に影響する患者個々の歩行動作を捉える必要がある。本研究では、KOA 患者の膝周囲における力学的負荷の傾向の評価を目的として、患者と健常者の身長、体重、歩行動作を反映した筋力推定を行い、発揮される筋活動度と関節反力を評価・比較した。

3. 方法

健常者（身長 174.5cm、体重 68kg）と患者 A（身長 155.6cm、体重 49kg）、患者 B（身長 150cm、体重 58kg）、患者 C（身長 154cm、体重 53kg）の歩行動作をモーションキャプチャシステム Vicon に

より計測した。次に、筋骨格シミュレーションシステム AnyBody Modeling System を使い、各モデルの逆動力学解析を行い、歩行の一周期における右足の筋活動度、膝関節反力、足関節反力の変化の推定・比較を行った。

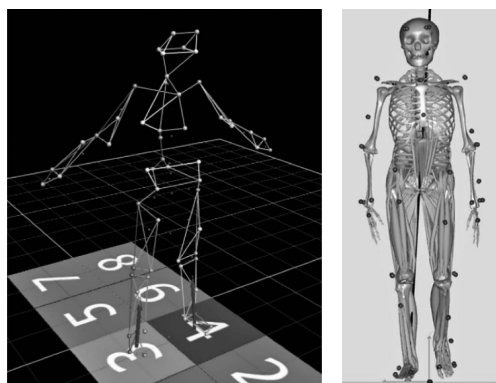


図 1 左 Vicon 右 筋骨格モデル

4. 結果

蹴り出しの際、健常者の下肢三頭筋における筋活動度は、ヒラメ筋外側と腓腹筋内側の発揮量が同程度である（図 2 左上）が、患者は、ヒラメ筋外側と腓腹筋外側の発揮量が同程度（図 2 右上、左下、右下）であった。このことから、患者らの下肢三頭筋の発揮量のバランスが健常者と比較して、外側に偏った配分になっていることがわかった。

また、蹴り出しの際に、健常者の前後方向の膝関節反力は -20N/weight 程度（図 3 左上）であったが、患者らは $-30 \sim -40\text{N/weight}$ 程度（図 3 右上、左下、右下）であった。さらに、蹴り出しの際に、健常者の前後方向の足関節反力は 20N/weight 程度であったが、患者らは $30 \sim 40\text{N/weight}$ 程度であった。これらのことから、蹴り出しの際に、患者らは、健常者と比較して大きい関節反力がかかっていることがわかる。

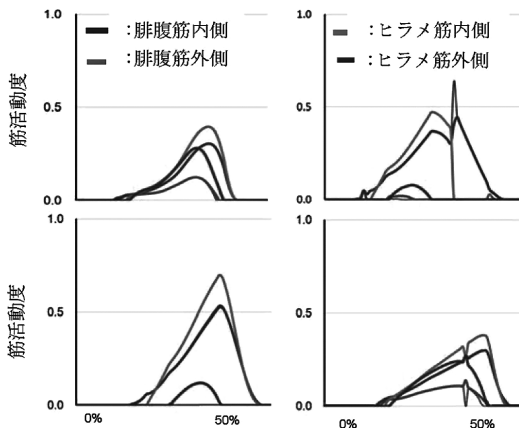


図2 右足の筋活動度の変化
(左上：健康者，右上：患者 A，左下：患者 B，右下：患者 C)

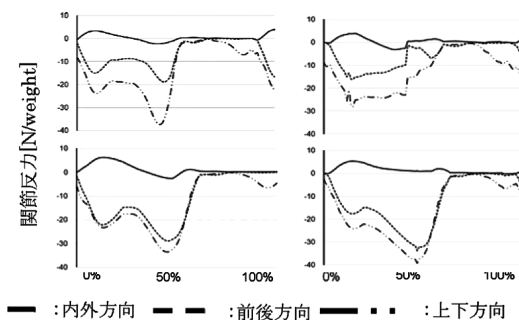


図3 右足の膝関節反力の変化
(左上：健康者，右上：患者 A，左下：患者 B，右下：患者 C)

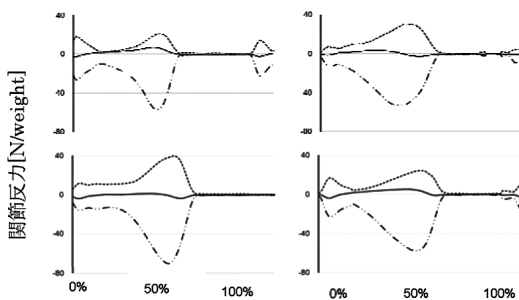


図4 右足の足関節力の変化
(左上：健康者，右上：患者 A，左下：患者 B，右下：患者 C)

5. 考察

腓腹筋は膝関節の屈曲に作用する筋であり，結果から健康者と比較して患者らの腓腹筋内側の筋活動度が小さいことから，患者らの膝屈曲機能が低下しているといえる．またヒラメ筋は足関節の底屈に作用する筋であり，結果から健康者と比較して患者らのヒラメ筋外側の筋活動度が大きいことから，患者らの足関節底屈機能が増加しているといえる．次に，結果から健康者と比較して患者らの関節反力が大きいことから，患者らが健康者と比較して関節に負荷のかかる歩行姿勢を取っていることがわかる．

これらのことから，患者らは膝をかばうような代償的歩行をしていると考えられる．そして，結果から得られた患者らの値の傾向は KOA の臨床における特徴と一致している．

6. まとめ

健康者 1 名と患者 3 名の歩行を筋骨格解析し，筋活動度，膝関節反力，足関節反力を評価・比較した．臨床における KOA の特徴と一致した結果を得ることができた．