

関節モーメントの力学的仕事に関する考察  
—関節モーメントの信頼性の評価—

新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科・  
Aduayom Ahego Akouetevi  
医療福祉学研究科・江原義弘

【背景】

3次元動作分析にあたって関節中心の位置を正確に推定することが重要である。これによって関節モーメント計算の精度が左右されるからである。また計算された関節モーメントの信頼性を評価する良い方法がなかった。そこで本研究では関節モーメントが生み出す力学的仕事に着眼することで関節中心位置を正確に推定し、より信頼性の高い関節モーメントの値を計算することを試みた。

【方法】

被験者は健常男性1名であった。被験者に臨床歩行分析研究会の方法に則り肩峰、ASISと大転子の間の遠位1/3、膝、足、中足骨など身体15箇所に反射マーカを貼付した。被験者を左右の足がそれぞれ別の床反力計に乗るように立たせ、体幹を約40度前傾させたお辞儀の姿勢を動作開始姿勢とした。ここから4秒ほどかけてゆっくり直立姿勢にさせた。この際、上肢は体幹の側面に沿わせてままとし、背中を曲げないなど極力体幹内の動きを起こさないように努めた。この間の動作をVICON(Oxford Metrics, 100Hz)、床反力計(AMTI, 1000Hz)で計測した。次にデータを臨床歩行分析研究会のDIFFGAITソフトを用いて、重心、関節モーメント、関節モーメントのパワーを計算した。さらにコンピュータ内部で股関節中心位置を5mm~55mmまで5mm刻みに後方に移動させ、重心・関節モーメント・関節モーメントのパワーを再計算した。

【結果】

まず股関節位置を通常のDIFF方式に則って推定した場合について示す。図1に左右足関節が生み出した仕事、左右の足関節と左右の膝関節の生み出した仕事の和、左右の、足・膝・股関節の仕事の和を示した。足関節は負の仕事を示した。膝関節は正の仕事となり、足の仕事との和はほぼゼロを示した。股関節は正の仕事となり、下肢全体の仕事は股関節の仕事とほぼ一致した。この時の左右の下肢全体の仕事と位置エネルギーを図2に示す。

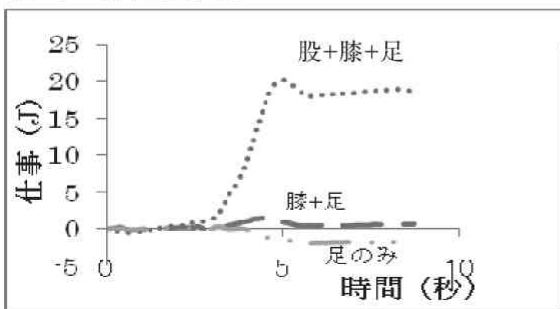


図1. 下肢の仕事

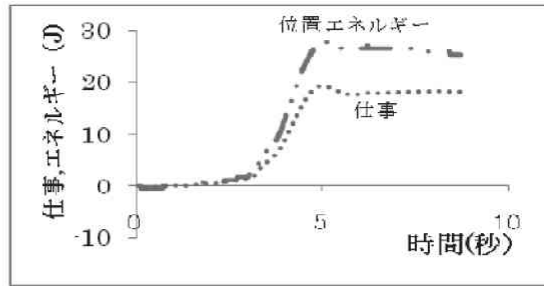


図2. 仕事と位置エネルギーの差

次にさらにコンピュータ内部で股関節中心位置を5mm~55mmまで5mm刻みに後方に移動させた場合の位置エネルギーと下肢全体の仕事について示す(図3)。ただし図3は図1、2とは別の試技である。位置エネルギーは股関節の位置によらずほぼ同様の変化を示した。仕事の変化は、股関節の位置が後方に変更されるに従って全体的により大きな値となった。股関節位置を後方25mm, 30mmに変更した場合に位置エネルギーの値にもっとも近くなった。すなわち最適値は25mmと30mmの間にあると考えられた。

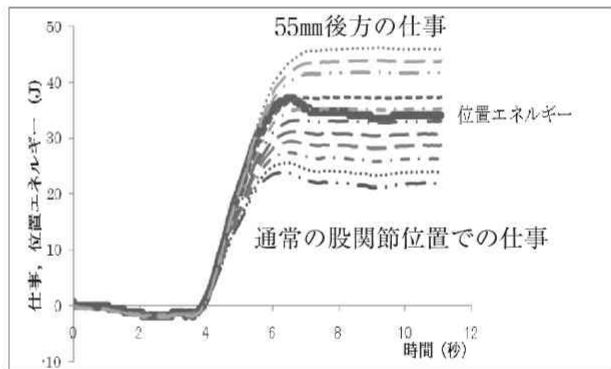


図3. 位置エネルギーと股関節位置を変化した場合の仕事

【考察】

物体に力学的仕事が付加されると、仕事をされた物体の力学的エネルギーがその分だけ上昇する。身体運動では関節モーメントの生み出した仕事が身体の力学的エネルギーの増加分と一致する。本課題動作では上肢は力学的仕事をしないので、下肢の仕事が身体の力学的エネルギーの増加分と一致する。運動エネルギーはゼロから増加し、途中で減少し、動作終了時点でゼロになる。したがって動作終了時の力学的エネルギーの増加分は位置エネルギーの増加分と一致する。今回の課題動作では足・膝の仕事は影響が少ないので、動作終了時点の位置エネルギーの増加分が動作終了時点の仕事の量と最も近い場合の股関節位置が、エネルギー論から見ればもっとも正確な股関節位置と考えられる。今回のデータではDIFFの推奨値より25mm~30mm後方の場合であった。

【結論】

このように位置エネルギーの増加と仕事量が一致するような関節中心を求めることによってより正確な股関節モーメントが計算できると思われる。