

1. 緒言

起立動作を行う上で必要な足関節、膝関節、股関節の発揮力が加齢に伴い低下してくる。また、高齢者は関節に負担の少ない前傾での立ち上がりを怖がるため、ますます立ち上がりが困難になる。自力での立ち上がりが行えるようにするには発揮力の向上及び、前傾姿勢での立ち上がりを習得するのが肝要である。

本研究では、患者の安全を確保しつつ膝関節への負担の少ない立ち上がり姿勢を習得し、最大限力が発揮できるシステムを検討する。

2. 立ち上がり訓練機概要

本研究では、前後 4 本 2 系列のロープを使い吊り上げ方式を採用した。図 1 に立ち上がり訓練機の全体図を示す。前後のロープをそれぞれモータで操作し、関節の負担が少ない立ち上がり姿勢へ患者を誘導する。同時に足首、膝、腰に角度センサを装着することで各関節の角度を測定し、床反力計を用いて重心位置と荷重を測定して算出した関節モーメントを常時センシングしながら最大発揮力の維持を行うために、ロードセルより測定した張力を用いて吊り上げ力制御を行う。

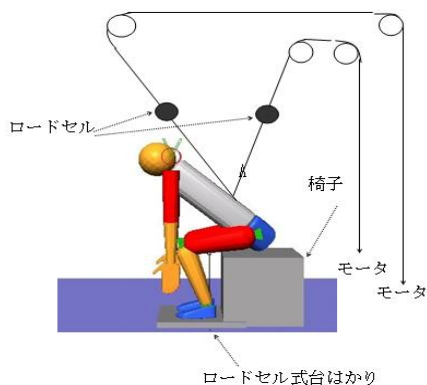


図 1 立ち上がり訓練機

3. 姿勢および吊り上げ力制御実験

3-1 姿勢制御及び実験結果

関節に負担のかからない立ち上がり姿勢への誘導方法を検討する。まず、理想の立ち上がり姿勢で立ち上がる時の前後のロープの長さの変位をシミュレーションから得る。そのデータを訓練機にリアルタイムで参照させ、現在のロープの長さとの差から速度を調節する。ここで、後方ロープは吊り上げ力制御に用いるため変更させず、現在の後方ロープの長さとの軌跡上の後方ロープの長さを比べ一致する時の前方ロープの長さを出力する。それを現在の前方ロープの長さとの比、先端位置を理想の軌跡上にもっていくように前方のモータの速度を与える方法で行った。

実験は、男性で身長 160cm 体重 60kg の健常者で行った。計測結果を図 2 に示す。横軸は後方ロープから

先端位置までの距離、縦軸は床からの距離である。

多少の誤差はあるもののほぼシミュレーションに添う形での立ち上がり姿勢へ誘導することが出来ている。また、被験者からは前傾姿勢に誘導させたという感想が得られていることからロープの長さを操作することによって関節に負担のかからない立ち上がり姿勢への誘導が出来ると考えられる。

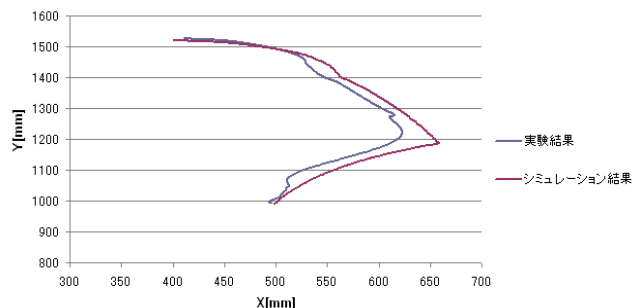


図 2 姿勢制御実験結果

3-2 吊り上げ力制御および実験結果

患者が最大限力を発揮し続け、下肢筋力向上のための吊り上げ力の制御を検討する。立ち上がりが行われる際、健常者では立ち始めた瞬間が最も膝関節モーメントが大きくなり、その後は徐々に減少する。患者においては膝関節モーメントが健常者ほど発揮できない。よって、立ち始めるまでは吊り上げ力を徐々に上昇させ、立ち始めると判断したときの関節モーメントをその患者の最大発揮力として記憶し、リアルタイムで計測される関節モーメントと比較を行い、そして、比較を行った際に関節モーメントが小さい場合はロープを緩め、吊り上げ力を減少させる。結果を図 3 に示す。図 3 では約 2 秒の地点で起立開始が行われており、その後最大発揮力が維持されているのが読み取れる。

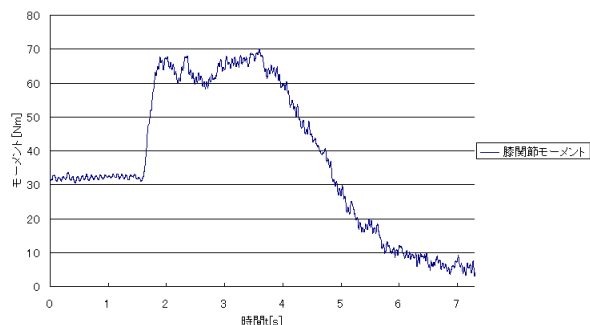


図 3 力制御時の膝関節モーメント

また、姿勢制御は吊り上げ力制御中においても 3-1 節の実験とほぼ同様の実験結果が得られ、姿勢制御と同時に吊り上げ力制御が行えていることが確認できた。