

1. 研究背景と目的

加齢にともなう筋力低下などが原因で歩行障害を持つ高齢者が増加している。このような歩行障害は初期にリハビリやケアをすることで予防することが可能である。理学療法士や看護師が付き添い体を支えながら立ち上がりを補助する方法が一般的にとられているが、患者が受身になることが多く、これでは身体機能の回復にはつながりにくい。

そこで本研究では、患者に膝への負担が少ない立ち上がり姿勢を習得してもらうことと、自立して身体機能回復のために最大限の努力をしてもらえようような訓練システムを開発するという目的を達成するために吊り機構を用いた立ち上がり訓練機を開発を行っている。今回は、初期姿勢の違いによる膝への負担と、リアルタイムで測定可能な角度センサについて検討した。

2. 各関節モーメントの推定方法

患者が立ち上がる時にかかる下肢への負担を調べるために、本研究では、各関節に加わるモーメントの推定を行っている。図1は各関節モーメントの計算に必要な変数の概要図である。図中のFとX1はそれぞれ床反力計から得られる床反力と荷重位置である。L1~L3は関節間の長さを表し、 $\theta_1 \sim \theta_2$ の各関節角度は、3次元動作解析カメラや角度センサから求めることができる。また、m1~m3については図2に示す一般的な人体の体重比を基に考えるものとする。モーメントM1(足関節)、M2(膝関節)、M3(股関節)は、以下の式によって求められる。

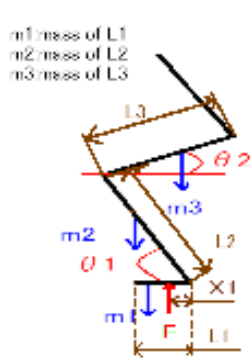


図1 モーメント計算に必要なデータ

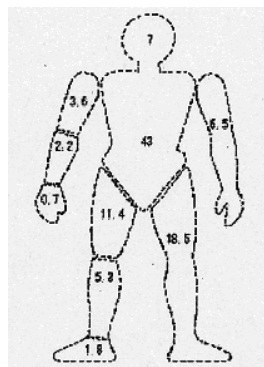


図2 人体の体重比

$$M_1 = Fx_1 - \frac{43}{100} L_1 m_1 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

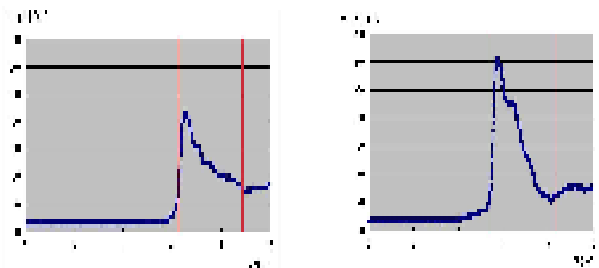
$$M_2 = F \{ L_2 \cos(\theta_1) - x_1 \} - \frac{43}{100} L_2 m_2 \cos(\theta_2) \cdot \cdot (2)$$

$$M_3 = F \{ L_3 \cos(\theta_2) - L_2 \cos(\theta_1) + x_1 \} - \frac{43}{100} L_3 m_3 \cos(\theta_2) \cdot \cdot (3)$$

3. 膝関節モーメント推定実験

今回は、立ち上がり時に最も負担が大きいとされる膝関節に焦点をおき、膝関節モーメント推定実験を行った。実験には、3次元動作解析カメラと床反力計を用いた。初期姿勢として足を引き上体を前傾させた(前のめり)姿勢と、上体を意識的に傾けない姿勢の2つを比較する。

4. 実験結果および考察



(a)前傾姿勢をとったとき (b)前傾姿勢でないとき

図3 それぞれの姿勢での膝関節モーメント推定結果

図3に推定結果を示す。(a)と(b)を比較すると、(a)の方が(b)に比べ膝関節モーメントがかなり小さいことが読み取れ、前傾によって荷重位置を前方にすることで膝への負担が小さくできると考えられる。このことから、腕を前に出す立ち上がり姿勢や前方に物を握った状態での立ち上がり姿勢をとることで、膝にかかる負担を小さくできると考えられる。

5. 新しい角度センサの製作

3次元動作解析カメラを用いた計測では、患者の状態をリアルタイムで把握することが困難なため、簡易に着脱可能な角度センサによる角度計測システムの導入を試みた。既存の1軸の加速度計を使った角度センサではノイズが大きく $\pm 90^\circ$ 付近の検出値に誤差があり、実質的に有効な角度領域が狭い。新たに導入する角度センサには3軸加速度計(ADXL330)を使用する。(現状1軸分のみ用いる)

新しいセンサ回路では、オペアンプを用いたローパスフィルタを設けることにより高周波成分を抑制し、ノイズが小さくなるように設計している。加速度計からの出力電圧の増幅も同様のオペアンプを用いた回路で行い、加速度計の傾斜角度によって0~8[V]の電圧が出力されるようにしている。また、傾斜角度 0° の時に4[V]の出力がされるように可変抵抗器を用いて調整している。

新しい角度センサの精度検証実験については、発表時に示す。