空気圧制御による立ち上がり補助/下肢トレーニング補助機器の開発

Development of Standing-up Assistance / Leg Training Auxiliary Apparatus by Pneumatic Control

正 河村隆 (信州大) 正 榎本祐嗣 (信州大)
正 小林俊一 (信州大) ○学 水上公博 (信州大)

Takashi KAWAMURA, Yuji ENOMOTO, Toshikazu KOBAYASHI
and Kimihiro MIZUKAMI Faculty of Textile Science & Technology,
Shinshu university, 3-15-1, Tokida, Ueda-shi, Nagano

In these years, low birthrate and longevity are rapidly progressing in advanced countries. It's important to reduce the number of elderly people who need care. And so this research paid its attention to the fall of elderly people's leg motor function. If leg motor functions, such as elderly people, are falling, operation by single-handed efforts, such as excretion, a walk, and standing-up and sitting-down operation, cannot be performed easily. Then, we developed the auxiliary apparatus for improving a leg motor function. The manufactured auxiliary apparatus assists standing-up and sitting down operation by an air cylinder. And the evaluation test was done using the manufactured auxiliary apparatus. By developing auxiliary apparatus, we aim at an improvement of elderly people's leg motor function and improvement in the quality of life. And we aim at spreading the auxiliary apparatus manufactured by this research, and finally we aims at decreasing a care burden.

Key Words: Air Cylinder. Rehabilitation. Training. Force and Position Control

1. 緒言

現在、急激な少子高齢化が進んでいる。これに伴って今後身体諸機能に障害を持った高齢者数が増え、介護を担う若年層が逆に減ることから、介護負担増加の問題をどう解決するかが課題となっている。

本研究は、高齢者の下肢運動機能の低下に着目した。高齢者など下肢機能が低下していると排泄、歩行、起立着座動作など独力での動作は容易におこなえない。そこで我々は下肢運動機能を向上させるための補助機器の開発をおこなった。

このような機器を開発することによって、高齢者の下肢機能の改善および生活の質(QOL)の向上を目指す。そして最終的に本研究で製作した補助機器を普及させることで、介護負担を軽減させることを目標としている。

2. 補助機器メカニズムの検討

下肢運動機能を向上させる方法として、通常の起立着座動作と同様の運動をおこなうことにした。下肢が衰えてくると独力での起立着座動作は困難となる。そこで下肢の機能を維持・向上させるために、起立着座動作を補助またはトレーニングすることができる機器の開発を目指す。

そこで動作を解析するため、高齢者の動作を撮影した。Fig.1に結果を示す。被験者の臀部の軌跡は、毎回一定ではなく、多少ぶれが生じていることがわかった。また被験者は、起立に比べ着座の軌跡が安定しないこともわかった。これは被験者が着座位置に不安をおぼえて着座地点を確認しながら動作をおこなっていたためである。

高齢者の動作中の臀部の軌跡を検討した結果、 $\pm 5\text{cm}$ 以内の変動を許す直線に近似できることがわかった。また図中の直線は、最小二乗法で求めたものである。臀部は通常柔らかく変形しやすく、座部の形状によっては 5cm 程度の変形は容易に得られることから、臀部を押し上げるメカニズムとして、1自由度直動メカニズムとすることとした。

3. 補助機器の製作

臀部を着座点より直線に移動させるためのアクチュエータとしてエアシリンダを用いた。エアシリンダを用いることにより、空気の圧縮性を用いた柔軟な動作が可能である。実

際に設計した補助機器を Fig.2 に示す。手すりの下部にクッションを設け、臀部が持ち上がった際に使用者が前方に転倒するのを防止する。手すりは補助機器のある土台に固定して、手すりが前方に転倒しないようにした。

Fig.1 The locus of elderly person's buttock

Fig.2 Auxiliary apparatus

4. 動作

本補助機器では全補助と部分補助の2つの動作がある。全補助は主に硬直した筋肉を柔軟にすることを目的として、部分補助はトレーニングを目的とする。そのため部分補助の動作において補助力の調節が必要である。

本補助機器は、使用者によって決められた空気圧をエアシリンダに送る。補助力を調節可能として補助力と自力での動作をおこなうことで、筋力の維持、向上が期待できる。

全補助での動作は、自力での動作を必要とせず、長年の運

動不足などにより硬直した筋肉を柔軟にする。そして部分補助の動作は、柔軟になった筋肉に負荷をかけることによって筋力を向上させる。

補助機器による起立着座動作は補助機器の操作者と補助機器の使用者の2名でおこなわれる。操作者は、コンピュータに必要な情報を入力する。使用者は椅子に座り手すりを持った状態で操作スイッチを押す。動作は、4種のモードがありそれぞれ1. 起立着座モード, 2. 起立モード, 3. 着座モード, 4. 中腰モードである。2, 3はロードセルによる力制御, 4は直線変位センサによる位置制御となる。

5. 補助機器使用の効果の測定

本研究で製作した補助機器を用いて下肢運動機能の効果の測定をおこなった。初めに、比較のため60歳の男性と22歳の男性2名の起立着座動作の撮影をおこなう。また、60歳の被験者は、膝に既往歴がある。そして60歳男性に補助機器によるトレーニングを3週間おこない、再び60歳男性の起立着座動作の撮影をおこなう。撮影した画像の臀部をプロットして軌跡をもとめる。22歳男性の最初に撮影した起立動作の軌跡を Fig.3, 同様に60歳男性の起立着座動作の軌跡を Figs.4-5に示す。Figs.4-5より補助機器使用前では、2回連続で動作をおこなった結果、それぞれの軌跡にぶれが生じていることがわかる。

本研究は、22歳男性の軌跡を理想の軌跡として60歳男性の軌跡との比較をおこなった。60歳男性の臀部の軌跡は22歳男性2名に比べ、ぶれが生じていることがわかる。そこで長期間補助機器を使用して、60歳男性の軌跡が22歳男性のように安定することで、下肢運動機能は改善したことになる判断した。3週間使用後の臀部の軌跡を Figs.4-5右図に示す。起立動作はわずかではあるが軌跡のぶれが減少したことがわかる。また着座動作に顕著な効果は見られなかった。

Fig.3 The locus of buttocks of a 22 years-old male's

Fig.4 The locus of buttocks of 60 years-old male's in standing-up operation
(left : before use, the right : after use)

Fig.5 The locus of buttocks of 60 years-old male's in sitting-down operation
(left : before use, the right : after use)

速度について検討した。22歳男性2名と60歳男性の着座位置からの臀部の速度変化を Figs.6-7に示す。22歳男性は、1, 2回目ともに2名とも最高速度に達する臀部の位置がほぼ一致することがわかる。これに対して Fig.7の左図から60歳男性は最高速度に達する臀部の位置に大きなずれが生じていることがわかる。そのため、22歳男性の臀部の速度変化を理想とする。

Figs.6-7から、60歳男性は、補助機器使用によって22歳男性同様に最高速度に達する位置が接近することがわかる。

Fig.6 Speed change of a 22 years-old male's buttocks(left : a young man A, the right : the young man B)

Fig.7 Speed change of a 60 years-old man's buttocks
(left : before use, the right : after three-week use)

7. 結言

本研究では、力および位置制御による補助機器を開発した。実際に補助機器によるトレーニング期間が短かったため下肢運動機能に顕著な効果はみられなかったが、臀部の軌跡にわずかながら改善がみられた。さらに今後本研究で製作した補助機器を実際に介護を必要とする多くの高齢者に使用することで、介護負担を軽減させる。

参考文献

- 1) 裏本雅之: エアシリンダの力および位置制御によるリハビリ/トレーニング補助機器の製作, 平成16年度(2005)日本機械学会北陸信越支部第42期総会・講演会