

高齢者の姿勢保持と重心移動のための空気圧装置の開発*

村松久巳**, 寺内 滯 央***

Development of Pneumatic Apparatus for Assistance of Standing and Shift in Center of Gravity in the Elderly

Hisami MURAMATSU, Reo TERAUCHI

Japan is facing a super-aged society. It is necessary to close a gap between life expectancy and healthy life expectancy in accordance with increase average life expectancy. Five-year Strategy for Medical Innovation robot was described in Japan Revitalization Strategy issued by the Cabinet Office. In conformity with the principle of it, both the METI and the MHLW advance the undertaking in development and promotion of nursing-care equipment utilized robotics technology. Priority areas of the undertaking are transferring care, movement support, excretion support and watch support. For the care and the supports, it is important to hold standing position and to shift in center of gravity in the elderly. We have been developed a pneumatic apparatus composed from a support device for standing and a support device for shift in center of gravity. The support device for standing can hold standing posture. The support device for shift in center of gravity can assist stepping motion. Though the elderly frequently adopts hip strategy when standing posture is unstable, the pneumatic apparatus can't support motion of the hip strategy. In this study, we add a new function to the support device for standing in order to assist motion during the hip strategy. The support device for standing is consisted of a suspender, a stopper, a back gripper, a harness and a belt. Pneumatic artificial rubber muscles in the back gripper grasp a connecting bar and other pneumatic artificial rubber muscles in the suspender hold a trunk of the subject. Pneumatic artificial rubber muscles are newly installed to incline the support device for standing. By means of tipping the suspender to front around the center of the back gripper, the subject wearing the support device for standing inclines to front. Relationship between angular displacement of the suspender and pressure supplied to the pneumatic artificial rubber muscles is examined experimentally. It is shown that the improved pneumatic apparatus is available to assist the motion during the hip strategy judging from trajectories of center of pressure measured by a stabilograph.

Key Words: Pneumatics, Aged person, Hip strategy, Support device, Trajectory of center of pressure, Stabilometer

1. 緒 言

厚生労働省が2014年7月に2013年における日本人の平均寿命を公表した¹⁾。男性80.21歳、女性86.61歳となり、男性の寿命ははじめて80歳を超え、女性は世界の寿命である。平均寿命の向上に加えて、平均寿命まで健康に生活できることが大切であり、健康寿命に関するつぎの方針が示されている。「日本再興戦略」の第2章2節 戦略市場創造プランに示された、テーマ1:「国民の健康寿命の延伸」にロボット介護機器開発5カ年計画²⁾が述べられている。これをうけて経済産業省と厚生労働省では、ロボット技術の介護利用を具体的に移乗介助、移動支援、排泄支援および見守り支援を重点分野と定め、両省は連携して事業を推進している³⁾。従来の複雑かつ高額なロボットから、単純かつ安価で利便性の高いロボット介護機器の開発をめざし、2025年の需要に応えるように計画している。身体機能の低下した高齢者の移乗介

助、移動支援、排泄支援および介護者の身体への負荷低減のために、高齢者の立位保持は大切な身体能力である。さらに歩行に向けて、前段階に立位姿勢の保持と外乱に対する姿勢調節の機能が求められる。著者らは立位保持装置⁴⁾とこれを発展した空気圧装置⁵⁾の開発を進めており、静止立位の保持、左右方向への重心の移動および図1(d)のステッピング方略が支援できることを明らかにした。しかし高齢者は外乱に対して図1(a)の静止立位を保持するとき、図1(b)の足関節方略に比べて図1(c)の股関節方略を多くとると報告されているが⁶⁾、本空気圧装置にはこの機能がない。そこで本研究では静止立位の姿勢から股関節方略の姿勢に移す支援機能を空気圧装置に付加し、この効果を実験的に明らかにすることを目的とする。

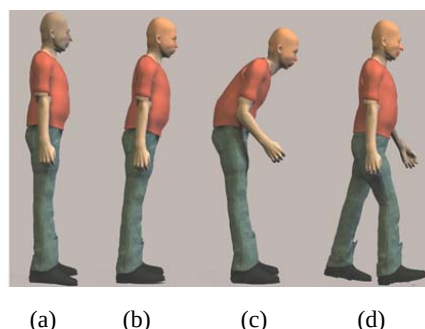


Fig. 1 Standing position and three strategies

* 平成26年8月5日 原稿受付

** 沼津工業高等専門学校 機械工学科
(所在地: 静岡県沼津市大岡 3600)
(E-mail: muramatsu@numazu-ct.ac.jp)

*** 沼津工業高等専門学校 機械工学科 学生

2. 空気圧装置に加えた機能

空気圧装置は立位保持装置と重心移動装置から構成されている。これら2つの装置の構造については前報⁶⁾に述べているので、本研究で追加した部分について述べる。図2は平行棒に取り付けた空気圧装置の前方部分を断面図示し、被験者にこの装置を装着した状態を示す。空気圧ゴム人工筋肉の一端を立位保持装置のストッパに接続し、さらに他端を平行棒の支柱に固定する。空気圧ゴム人工筋肉（Festo 社 MXAM-20-AA）を2本並列配置し、供給圧力 $P_2=0.1\sim0.5\text{MPa(gauge)}$ で加圧し収縮する。側方把持部は平行棒を把持している状態であり、前後に移動しない。バックグリップの供給圧力 P_1 を変えて、バックグリップに内蔵した4本の空気圧ゴム人工筋肉による連結棒を把持する力を調整する。この後、サスペンダにつないだ空気圧ゴム人工筋肉を加圧すると、静止立位の状態を支援しているサスペンダは前方に傾斜し、このときの角度 θ を測定した。さらに重心動揺計（アニマ社 GP-5000）を用いて、圧中心の軌跡を測定した。健康な成人男性がサポート、重り、エプロンおよびゴーグルを装着し、擬似高齢者となりこれを被験者とした。

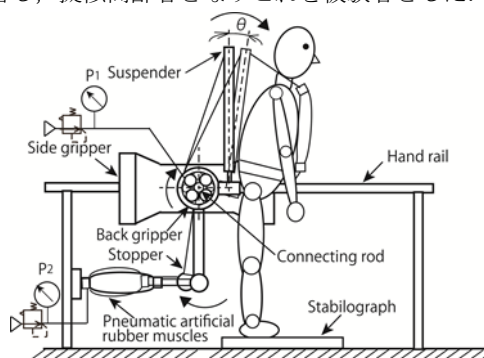


Fig.2 Mechanism for assistance of hip strategy

3. サスペンダの傾斜角

図3にサスペンダの傾斜角 θ と空気圧ゴム人工筋肉への供給圧力 P_2 の関係を示す。供給圧力 P_2 を 0.1 から 0.4MPa(gauge)に増加すると、ストッパを引く力が増加して傾斜角は増加するが、0.4MPa(gauge)以上ではほぼ一定となる。またバックグリップへの供給圧力 P_1 が小さいすなわち連結棒の把持力が小さいほど、傾斜角は大きい。

4. 圧中心の移動

図4(a)は空気圧装置を装着しないで、被験者が静止立位から股関節方略の姿勢に随意的に変化したときの圧中心 COP の軌跡を示す。COP が不規則に振れる2つの領域があり、前後方向の-2cm 近傍の位置が静止立位であり、

1.5cm 近傍の位置が股関節方略の姿勢の位置である。この2つの領域を結ぶ線が、2つの姿勢に移動するときの COP の軌跡である。図4(b)は空気圧装置を装着した場合 ($P_1=0.3\text{MPa gauge}$, $P_2=0.5\text{MPa gauge}$)の圧中心 COP の軌跡を示す。図4(a)に認められた2つの領域は存在しないこと、2つの姿勢に移動するときの COP の軌跡が図4(a)の2つの領域間の前後方向長さにほぼ等しい。

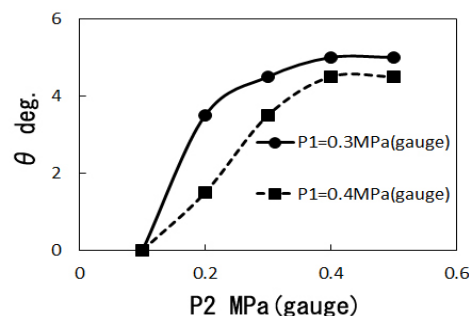


Fig.3 Angular displacements of suspender

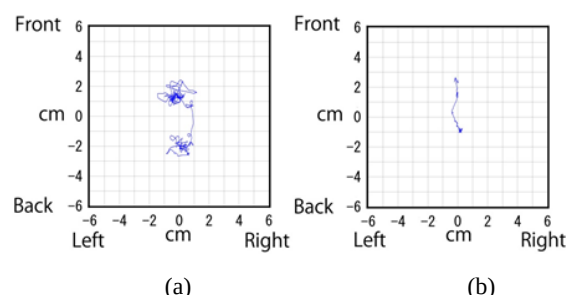


Fig.4 Trajectories of COP

5. 結 言

空気圧装置のストッパに空気圧ゴム人工筋肉を接続し、これによって発生する引張力を活用し、静止立位の姿勢から股関節方略の姿勢に移る支援機能を空気圧装置に追加することができた。今後、空気圧装置のアシストを力学的に検討する。

参考文献

- 厚生労働省：平成25年簡易生命表の概況，主な年齢の平均寿命，<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life13/dl/life13-02.pdf>
- 内閣府：日本再興戦略，http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf, p.68 (2013)
- 厚生労働省：ロボット介護機器開発5ヵ年計画について，<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/0000034903.pdf>, p.3 (2003)
- 村松久巳，柴野顕裕，小笠原和也：空気圧ゴム人工筋肉を用いた立位保持装置の開発，平成24年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集，p.55-57 (2012)
- 村松久巳，山本繁樹，千葉玲央：人間の歩行開始時の運動を支援する空気圧装置の開発，日本設計工学会秋季大会研究発表講演会講演論文集，p.193-194 (2013)
- Horak, F.B., Shupert, C.L., et al.: Components of postural dyscontrol in the elderly :a review, Neurobiol. Aging, 10, p727-738, (1989)