

加齢が起立動作中の筋力モビリティ楕円体に与える影響の解析と支援椅子の座面制御法への応用 Analysis of the Effect of Aging on Muscular Mobility Ellipsoids during Sit-to-Stand Motion and Application to Seat Control Method for Assistive Chair

○早瀬瑞華¹, 菊地謙¹, 古川淳一郎², 井藤隆秀², 森本淳³, 中村裕一³, 浅間一¹, 山下淳¹, 安琪¹
1. 東京大学, 2. 理化学研究所, 3. 京都大学

○Mizuka Hayase¹ Ken Kikuchi¹ Jun-ichiro Furukawa² Takahide Ito² Jun Morimoto³ Yuichi Nakamura³
Hajime Asama¹ Atushi Yamashita¹ and Qi An¹
1. The University of Tokyo, 2. RIKEN, 3. Kyoto University

1. 序論

日常動作の中でも起立動作は他の動作の起点となるため重要である。そのため様々な支援機器が開発されてきた。黒田らが開発した椅子型機器では、計測した起立動作中の大転子の軌道を座面で再現することで支援を行った¹⁾。膝の伸展に関する筋活動は減少したが、下肢後面の筋の活動は増加した。複数人の大転子の軌道の平均である座面の軌道とヒトの起立動作が合わず、前方への転倒を抑制するために活動したと考えられる。そこで、個人に合わせた軌道の生成が必要であると仮説を立てた。若年者と高齢者では起立動作が大きく異なることから、両者の起立動作を調査することで運動の特徴を解析する。先行研究において、股関節の筋力モビリティ楕円体という観点から起立動作を解析した結果、全身の伸展時に筋張力による運動方向が有意に異なっていることを示した²⁾。しかし、股関節における筋力モビリティ楕円体の算出では高齢者の特徴である上体の前屈が直接的に考慮されない。そこで本研究では、高齢者と若年者の起立動作を重心における筋力モビリティ楕円体を用いて解析し、その結果を用いて椅子型支援機器¹⁾の座面制御法を提案することを目的とする。

2. 高齢者と若年者の起立動作の解析

解析に用いたデータは健康若年者 6 名(男性:25.0±3.0 歳)健康高齢者 7 名(男性:65.7±2.5 歳)の起立動作の関節角度データである。先行研究²⁾と同様に関節角加速度を求め、重心において筋力モビリティ楕円体を算出した。なお、筋骨格モデルにおいて各リンクの長さ・質量と各筋の最大筋張力は身長体重から個人ごとに推定した値を用い、高齢者は若年者と比較して膝の伸展筋が弱まることから、膝の伸展に関する関節トルクを減少させることで筋力モビリティ楕円体のような変化が現れるか解析した。

長軸方向の角度を算出したところ、有意な差は見られなかったが、膝関節トルクを減少させた条件の方が下向きであることが示された。また、膝関節トルクを減少させた条件において長軸の長さが減少することが明らかになった。

3. 支援機器の効果検証実験

膝の伸展筋が弱まると最も力を出しやすい方向が下向きとなり、さらに加速度も小さくなることが明らかになった。この結果から、膝の伸展筋が弱まった高齢者を支援する際に、膝伸展筋が弱まっていない状況における長軸方向と実際の状態における長軸方向の差分方向を支援方向とすることで若年者に近い起立動作を実現できると期待される。

本実験の実験参加者は健康若年者 3 名(男性:25.0±2.8 歳)である。膝伸展筋が弱まった状態を模擬するため、大腿部に重りを装着して起立動作を行った(負荷あり条件)。支援方向は支援がない状態で負荷がある条件とない条件において起立動作を計測し、この差分方向とした。支援方向の算出後、再び負荷がある条件とない条件において行った起立動作に対して支援を行った。外腹斜筋、脊柱起立筋、外側広筋、大腿直筋、大腿二頭筋長頭、大殿筋、前脛骨筋、腓腹筋の 8 筋の筋活動を筋電計(Cometa 社

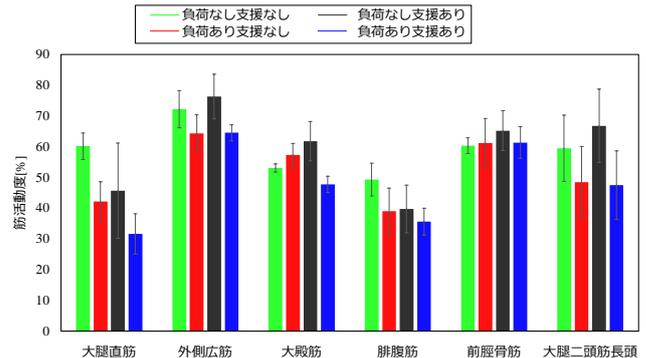


Fig. 1 最大筋活動度

Wave Infinity Mini)で計測した。個人ごとに各筋においてすべての試行の中での筋活動の最大値を用いて正規化した。筋活動の時間パターンの変化を評価するため、各筋において負荷なし支援なし条件と負荷あり支援あり条件間の相関係数を算出した。

4. 結果

計測した下肢の筋活動の最大筋活動度を Fig.1 に示す。負荷あり支援あり条件では、他の条件と比較して有意差は認められなかったが、筋活動が減少した。負荷なし支援あり条件においては複数の筋で筋活動が支援なし条件と比較して増加していることから、負荷がある条件に合わせて支援を行えたと考えられる。筋活動の相関係数は、すべての筋において 0.65 以上を示した。支援によって筋活動の時間パターンがずれていないといえ、個人に合わせて支援を行えたと考えられる。

5. 結論

本研究は個人に合わせた起立支援を行うため、膝の伸展筋の力が低下した際の運動に与える影響を解析し、提案した椅子型機器の座面の制御法の有効性を検証した。膝の伸展筋が弱まると身体を伸展させにくくなることが分かり、それに応じて支援の方向を決定することで個人に合わせて膝の伸展に関する筋活動を補助できた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22H01452 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 黒田大登, Qi An, 山川博司, 下田真吾, 古川淳一郎, 森本淳, 中村裕一, 倉爪亮, ヒトの起立動作を支援する椅子の開発-ジップチェーンアクチュエータを用いた座面の移動機構-. 第 39 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2021.
- 2) 早瀬瑞華, 菊地謙, 古川淳一郎, 井藤隆秀, 森本淳, 中村裕一, 浅間一, 山下淳, 安琪, 加齢が起立動作中の筋力モビリティ楕円体に与える影響. 第 24 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演論文集, 2023: 3004-3006.