

ヒトの起立姿勢制御機構のマルチモダリティ解析

人は複数の感覚入力から、脳神経系を介して全身の筋活動を制御することで姿勢制御を可能としている。上記の仕組みを解明し、感覚-筋活動のモデルを構築することは脳機能の推測につながり、リハビリテーションを初めとした医学的・生物学的意義は極めて大きい。姿勢制御モデルを考えるためには、感覚系に複数のモダリティが存在すること、運動系は冗長な筋によって制御されていることが重要となる。同時に、筋活動の計測により、姿勢の維持・変化に用いられる関節トルク成分のみならず、拮抗筋による内力成分が存在するという仮説を検証可能とすることも、姿勢制御を考察する上で重要である。

そこで、本研究では、健常者の起立姿勢維持を研究対象とし、感覚入力の変化による筋活動の変化を捉え、内力成分の存在を明らかにし、モデル化することを目的とする。

上記の目的に対し感覚入力の変化方法という課題が挙げられる。本研究では、姿勢制御に深く関係すると考えられる視覚・平衡感覚・体性感覚において、被験者に対してA)視覚：閉眼させることで阻害、B)平衡感覚：耳に冷水を注ぐカロリックテストを行うことで阻害、C)体性感覚：外部からの接触することで強調、を行う。上記の手法を用いて感覚を阻害・強調した際の筋活動を測定する。また、内力成分の存在を、阻害・強調時の筋活動と平常時の筋活動（トルク成分）との差分を求めることにより確認可能とする。

上記手法による実験を行い、筋活動計測を行った。その結果、感覚の阻害・強調に伴い被験者にA)平衡感覚のみ阻害時の起立姿勢維持(Fig.1 A)、B)平衡感覚ならびに視覚の同時阻害時の注水方向への姿勢傾斜(Fig.1 B)、C)視覚・平衡感覚阻害に加えた体性感覚強調時の姿勢傾斜の矯正および起立姿勢の維持(Fig.1 C)が観察された。ここで筋活動を測定した結果、視覚・平衡感覚双方を阻害した場合、姿勢を維持するトルク成分以上の筋活動が確認された。すなわち、新たな姿勢維持制御の可能性が示唆され、姿勢維持に必要なトルク成分がPID制御によって与えられるとともに、伸屈筋双方の活動を上げることによる、身体のスティッフネスを向上させる内力成分制御が存在する可能性を示した(Fig.2)。

Keywords: 移動知, 起立姿勢制御, 感覚阻害, マルチモダリティ解析

Reference

- [1] Hiroaki Ogawa, Ryusuke Chiba, Kaoru Takakusaki, Hajime Asama and Jun Ota, Method for obtaining quantitative change in muscle activities by difference in sensory inputs about human posture control, Proc. Int. Symp. on Adaptive Motion in Animals and Machines, 9/10 (2011)

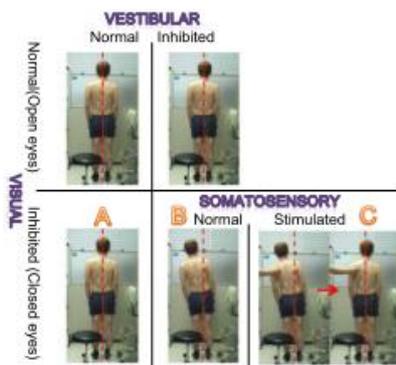


Fig.1 Postural changes

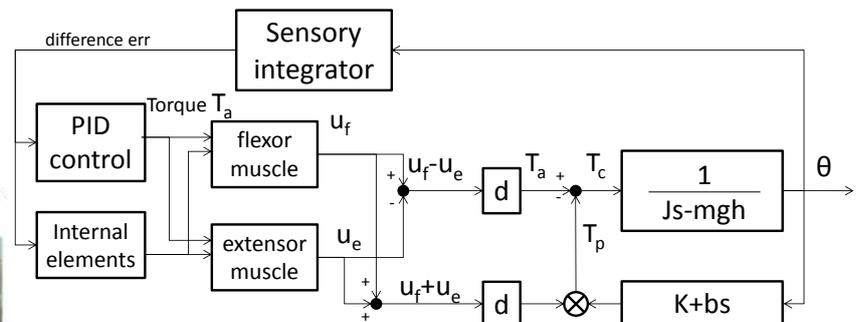


Fig.2 Posture control model with internal elements