

計算機モデルを用いたパーキンソン病患者の姿勢異常の表現

パーキンソン病(PD)は姿勢異常・運動機能障害等を伴う神経変性疾患である。高齢者の増加に伴う罹患者の増加が危惧されているが、その病理メカニズムの完全な解明には至っていない。そこで、メカニズム解明の方法論として、我々はPDの特徴である姿勢異常に着目し、PDの姿勢制御の計算機モデルの構築を目標としている。本研究[1]では、その初期段階として姿勢異常の計算機モデル上での表現を目的とする。

我々は、筋骨格モデル(Fig. 1)を直立立位姿勢(Fig. 2(A))で維持可能な神経系コントローラモデル(Fig. 3)を提案している[2]。筋骨格モデルは、頸部を含む17自由度94筋とすることで姿勢異常に必要な構成とする。神経系コントローラモデルは立位姿勢維持に必要な定常的な筋活動(筋緊張)を出力するフィードフォワード制御と、感覚入力に基づくフィードバック制御からなる。これらを用い、PDの異常姿勢(Fig. 2(B))を目標姿勢とする立位維持可能な神経系姿勢制御モデルのパラメータを最適化により求める。その結果、異常姿勢においても立位の維持に成功し、姿勢異常を計算機モデル上で表現可能であることを確認した。また、異常姿勢を目標姿勢とした場合、立位維持可能な筋緊張の値の増加が見られ、異常姿勢を呈することによって立位維持に必要な筋緊張が増加すると考えられる。

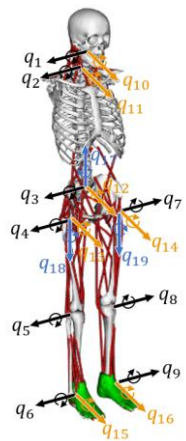
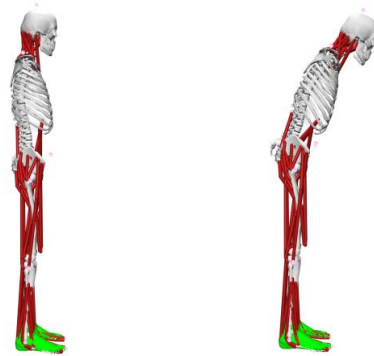


Fig. 1 筋骨格モデル



(A) 直立姿勢

(B) 異常姿勢

Fig. 2 目標姿勢

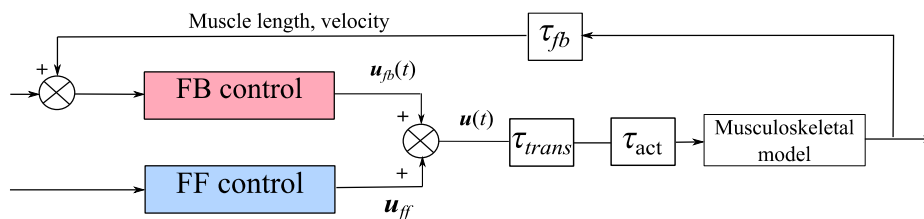


Fig. 3 神経系コントローラモデル. $u_{fb}(t), u_{ff}, u(t)$: フィードバック出力, フィードフォワード出力, 筋への出力, $\tau_{fb}, \tau_{trans}, \tau_{act}$: 神経回路における, 信号伝達, フィードバック, 筋活性による時間遅れ

Keywords: パーキンソン病, 姿勢制御モデル, 異常姿勢

References

- [1] Y. Omura, K. Kaminishi, R. Chiba, K. Takakusaki, and J. Ota, "Representation of Abnormal Posture in Computational Model for Constructing Posture Control Model of Parkinson's Disease", 自律分散システムシンポジウム, Tokyo, Japan, Jan., 25-26, 2020
- [2] P. Jiang, R. Chiba, K. Takakusaki, and J. Ota, "Generation of the human biped stance by a neural controller able to compensate neurological time delay," PLoS One, vol. 11, no. 9, 2016.