



博士（人間科学）学位論文 概要書

頸部・上肢への機械刺激が四肢運動ニューロン
興奮性に及ぼす影響

2000年1月

早稲田大学大学院人間科学研究科

平岡 浩一

動物の身体運動には皮質レベルにおける随意的な制御に加えて、それ以外の脊髄レベルでの不随意的で自動的な運動制御が動物の身体運動の制御の基礎となっている。ヒトが個々の筋の収縮のタイミングや活動程度を意識せずともスムーズに複雑な運動課題を実行できるのはこの脊髄レベルの制御が大きな役割を果たしている。

脊髄レベルの運動制御は生理学の分野で多くの先行研究の蓄積があるが、近年ではこの様な局部の機構の活動を観察する事に加えて異なる髄節間や異なる肢節間での協調についての観察が盛んに行われている。神経生理学的分野における移動動作発現機序の検討や運動科学における動的システム論などによる身体部位間協調の研究がその例である。

本研究ではヒトにおける支配髄節の離れた身体部位間の協調を観察する目的で頸部と四肢の間および上肢と下肢の間の協調について三分野に分けて検討した。まず第一には頸部牽引刺激が四肢に及ぼす影響を検討した。第二は上肢他動運動が下肢運動ニューロン興奮性に及ぼす影響を検討し、第三に上肢感覚神経に電気刺激を与えて下肢運動ニューロン興奮性に影響を与える上肢求心性インパルス責任求心性線維の同定を試みた。本論文は5章からなり、内容の概要は次の通りである。

「第1章 序論」では身体運動の制御に関する内的要因と外的要因について同一髄節におけるものと髄節間で作用するものに整理して概観した。その上で本研究の目的を説明し、解明のための実験の手法を提示した。

「第2章 頸部牽引刺激の四肢運動ニューロン興奮性への影響」では頸部牽引刺激がもたらす上肢屈筋および下肢伸筋運動ニューロン興奮性に対する影響についての実験を行い、更に痙縮を伴う中枢神経疾患に対して頸部牽引刺激を適用し、その効果を検討した。その結果、健常者を対象とした実験では3 kgfの強度の頸部牽引刺激によりヒラメ筋H波に若干の抑制を、FCRのH波では促通を観察した。これらの結果より、3 kgfの強度の頸部牽引刺激が四肢の伸筋運動ニューロン興奮性を抑制し、屈筋のそれを促通するものと推測された。また、3 kgfの強度の頸部牽引刺激において牽引刺激後のヒラメ筋H波振幅の抑制程度が経時的に拡大する傾向が観察された。痙縮症状のある中枢神経疾患に対する3 kgfの強度の頸部牽引刺激においても健常者を対象とした場合と同様に牽引後のヒラメ筋H波に抑制が起こる事を確認した。

「第3章 上肢他動運動の下肢運動ニューロン興奮性への影響」では様々な速度で肘関節他動運動を行い、その運動が下肢運動ニューロンに及ぼす影響を検討した。その結果、肘関節肢位の変更によるヒラメ筋H波振幅の大きな変化は観察されなかったにもかかわらず肘関節他動運動を条件

刺激とした場合にはヒラメ筋H波は促通傾向を示し、運動速度が速いほど、また試験側の反対側よりも同側を他動運動した場合の方がヒラメ筋H波促通が大きい結果となった。またその促通は20・40 msecと80・150 msec周辺の二相の潜時で観察された。これらの結果より他動運動が下肢運動ニューロン興奮性に及ぼす効果には筋紡錘を受容器とするI群求心性線維が主に関与すると考えられた。

「第4章 上肢経皮的電気刺激の下肢運動ニューロン興奮性への影響」では上肢感覚神経に対して経皮的電気刺激を行い、これらの刺激に起因する求心性インパルスが下肢伸筋の運動ニューロン興奮性に対する影響について検討した。その結果、刺激強度によりH波の回復曲線は異なるパターンを示した。短母指外転筋のM波閾値の1.4倍の試験刺激強度の条件では69 msecの潜時でヒラメ筋H波の抑制が観察され($I_{1.4}$)、その2.1倍の試験刺激強度の条件では13 msecの潜時でヒラメ筋H波の抑制が観察された($I_{2.1}$)。その伝導速度はそれぞれ19 m/secと39 m/secであった結果より、 $I_{1.4}$ の責任求心性線維はⅢ群線維、 $I_{2.1}$ の責任求心性線維はⅡ群線維である事が推測された。これらの抑制に関与する脊髄内経路は脊髄内のインパルス伝導時間の推計より $I_{2.1}$ では脊髄固有ニューロン、 $I_{1.4}$ では脊髄・延髄・脊髄路である可能性が推測されたが、これについては今後より精度の高い方法を用いた検討が必要であると考えられた。

「第5章 総括・結論」では実験の総括を行い、頸部牽引刺激による四肢運動ニューロン興奮性修飾および上肢受容器刺激による下肢運動ニューロン興奮性修飾の神経学的機序に関する仮説モデルを提示した。また、上肢固有受容器に由来する求心性インパルスと歩行における神経学的機序との関連についても検討し、今後の展望を提示した。