

氏 名 : 鈴木 伸弥  
専攻分野の名称 : 博士 (学術)  
学位記番号 : 博甲第 254 号  
学位授与年月日 : 平成 27 年 3 月 17 日  
学位授与の要件 : 学位規則第 4 条第 1 項該当 課程博士  
学位論文名 : 歩行運動中の肢間協調運動に関わる神経機序の解明

論文審査委員 : (主査) 教授 小宮山 伴与志  
(副査) 教授 松田 恵示 教授 蘭 千壽  
教授 北島 善夫 教授 森本 茂

## 学位論文要旨

歩行運動に代表される四肢・体幹の協調的な身体運動は日常生活の根幹をなすものである。しかしながら、ヒトの歩行時における四肢・体幹の協調的な運動を制御する神経基盤、肢間協調運動技能の習熟・獲得に関連した神経系の可塑性動態、あるいは中枢神経障害後の歩行運動技能の回復を促進する機序については、未だ不明な点が多く残されている。本研究では、ヒトの二足歩行運動時における四肢・体幹の協調運動制御に関与すると考えられる四肢間の反射性制御機構に着目し、それら機構の機能の一端を明らかにすることが目的である。本研究の成果により、四肢・体幹の協調運動技能の獲得・習熟に関わる感覚-運動系の発達メカニズムあるいは中枢神経系障害後の機能回復メカニズムの解明につなげることができれば、幼児教育や初等中等教育のみならず、障害児教育あるいはリハビリテーション現場においても、歩行運動時の四肢・体幹の協調運動を制御する感覚-運動系の変容を促進させるような運動介入手法やトレーニング手法の開発ならびに科学的根拠に基づいた効果的な運動介入指針を示すことができると考えられる。

本博士論文では、第 1 章において研究の背景と個別の研究課題と実験で用いた生理学的指標に関する先行研究の検討を行った。第 2 章では、本論文の目的を明示するとともに、研究仮説と研究課題を提示した。すなわち、歩行運動時において、反射を誘発する筋群から見て遠位に存在する肢からの感覚入力が下肢筋や体幹筋群の反射活動の修飾に機能的な貢献をするという仮説から、具体的に、4 つの研究課題 (研究課題 1 : 交叉性反射の歩行位依存性, 研究課題 2 : 交叉性反射の運動課題依存性, 研究課題 3 : 四肢間反射の刺激肢依存性, 研究課題 4 : 立位時ならびに歩行時における足部皮膚神経から体幹筋に対する皮膚反射の動態) を設定した。

第 3 章では、研究課題 1 の検討を行った。トレッドミル歩行中において、足関節伸筋であるヒラメ筋の H 反射に対する対側足部皮膚神経の条件刺激効果は、1 歩行周期を 100%とした場合、初期の 10%では抑制、中期の 50%では促進を示した。その他の位相では有意な条件刺激効果は

認められなかった。これらの結果から対側足部皮膚神経から足関節伸筋群の H 反射経路に対する反射効果は歩行周期依存的に逆転することが示唆された。

第 4 章では、研究課題 2 の検討を行った。ヒラメ筋 H 反射に対する対側足部皮膚神経の条件刺激効果は、立位保持時には促進、歩行の立脚相初期では抑制を示した。これらの結果から、対側足部皮膚神経から足関節伸筋群の H 反射経路に対する反射効果は、運動課題依存的に逆転することが示唆された。

第 5 章では、研究課題 3 の検討を行った。歩行運動の立脚相初期において、対側足部、同側手指、対側手指を支配する皮膚神経への条件刺激を行った場合、ヒラメ筋の H 反射の振幅は有意に減少した。この効果は、同側手指皮膚神経刺激あるいは対側手指皮膚神経刺激を行った場合に比べ、対側足部皮膚神経刺激の場合で最も顕著であった。これらの結果から、歩行運動時における遠隔肢皮膚神経からヒラメ筋の H 反射経路に対する反射効果は刺激肢依存的であることが示唆された。

第 6 章では、研究課題 4 の検討を行った。歩行運動中、足部皮膚神経刺激によって誘発された体幹筋群の皮膚反射の振幅は歩行位相に応じて増減を示した。背景筋電図量によって正規化した皮膚反射の振幅は、立位保持時に比べ、歩行運動時の方が有意に高値を示した。これらの結果から、足部皮膚神経から体幹筋群に対する反射効果は、歩行位相依存性ならびに運動課題依存性を示すことが示唆された。

第 7 章では、個別の研究課題をまとめ、総合考察を行った。各研究課題における成果から、歩行時における遠隔肢皮膚神経から H 反射に対する反射効果は、歩行位相、運動課題、刺激肢に依存して柔軟に修飾されることが明らかになった。足部皮膚神経から体幹筋群に対する反射効果においても同様の現象が観察された。このような遠隔肢効果の修飾には、歩行中枢由来の脊髓固有路入力、脳幹や大脳皮質などの上位中枢からの脊髓下行路入力、四肢の関節運動や荷重に関連した末梢性感覚フィードバック等が重要な役割を果たすと考えられた。従って、歩行運動中、四肢間の反射機構は、足部が障害物に接触した際等における左右下肢間での円滑な体重移動調節や直立姿勢制御に関与し、様々な環境に適した巧みな移動行動に貢献する可能性が示唆された。さらに、学校教育現場やリハビリテーション現場、療育現場において、四肢間の反射効果を利用することにより、発育発達過程にある子供や運動障害のある患者の四肢・体幹の運動制御機構を賦活・正常化し、発育促進ならびに運動機能改善に貢献可能であることについて言及した。