

氏 名 : 福 本 悠 樹  
学 位 の 種 類 : 博 士 ( 健 康 科 学 )  
学 位 記 番 号 : 研 博 第 49 号  
学 位 記 授 与 年 月 日 : 令 和 2 年 3 月 10 日  
学 位 授 与 の 要 件 : 学 位 規 則 第 4 条 1 号 該 当  
論 文 題 目 : 断 続 的 な 視 覚 フ ィ ー ド バ ッ ク を 利 用 し た 運 動 練 習 後 の  
運 動 イ メ ー ジ が 運 動 の 正 確 さ 及 び 脊 髄 前 角 細 胞 の  
興 奮 性 変 化 と 自 律 神 經 活 動 に 与 え る 影 響  
論 文 審 査 委 員 : 主 査 尾 崎 勇  
副 査 岩 月 宏 泰  
副 査 神 成 一 哉

## 論 文 内 容 の 要 旨

### I. はじめに

身体障害者の早期社会復帰のために理学療法と自主トレーニングを併用し、運動再学習を目指していく必要がある。日常生活場面での更衣動作でのボタンの留め外しのように母指と示指での正確なつまみ動作(運動の正確さ)は重要であり、これに運動イメージが与える影響について検討してきた。結果、30秒間の連続的な視覚情報付与の中での運動練習後の運動イメージは運動の正確さを維持させると分かったが、向上には至らなかった。運動練習時の視覚情報の提示は連続的よりも断続的であるべきとした報告も見受けられ、運動練習方法の選択により運動イメージ効果が向上できると考えた。そこで本研究では大項目「断続的な視覚情報付与を利用した運動練習後の運動イメージ効果」を検討する。その際、運動イメージ効果を明らかにするため、運動イメージ時にF波を記録し、脊髓運動ニューロンの興奮性変化を捉えることとした。さらに、心拍変動を周波数解析し、交感神経の変動波(LF; Low frequency)と副交感神経の変動波(HF; High frequency)を算出し、このパワーバランスとしてのLF/HF比から心臓交感神経活動も検討することにした。ただし、呼吸相の違いがF波に影響するとして報告が認められ、さらに心臓交感神経活動を評価するにあたって必要となる5分間の運動イメージが実施可能か否かについても報告がないため、小項目「呼吸の各相における運動イメージがF波に与える影響」と「運動イメージの持続時間と脊髓運動ニューロンの興奮性の関係」も設定し、以上3つの実験体系で検討した。

## II. 研究方法と対象

### 研究課題 1「呼吸の各相における運動イメージが F 波に与える影響」

対象は健常男性 10 名、安静にて 2 秒毎に呼気と吸気を繰り返させ同時に左母指球上の筋群から F 波を記録した。次に 50%最大随意収縮(MVC)のピンチ動作練習後、F 波を記録しつつ運動イメージさせた。安静と運動イメージ中の振幅 F/M 比、F 波出現頻度を比較し、さらに運動イメージ中の振幅 F/M 比と F 波の出現頻度から安静のそれぞれの値を引き振幅 F/M 比・出現頻度変化量を算出、各変化量を呼気と吸気時で比較した。

### 研究課題 2「運動イメージの持続時間と脊髄運動ニューロンの興奮性の関係」

内田クレペリン精神検査にて集中力や精神疲労へ問題を認めなかった健常者 13 名(男性 6 名、女性 7 名)に対し、50%MVC にピンチ力を調節させる練習を行わせた。その後、運動イメージを 5 分間実施させ、最初と最後の 1 分間にて F 波を記録、比較した。

### 研究課題 3「断続的な視覚情報付与を利用した運動練習後の運動イメージ効果」

健常者 31 名からのアンケート結果をもとに、全練習時間のうちの 40%で視覚情報付与を行う運動練習を 30 秒間与えた。練習後、運動イメージを実施させ、F 波と LF/HF 比を記録した。また運動イメージ前後には、ピンチ動作課題を与え、視覚情報なしに、ターゲットとするピンチ力を正確に発揮できるか否か検討した。

## III. 結 果

### 研究課題 1「呼吸の各相における運動イメージが F 波に与える影響」

安静と比較して運動イメージ中には、振幅 F/M 比と F 波出現頻度が増加したものの、呼気と吸気時の運動イメージ間で差は認めなかった。呼吸の各相の違いは運動イメージ時の脊髄運動ニューロンの興奮性変化に影響しないことがわかった。

### 研究課題 2「運動イメージの持続時間と F 波の関係」

最初と最後の 1 分間にて F 波を記録し比較した結果、F 波出現頻度と振幅 F/M 比に差は認めなかった。対象者からの報告で、5 分間の連続した運動イメージを行っているケース(2 名)と 5 分間の中で運動イメージを繰り返し実施しているケース(11 名)の混在が明らかとなったが、いずれも運動イメージを実施していたとわかった。

### 研究課題 3「断続的な視覚情報付与を利用した運動練習後の運動イメージ効果」

安静と比較した運動イメージ中に F 波出現頻度と振幅 F/M 比、LF/HF 比は有意に増加したが、運動イメージ前後でピンチ力誤差に有意差を認めなかった。運動イメージ後にピンチ力誤差が減少した者は、安静と比較して運動イメージ中に、出現頻度が+10~34%、振幅 F/M 比が+0.03~0.47%の範囲内で増加する特徴を認めた。

## IV. 考 察

まず運動イメージを 5 分間保持させても、対象者の集中力が途切れることもなく、呼吸の各相の影響を受けないこともわかった。そのうえで、運動イメージ中に F 波出現頻度と

振幅 F/M 比、LF/HF 比が増大したことは、運動イメージ中の運動関連領域の賦活が、上位運動ニューロンを介して脊髄運動ニューロンの興奮性を調節すると共に、吻側延髄腹内側部を介して心臓交感神経活動も調節したと考える。また統計学的な差を認めなかったが、過半数の被験者で運動の正確さの向上を認めたことは、先行研究と大きく異なる点であった。断続的な視覚情報付与は連続的なそれよりも有効な練習方法で、適切な運動情報を獲得しやすく、それを基に行う運動イメージも明瞭になりやすかったと考える。明瞭な運動イメージは運動の正確さを向上させやすく、脊髄運動ニューロンの興奮性増大の程度も一定に収束させたと考える。運動イメージを想起できる対象者では、視覚情報の提示方法といった至適条件を明確化することで、理学療法に応用できると思われる。

## 論文審査結果の要旨

本論文は運動イメージを想起させる視覚情報の種類が脊髄運動神経と自律神経活動に与える影響を脊髄運動神経の興奮性を反映する F 波と心臓交感神経活動を反映する脈波変動周波数成分から検討したものであった。その結果、視覚情報付与では断続的なものが連続的なそれよりも脊髄運動神経と心臓交感神経活動を増加させ得ることを実証した。この、運動イメージによる脊髄運動神経と心臓交感神経活動の変化には何れも中枢神経系の関与を示唆した。今後、脈波、磁気共鳴機能画像法など応用すれば、さらに研究展望が開ける可能性がある。なお、論文は文献研究が十分になされ、内容も論理的であり、データ収集及び解析についても的確に行われていた。

今回の断続的な資格情報付与は運動イメージを用いた運動療法の発展に結びつくものであり、科学的意義は高いといえる。以上のことから、本論文は博士（健康科学）の学位授与に値する。