

氏名(本籍)	小宮山 伴与志 (神奈川県)				
学位の種類	教 育 学 博 士				
学位記番号	博 甲 第 692 号				
学位授与年月日	平成元年 3 月 25 日				
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当				
審査研究科	体 育 科 学 研 究 科				
学位論文題目	随意運動開始期および準備期における脊髄運動のニューロンの興奮性変化について				
主査	筑波大学教授	医学博士	古 藤 高 良		
副査	筑波大学教授	医学博士	池 上 晴 夫		
副査	筑波大学教授	医学博士	藤 田 紀 盛		
副査	筑波大学教授	医学博士	佐々木 雄 二		
副査	筑波大学助教授		長 洲 南 海 男		
副査	筑波大学助教授	医学博士	吉 岡 博 英		

## 論 文 の 要 旨

### (1) 研究目的

本研究は、足関節運動を随意運動のモデルとし、その開始期および準備期における脊髄運動ニューロンの動態を神経生理学観点から究明することを目的としている。

### (2) 研究課題

広範な文献研究から、次の2つの課題を設定した。

課題1：運動速度および筋収縮力の変化が随意運動開始期における主動筋運動ニューロンの促通動態に及ぼす影響を明らかにすること。

課題2：運動方向、反応条件および運動速度の変化が随意運動準備期における主動筋及び拮抗筋運動ニューロンの動態に及ぼす影響を明らかにすること。

### (3) 研究方法

反応時間法を土台とした視標追跡運動法とH反射法を組み合わせることにより、被検者の行う随意運動の速度、筋収縮力および運動方向を規定しつつ脊髄運動ニューロンの動態を調べるという研究方法を取っている。

被検者は、神経疾患の無い健康な成人であった。筋電図記録及び神経刺激には表面電極を用い、前脛骨筋H反射は総腓骨神経に腓骨小頭の高さで、1 msの矩形波の電気刺激を与え誘発し、ヒラメ

筋H反射は膝窩部において、脛骨神経を1msの矩形波の電気刺激を与え誘発した。前脛骨筋のH反射誘発刺激の強度はM波閾値とし、M波の波形をモニターとして、実験中試験刺激強度に変化がないことを確認している。また、ヒラメ筋H反射誘発のための試験刺激強度はH反射出現閾値もしくは安静時におけるH反射最大振幅の約50%が得られる強度を使用している。

運動課題は、等尺性筋収縮による足背屈もしくは足底屈運動であり、その実行の開始と遂行は視標追跡運動法によって指示している。運動速度の変更は、step（階段型）及びramp（斜台型）視標移動方式により行い、試験収縮力は最大収縮力の20%から60%の範囲を用い、ramp型収縮の場合、視標移動時間を0.5秒から2.0秒としている。

予告刺激呈示もしくは視標移動開始後の種々の時間間隔で一側の総腓骨神経もしくは脛骨神経にH反射誘発刺激を与え、前脛骨筋もしくはヒラメ筋にH反射を誘発した。そして、非刺激側の前脛骨筋筋電図開始時点（課題1）もしくは予告刺激呈示（課題2）を基準とし、そこからH反射出現時点までの時間と、その時得られたH反射の最大振幅を測定し、随意運動開始前後および予告期間における主動筋もしくは拮抗筋運動ニューロンの興奮性変化の時間経過を詳細に調べている。

#### (4) 結論

##### [課題1]

1) 足背屈運動開始期における前脛骨筋運動ニューロンは、随意性筋電図出現前に促通を開始した。しかしながら、この促通は、要求される運動課題の速度により影響を受けた。すなわち、素早いstep型運動遂行時の促通開始時点は、遅いramp型運動遂行時よりも筋電図出現時点に近接していた。この結果は、上位中枢からの下行性運動命令が脊髄運動ニューロンに到達してから、最も閾値の低い運動ニューロンが発火に至る時間がramp型運動時に延長することを示している。

2) 筋電図反応時間はstep型運動時の方がramp型運動時よりも常に短かった。また、stepおよびramp型運動課題間にみられる反応時間の差は促通開始の時間差よりも大きかった。このことは、運動開始を指示する命令（反応刺激）を感覚受容器が受け取ってから運動プログラム放出に至る時間経過もramp型運動時に遅延する事を示している。

3) Stepおよびramp型運動課題において、筋収縮力の変化は促通開始時間および反応時間に大きな影響を与えなかった。また、ramp型運動の速度変化も促通開始時間に大きな影響を与えなかった。

##### [課題2]

1) 足背屈運動、足底屈運動遂行時に、予告刺激呈示後100から300msの区間（Phase I）に主動筋および拮抗筋運動ニューロンに促通が観察された。この促通は、単純、選択反応条件及びramp型運動時にも観察された。

2) 反応刺激（視標の移動）呈示前200msの区間（Phase II）におけるヒラメ筋運動ニューロンの興奮性変化には i) 促通, ii) 抑制, iii) 変化なしという3種類の動態が観察された。この変化は運動課題に対して非特異的であり、被検者固有のものであった。

3) Phase IIの促通にはH反射導出筋の筋放電、抑制には拮抗筋の筋放電が観察された。

研究課題1および2の結果より、運動開始期における主動筋運動ニューロンの促通開始時点は運

動プログラムに依存して変化すること、また、運動準備期における運動ニューロンの興奮性変化は運動課題に対して非特異的であり、特に、Phase IIにおける運動ニューロンの興奮性変化は、個々の被検者の運動開始にかかわる中枢運動機構の初期設定に依存して修飾を受けることが明らかになった。

## 審 査 の 要 旨

これまでもH反射法と随意運動を組み合わせ、運動開始期や準備期における脊髄運動ニューロンの興奮性変化を調べた研究は少なからず報告されてきた。しかしながら、本論文のように反応時間法を土台とした視標追跡運動法を導入し、被検者の行う運動の物理的要素を厳密に統制した上で解析したものはなかった。さらに、実験時における反応刺激、試験H反射およびコントロールH反射の管理方法にも独自の工夫が加えられており、H反射を用いた随意運動調節機構の解析における方法論的基礎を確立したものと見えよう。

実験において、表面電極法を使用しているため、電極抵抗等の変化により随意性筋電図出現時点の判定に変動が生ずるといった難点はある。しかし、このことを考慮してもstepおよびramp型運動時の促通開始時間の差は十分に大きい。従って、随意運動開始前のH反射の促通開始時点は運動形態により強く影響を受けると考えられる。このように、中枢運動プログラムの違いがH反射の促通経過に反映されていることを明らかにしたことは高く評価される。さらに、予告期間後半におけるH反射の動態は、これまで報告されてきたような画一的なものではなく、被検者固有の型が存在することを主動筋及び拮抗筋H反射の動態ならびに筋電図の詳細な解析により明らかにしたことも評価に値する。将来、これらの方法論・知見を基礎として、被検者の範囲を広げるなど、研究の発展性は十分に期待してよい。

以上、本論文は、方法論としても、得られた知見においても、体育科学の分野・運動生理学（トレーニング領域）において寄与する点が多く、教育学博士論文としての条件を十分に備えている。

よって、著者は教育学博士の学位を授与するに値するものと判定する。