

氏名 とう ま けい いち ろう  
 當 間 圭 一 郎  
 学位(専攻分野) 博 士 (医 学)  
 学位記番号 医 博 第 2211 号  
 学位授与の日付 平 成 12 年 3 月 23 日  
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当  
 研究科・専攻 医 学 研 究 科 脳 統 御 医 科 学 系 専 攻  
 学位論文題目 Activities of the primary and supplementary motor areas increase in preparation and execution of voluntary muscle relaxation: an event-related fMRI study.  
 (随意的筋弛緩の準備と遂行における一次および補足運動野の一過性神経活動増強に関する事象関連磁気共鳴機能画像法 (fMRI) を用いた研究)

論文調査委員 (主 査)  
 教 授 川 口 三 郎 教 授 大 森 治 紀 教 授 柴 崎 浩

### 論 文 内 容 の 要 旨

目的：複雑運動では筋収縮と筋弛緩を協調的に制御する必要があるが、従来の運動制御の研究においては筋弛緩制御の重要性について見逃されることが多かった。寺田ら (1995) は、頭皮上脳波を用いて、随意的筋弛緩に先行する運動関連脳電位の頭皮上分布が、筋収縮に先行するそれと類似していることを示した。この所見は両課題の準備遂行に近接した脳領域が関与している可能性を示唆したが、空間分解能に劣る頭皮上脳波では電位発生源の正確な位置推定は困難であった。一方、ポジトロン断層法に代表される従来の脳機能画像法は空間分解能に優れるが、一定時間の反復運動を行う課題を必要とするため、筋弛緩と筋収縮の各々に特異的に関連した信号を分離して画像化することは不可能である。これらに対して、磁気共鳴機能画像法では、短い繰り返し時間を用いて時間分解能を改善することにより、単一の筋弛緩あるいは筋収縮試行のみに関連する信号変化を画像化することが可能である。本研究では、時間・空間的分解能に優れた事象関連磁気共鳴機能画像法を用いて、随意的な筋弛緩の準備遂行に特異的に関連する脳領域を明らかにすることを目的とする。

方法：健常成人 8 人を対象とした。運動課題として、右前腕筋群の短時間の弛緩または収縮を用いた。1 試行は 60 秒間であり、被験者は 1 試行につき 1 回の運動 (筋弛緩または筋収縮) を外的なきっかけなしに自己のタイミングで行った。各課題につき 10 試行を記録した。右前腕筋より同時記録した筋電図を用いて各試行中の運動開始時点を同定した。全身型 1.5 テスラ MRI スキャナを用いて、一次運動野と補足運動野を含む T2 \* 強調水平断層像を 1 秒毎にエコープランナー法で撮像した。筋弛緩または筋収縮の開始時点に一致して一過性に上昇する信号変化をとらえるため、神経活動に対する脳血流反応の遅延とばらつきを考慮した信号変化モデルを作成し、それと有意に相関する信号変化を示す脳領域を統計的に評価した。

結果：筋弛緩の準備遂行時に一致して、運動上肢と対側の左一次運動野および両側補足運動野において一過性の有意な信号増加が認められた。筋収縮課題においても同様の脳領域に一過性の信号増強を認めた。両領域内での最大信号変化が観察された位置、ならびにその部位における信号増加の程度には、筋弛緩と筋収縮の両課題間で差を認めなかった。しかし、筋弛緩課題では筋収縮課題に比較して、固有および前補足運動野のより広い領域において活性化を認めた。

考察：本研究により、両課題の準備遂行に共通の運動関連領域が関与することが証明された。本研究の結果は、サル的一次運動野の微小電極刺激法により皮質脊髄投射ニューロンを介して筋収縮が抑制されることを示した Cheney ら (1985) の報告、ならびに経頭蓋磁気刺激を用いてヒトの一次運動野内の抑制性介在ニューロンを選択的に刺激することで、筋収縮を抑制できることを示した Wassermann ら (1993) の報告とよく一致する。また Lüders ら (1995) によると、慢性硬膜下電極を用いた大脳皮質の電気刺激により随意的運動が停止するような陰性運動野が補足運動野の前方に存在することが報告されており、本研究において筋弛緩課題で補足運動野のより広い領域で活性化を認めた所見との関連性が示唆される。

結論：空間分解能に優れかつ時間分解能を改善した事象関連磁気共鳴機能画像法を用いることによって、随意的筋弛緩の準備遂行に関連して、運動対側の一次運動野と両側の補足運動野の神経活動が一過性に上昇することを明らかにした。

### 論文審査の結果の要旨

頭皮上脳波を用いた先行研究では、随意的筋弛緩に先行する運動準備脳電位の頭皮上分布が、筋収縮に先行するそれと類似していた。従って両課題において近接した脳領域が関与している可能性が示唆されたが、空間分解能に劣る頭皮上脳波では電位発生源の正確な位置推定は困難であった。本研究では、空間的分解能に優れかつ時間分解能を改善した事象関連磁気共鳴機能画像法を用いて、随意的筋弛緩に特異的に関連する脳領域を明らかにすることを目的とした。健常成人8人を対象として、運動課題として右前腕筋群の短時間の弛緩または収縮を外的なきっかけなしに自発的に行わせた。随意的な筋弛緩の準備遂行に伴って一過性に神経活動の増加を示す脳領域を検出した。その結果、筋弛緩の準備と遂行時に一致して、運動と対側の左一次運動野および両側の補足運動野において一過性の賦活が認められた。一次運動野および補足運動野において最大信号変化が観察された解剖学的位置は、筋弛緩課題と筋収縮課題とで差を認めなかった。しかし、筋弛緩課題では筋収縮課題に比較して、固有および前補足運動野のより広い領域において活性化を認めた。

本研究結果は、随意的筋弛緩の準備と遂行に関連して運動対側の一次運動野と両側の補足運動野の神経活動が一過性に上昇することを明らかにし、ジストニアをはじめとする随意的筋弛緩過程に異常を示す病態の解明に寄与するところが大きい。

したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成12年2月2日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。