

称号及び氏名	博士（保健学）	岩田 恭幸
学位授与の日付	平成29年3月31日	
論文名	Interhemispheric inhibition induced by transcranial magnetic stimulation over primary sensory cortex 一次感覚野への経頭蓋磁気刺激による半球間抑制	
論文審査委員	主査	平岡 浩一
	副査	西川 隆
	副査	宮井 和政

## 論文要旨

### I. 緒言

両半球の機能的連絡について、左右の対応する一次運動野(M1)間では、条件刺激として一側 M1 に対して経頭蓋磁気刺激(TMS)を試行し、10~50ms の刺激間隔において、試験刺激の TMS を対側 M1 に試行し、誘発される運動誘発電位(MEP)に抑制が生じる半球間抑制(IHI)が報告されている。近年では、Ni(2006)らによって一次体性感覚野(S1)から対側 M1 への脳梁を介した連絡が報告され、M1 間で起こっていた短潜時 IHI は生じず、30-50ms の長潜時 IHI が起こることが分かってきた。しかしながら、この結果に対する1つの懸念は、条件刺激が、MEP が誘発される強度で行っているために、S1由来の IHI だけではなく、M1 由来の IHI の影響も含まれている可能性がある。今回の研究では、S1 に対する TMS の刺激強度を運動閾値下で行い、その強度で誘発される S1 と対側 M1 での IHI を調査する。

### II. S1 への TMS による IHI の観察

#### 【目的】

IHI が条件側 M1 の MEP の誘発なしで導出されるかを検証した。

#### 【対象および方法】

S1 への TMS 強度は、MEP を誘発しない運動閾値下で実施した。左示指への皮膚刺激 (DS) の 30 ms 後に右 S1 へ TMS を試行し、皮膚知覚 (TPDS) の減弱を確認した (感覚減弱実験)。条件刺激—試験刺激間隔 (C-T interval) は、5~60 ms 間隔で行った。条件刺激としては、右 S1 への運動閾値下 TMS を試行した S1-TMS 条件、左示指に DS を試行した DS 条件、DS の 30 ms 後に S1-TMS を試行した DS+S1-TMS 条件を実施した。それぞれの条件における試験 TMS による右第一背側骨間筋 (FDI) の MEP の変化を観察した。

#### 【結果および考察】

TPDS 減弱の程度と試験 TMS の 40 ms 前の S1-TMS による MEP 振幅減少率に有意な相関があった。TPDS 減弱は、S1-TMS が皮膚知覚プロセスを有効に変調できていることを示唆する。TPDS 減弱が生じた対象者において、試験 TMS の 40 ms 前の S1-TMS により MEP 振幅が有意に減少した。従って、S1-TMS が皮膚知覚プロセスに影響する被験者に限定すれば、運動閾値下 S1-TMS は M1 への電流伝播なしに長潜時 IHI を観察可能と考えられる。TPDS 減弱が生じた被験者に限定した解析で S1-IHI が顕在化していること、さらに、S1-TMS による TPDS 減弱と S1-IHI に相関があることから、S1-TMS による IHI は皮膚感覚求心路を媒介することが示唆された。DS 条件については、試験 TMS の MEP 変化が観察されなかったため、DS のみでは IHI は誘発されないと考えられる。また、S1-TMS 条件と DS+S1-TMS 条件の間では、DS による S1-IHI の変調は観察されませんでした。

### Ⅲ. 運動閾値下の S1-TMS または M1 への運動閾値上の TMS (M1-TMS) による長潜時 IHI に対する対側示指への DS の効果を観察

#### 【目的】

DS によって変調される S1 の活動性が、S1-TMS によって誘発された長潜時 IHI に与える効果の検証と M1-TMS によって誘発された長潜時 IHI と媒介している経路が異なるかについて検証した。

#### 【対象と方法】

C-T interval は、S1-TMS により長潜時 IHI が誘発された 40ms で行った。条件刺激—条件刺激間隔 (C-C interval) は、10~35ms 間隔で行った。

#### 【結果および考察】

M1-TMS による長潜時 IHI には先行 DS の影響は観察されなかった。したがって、皮膚感覚経路の活動は M1 間の長潜時 IHI には関与しないと考える。S1-TMS の 20 ms 前に DS を試行した場合、長潜時 IHI が促通された。体性感覚誘発電位 (SEP) の N20 成分は、体性感覚入力による S1 活動を反映している。本実験にて DS によって生じた皮膚感覚求心性インパルスがちょうど S1 に到達する 20 ms で S1-IHI を増強していた。従

って、運動閾値下 S1-TMS による長潜時 IHI は、S1 の活動性に依存していると考えられる。以上のことから、S1-IHI と M1-IHI は媒介する経路が異なることが示唆された。

#### IV. まとめ

S1-TMSが皮膚知覚プロセスに有効に作用する場合に限り、S1-TMSはM1への電流伝播なしにIHIを誘発可能であった。また、S1-IHIは皮膚感覚求心路を介したプロセスであり、S1-IHIとM1-IHIは媒介する経路が異なることが示唆された。

### 審査結果の要旨

本論文はこれまでの先行研究において運動誘発電位運動閾値下における一次感覚野への経頭蓋磁気刺激（以下 S1-TMS）が対側一次運動野に対する経頭蓋磁気刺激（以下 M1-TMS）により誘発される手指筋運動誘発電位 (MEP) の抑制によって代表される半球間抑制 (以下 S1-IHI) を観察できないことに対する新規の手法による観察方法の開発・検証を行った実験である。この実験において、S1-TMS を AP ポジションで実施してより高い強度での運動閾値下刺激を実現し、S1-TMS によって皮膚知覚減弱が生じる被験者に解析対象を限定することにより S1-TMS の生理学的効果のある被験者に限定する手法を導入した。

第一実験では運動閾値下 S1-TMS による IHI が、S1-TMS によって皮膚知覚減弱が生じる被験者において有意な長潜時 IHI が観察できた。第二実験では、S1-TMS の 20 ms 前に示指に皮膚電気刺激を導入することにより皮膚感覚経路に活動電位を生じさせ、それによる一次感覚野の変調をさせることにより S1-TMS による長潜時 IHI が促通され、M1-TMS によるそれは生じないことを確認した。

これらより、被験者を S1-TMS により皮膚知覚プロセスが減弱する被験者に限定し、かつ S1-TMS を AP ポジションで導入することにより、従来観察できなかった S1 由来の長潜時 IHI を観察することができることが確認された。また、この S1-TMS による長潜時 IHI は皮膚感覚経路を一部共有するが、M1-TMS による長潜時 IHI とは共有しないことも確認され、今回の手法による IHI が S1 経路の活動に特異的な現象であることが確認された。

この手法の開発には高いオリジナリティがあり、今後の片手運動および両手運動における協調あるいは相互抑制に対して体性感覚プロセスが関与するメカニズムを解明する手法として有用である可能性を提起した。ついては、これら研究成果が博士学位を授与するに値するものと判定した。