

手指動作時における同側足指筋を制御する皮質脊髄路の興奮性の変化

Excitability changes in corticospinal pathways to toe muscles during ipsilateral finger movements

1K05A154

中川 剣人

指導教員

主査 彼末一之先生

副査 内田直先生

【序論】

日常生活において、多肢、多関節を同時に協調させて動かす動作は多数存在する。よって、こうした協調運動の神経制御の仕組みを明らかにすることで、ヒトの身体動作における神経制御のメカニズムを深く理解することにつながると思われる。これまでの研究によると、協調運動の安定性を決定する要因は、動作する身体部位の相対的な動作の方向(例.同じ方向、逆方向)であるとされる。また、その神経制御メカニズムについて、足関節を動かしたときにそれと同じ方向に手関節を動作させる筋を制御する皮質脊髄路の興奮性が増大することが明らかとされている。

しかし、手指と足指の協調運動については、その安定性を決定する要因は動作の方向だけではなく、活動する筋の組み合わせも動作の安定性に影響を及ぼすことが最近明らかにされている。このように手指・足指の協調運動が他の協調運動と異なることを説明する理由のひとつとして、足指を動かしたとき、動作方向とは関係なく足指筋に対応する手指筋(屈筋同士、伸筋同士)を制御する皮質脊髄路の興奮性が増大することが明らかにされている。

しかし、足指から手指への影響は検討されたが、手指から足指への影響は明らかにされていない。そこで本研究では、手指・足指協調運動の神経制御メカニズムの総合的な理解を深めるため、同側手指・足指において、手指筋収縮による足指筋を制御する皮質脊髄路への影響を検証した。

【方法】

被験者は健康な成人男性 10 名であった。被験者は座位姿勢をとり、右前腕を椅子の肘掛に水平状態にして回内位または回外位にして固定した。被験者が閉眼で、右足指の筋を安静に保ちながら右手指の周期的な屈曲・伸展動作を行う最中に経頭蓋磁気刺激法(TMS)によって運動誘発電位(MEP)を足指の伸筋である短指伸筋(EDB)と屈筋である短指屈筋(FDB)から記録した。TMS は 2 つのタイミング条件(屈曲動作中または伸展動作中)と 2 つの前腕位置(回内位、回外位)の組み合わせの合計 4 条件において行った。

いずれの条件で TMS を行うかについてはランダムな順とし、20 試行 4 セットを行った(各条件 20 試行)。TMS 前に足指に筋活動が認められた試行は解析から除外した。各試行において、MEP の振幅値を計測し、それぞれの被験者について、各刺激条件で平均値を算出した。EDB と FDB のそれぞれの MEP 振幅について、条件間の差を二元配置の分散分析(被験者内計画、2×2:手指動作×前腕位置)により解析した。手指動作の水準は、屈曲動作と伸展動作であり、前腕位置の水準は、回内位と回外位である。交互作用が認められた場合には、4 条件の MEP 振幅の差を Tukey HSD 法により解析した。統計処理の有意水準は 5 %未満とした。

【結果・考察】

EDB においては、前腕位置(回内位または回外位)によらず、手指を伸展させたときの MEP は手指を屈曲させたときの MEP よりも有意に大きい

事が示された。FDB においては、前腕回内位では、手指を屈曲させたときの MEP は手指を伸展させたときの MEP よりも有意に大きい事が示されたが、前腕回外位では、MEP は手指動作の影響を受けなかった。

足指筋の収縮時における手指筋の MEP を検証した先行研究では、前腕位置(回内位または回外位)によらず、手指伸筋の MEP は足指を伸展させたときに高値を示し、手指屈筋の MEP は足指を屈曲させたときに高値を示す事が明らかとされている。足指から手指へ及ぼす影響を検討したこの先行研究と手指から足指へ及ぼす影響を検討した本研究の結果を総合的に考えると、手指、足指ともに、前腕位置に関係なく、手指と足指の伸筋同士、屈筋同士で、一方の指筋が収縮すると、もう一方の指筋を制御する皮質脊髄路の興奮性が高まることが示されたと言える。

手指と足指の周期的屈曲伸展動作を協調させる時、手指と足指の伸筋または屈筋が同時に収縮することで動作の安定性が増大し、交互に収縮(手指伸筋と足指屈筋の同時収縮あるいは手指屈筋と足指伸筋の同時収縮)することで動作が不安定となることが報告されていることから、指を動かしたときの皮質脊髄路興奮性の変動の結果は、手指と足指の伸筋同士あるいは屈筋同士を同時に活動させることを促進する働きをすることが示唆される。

本研究では、前腕回外位における FDB の MEP だけが手指動作の影響を受けなかった。これは、肢位変化により、何らかの神経回路の変化があったのかもしれない。また、実験方法についても、検討の余地があることが示唆されたので、これらは今後の研究の課題となるだろう。