

同側手足間の機能的結合を生む要因の検証

Factors that produce the functional coupling between ipsilateral hand and foot

1K10C360-3 福田 一樹

主査 彼末 一之 先生

副査 正木 宏明 先生

【序論】

上肢と下肢を協調させて周期的に動かすとき、同じ方向に動かすことが逆方向に動かすことと比べて非常に安定する。つまり、手足を同時に動かす時にはその位相が同調しやすい。この現象を引き起こす神経基盤の一つとして、下肢を動かすと、安静状態の上肢の神経活動が上下肢が同方向動作で促進させるような変動をする(機能的結合)ことが報告されている。これらの機能的結合は、遠心性過程で発現するのか、求心性過程で発現するのかで議論が繰り広げられている。しかし、これらの研究では、検討している要因が遠心性過程と求心性過程というように、大まかな分類なので、それらを構成する要因について、より詳細に調べる必要がある。そこで、遠心性過程を運動指令、運動意図に分け、求心性過程を体性感覚信号の干渉、知覚処理に分けた。これらの要因のいずれかが手足間の機能的結合の発現に関与するのかを詳細に検討することを本研究の目的とした。

【方法】

被験者は健康な成人 12 名であった。被験者は肘掛け椅子に座り、右前腕を回内位に肘掛け上に乗せて安静状態にした。右足底面を板の上に固定し、足関節の背屈・底屈動作に合わせて可動するようにした。被験者は閉眼の状態、右足関節の周期的(1Hz)な背屈・底屈動作あるいは主観的な動作イメージを行った。被験者に課したタスクは以下の 4 種類であった。①随意運動...足関節を随意的に動かす、②受動運動(無視)...足関節の受動的な動きに注意を向けない、③受動運動(注意)...足関節の受動的な動きに注意を向ける、④運動イメージ...周期的に足関節を動かしているイメージを行う。各課題中、左脳一次運動野への経頭蓋磁気刺激(TMS)を行い、長橈側手根伸筋(EDC)、橈側手根屈筋(FDS)の筋電図から運動誘発電位(MEP)を記録した。TMS は各試行、ランダムタイミングで与えた。1 試行ごとに MEP の最大最小の差を振幅値として求め、各課題で足関節の動作局面(背屈中、底屈中)ごとにまとめた。

【結果】

EDC では随意運動、受動運動(注意)、受動運動(無視)、運動イメージの全てのタスクにおいて、足関節背屈中の方が足関節底屈中より MEP 振幅が有意に大きかった。一方、FDS では受動運動(注意)、受動運動(無視)で足関

節底屈中の方が足関節背屈中より MEP 振幅が有意に大きく、随意運動、運動イメージでは MEP 振幅値の有意な変動は見られなかった。

【考察】

結果から得られた動作局面間の MEP 振幅値の有意な変動は、手関節の動きを足関節動作と同方向に促進させるような変動を表しているため、機能的結合が発現したことを示唆する。EDC では、運動指令を伴わない課題(随意運動以外)においても機能的結合が見られたことから、運動指令は機能的結合の発現に重要な働きをしているわけではないと考えられる。運動イメージ課題においては、運動意図のみがタスクの構成要素であるため、運動意図が機能的結合の発現の要因に関わるといえる。受動運動(注意)および受動運動(無視)で機能的結合が見られたことから、体性感覚信号への注意は機能的結合の発現の必要条件ではなく、足関節の動作由来の体性感覚信号そのものの何らかの影響が機能的結合の発現に関する要因であると考えられる。よって、体性感覚信号と運動意図が機能的結合の発現に関わる要因であることが示唆された。ただし、FDS においては、EDC と傾向が異なるため、機能的結合の発現要因は筋によって異なることと考えられる。

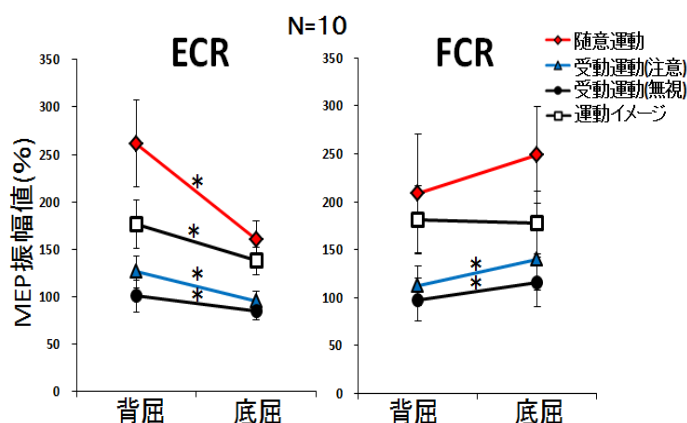


図 動作局面別の MEP の変動

各タスクにおける、背屈時、底屈時の MEP の振幅値を示す。赤いひし形は随意運動、青い三角は受動運動の注意課題、白い四角はイメージ課題、黒い丸は受動運動(無視)を示す。各折れ線グラフの上にあるマークは、動作局面間で有意差があることを表す(* $p < 0.05$)。また、MEP 振幅値の 100%を安静時の MEP 振幅値とする。