

# 二人で行う手指・足指の協調運動

## Interpersonal coordination of fingers and toes

1K05B247

渡邊 悠樹

指導教員

主査 彼末一之先生

副査 内田直先生

### 【序論】

日常生活またはスポーツを行う中で、相手や物に対して自己の運動を協調させる場面は数多く存在する。この協調運動の神経メカニズムを深く理解することで運動の学習が容易になり、さらなるパフォーマンス向上へ繋がる可能性がある。一人で二肢の協調運動を行う場合、相対的な二肢の動作方向のみが運動の安定性に影響していることが数多くの研究により明らかにされている。一方、最近、手指と足指の屈曲伸展協調運動を行う場合は動作の組み合わせと相対的な動作方向のどちらもが運動の安定性に影響しているということが報告された(Muraoka et al., 2008)。二人で行う協調運動を行う時、その二人の間に神経的な繋がりは一切存在していないが、それでもある程度安定して協調運動を行うことが出来る。Temprado et al. (2003)は、二人で手の協調運動を行う場合は、相対的な動作方向のみが影響しているということを示した。では、二人で手指と足指の屈曲伸展運動の協調運動を行う時、何が運動の安定性に影響しているのだろうか。神経の繋がりのない他人と指の動作を協調させる時、その強調の安定性に影響を与える要因が何であるかを明らかにする事を目的として実験を行った。本研究では、相対的な動作方向のみが二人で行う手指と足指の協調運動の安定性に影響するということを仮説とした。

### 【方法】

被験者(N=10)は、同側二肢(右手指・右足指)の周期的屈曲伸展運動を組み合わせた4種

の協調運動のタスクを二人で行った。各タスクは、右手指と右足指の相対的な動作方向(同方向、または逆方向)と、動作の組み合わせ(右手指の屈曲と右足指の屈曲、または右手指の屈曲と右足指の伸展)を組み合わせたもので、①同方向、屈筋-屈筋(Iso-Ff)②同方向、屈筋-伸筋(Iso-Fe)③逆方向、屈筋-屈筋(Opp-Ff)④逆方向、屈筋-伸筋(Opp-Fe)とした。動作速度はやりやすい速度とし、全てのタスクで同じ速度で行わせた。協調運動の1サイクルごとに手指・足指の関節変位の位相差を算出し、20サイクル分の位相差の標準偏差を、その試行の位相差の標準偏差(SD $\phi$ )として算出した。タスク間のSD $\phi$ の差を二元配置の分散分析(被験者内計画、2×2:動作方向×活動する筋の組み合わせ)により解析し、交互作用が認められた場合には、4種のタスクのSD $\phi$ の差をBonferroni法により解析した。

### 【結果・考察】

手指と足指の協調運動を二人で行った時、SD $\phi$ には動作の組み合わせに有意な主効果が認められたが、動作方向の主効果は認められなかった。また、動作方向と動作の組み合わせには有意な交互作用が認められた。Opp-Feタスクと他の3つのタスクの間には、有意なSD $\phi$ の差が認められた。Opp-Feタスクのみが他の3つのタスクとの間に有意なSD $\phi$ の差が認められた。先行研究をみると、左右に周期的に動く光を見ながら前腕を左右に動かす時、光と同方向へ前腕を動かす時の方が逆方向へ動かす時よりも安定すること

が報告されている(Buekers et al., 2003)。また、Temprado et al.(2003)は、二人が向かい合って片手を出し合い、それぞれの手(前腕)を回内・回外運動させる時、動作の組み合わせによらず、同方向へ手を動かす時の方が逆方向へ動かす時よりも安定することを明らかにしている。これらの研究結果に従えば、本研究では同方向動作である Iso-Ff と Iso-Fe が逆方向動作である Opp-Ff と Opp-Fe より安定することになる。しかし本実験では手指と足指を反対方向に動かしかつ同時に手指と足指の屈曲を行う Opp-Ff でも同方向の動作と同等の安定性を示した。よって二人で手指と足指の協調運動において相対的な動作方向のみが運動の安定性に影響するという仮説は否定

され、屈曲-屈曲あるいは同方向という要素のいずれかがあれば、安定して協調運動を遂行出来るという可能性が示唆された。Opp-Ff が安定して動作出来た可能性として、salient な動作である指の屈曲動作同士が同期しやすいという現象が動作の安定化に貢献していたかも知れない。また、他人の手指または足指の動作を見たことにより、自分で動作した時と同様に、手指または足指のいずれか一方の屈筋(あるいは伸筋)を活動させると他方の屈筋(あるいは伸筋)を支配する皮質脊髄路の興奮性が高まるという神経回路が働き、それが Opp-Ff の安定化に貢献した可能性も考えられる。これらの点に関しては、今後更なる研究が必要である。