

# 同側及び対側手指・足指の協調運動における動作の安定性と正確性

## Stability and accuracy of coordinated movements of the ipsilateral and contralateral fingers and toes

1K05A058

加藤 孝基

指導教員

主査 彼末一之先生

副査 内田直先生

### 【1.序論】

協調運動とは、ある動作を遂行するために多肢を同時に制御させる運動である。歩行などの日常生活から様々なスポーツ、楽器演奏に至るまで、ほぼ全ての動作が協調運動であり、その種類、難易度も様々である。同側二肢の肘・膝、手首・足首における協調運動(周期的な屈曲・伸展運動)は、相対的な動作方向のみが動作安定性・正確性に影響を及ぼすが、手指・足指の協調運動においては、動作方向に加え、屈曲・伸展のタイミング(同時に屈曲あるいは伸展させる筋の組み合わせ)も動作安定性・正確性を規定づける要因であることがわかっている。また手首・足首、肘・膝の協調運動において、同側二肢において難しい試行とされるものは対側においてその安定性・正確性が増すこともわかっている。では手指・足指の協調運動において、四肢の組み合わせ(同側・対側)による違いは表れてくるのだろうか。そこで、本研究では手指・足指の協調運動を行った際の、同側・対側での動作の安定性・正確性の違いを検証することを目的とし、「同側で難しいとされる動作は対側において安定性および正確性が増す」といった仮説のもと実験を行った。

### 【2.実験方法】

被験者は健康な成人男性11名とした。座位状態にて手を回内位、あるいは回外位で固定できる肘掛けつきの椅子を使用し、手指・足指ともに楽に屈曲・伸展ができるように固定した。四肢の手指・足指関節角度はゴニオメータにより記録し、閉眼状態にて20サイクルの周期的な屈曲・伸展

運動を行った。タスクは、動作方向(同方向、逆方向)、屈曲・伸展タイミング(屈曲-屈曲、屈曲-伸展)を組み合わせた4種の動作を同側(右手指-右足指、左手指-左足指)、あるいは対側(右手指-左足指、左手指-右足指)で行った。なお動作安定性、正確性の指標として手指・足指動作の位相差の標準偏差( $SD\phi$ )、位相差の平均絶対誤差(mAE)を用いた。

### 【3.結果】

$SD\phi$ 、mAEともに同側内、あるいは対側内において動作方向および屈曲・伸展タイミングの両方に有意な主効果が認められたが、同側・対側の違いによる主効果は認められなかった。また、同側・対側の違い、動作方向、屈曲・伸展タイミング、いずれの組み合わせにおいても有意な交互作用は認められなかった。

### 【4.考察】

$SD\phi$ 、mAEの結果より、本研究で対象とした手指・足指の協調運動において同側・対側による影響は認められず、仮説は支持されなかった。その一説として肘・膝、手首・足首は移動手段(歩行、乳幼児のハイハイ等)の一環としての役割を担っているため対側が密接に関わっているが、手指・足指は移動手段としてではなく、より精緻な動作が要求される部位であるためそれらと協調メカニズムが異なることが考えられる。また対側での協調運動においても同側の場合と同様に、相対的な動作方向、屈曲・伸展タイミングが動作の安定性・正確性に関わっていたことにより、同側での協

調運動と同じ協調機構が対側の場合においてもはたらいていることが示唆される。同側では手指あるいは足指のいずれか一方を動作させれば、動作させている筋(屈筋または伸筋)に対応する動作させていない方の筋(屈筋または伸筋)を支配する皮質脊髄路の興奮性が高まる、といった研究結果が報告されており、本研究結果から対側においても同様の結果が得られるはずである。

今後の課題として、対側の協調運動における屈曲・伸展タイミングが安定性・正確性に関わるといった結果を裏付けるMRI、TMSなどを使った実験や、本実験内容に動作周波数を変化させた課題を増やすなど、手指・足指の協調運動における同側・対側による違いについてさらに研究を進め、ヒトの身体運動のメカニズムを解明する必要がある。