

### 3 肢における手足の協調運動の解析

#### Analysis of coordination of three limbs movements

1K04A084-7

玄 文宏

指導教員

主査 彼末一之先生

副査 内田直先生

#### 1) 序論

2 肢を協調して動作させるとき、それぞれの肢の相対的な動作方向が同方向のときには安定して動作できるが、逆方向のときには同方向のときよりも不安定であり、動作速度が高まると逆方向動作から同方向動作への転移がおこる。こうした同方向・逆方向動作の安定性は両手、両足、同側手足、対側手足のいずれの組み合わせで行うかにより変化することが知られている。それでは、3 肢(片手と両足)を同時に動かす時には、協調動作の安定性はどのようになるだろうか。2 肢動作における肢動作間の協調関係を足し合わせたような安定性になるだろうか。あるいは、全く新しい3 肢の協調関係に基づく安定性を示すのであろうか。

そこで、本研究では、両足間の安定した結びつきにより、同側手足の動作は2 肢協調動作と比較して3 肢協調動作においてより安定し、逆に、対側手足の動作は2 肢協調動作と比較して3 肢協調動作においてより不安定になるという仮説のもと、同側2 肢と対側2 肢の動作の協調関係を、a) 2 肢(右手と右足または右手と左足)を同時に動かす協調動作とb) 3 肢(右手と両足)を同時に動かす協調動作において調べることを目的として実験を行った。

#### 2) 方法

被験者は、健康な男性 4 名、女性 6 名の計 10 名(21 歳±1 歳、平均±標準偏差)であった。被験者は座位をとり、動作が右手関節および右左足関節の屈曲伸展運動に限定されるよう、右前腕を回内位で固定し、座面の高さは足部が地面につかないようにした。右手関節および右左足関節の関節角度は、右前腕尺側および右左下腿外側に装着したゴニオメータにより記録した。

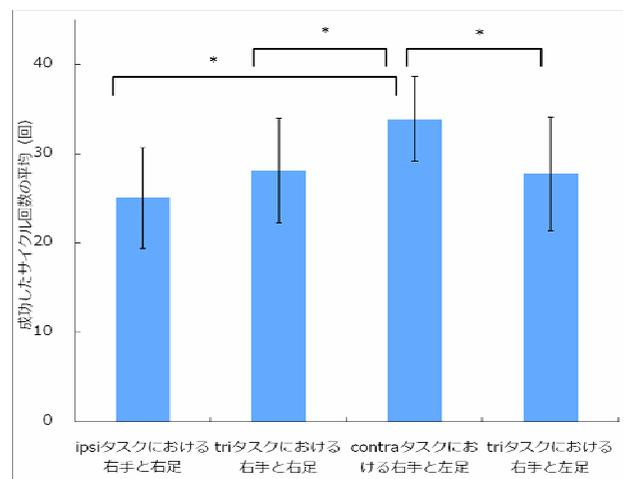
被験者は、目を閉じた状態で、メトロノーム音に合わせて、2 肢または 3 肢で同時に行う周期的な矢状面状の屈曲伸展運動からなる、次の 4 種のタスクを行った: 1) ipsi タスク: 右手関節および右足関節の屈曲伸展運動、2) contra タスク: 右手関節および左足関節の屈曲伸展運動、3) tri タスク: 右手関節および右左足関節の屈曲伸展運動、4) bi タスク: 右左足関節の屈曲伸展運動。このとき、手と足の動作は逆位相、両足の動作は同位相で行った。1 つのタスクにつき、最低 45 サイクル行い、4 種のタスクを各 1 回ずつ(これを 1 セットとする)、5 セット行った。1 セット内のタスクの順序はランダムとした。また、メトロノーム音(周波数)に関しては個人差を考慮し、1.5、1.75、2、2.25、2.5Hz のうち、すべてのタスクで連続する 5 サイクル以

上を正確に行える最も速い周波数を、被験者ごとにそれぞれ 1 つ設定した。被験者は本実験に先立ち、各タスクについて練習を行った。被験者は、手関節は 0 度(=解剖学的肢位)より掌屈位で動作を行うように指示され、足関節は安静時の関節位置より背屈位で動作を行うように指示された。被験者はできる限り与えられた運動パターンを継続し、パターンがずれてきたことを認識したとしても、運動を静止せずにやりやすい運動パターンを形成して継続するように指示された。実験終了後、各タスクの最初の 40 サイクルのデータについて分析を行った。

#### 3) 結果と考察

指示された手足動作の協調パターン(逆位相)を保つことができたサイクル回数(成功したサイクル回数)を比較すると、対側手足協調動作は 2 肢よりも 3 肢の動作で成功したサイクル回数が少なかった。一方、同側手足協調動作は 2 肢よりも 3 肢での動作で成功したサイクル回数が増えることはなかった。両足動作の協調パターン(同位相)は 2 肢、3 肢いずれの動作においても高い割合で保たれていた。

以上から、両足間の安定した結びつきにより、対側手足の協調動作は 2 肢で行う場合より 3 肢で行う場合においてより不安定になることが示唆された。しかし、仮説に反し、両足間の安定した結びつきにより、同側手足の協調動作は 3 肢で行う場合より 2 肢で行う場合に安定することを強く示唆する結果は本研究からは得られなかった。



成功した平均サイクル回数

(\* :  $p < 0.05$ ,  $n = 10$ , 平均±標準偏差)