

協調動作の安定性に関わる「動作方向」の検討

The Study of “MOVEMENT DIRECTION” Related to Stability of Coordinated Movement

スポーツ科学研究領域

5006A006-1 石田雄輝

研究指導教員： 彼末一之教授

【序論】

協調動作とは、多肢または多関節を時空間的にある目的に従って制御することを要求される運動である。二肢の単関節における周期的な協調動作の研究では、要求された動作をどの程度安定して遂行できているかを位相差(Φ)で評価している。先行研究によれば、二肢を同時に同方向へ動かす動作($\Phi=0^\circ$)は同時に逆方向へ動かす動作($\Phi=180^\circ$)に比べて安定であり、動作の遂行も容易であるとされており(Baldisseraら、1982)。動作の方向が協調動作の安定性を規定する要因であるとされている。

それでは、協調動作の安定性に関わる「方向」とはどの座標系における方向を指しているのだろうか。単純に同方向動作が逆方向動作より安定であると言っても、動作方向は身体(体幹)を中心に見るか、外部空間から見るかで異なる。そこで、本修士論文では立位での同側二肢の周期的協調動作において、動作方向による安定性は身体に固定された座標系と外部座標系のうち、どちらによって規定されているのかを明らかにすることを目的として行われた。また、協調動作の遂行時における筋の組み合わせや筋活動のタイミング与える影響についても検証するため、以下の3種類の実験を行った。

【方法・結果】

【実験1－座標系の検証】

被験者は健康な成人男性7名(24±2歳、平均±標準偏差)とした。被験者は右前腕を水平な台の上で回内位に固定し、右足片足立ちの姿勢で右手・右足の矢状面上での周期運動課題をメトロノーム音に合わせて行った。課題はISO-JR(身体に固定した座標系から見た同方向動作)およびOPP-JR(外部座標系から見た同方向動作)の2種類とした。被験者は2Hzおよび2.5Hzのメトロノーム音に合わせて両課題を3試行ずつ、ランダムな順序で行った。課題は1試行あたり23サイクル継続し、うち1－20サイクルを有効データとした。パフォーマンスの評価指標として、1サイクルごとに手足関節角度の位相差を求め、位相差をもとに成功率(成功サイクル数÷総サイクル数)を算出した。課題の成功範囲は、ISO-JRは位相差 $0^\circ \pm 60^\circ$ 以内、OPP-JRは -180° から -120° もしくは 120° から 180° の範囲とした。

結果は、2Hzおよび2.5Hzの両周波数においてOPP-JRがISO-JRよりも有意に高い成功率を示した。また、ISO-JRは試行の途中からOPP-JRへと動作が

移行してしまう例が非常に多く見られたが、OPP-JRからISO-JRへの動作移行は全く見られなかった。

【実験2－筋活動の組み合わせの検証】

被験者は健康な成人男性7名(22±1歳、平均±標準偏差)とした。被験者は立位で右足片足立ちになり、右前腕を水平な台の上で回外位に固定した。その他の条件、課題、評価は実験1と同様である。

結果は実験1と同じく、両周波数においてOPP-JRがISO-JRよりも有意に高い成功率を示した。ISO-JRからOPP-JRへの動作移行が多い一方で、OPP-JRからISO-JRへの動作移行も見られた。

【実験3－筋活動タイミングの検証】

被験者は健康な成人男性10名(21±1歳、平均±標準偏差)とした。被験者は立位で右足片足立ちになり、水平な台の上で回内位に固定した右手にラバーバンドによる坑重力方向の負荷をかけた。その他の条件、課題、評価は実験1と同様であるが、動作周波数は2Hzのみで行った。

結果は実験1と同じく、OPP-JRがISO-JRよりも有意に高い成功率を示した。ISO-JRからOPP-JRへの動作移行が多く見られたが、OPP-JRからISO-JRへの動作移行は1試行しか見られなかった。

【考察】

本研究では、協調動作が身体に固定された座標系と外部座標系のどちらの座標系から見た「動作方向」によって安定性が規定されているのかを明らかにする目的で行われた。実験1の結果から、OPP-JRがISO-JRよりも安定した動作であることが示されたため、協調動作の安定性を規定する要素は外部座標系における動作方向であると考えられた。また、実験2、実験3の結果より、同時に活動する筋の組み合わせや主に働く筋の活動のタイミングによらず、OPP-JRはISO-JRよりも安定であると示された。

その一方で、実験2および実験3では実験1には見られなかったOPP-JRからISO-JRへの動作移行が起きており、パフォーマンスへの影響が皆無ではないことも示された。

よって、筋活動の組み合わせや筋活動タイミングは協調動作のパフォーマンスに多少の影響を与える要素であるものの、外部座標系における動作方向が主要な規定因子であると考えることが妥当であろう。

【結論】

本研究の結果から、同側二肢の協調動作の安定性を規定する「動作方向」は、同時に活動する筋の

組み合わせや主に働く筋の活動タイミングに関わらず、外部座標系における動作方向であることが示された。