

力場環境下での到達運動の適応と運動速度の関連性についての検討

1250346 塚脇 さくら 【身体情報サイエンス研究室】

1 はじめに

ヒトは日常の様々な場面で運動学習を行い、新しい動作を習得している。先行研究では、学習した運動速度と異なる速度の運動においても、学習した内容が影響することが明らかになっている [1]。しかし、運動速度を一定に保った場合と、低速から徐々に速度を上げた場合の運動学習の違いについては明らかになっていない。

本研究では、力場環境下での到達運動を通して、運動速度を一定に保った場合の運動学習と、低速から徐々に速度を上げた場合の運動学習の違いについて検討した。

2 実験方法

健康な大学生 24 名 (平均年齢 21 歳, 男性 13 名, 女性 11 名) に対して実験を行った。参加者は全て右利きであった。

ロボットマニピュランダムを用いて 10cm 離れた目標へカーソルを直線に動かす到達運動を行った。最初に 30 試行の練習を力場なしで行い、その後、本試行として 330 試行を行った。本試行の最初の 30 試行 (base 試行) は力場なしで行い、次の 240 試行 (training 試行) と 30 試行 (test 試行) は力場ありで行った。試行中ランダムなタイミングで直線にしか進めない errorclamp 試行を含めた。

実験は Constant-Velocity (CV) 群と Gradual-Velocity (GV) 群の 2 群に分かれており、CV 群は練習試行から本試行の運動を一定の速度で行った。GV 群では、練習試行と base 試行を低速で行い、training 試行で徐々に速度を速くしていき test 試行で CV 群と GV 群が同じ速さになるようにした。実験の参加者は CV 群 13 名、GV 群 11 名で構成された。

3 解析方法

データが不適切な CV 群 3 名、GV 群 1 名を除いて解析を行った。

3.1 到達運動の学習度に関する解析

力場環境下での到達運動の学習度を評価するため、CV 群と GV 群の 2 つの指標で t 検定を行った。1 つ目の指標は、到達運動の直線性を評価するために、横軸方向の最大誤差を測定した。2 つ目の指標は、errorclamp 試行の最大速度時に横軸方向にかかる力を測定した。なお、開始位置がずれている試行や、ターゲットに到達していない試行は除外した。

3.2 到達運動の質に関する解析

CV 群の到達運動と、GV 群の到達運動の質の違いを比較するために、4 つの指標で t 検定を行った。4 つの

指標は、反応速度 (RT)、運動時間 (MT)、ピーク速度 (PV)、ピーク速度到達時間 (T_{pv}) であった。また、3.1 で除外した試行に加えて RT が 0.1 以下の試行も除外した。

4 結果

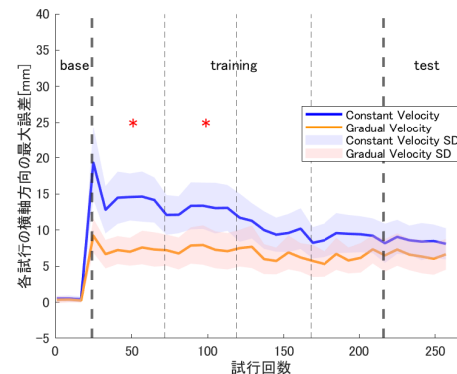


図1 横軸方向の最大誤差

到達運動の学習度に関する解析の結果、横軸方向の最大誤差について test 試行を対象に t 検定を行ったところ、有意差は見られなかった ($p > 0.05$) (図1)。さらに、横軸方向にかかる力についても同様に解析を行ったが、test 試行において有意差は見られなかった ($p > 0.05$)。

到達運動の質に関する解析の結果、RT、MT、T_{pv} の test 試行では有意差はなかったが、PV は GV 群の方が小さく有意差があった ($p < 0.001$)。

5 考察

解析の結果、各項目の test 試行において、PV を除き有意差は認められなかった。これにより、低速から徐々に外力を学習する場合と、最初から速い速度で学習する場合の学習効果に大きな違いはないことが示唆される。つまり、速度を低速から徐々に速くしていった場合でも、十分に学習が進むことが確認された。しかし、PV においては有意差が見られたことから、運動速度を徐々に上げると、結果的にピーク速度が遅くなる傾向があることが示された。したがって、運動学習においては、運動速度を徐々に速くしていくと、ピーク速度に影響を及ぼす可能性があり、実際の運動学習において考慮すべき要素であるといえる。

参考文献

- [1] Goodbody, S. J. and Wolpert, D. M. Temporal and amplitude generalization in motor learning. J. Neurophysiol. 79, 1825–1838 (1998).