

標的強度出力課題における練習スケジュールが学習と脳活動に及ぼす効果

身体運動科学領域

5006A009-2 上野真保

研究指導教員： 山崎勝男教授

実験 I

実験 I の目的は、手指の屈曲運動による標的強度出力課題が、(1) 運動学習研究に適用可能か、(2) スキーマ理論 (Schmidt, 1975) の予測する多様性練習効果を支持するか、について検討した。

[方法]

被験者 矯正を含め視力が正常な常用手を右手とする大学生 16 名 (男性 7 名, 女性 9 名) を被験者とした。被験者 16 名の平均年齢は 24.6 ± 9.0 歳 (単一標的的条件群 8 名: 21.9 ± 1.2 歳, 複数標的的条件群 8 名: 27.1 ± 10.9 歳) であった。

課題条件 右手第 2 指屈曲運動による標的強度値出力課題を用いた。標的強度値として、3N, 6N, 9N の 3 種類を設定し、6N を基準課題と定義した。被験者は課題条件によって、単一標的的条件群と複数標的的条件群の 2 群に振り分けられた。

<単一標的的条件群>

1 ブロック 60 試行で 5 ブロック課題を遂行した。全ての標的強度値は 6N に設定された。

<複数標的的条件群>

1 ブロック 60 試行で 5 ブロック課題を遂行した。試行ごとに異なる 3 種類の標的強度値を出力した。ただし、同じ標的強度値の試行が 2 回以上連続することはなかった。基準課題は単一標的的条件群、複数標的的条件群ともに $3n-2$ 試行目に遂行されるように制御した。

直後テスト 5 ブロックの練習終了直後に、基準課題のみ 20 試行からなる直後テストを実施した。

保持テスト 実験の翌日に基準課題のみ 20 試行からなる保持テストを実施した。

分析方法 本研究では基準課題遂行時のみを分析対象とした。練習期のパフォーマンスは、実際に被験者が出力した値を引いたものをブロックごとに測定し、その絶対値の平均を絶対誤差 (absolute error: AE), 標準偏差を変動誤差 (variable error: VE) として算出した。また、練習期の最後である 5 ブロック目の AE に対する直後テストと保持テストの変化率を学習変化率 (テスト成績 / 5 ブロック目の成績 $\times 100$) として算出した。直後、保持テストは練習期と同様に、AE, VE, 学習変化率を分析した。

いずれの指標も、押し始めから出力が最高値に達するまでの速さ (time to peak force: TTP) を計測し、50-200ms から逸脱した試行は、分析対象から除外した。

[結果]

練習期の基準課題における出力強度値の AE には差がみられなかったが、保持テストは直後テストよりもパフォーマンスは悪かった ($F(1, 14) = 5.58, p < .05$)。また学習変化率について、単一標的的条件群の方が複数標的的条件群よりも成績が悪かった ($F(1, 14) = 5.14, p < .05$)。保持テストの方が直後テストよりも学習変化率が高く ($F(1, 14) = 9.50, p < .01$)、5 ブロック目に比べてパフォーマンスが悪化していた。VE についても、両群間で練習期には差がみられなかったが、保持テストでは直後テストよりも VE が大きく、パフォーマンスが悪化していた ($F(1, 14) = 5.32, p < .05$)。

[考察]

両条件群とも練習期間で AE が有意に減少することはなく、練習に伴って学習が進んだとは言いがたかった (Fig.1)。しかし複数標的的条件群のパフォーマンスは、直後テストで改善がみられた。練習期 5 ブロック目からの変化をみても、複数標的的条件群の直後テストでは AE に減少が生じた。

以上の結果から、本実験で用いた標的強度出力課題は、運動学習過程およびスキル保持を検討するうえで妥当な課題であることが示唆された。

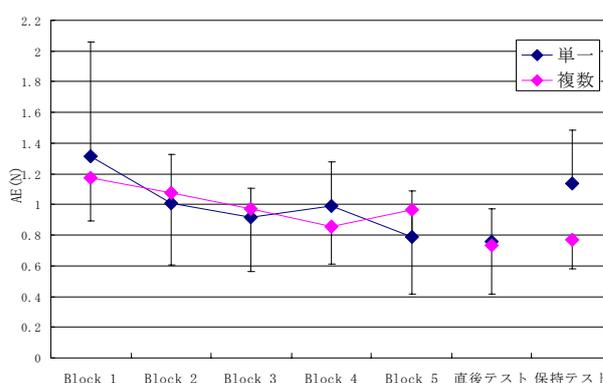


Fig.1 基準課題遂行時の AE の推移

実験 II

本研究では、標的強度出力課題の多様練習が、パフォーマンスと随伴性陰性変動 (CNV) に及ぼす効果を検討した。

[方法]

被験者 矯正を含め視力が正常な常用手を右手とする大学生 23 名 (男性 23 名) を被験者とした。アーチフ

アクト混入の多かった 3 名を分析から除外した。被験者 20 名の平均年齢は 20.8 ± 1.3 歳 (単一標的 condition 10 名: 21.1 ± 1.4 歳, 複数標的 condition 10 名: 20.4 ± 1.4 歳) であった。

課題条件 実験 I と同様の, 右手第 2 指屈曲運動による標的強度値出力課題を用いた。実験手続き, 直後, 保持テスト条件の設定も実験 I と同様であった。

記録方法 脳波 (electroencephalogram: EEG) および眼球運動 (electrooculogram: EOG) のモニタ用に, 両眼角外 1cm から水平眼球運動 (HEOG), 左眼中心上下 2cm から垂直眼球運動 (VEOG) を 128ch デジタル脳波計 (オランダ Biosemi 社製, Active Two) を用いてサンプリング周波数 268Hz で DC 記録した。EEG 電極配置は Biosemi システム電極配置図に準拠した。接触抵抗値の概念に類似したデータ取得オフセット値を 25mV 以下とした。

分析方法

<パフォーマンス>

本研究では, 基準課題遂行時のみを分析対象とした。練習期のパフォーマンスは, TTP と実際に被験者が出力した値 (N 値), 反応時間 (reaction time: RT) を測定した。実験 I と同様に, 各被験者についてブロックごとの AE と VE を算出した。練習期 (5 ブロック), テスト期のそれぞれについて, RT, AE, VE, 学習変化率の 4 指標を分析した。

<CNV>

CNV も基準課題遂行時のみを分析対象とした。CNV は Fz, FCz, Cz, Pz を対象に, 運動開始前 500ms を基線に振幅を計測した。練習期 (5 ブロック), 直後テスト, 保持テストのそれぞれについて加算平均を行い, 振幅について分析を行った。CNV 振幅は区間平均電位 (200ms) を計測し, 前期 CNV として S1 刺激呈示後 400ms から 800ms について, 200ms 毎に分析を行った。また, 後期 CNV として S2 刺激呈示前 400ms 間についても 200ms 毎の分析を行った。

いずれの指標も, TTP: 50–200ms から外れた試行, RT が 150ms より速い, 400ms より遅い試行は分析対象から除外した。

[結果]

練習期の基準課題における RT は単一標的 condition

群で速かったが ($F(1, 18)=12.02, p<.01$), テスト期には差がなくなった。練習期の AE は複数標的 condition で大きく, パフォーマンスは悪かったが ($F(1, 18)=9.76, p<.01$), ブロックが進むにつれ改善がみられ, テスト期には差がなかった。学習変化率は, 単一標的 condition の方が複数標的 condition よりも成績が悪く ($F(1, 18)=8.46, p<.01$), 5 ブロック目に比べてパフォーマンスが悪化していた。VE については, 両群間で練習期, テスト期に差がみられなかったが, ブロックが進むにつれてパフォーマンスが安定していった。

練習期の CNV 振幅について, 前期 CNV は単一標的 condition で振幅が大きかった (400-600ms: $F(1, 18)=11.91, p<.01$; 600-800ms: $F(1, 18)=14.01, p<.01$)。後期 CNV では condition に差はなく, Cz での振幅が他の部位よりも大きかった。直後テストおよび保持テストにおける前期 CNV は, condition 間に差がみられなかったが, FCz で他の部位よりも振幅が大きかった。後期 CNV についても condition 間に差はみられなかったが, 1600-1800ms で直後テストよりも保持テストの振幅が大きかった。また, FCz, Cz で振幅が大きかった。

[考察とまとめ]

実験 II では, 標的強度出力課題における練習のスケジュールが CNV 振幅に及ぼす影響と, 多様性練習の学習効果について検討した。

練習期のパフォーマンスは単一標的 condition が優れていたのに対し, 保持テストでは複数標的 condition の方がパフォーマンスは維持されていた。出力値の分散も複数標的 condition の方が小さく, 多様性練習は学習の保持および安定性に効果があると考えられる。

また, 前期 CNV における前頭部での振幅差が, パフォーマンスを反映すると考えられた。練習期にみられた condition 間のパフォーマンスの差は, 直後, 保持テストでは消失した。同様に前期 CNV にも, テスト期には差がみられなかった。反応プログラミング段階での認知的な処理を反映する前頭部での活動 (前期 CNV) が, パフォーマンスと関連していると考えられる。つまり, 直前の試行で形成された動作プランがワーキングメモリにまだ残っているために, 前頭部の活動が CNV に反映され, パフォーマンスが良かったと考えられる。