

スキル動作遂行中に提示したフィードバックの脳内情報処理

Brain information processing of feedback signals during execution of skilled movement

1K10C157-3 栗田 光

指導教員 主査 正木宏明先生

副査 内田 直先生

【目的】

我々は自分の行動の結果を予測したうえで、実際の結果に関するフィードバック情報を認知し、必要に応じて補い、修正するという一連の脳内情報処理を行う。この適応過程が成立するためには、行為と結果情報との間に随伴性が成立していなければならない。また報酬獲得に伴う快感情の高まりや報酬獲得へのモチベーションが行動を導く主因であることから、報酬系の情報処理が、行動の強化に大いに関連していることが明らかにされてきた。本研究ではフィードバック時間を操作することで、適応過程を理解するうえで重要となる 行為と結果の随伴性 (action-outcome contingency) について調べると共に、パフォーマンス結果に金銭的報酬と罰を加えることで、行為と結果の随伴性に伴う情動・動機づけプロセスを調べることを目的としている。

【方法】

実験課題として、運動制御課題を実施した。課題は左右のフォースキーを指の腹で鋭く押し、表示される目標のテンプレート通りに強度値を出力させることだった。本実験ではフィードバックの待ち時間が2秒の短時間条件と、9秒の長時間条件、フィードバックを一切与えない統制条件を設定した。パフォーマンスは目標と実際のフォースカーブとの間で平均二乗誤差 (RMS error: root mean square error) を求め、当該試行の成績が前試行よりも良かった場合には、30 円の報酬が与えられ、悪かった場合には 15 円マイナスとした。フィードバック画面には、実際のパフォーマンス結果に加えて、パフォーマンスが良い場合には“Win”，悪い場合には“Lose”を現時点での獲得金額と共に画面上に提示した。試行数は1ブロック33試行とし、フィードバック有り条件は2ブロックずつ、統制条件は1ブロックの合計5ブロックを行った。脳波は、頭皮上128部位によりDC導出された。

【結果】

Cz における FB-ERP の振幅値について条件(2)×FB 結果(2)の2要因分散分析を実施した結果、FB-ERP は、Win のときの方が Lose のときよりも有意に陽性方向に大きかった ($F(1,15)=11.837, P=0.04$)。長時間条件(9 秒)と短時間条件(2 秒)の条件間に有意差はなかった ($F(1,1$

$5)=.218, p=.647$)。また交互作用は認められなかった($F(1,15)=.108, p=.747$)。FCz における FB-ERP の振幅値について条件(2)×FB 結果(2)の2要因分散分析を実施した結果、FB-ERP は Lose のときの方が Win のときよりも有意に陰性方向に大きかった($F(1,15)=8.021, p=.013$)。FB-ERP は、短時間条件(2 秒)のほうが長時間条件(9 秒)よりも有意に大きかった($F(1,15)=7.167, p=.017$)。また交互作用はなかった($F(1,15)=.630, p=.440$)。長時間条件(9 秒)での FCz における SPN の振幅値と FB-ERP の振幅差との間には、負の相関が認められた($r=-.799, p=.002$)。Cz における SPN の振幅値と短時間条件(2 秒)における Lose の FB-ERP の振幅値との間には、正の相関が認められた($r=.588, p=.044$)。また Pz と C4 における SPN の振幅値と Cz における EB-ERP の振幅値との間には、正の相関が認められた(Pz : $r=.603, P=.038$, C4 : $r=.607, p=.036$)。

【考察】

本実験では、行為と結果の随伴性とそれに伴う情動・動機づけプロセスについて調べることを主な目的としていた。本実験において Cz では FB-ERP の振幅は Win のときの方が Lose のときよりも有意に陽性方向に大きくなったことから、Cz において陽性の電位が出やすく、Win のフィードバック刺激に反応しているということが考えられる。また FCz において、FB-ERP の振幅が Win のときよりも Lose のときの方が有意に陰性方向に大きかったことから、FCz において陰性の電位が出やすく、Lose のフィードバック刺激に反応していることがわかる。また短時間条件(2 秒)の方が、長時間条件(9 秒)よりも有意に大きかったことから、短い時間で随伴性が成立しやすいということが支持された。

また長時間条件(9 秒)での刺激前陰性電位(SPN)と FB-ERP の関係は、FCz における SPN の振幅値と FB-ERP の振幅差との間には、負の相関が認められたことから、SPN が大きくなると FB-ERP は小さくなる関係性があることがわかる。また短時間条件(2 秒)では SPN が大きくなると FB-ERP も大きくなる関係性があることがわかる。