

同一選択課題での再学習におけるノルアドレナリン神経系の関与

行動生理学研究室 加賀谷基

〈背景〉

青斑核にあるノルアドレナリン神経(noradrenalin:NA)は覚醒、注意、記憶をコントロールし学習過程に重要な役割を果たすと考えられている。ラットの迷路選択課題において、課題の難易度が高いほど NA 神経の活動が高くなり、覚醒や注意水準に加えて最適な選択を行うための探索欲求にも関与することが示唆されている。探索欲求は探索行動である代理的試行錯誤行動(Vicarious trial-and-error:VTE)に反映され NA 神経の活動に伴って増加するとされている。これまで迷路選択課題学習の研究では同一選択課題(大報酬側を固定した条件)の学習過程に関する研究が多く、同一課題による選択条件(大報酬側を入れ替える条件)を変えて検討した研究はほとんど報告されていない。一度選択学習を獲得した後の新たな選択学習には難易度の増加や探索行動の必要性、さらに先行する学習経験からの転移効果が伴う可能性が考えられる。そこで本研究では、同一課題で選択条件を変えて再学習させた場合の学習過程の行動変化と NA 神経の活動について解明することで、同一選択課題での再学習における NA 神経系の関与について検討した。

〈方法〉

本研究では実験動物に Wistar 系雄ラット(n=13)を用いた。選択課題は二選択肢の T 字分岐迷路を用い、選択肢の餌ペレットの数を 1 粒(小報酬):3 粒(大報酬)に設定した条件で 40 試行の選択課題を 1 日 1 回、2 日連続で行わせた(1 日目の課題:学習 1、2 日目の課題:学習 2)。学習 1 の前準備として、あらかじめラットに課題 40 試行中 30 回以上大報酬側を選択するまで学習のトレーニングを行わせた。2 日目の選択課題においてラットは選択肢の大報酬側を 1 日目と入れ替える実験群と入れ替えないコントロール群に分けた。学習過程の行動指標として、10 試行ごとの大報酬側の選択割合と VTE 回数を求めた。NA 神経の活動は学習 2 の実験終了から 90 分後に脳を摘出し、神経活動のマーカーである c-Fos 蛋白発現と NA 神経細胞のマーカーであるチロシン水酸化酵素を免疫組織化学的二重染色法により測定した。

〈結果と考察〉

行動テストの結果から、学習 1 では大報酬側の選択割合、VTE 回数共にコントロール群と実験群の間に差がみられなかった。両群共に課題試行の増加に伴い、大報酬側の選択割合は増加する傾向を示し、VTE 回数は減少する傾向を示した。学習 2 では大報酬側の選択割合、VTE 回数共に群間に差がみられた。大報酬側の選択割合はコントロール群で最初の 10 試行目から 40 試行目まで 80%以上を維持した。しかしながら、実験群では最初の 10 試行目で約 40%、31 試行目から 40 試行目で約 60%であった。VTE 回数はコントロール群で学習 1 のときと同様の傾向をみせたが、実験群では減少傾向がみられずコントロール群に比べ高い値を示した。NA 神経の活動はコントロール群に比べて実験群の方が高い傾向であった。

これらのことから、同一選択課題における同一選択学習では獲得した学習を維持して大報酬側を選択できたが、新たな選択学習では先行する学習経験により大報酬側を選ぶ割合が低くなることが分かった。新たな選択学習では VTE 回数が増加したことから探索欲求が増加したと考えられる。NA 神経の活動がコントロール群に比べて実験群の方で高い傾向がみられたことから探索欲求の増加を支持することができる。同一選択課題における新たな再学習時には NA 神経系が関与している可能性が示唆された。

同一選択課題での再学習について行動科学的アプローチにより検討した。T 字分岐迷路を用いた二選択肢の課題で、ラットに報酬の多い選択肢を学習させてから、その選択条件を入れ替えない実験と入れ替える実験を行った。その結果、選択条件を入れ替えないラットでは成績が維持されたが、入れ替えたラットでは成績が下がり、探索行動が増加した。そのメカニズムとしてノルアドレナリン神経系が関与している可能性が示唆された。