

皮膚感覚を伴う運動イメージの脳画像研究 Brain imaging study of motor imagery with tactile input

1K08A179-5

指導教員 主査 彼末一之 先生

林 拓志

副査 正木宏明 先生

[導入]

運動イメージとは、動作をせずに運動を想起することと定義される。運動イメージはスポーツ現場や臨床で応用されており、運動イメージの脳活動は様々な手法で検討されてきている。先行研究から、運動イメージと運動遂行で類似した神経回路を用いており、これらが運動イメージによる運動学習を可能にしているということが示唆されている。

実際の日常生活では、物体に対して動作を行ったり道具を用いて動作を行ったりすることが多く、これらの動作の運動イメージは道具を用いない動作の運動イメージと異なると考えられる。本研究では fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) を用いて、道具を用いる動作の運動イメージ中に皮膚感覚を伴うことで特異的に起こる脳活動を検討することを目的とした。

[方法]

本研究では 1.5T の fMRI 装置を用いた。運動イメージとしてスポンジボールを一定のテンポで繰り返し力強くにぎる動作を課題にし、皮膚感覚を提供するのみ、運動イメージのみ、皮膚感覚を伴う運動イメージの 3 条件と、コントロールとして安静条件を行った。テンポと力は被験者の裁量に任せた。ブロックデザインを用いて課題と安静を交互に行いデータを取得した。解析は SPM8 を用いた。まず得られたデータに配置計算、標準化、空間的平滑化を施した。次に各試行内の課題から安静を差分することによって、各課題に特異的に見られる脳領域の賦活を算定した。また、皮膚感覚を伴う運動イメージ課題と運動イメージ課題を差分することによって、皮膚感覚を伴う運動イメージ課題に特異的に見られる脳領域の賦活を算定した。閾値は課題と安静の差分は $p < 0.001$ (uncorrected) に設定し、課題間の差分は $p < 0.01$ (uncorrected) に設定した。

[結果]

皮膚感覚提供課題では賦活が見られなかった ($p < 0.001$, uncorrected)。運動イメージ課題では運動関連領域、右下頭頂小葉、左一次体性感覚野、左背外側前頭皮質に賦活が見られた ($p < 0.001$, uncorrected)。皮膚感覚を伴う運動イメージ課題では運動関連領域、両側下頭頂小葉、左上頭頂小葉、左背外側前頭皮質、左島皮質に賦活が見られた ($p < 0.001$, uncorrected)。

皮膚感覚を伴う運動イメージ課題と運動イメージ課題に共通して賦活が見られた領域は両側補足運動野、右島皮質、右腹側前頭皮質、左背側前頭皮質であった。

皮膚感覚を伴う運動イメージ課題と運動イメージ課題の差分により、皮膚感覚を伴う運動イメージ課題には右背外側前頭皮質や左視覚連合野に、運動イメージ課題には左中側頭回に賦活が見られた (図, $p < 0.01$, uncorrected)。

[考察]

運動イメージ課題から安静の差分によって、運動関連領域に賦活が見られ、先行研究とおおむね一致するものであった。

皮膚感覚を伴う運動イメージ課題と運動イメージ課題の差分により、皮膚感覚を伴う運動イメージ課題では右背外側前頭皮質に強い賦活が見られた。皮膚感覚を伴うと、運動イメージの鮮明度は高くなることから、背外側前頭皮質が運動イメージの鮮明度に関係していると考えられる。また、この領域は感覚と運動の連合や短期記憶に関連しており、運動学習の初期段階に重要な役割をしていると考えられる。

[結論]

運動イメージ中に皮膚感覚を伴うと、運動イメージのみを行った時よりも、背外側前頭皮質の活動が見られた。背外側前頭皮質の活動は、運動のイメージの鮮明度や運動学習に関連していると考えられる。したがって、運動イメージ中に皮膚感覚を伴うことで、より鮮明な運動イメージを可能にし、運動学習により効果があると考えられる。

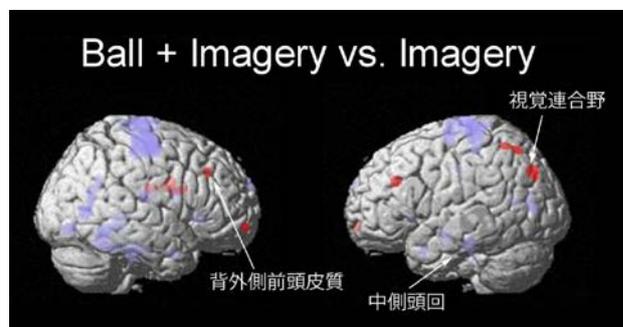


図 皮膚感覚を伴う運動イメージ課題と運動イメージ課題の差分によって算出された皮膚感覚を伴う運動イメージ課題に強い賦活が見られた領域 (赤色) と運動イメージ課題に強い賦活が見られた領域 (青色)。