

運動時に賦活する機能的脳神経回路の同定法の確立

行動生理学研究室 笠原秀昭

[背景・目的]

運動は認知機能の改善、抗うつ・抗不安効果、記憶の向上など脳機能に多様な影響をもたらす。このことは運動が脳内の多様な領域を同時に刺激していることを示唆するが、脳の様々な領域の活動や脳領域間の関係性の視点から運動と脳機能に関して検討しているものはほとんどない。運動による多様な効果に関連する脳機能の解明には従来の脳機能局在論の視点のみでは限界があり、脳全体を網羅的に検討する必要があると考えられる。これまでのヒトを対象とした fMRI 研究は脳の全領域を対象とした検討を可能としてきたが、賦活する脳領域を特定するのみで神経伝達物質の働き、解剖学的結合との対比、また運動中の脳の賦活を測定することは困難である。そこで本研究では脳全体の機能的神経回路の解明のための新たな方法として、動物実験による免疫組織化学的手法を用いた運動時の脳の機能的神経回路の同定法の確立を目指すことを目的とした。

[方法]

本研究では Wistar 系雄ラット (n=25) を用いた。運動条件として、異なる運動強度 (コントロール群:0m/min、低強度運動群 15m/min、高強度運動群 30m/min) での 30 分間の急性トレッドミル走を用いた。脳内神経活動は運動開始から 90 分後に脳を摘出し、神経活動は c-Fos 免疫組織化学染色法を用いることで検討した。観察した脳領域は、運動と情動に関連する領域 (二次運動野・島皮質・海馬・視床下部室傍核・扁桃体基底外側核・扁桃体中心核・腹側被蓋野・黒質・縫線核・青斑核) とした。運動条件の違いによるこれらの脳領域の神経活動の空間的変化及び、神経活動の脳領域間相関を基に機能的神経回路マップを作成し、運動条件特異的なパターンの抽出を試みた。

[結果・考察]

運動により、c-Fos 陽性細胞密度の増加が認められた脳領域は、島皮質、視床下部室傍核、海馬、扁桃体基底外側核、背側縫線核、青斑核であり、運動条件特異的な脳神経活動の空間的変化が観察された。特に扁桃体基底外側核と背側縫線核は低強度運動群で、島皮質、視床下部室傍核、青斑核は高強度運動群で特異的に活動した。また、機能的脳神経回路マップのパターンからコントロール群、高強度運動群に対し、低強度運動群においては脳領域間の関係性が高まる傾向にあり、運動条件により機能的神経回路は異なることが示唆された。これらのことから、運動は広範囲の脳領域の神経活動に影響を与えるが、運動条件により賦活領域の空間的パターン及び脳領域間の関係性は変化すると考えられ、本研究の機能的脳神経回路の同定法は運動と脳に関する新たな機能解明を導くために有効である可能性を示した。

免疫組織化学的手法を用いて脳全域の神経活動を測定し、運動時に賦活する機能的脳神経回路の新たな同定法の確立を目指した。その結果、運動条件により神経活動賦活領域の空間的パターン及び脳領域間の機能的神経回路も変化させることが示唆され、本研究の同定法の有用性が示された。