

(1) 研究課題 中枢神経系における触覚情報処理に関する研究

1. 研究の背景と目的

手指の把持力の制御には、個々の筋・腱からの固有感覚フィードバックのみならず、母指と示指掌側の皮膚受容器からの触覚フィードバックがより重要である。ペットボトルを母指と示指でつまみ上げる場合、感覚入力(C6-7)と手指筋への運動出力(C8-Th1)の髄節レベルは異なっている。このような感覚運動カップリングは、脊髄反射と同様で、大脳レベルよりも脊髄内で運動の下行系と末梢からの入力調整を行う介在ニューロンの働きによると推測されるが、脊髄内での感覚情報処理機構や運動ニューロンとの連携についてはこれまであまり注目されてこなかった。

2. 研究の特徴

- ① 刺激にともなう末梢神経～脊髄の活動を電位と磁場の両面から解析する
- ② 体性感覚誘発電位(SEP)の短潜時成分の発生源や発生機序を可視化する
- ③ 呼吸や運動イメージなど脊髄運動ニューロン興奮性の変動要因について非侵襲的に探索する
- ④ 手指の巧緻運動の基盤となる脊髄神経回路機構を非侵襲的に解明する
- ⑤ 巧緻運動障害における脊髄の病態や治療効果判定を把握する検査法を開発する

3. 研究活動内容とその波及効果

平面型神経磁場測定装置を用いて、健常ボランティアを対象に上肢刺激のSEPと脊髄磁場の計測を行った。誘発された脊髄磁界から空間フィルタ(recursive null steering beamformer)を用いて活動電流を再構築し、個々の被験者の頸椎X線像の上に重畳した。

被験者6例全例において刺激後9-10 ミリ秒で脊柱管内に推定された水平方向電流が上昇していた(脊髄後索の上行性伝導を示唆)。側面での磁場計測では、誘発された電流が背側から腹側へ向かっていたこと、12ミリ秒付近では脊柱管のC5レベルの範囲内に局在していた。この事実はSEPの頸部背側陰性・腹側陽性のN13-P13成分が後角内の介在ニューロン活動を反映することが確認するものと考えられる。

4. まとめ

磁場計測を用いることによって、背側面の記録からは、神経インパルスに伴う容積電流が後索を上行・伝導する様子を可視化できた。側面の記録からは、頸椎C5レベル(頸髄C6-7レベル)における脊髄内での感覚情報処理機構を可視化できる可能性が示唆された。従来からSEPの頸部P13-N13電位は、後角内での介在ニューロンのシナプス後電位を反映すると考えられてきたが、磁場計測により裏付けられた。脊髄磁場計測は、巧緻運動障害における脊髄の病態や治療効果判定を把握する検査法の1つになりうると考えられる。