

# 中枢神経系における触覚情報処理に関する研究

尾崎 勇\*

青森県立保健大学

Key Words : ①magnetic field ② somatosensory evoked potential ③ cervical cord ④ interneuron ⑤ median nerve stimulation

## I. はじめに

手指の巧緻運動の発現には、手指筋の活動を制御する大脳～基底核～小脳の運動系回路のみならず皮膚や筋からの運動回路への感覚情報入力が必要であり、運動プランの開始には運動前野、前頭連合野と(運動後の手指筋長や関節位置を総合的に再現する)後部頭頂葉皮質との情報交換が**運動の逆モデル**を形成する。このようなヒト大脳の運動関連領域の活動様式は機能的 MRI や PET のニューロイメージング研究、脳波・脳磁場研究などから明らかにされてきた。しかしながら、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。例えば、ペットボトルを母指と示指でつまみ上げるといった簡単な動作であっても、遂行する上で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が(Johansson, 1996)、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。

## II. 目的

健常人を対象に、刺激にともなう末梢神経～脊髄の活動を電位と磁場の両方の面から解析することで、**遠隔電場電位**といわれてきた**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とともに、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。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とともに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ことを目的とする。

## III. 研究の経過

平面型神経磁場測定装置(124チャンネル SQUID)が設置されている東京医科歯科大学先端技術応用医学センターにおいて、同大の川端茂徳氏、赤座実穂氏、金沢工業大学先端電子技術応用研究所の足立善昭氏らと上肢刺激の体性感覚誘発電位と脊髄磁場の計測を行った。健常ボランティアを対象に、右正中神経を手首で最大上刺激を与えて、鎖骨部、頸髄 C5 前後、対側頭頂部、Fz から SEP を記録した。同様の方法によって誘発された脊髄磁界は、平面型神経磁場測定装置を使用して頸部の表面(背部と側面)から測定した。SEP と脊髄磁界のいずれも、刺激後 30ms までの反応を 2000 回加算して記録した。脊髄磁界から活動電流は空間フィルタ (recursive null steering beamformer) で再構築されて、個々の被験者の頸椎 X 線像の上に重畳した。推定された電流値と SEP 電位 N13-P13 で適合のよさを確認するために線形回帰分析を行った。

---

\*連絡先：〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1 E-mail: isamu@auhw.ac.jp

呼吸相や運動イメージによる F 波や H 波の変化に関する実験に関しては、現在進行中である。

#### IV. 結果

6 例の被験者全例で頸部脊柱管内に推定された水平方向電流は、刺激後 9-10 ms から経時的に上昇した。さらに、脊柱管内 C5 レベルでは後方(背側)から前方(腹側)へ向かう電流も認められた。前者の頂点潜時は SEP の N11 潜時(後索起源)と、後者の頂点潜時は C5 前方頸部モンタージュで記録される SEP の N13 潜時(後角起源)と有意に一致していた。

#### V. 考察

脊柱管内に推定された水平方向電流が上昇したこと、そして、C5 レベルにおけるそれらの頂点潜時が SEP の N11 頂点潜時とほぼ同様だったことは、磁場計測によって神経インパルスに伴う容積電流が後索を上行する様子を可視化できることを示唆している。また 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。今回の側面での磁場計測で、誘発された電流が背側から腹側へ向かっていたこと、脊柱管の C5 レベルの範囲内に局在していたことから、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されたと考えられる。

#### VI. 文献

1. Abraira VE, Ginty DD: **The sensory neurons of touch.** *Neuron* 2013;79(4):618-39.
2. Johansson, RS: Sensory control of dexterous manipulation in humans. In Wing AM, Haggard P, Flanagan JR (Eds): *Hand and brain: The neurophysiology and psychology of hand Movements.* pp 381-414. San Diego, CA, US: Academic Press.

#### VII. 発表

1. Ozaki I, Kurata K: The effects of voluntary control of respiration on the excitability of the primary motor hand area. 第 57 回日本神経学会学術大会, H28 年 5 月 20-22 日, 神戸市.
2. 尾崎 勇, 神成一哉, 馬場正之(青森県立中央病院神経内科): パーキンソン病と農薬ばく露に関するアンケート調査. 第 15 回釧路ニューロサイエンスワークショップ+第 33 回日本脳電磁図トポグラフィ研究会, H28 年 7 月 1-2 日, 釧路市.
3. 尾崎 勇: 聴覚野の解剖と機能マッピング. シンポジウム 4 「音楽とてんかん」. 第 50 回日本てんかん学会学術集会, H28 年 10 月 7-9 日, 静岡市.
4. 神成一哉, 尾崎 勇, 葛西祥規, 荒澤 隼, 高橋悠太: パーキンソン病の姿勢反射障害定量化の試み. 第 19 回日本薬物脳波学会 19th JPEG, 第 4 回宮古島神経科学カンファレンス MiCONS 合同学術集会, H28 年 11 月 11 日, 宮古島市.
5. Akaza M, Kawabata S, Ozaki I, Hasegawa Y, Watanabe T, Ushio S, Deguchi H, Adachi Y, Sekihara K, Sasano T, Sumi Y, Yokota T: Posteroanterior action currents in the cervical cord following median nerve stimulation visualized by magnetic recording. *American Clinical Neurophysiology Society, Annual meeting and courses 2017.* H29 年 2 月 8 日-12 日, Phoenix, Arizona, USA.
6. 尾崎 勇: 第 2 章誘発電位 02 体性感覚誘発電位 a 原理と基本, b 臨床応用. 編者: 飛松省三, *ここが知りたい! 臨床神経生理.* 中外医学社 2016 年 ISBN:978-4-498-22858-0.