

舌の二点識別覚：脳磁図対応触覚刺激装置の開発と ミスマッチ反応の測定

Two-point discrimination on the tongue: Development of an MEG-ready tactile stimulator and measurements of mismatch responses to tongue stimulation

岩田香織⁽¹⁾, 根本哲也⁽²⁾, 伊藤健吾⁽¹⁾, 中村昭範⁽¹⁾

(1) 国立長寿医療研究センター 脳機能画像診断開発部

(2) 同 健康長寿支援ロボットセンター

Kaori Iwata (1), Tetsuya Nemoto (2), Kengo Ito (1), Akinori Nakamura (1)

(1) Department of Clinical and Experimental Neuroimaging,
National Center for Geriatrics and Gerontology (NCGG)

(2) Center for Assistive Robotics and Rehabilitation for Geriatrics and Health, NCGG

Abstract

Cutaneous two-point discrimination is useful in evaluating central sensory disturbance, however, its assessment becomes difficult if a subject has comorbid peripheral neuropathy like Minamata disease. It is considered that evaluation of the two-point discrimination on the tongue should solve this problem because the oral area is generally spared in case of peripheral neuropathy. Therefore, we newly developed a tactile two-point stimulator which is compatible for MEG measurements. Then we measured brain magnetic responses to tactile Oddball paradigm (standard: 80% one-point stimuli, deviant: 20% two-point stimuli) in 5 healthy volunteers. We could successfully measure mismatch responses (MMR) related to two-point discrimination. It was suggested that the MMR waveforms were changed as a function of the two-point distances and therefore considered to be useful for the objective assessments of two-point discrimination ability.

1. 緒言

二点識別覚は統合皮膚感覚の空間分解能の指標となる基本的な認知能力のひとつであり、中枢性感覚障害の評価にしばしば用いられる。しかし、例えば水俣病のように末梢神経障害も合併する場合には評価が困難である。末梢神経障害は一般的に手袋靴下型の分布を呈し、舌は通常障害を免れ

るため、舌で二点識別覚を測定し客観的に評価することは意義深い。これまでに Akatsuka ら[1]は、電気刺激に対する二点識別覚を脳磁図で検討し、体性感覚の Mismatch Response (MMR)によって二点識別覚を客観的に評価できる可能性を示しているが、湿性の舌において電気刺激でこれを実現することはほぼ不可能である。そこで、舌の触覚刺激が可能な脳磁図対応の刺激装置を新たに開発し、舌の二点識別に関連した MMR の測定を試みた。

2. 方法

1) 脳磁図対応の舌触覚刺激装置の開発

タイミングを正確にコントロールしながら通常の二点識別覚検査と同等の触覚刺激を舌に与えることができ、センサーの直近で稼動しても磁場を一切乱さない刺激装置の設計・作成を行った。部品に用いる素材は、実際の脳磁計 (Neuromag) を用いて磁場ノイズレベルを測定した上で選定した。

2) 脳磁図測定及びデータ解析

作成した刺激装置を用いて、健常成人 5 名を対象に脳磁図測定を行った。触覚刺激は被験者の舌尖端に 1 点刺激 (standard : 80%, 400~480 回) と 2 点刺激 (deviant : 20%, 100~120 回) をランダムに与える Oddball 課題で (刺激間隔は 650~850ms, プローブの押出時間 200ms)、二点間距離を 5mm 及び 2mm に設定した場合の誘発反応を個別に記録した。データ解析は、SPM8 (Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, University College, UK) を用い、standard 刺激と deviant 刺激それぞれ

に対する反応の差を統計学的に検定し、有意なMMRが出現しているかどうかの判定に用いた。

尚、本研究は当該施設の倫理・利益相反委員会承認の元、全被検者から書面でインフォームドコンセントを得た上で行われた。また、口との接触面を医療用の創傷被覆保護材でカバーし、被検者毎に交換することにより清潔性も担保した。

3. 結果及び考察

1) 脳磁図対応の舌触覚刺激装置の開発

刺激プローブは空気圧で駆動され、1点/2点刺激の種類、押し出しタイミング、持続時間、刺激間隔等をミリ秒以下の精度で精密に制御できる刺激装置を開発した(図1)。駆動・構造体はアルミ合金A2017、ボルト等はPOM(プラスチック)、エア駆動膜はシリコン樹脂を用いることにより、センサー直近で駆動しても測定に影響を与えるような磁場ノイズの発生を抑えることができた。

2) 脳磁図測定及びデータ解析

2点間隔が5 mmの刺激に対する脳磁図測定結果の代表的波形を図2に示す。刺激後潜時約110-150 msをpeakに明瞭な波形が両側の頭頂部センサーから記録され、舌の機械的刺激に対する体性感覚誘発反応の記録に成功したと考えられた。潜時115 ms 近辺では、1点/2点刺激に関係なく両側の頭頂葉にそれぞれ単一の電源活動が認められた(図2, 上)。一方、潜時145 ms 近辺では、特に左側で2点刺激に対する反応が1点刺激に対する反応よりも大きく、1点/2点刺激を自動的に弁別するMMRが捉えられていることが示唆された(図2, 下)。SPM8を用いた解析の結果、1点刺激と2点刺激それぞれに対する反応の差は有意であり、客観的にも舌の二点識別覚に関連したMMRが誘発されていることが示された(図3)。更に個人毎の測定結果を解析したところ、2点間隔が5mmのOddball刺激の場合は全員で有意なMMRが観察されたが、間隔が2mmの場合は1名のみであり、2点間距離に依存してMMRの出現頻度が変わることが示唆された。

4 結論

1. 脳磁図測定に対応した舌の触覚二点識別刺激装置を新規開発した。
2. 本装置を用いて、舌の二点識別覚に関連したMMRの測定が可能となり、二点識別覚の閾値を客観的に推定できる可能性が示された。

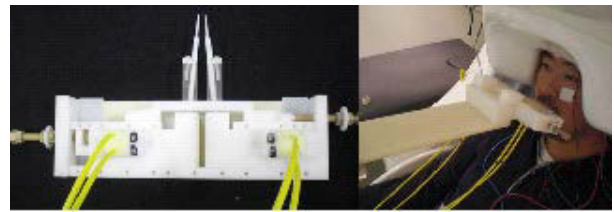


図1:開発した刺激装置。左:舌刺激プローブ部分。右:測定風景。刺激部はカセットで覆い、それを軽く口にくわえて舌尖を当てると、スリットから刺激プローブが突出して舌を刺激する。

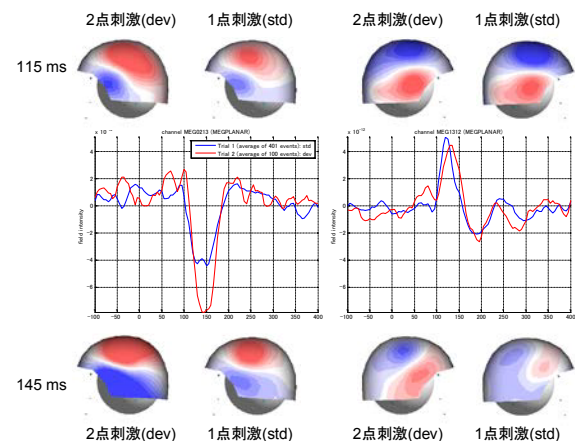


図2:左右の頭頂部センサーから記録された、舌のOddball刺激に対する誘発反応(赤:2点刺激、青:1点刺激)。

センサー二次元配置

time course

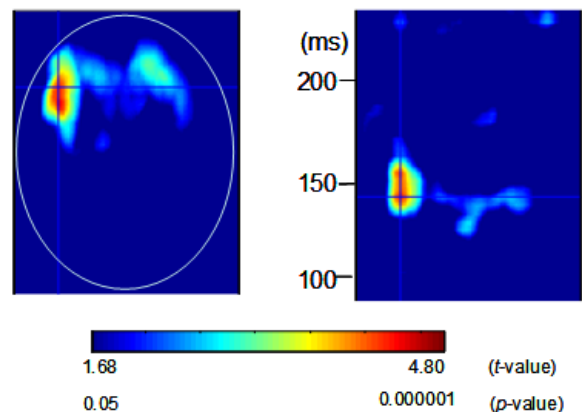


図3:図2に示したデータのSPM8による解析結果(2点刺激 vs 1点刺激)

参考文献

- [1] Akatsuka K, Wasaka T, et al. Clin Neurophysiol. 2007; 118 (2): 403-11.