

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500518

研究課題名（和文） 脳磁図を用いた触圧覚情報の脳内処理過程の解明

研究課題名（英文） Analysis of processing in somatosensory input by using MEG

研究代表者

大山 峰生（OYAMA MINEO）

新潟医療福祉大学・医療技術学部・作業療法学科・教授

研究者番号：10367427

研究成果の概要（和文）：本研究では、一側と両側同時に触圧覚二点刺激を与えた時の体性感覚誘発脳磁界（SEF）を計測解析し、二点識別の処理過程について検討することを目的とした。SEF波形の計測には306ch脳磁界計測装置を用いた。二点刺激は非磁性体触圧覚刺激装置を利用した。課題は、全被験者が二点と判別できる二点刺激を右示指と両側示指に対して行う場合（一定距離間隔刺激条件）と、3種類の二点刺激をランダムに与え二点識別させる課題を右示指と両側示指に対して行う場合（二点識別条件）を設定した。平均ピーク潜時は両条件とも一側、両側同時刺激間で差は無かった。振幅は両条件間で比較すると一側刺激においては両条件で差は無かったが、両側同時刺激においては二点識別条件で大きかった。第二、第三成分のECDは、一次感覚野（3b野）の後方に同定された。

研究成果の概要（英文）：We investigated the cortical activation following two points tactile stimulation to tip of index finger of right hand and bilateral hands. We used a 306-ch whole-head MEG system and a tactile stimulator driven by piezoelectrical actuator. An array of two tiny plastic pins of the stimulator was used to obtain the somatosensory evoked magnetic fields (SEF). The distance between pins was set at 7.2mm that all subjects detect clearly for constant distance stimuli condition and at 2.4mm, 4.8mm and 7.2mm for two points discrimination (2PD condition). In 2PD condition, three kinds of stimulation were given randomly. The stimulation to bilateral hand was given simultaneously. We confirmed three peaks of SEF waveforms around the somatosensory cortex in the left hemispheres in both conditions in unilateral and bilateral stimulations. There were no significant differences in the peak latencies in both conditions between unilateral and bilateral stimulations. The second and third peaks in 2PD condition in bilateral stimulations increased in amplitude significantly. The ECDs corresponding to these peaks were located in posterior portion from area 3b.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：機能的電気刺激，体性感覚誘発磁界，触圧覚

1. 研究開始当初の背景

脊髄損傷例の麻痺に対し，機能的電気刺激で日常生活動作を再建する試みがある．我々は C5 レベルの脊髄損傷症例に対し本法による機能再建を行い，これまで不可能であった前腕回旋運動が伴った把持動作の再建に成功し，対象者から好評を得た．しかし，手の運動制御プログラムの筋刺激強度は，再建動作中は常に一定で，物体の重さや質に応じて手指筋の張力を制御できないことが問題であった．

一方では，生体の神経系に対し，直接的に情報の入出力を実現する神経インタフェースが発展してきており，機能的電気刺激の運動制御にこれを応用しようとする試みがある．しかしながら，神経インタフェースを用いて神経系から入力信号を計測しても，感覚情報の種類，感覚情報に含まれている意義については分析できていないのが現状であり，筋出力制御に入力信号を応用するには依然と多くの問題が残っている．

感覚情報を基とした筋出力の制御を実現するにあたっては，あらかじめ健常者における体性感覚情報特性と脳内での処理過程，感覚-運動制御機構とその局在等を解明しなければならない．このような課題が考えられるなか，我々はこれまでに筋および関節固有受容器からの入力情報に着目した運動制御に関する基礎的研究を実施してきた．筋に関するものとしては，MEG を用いて運動関連脳磁界を計測し，大脳皮質一次運動野と一次体性感覚野の活動は運動強度の大きさに影響されて変化することを解明した．

体性感覚誘発脳磁界 (SEF) に関する研究には，正中神経刺激における SEF 波形の各成分についてその意義を検討したものがある．しかし，刺激後 120ms 以降の長潜時波形成分においては，これまでの先行研究と同様に，明瞭な波形成分は認められず，それ以降の感覚情報の脳内処理過程については説明できないという問題点が存在した．この問題点に対して予備実験として，左右両側示指の指神経に対し両側同時電気刺激を与えるという実験を行った．その結果は，数名の被験者ではあるが，潜時 160ms の波形成分において電流発生源が頭頂葉の 5 野で同定された．

以上のことより，本研究では，両側同時触圧覚刺激を与えた時と，左右同時に二点識別課題を行っている時の SEF を計測し，長潜時波形成分解析から感覚情報の脳内処理過程について検討する．

2. 研究の目的

本研究の目的は，触圧覚入力情報が脳で

どのように処理されて運動制御に関与しているかを解明し，次世代の機能的電気刺激の発展のために貢献できるデータを提供することである．具体的には，脳磁界計測装置 (MEG) を用いて (1) 左右両側に対し同時に触圧覚刺激を与えた時と，さらに発展させたものとして (2) 左右両側に対し同時に二点識別課題を実施している時の頭頂葉 5 野を中心とした脳活動特性を解明し，触圧覚情報の脳内処理過程について検討することである．

3. 研究の方法

右一側示指と左右両側の示指に対して，触圧覚二点ランダム刺激 (三種類の距離間隔) を与えて二点識別した時と，明らかに二点と判別できる二点刺激を与えた時の体性感覚誘発脳磁界 (SEF) 波形を比較し，二点識別の脳内処理過程を検討した．

対象は健常男性 10 名とし，SEF 波形の計測には 306ch 脳磁界計測装置を用いた．二点刺激は非磁性体触圧覚刺激装置 (ピン径 1.3mm，突出量 0.7mm) を利用した．課題は，全被験者が明かに二点と判別できるピン間隔 7.2mm の二点刺激を右示指と両側示指に対して行う場合 (一定距離間隔刺激条件) と，ピン間隔 2.4, 4.8, 7.2mm の 3 種類の二点刺激をランダムに与え二点識別させる課題を右示指と両側示指に対して行う場合 (二点識別条件) を設定した．二点の刺激持続時間は 10ms とし，刺激間隔は 2 秒以上でランダムとした．SEF はそれぞれ 100 回加算平均した．次いで，それぞれの条件において潜時，振幅値を計測し，左右両側同時刺激時の二点識別条件の電流発生源 (ECD) を同定した．

4. 研究成果

その結果，被験者 10 名のうち 7 名で，2 条件において一側，両側刺激とも 60, 150, 300ms 後に明確な波形 (第一，第二，第三成分) のピークが左半球に認められた．平均ピーク潜時は，両条件ともに一側，両側同時刺激間で差は無かった．振幅は，両条件間で比較すると一側刺激においては両条件で差は無かったが，両側同時刺激においては一定距離間隔刺激条件での第 2 成分，第 3 成分それぞれは，36.0, 35.4 (fT/cm)，二点識別条件は 46.9, 35.4 であり，両側同時刺激における二点識別条件で大きかった (表 1, 図 1)．第二，第三成分の ECD は，それぞれ一次感覚野 (3b 野) と 3b 野の後方に同定された (図 2)．

さらに左右同時に二点識別課題を遂行し，二点識別が可以上のことから，両側刺激は一側刺激に比べ多シナプ的に興奮性が増大することで鮮明に二点識別過程が解析でき，

5 野近辺での活動が観察できたと考えた。

表 1. 右一側刺激, 左右両側同時刺激時のピーク波形の潜時, 振幅値

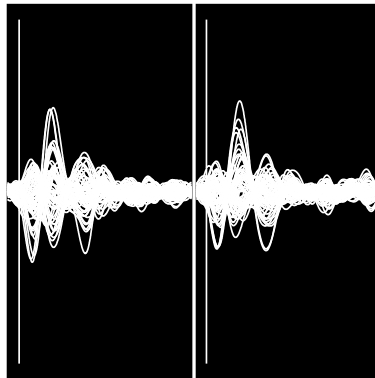
1) 右一側刺激

潜時	第一成分(60ms)	第二成分(150ms)	第三成分(300ms)
二点識別条件	55.8±4.1	164.4±13.1	306.5±17.4
一定感覚刺激	57.6±4.2	167.6±12.3	308.3±20.0
(msec)			
振幅値	第一成分(60ms)	第二成分(150ms)	第三成分(300ms)
二点識別条件	39.7±7.8	46.9±8.3	35.4±3.8
一定感覚刺激	35.1±7.3	36.0±10.17	25.2±3.5
(fT/cm)			

2) 両側同時刺激

潜時	第一成分(60ms)	第二成分(150ms)	第三成分(300ms)
二点識別条件	41.3±7.6	31.1±8.8	23.5±2.8
一定感覚刺激	41.0±5.4	30.7±6.3	18.5±2.5
(msec)			
振幅値	第一成分(60ms)	第二成分(150ms)	第三成分(300ms)
二点識別条件	56.9±5.1	161.5±5.5	304.9±13.7
一定感覚刺激	58.0±5.5	165.7±2.4	314.7±8.0
(fT/cm)			

1) 右一側刺激



2) 両側同時刺激

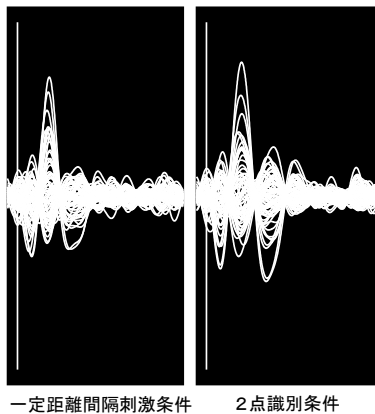


図 1. 右一側刺激, 左右両側同時刺激時のピーク波形

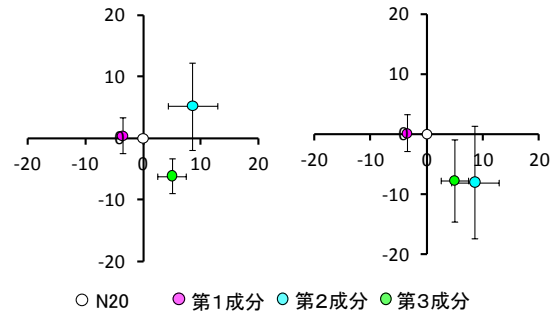


図 2. 左右両側同時刺激時の 2 点識別条件の ECD

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. 示指指神経に対する触圧覚刺激の体性感覚誘発脳磁界. 日本手の外科学会誌. 2011 ; 27 : 355-358. (査読有)
- ② 大西秀明, 菅原和広, 大山峰生, 相馬俊雄, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 動きを伴う触覚刺激時における体性感覚誘発脳磁界反応. 日本生体磁気学会誌. 2011 ; 24 : 112-113. (査読有)
- ③ 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 村上博淳, 亀山茂樹. 二点識別課題の体性感覚誘発脳磁界. 日本生体磁気学会誌. 2012 ; 25 : 194-195. (査読有)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. 示指指神経に対する触圧覚刺激の体性感覚誘発脳磁界. 第 53 回日本手の外科学会. (新潟) (査読有)
- ② 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 桐本光, 鈴木誠, 村上博淳, 亀山茂樹. 両手二点識別の体性感覚誘発脳磁界. 第 41 回日本臨床神経生理学. 2011 ; 39 : 475. (静岡) (査読有)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大山 峰生 (OYAMA MINEO)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号 : 10367427

(2) 研究分担者

大西 秀明 (ONISHI HIDEAKI)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号 : 90339953

相馬 俊雄 (SOMA TOSHIO)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・准教授

研究者番号 : 4033997