

氏名	み　　ま　　たつ　　や 美　馬　達　哉
学位(専攻分野)	博　士　(医　学)
学位記番号	医　博　第1829号
学位授与の日付	平成9年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	医学研究科脳統御医科学系専攻
学位論文題目	Somatosensory evoked potentials following proprioceptive stimulation of fingers in man. (ヒトの手指の受動的屈曲運動を刺激とした運動覚誘発脳電位に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 川口三郎　教授 大森治紀　教授 柴崎　浩

### 論　文　内　容　の　要　旨

1. 序論：末梢神経の電気刺激によって頭皮上から得られる体性感覚誘発電位 (somatosensory evoked potentials; SEPs) は神経生理学的研究にも広く用いられているが、それは人為的刺激であり、感覚の種類の違い (表在覚, 運動・位置覚, 痛覚など) を検討することは困難であった。特に、固有感覚と総称される運動・位置覚は運動調節にも重要な役割を果たすと考えられるが、脳内情報処理過程の詳細は明らかではない。本研究では、関節の素早い受動的屈曲運動による SEPs を健常人において記録し、その発生機序を検討した。

2. 方法：前もってインフォームドコンセントを得た10名の健常成人 (男9名, 女1名, 右利き8名, 左利き2名) を対象として記録を行った。

運動覚刺激としては、サーボモーターを利用して独自に開発した手指受動的屈曲運動装置による右中指の近位指節間関節 (proximal interphalangeal joint; PIP) の受動的屈曲運動を用いた。運動は素早く小さい屈曲運動 (4度/25 ms) で、屈曲した位置を 300 ms 維持し、初めの位置に戻して 530 ms 後に同じ運動を繰り返した (刺激間隔: 860 ms)。他の不必要な感覚 (触覚や圧覚) 刺激を避けるために、PIP 関節より遠位部は各被検者の指の形状に合わせて作られたシリコン製の鞘で固定した。対照として、右正中神経手首部を電氣的パルス (持続 0.2 ms, 1.1 Hz) で刺激した。誘発電位は右耳朶電極を基準電極として、頭皮上25箇所配置した皿状電極から記録し、頭皮上分布を検討した (周波数帯域: 0.5~500 Hz, サンプル周波数: 5.8 kHz)。

また、その発生源を明らかにするために、さらに追加実験を行った。(1) PIP 関節を固定し、圧覚・触覚刺激だけが生じる状態で同様の記録を行った。さらに誘発電位に対する、(2) 圧迫による虚血性感覚脱失 (中指起始部および肘部) の SEPs への影響と、(3) 運動パラメータ (屈曲角度および屈曲速度) の影響を検討した。

3. 結果：受動的関節運動に対する SEPs の最初の成分は反対側中心部に限局した陽性電位 (P1：頂点潜時 34.6 ms) で、続いて前頭正中部の陰性電位 (N1：45.5 ms)、反対側頭頂部の陽性電位 (P2：48.0 ms) が観察された。P1 の頭皮上分布は左中心部の陽性頂点のみで、電気刺激 SEPs の最初の皮質成分 N20-P20 (反対側中心頭頂部の陰性電位と前頭部の陽性電位) の分布とは全く異なっていた。

(1) 同一の実験条件で、手指の屈曲を伴わない圧覚・触覚だけの刺激では誘発電位は得られなかった。(2) 虚血実験では、これらの電位は中指の感覚脱失によって影響されず、前腕全体の感覚脱失で初めて消失した。主観的な運動覚も、その中指の感覚脱失のみでは消失しなかった。(3) 屈曲速度が同じ場合、角度の変化では SEPs には有意な違いは認められず、同じ角度でも速度を増大すると P2 の振幅の増大が認められた。

4. 考察：本研究によって、受動的関節屈曲運動に対する SEPs を記録する方法が初めて標準化された。また、この刺激法は、他の種類の体性感覚入力の影響をほとんど受けない、選択的な運動覚刺激法であることが示された。また、頭皮上分布の違いから、この SEPs の最初の皮質成分 P1 の発生源は電気的 SEPs の発生源 (中心後回の 3b 野) とは異なることが示された。虚血実験の結果から、この SEPs の発生に関与する末梢感覚受容器は皮膚表在神経や関節包内の受容器ではなく、主として前腕に位置する手指伸筋の筋紡錘と考えられた。以上から、筋求心線維入力の主たる受容野である中心後回の 3a 野および 2 野が発生源であると考えられた。また、虚血実験での主観的な運動覚と SEPs の挙動が一致したこと、その振幅が運動速度に影響されることから、本研究での SEPs は固有感覚の動的な側面つまり運動覚と強く関連していることが示された。本研究で示されたヒトの運動覚認知における筋求心線維の重要性は、これまでの動物実験・生理学的実験の結果とも一致する。

#### 論文審査の結果の要旨

本研究は、ヒトの運動覚・位置覚の脳内情報処理過程を電気生理学的手法で検討したものである。運動覚刺激として、サーボモータを利用して独自に開発した装置を用いて、右手中指の近位指節間関節を25ミリ秒間に4度屈曲させた。その時点を基準に、頭皮上から多チャンネル記録した脳波を加算平均して誘発電位を得た。対照として、正中神経電気刺激を用いた。運動覚誘発脳電位は対側中心部の手の体性感覚野に分布したが、電気刺激による誘発脳電位の分布とは異なっていた。本誘発電位は、一過性阻血によって中指の感覚が脱失した状態では影響されず、肘より遠位部で感覚が脱失した時に初めて消失した。この結果は、本誘発電位に直接関連した運動覚受容器が前腕に存在することを示し、筋紡錘求心線維の重要性を示唆した。更に頭皮上分布から、その発生源として大脳皮質 3a 野・2 野が推定された。また、本誘発電位の一成分が運動速度依存性に変動したことから、3a 野又は 2 野において運動の速度が識別されると考えられた。

以上の研究は、ヒトの運動覚に関連した誘発脳電位の詳細を初めて明らかにしたもので、その脳内情報処理過程の理解に貢献し、感覚傷害の病態生理の解明に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士 (医学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成8年12月20日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認

められたものである。