

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：35308

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K17909

研究課題名（和文）ヒトの生理的指標変化が主観的末梢感覚に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effects of changes in physiological response on subjective peripheral senses in humans

研究代表者

高原 皓全（Takahara, Terumasa）

吉備国際大学・社会科学部・講師

研究者番号：20641327

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、ヒトの主観的な末梢感覚に及ぼす運動出力系調節の影響および自律神経系調節の影響について明らかにすることを目的とした。安静時と比較して最大下の等尺性ピンチ運動時には、主観的末梢感覚が鈍化し、運動側の手の感覚領域における体性感覚誘発電位（SEP）が減衰した。暗算課題時においても、主観的末梢感覚は鈍化した。SEPに変化はみられなかった。これらのことから、主観的末梢感覚の鈍化は運動出力調節時においても自律神経系調節時においても生じることが明らかになった。また、両調節時におけるSEP変化の違いから、主観的末梢感覚の減衰の誘発因子が感覚入力抑制以外にも存在している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、身体的および精神的負荷時の主観的末梢感覚の変化について検討し、主観的末梢感覚の抑制に及ぼす運動系調節および自律神経系調節の影響を明らかにした。その結果、運動系調節時、自律神経系調節時いずれの条件においても安静時と比較して主観的末梢感覚は鈍化した。本研究の知見は、ヒトで起こる主観的末梢感覚の抑制に関するメカニズムを解明するための資料となり、今後スポーツ選手のコンディショニングや健康づくりのための運動の現場等でも活用可能な情報であり、学術的および社会的に意義深いと考える。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to clarify the effects of the regulation of the motor output system and the autonomic nervous system on subjective peripheral sensation in humans. Subjective peripheral sensation was insensitive, and somatosensory evoked potential (SEP) in the sensory region of the hand was attenuated during submaximal isometric pinching task. Even at the time of mental arithmetic task, subjective peripheral sensation was insensitive, but no change was observed in SEP. The findings of this study suggest that suppression of subjective peripheral sensations occurs both during regulation of motor output and autonomic nervous system. In addition, the difference in changes of SEP during both adjustments, it was suggested that the trigger factor of attenuation of subjective peripheral sensation may exist in addition to the suppression of sensory input.

研究分野：健康科学

キーワード：主観的末梢感覚 体性感覚誘発電位

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

競技スポーツ等の現場において、軽度の外傷による痛み感覚や虫刺され等による痒み感覚が競技活動中にはほとんど感覚されなくなることがある。ヒトの感覚入力は、一次感覚ニューロンによって末梢から脊髄、脳に伝えられ、中枢神経系内で二次感覚ニューロンと接続する。その後、二次ニューロンは視床や網様体に向かい、三次感覚ニューロンと接続し、大脳皮質のニューロンに接続することで痛み信号を知覚する。この一連の情報伝達の結果として最終的に一次体性感覚野で発生する電気現象が、痛みや痒みなどのヒトにとっての主観的な独特の感覚として知覚される意義やそのメカニズムについては不明な点が多い。また、運動時や特定の課題に注意を向ける際には、特定の感覚情報への感受性が低下することも経験的に知られている。随意的筋収縮時において、収縮筋を支配する神経への電気刺激によって、刺激に伴う感覚情報は抑制され、体性感覚誘発電位の振幅が減少する。この現象は gating として知られており、的確な随意運動遂行にあたり不必要な感覚情報の排除などが機能的役割と考えられている。gating に関しては動物実験やヒトを対象とした研究において多数報告されているが、電気生理学的変化と主観的感覚変化を合わせて検討したものとほとんど見当たらない。そこで本研究では主観的末梢感覚が gating と関連するものと推測した。

### 2. 研究の目的

本研究はヒトの主観的な末梢感覚に及ぼす運動出力系調節の影響および自律神経系調節の影響について以下の2つの実験から明らかにした。

実験1. 最大下等尺性掌握運動時における主観的末梢感覚、SEP および誘発筋電図 F 波の変化

実験2. 暗算課題時における主観的末梢感覚、SEP、心拍数および血圧の変化

### 3. 研究の方法

#### 実験1

対象は健康な成人男性13名であった。測定条件は、最大随意収縮の30%強度条件下での右手の等尺性ピンチ運動条件および対照条件とした。測定項目は誘発筋電図 F 波、SEP および主観的末梢感覚とした。F 波および SEP は右側の正中神経を手根部で経皮的に電気刺激し、誘発した。F 波誘発時の電気刺激強度は最大上とし、電気刺激幅は 0.2ms、刺激頻度は 1Hz とした。F 波の分析項目は出現頻度、潜時、振幅とした。SEP 誘発時の電気刺激強度は運動閾値強度とし、電気刺激幅は 0.2ms、刺激頻度は 3Hz とした。SEP は電気刺激側の手の感覚領域である C3 電極 (国際 10-20 法) の位置から 2cm 後方の C3' 電極から導出し、200 回分のデータを加算平均した。SEP の分析項目は N20 および P25 振幅とした。主観的末梢感覚は、セメスワインスタインモノフィラメント (酒井医療) を用いて被験者の右側手背部を刺激し、被験者にフィラメント刺激による感覚が生じたかを口頭で回答させることで評価した。フィラメントによる刺激強度は感覚閾値強度とした。細いフィラメント (0.008g) から各強度で 5 回程度の確認試技を行い、概ね 100%に近い正解率で回答することができるフィラメントの太さを末梢感覚閾値強度と定義した。

#### 実験2

対象は健康な成人男性6名であった。測定条件は、暗算課題条件および対照条件とした。被験者は椅子座位姿勢にて 2m 前方に設置されたモニター上に表示された暗算課題を実施した。暗算課題はモニター上に表示された3桁の数字を基準に2秒間隔で切り替わり出現する1桁の数字を連続して減算する課題とした。暗算課題は70秒間とし、10秒間の間隔を設けて3セット連続で行った。測定項目は心拍数、心臓自律神経系調節、血圧、SEP、主観的末梢感覚とした。心拍数は胸部双極誘導法によって得られた心電図波形から70秒間の平均値を算出した。また、得られた心電図波形を高速フーリエ変換法にて周波数解析を行い、高周波帯域のパワーの積分値を心臓副交感神経系調節の指標 (ln HF) として用いた。血圧は指尖部容積補償法により1拍毎の血圧波形を導出し、70秒間の収縮期血圧および拡張期血圧を算出した。SEP および主観的末梢感覚の測定方法、分析は実験1と同様とした。

実験1および実験2は、吉備国際大学倫理委員会の承認を得た後に実施した。

### 4. 研究成果

#### 実験1

F 波出現頻度および振幅は、対照条件と比較して筋収縮課題時において有意に高値を示した (図1)。このことから、骨格筋収縮によって活動筋群を支配する脊髄運動ニューロンの興奮性が高まることが示唆された。SEP の N20 振幅は条件間で有意差がみられなかった。P25 振幅は筋収縮課題時において有意に低値を示した (図2)。

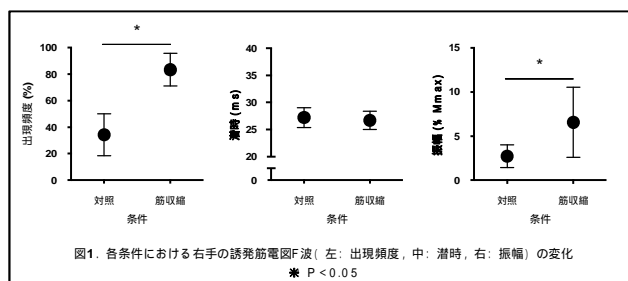


図1. 各条件における右手の誘発筋電図F波 (左: 出現頻度, 中: 潜時, 右: 振幅) の変化  
\* P < 0.05

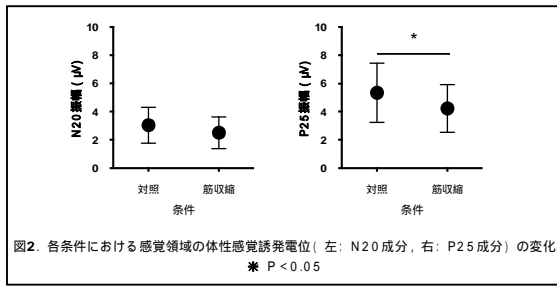


図2. 各条件における感覚領域の体性感覚誘発電位(左: N20成分, 右: P25成分)の変化  
\* P < 0.05

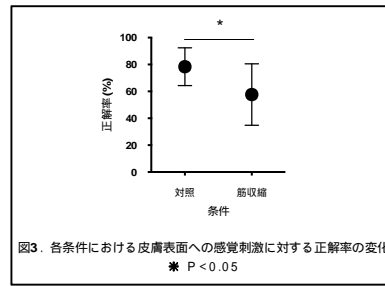


図3. 各条件における皮膚表面への感覚刺激に対する正解率の変化  
\* P < 0.05

N20 の電流発生源は 3b 野で、この時点では単に感覚刺激が視床を經由して一次体性感覚野に到達した段階であると解釈されている。また、P25 は 3b 野よりも上位レベル由来の成分と考えられている。これらのことから、本研究で用いた最大下の等尺性ピンチ運動は 3b 野よりも上位レベルの体性感覚入力を抑制することが示唆された。主観的末梢感覚は対照条件と比較して筋収縮課題時において有意に低値を示した(図 3)。実験 1 の知見は、運動時に主観的末梢感覚が変化することを神経生理学的観点から裏付けるものであり、運動時における SEP の P25 成分の減衰と並行してヒトの主観的感覚は鈍くなることが示された。

## 実験 2

心拍数は対照条件と比較して暗算課題条件において有意に高値を示した。In HF は条件間で有意差がみられなかった。血圧は収縮期および拡張期血圧ともに暗算課題条件で高値を示した。拡張期血圧では有意差がみられた(図 4)。これらのことから、実験 2 で用いた暗算課題における心拍数の上昇は、交感神経系活動の亢進によるものであった可能性が考えられる。

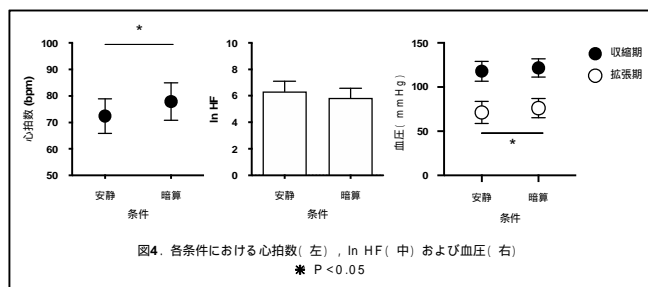


図4. 各条件における心拍数(左), ln HF(中)および血圧(右)  
\* P < 0.05

SEP 振幅は N20 および P25 において条件間で有意差がみられなかった(図 5)。このことから、暗算課題では電気生理学的感覚入力に変化はみられないことが明らかになった。

主観的末梢感覚は暗算課題条件で有意に低値を示した(6 図)。実験 2 の知見は、自律神経系調節時には SEP に変化がみられないが主観的末梢感覚が鈍化することが示唆された。

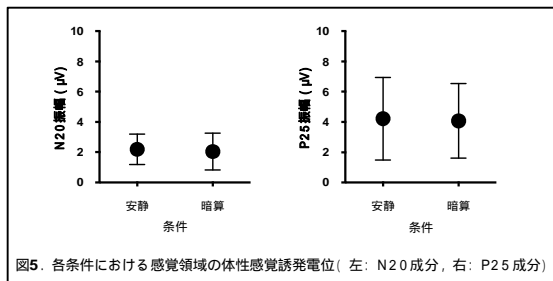


図5. 各条件における感覚領域の体性感覚誘発電位(左: N20成分, 右: P25成分)

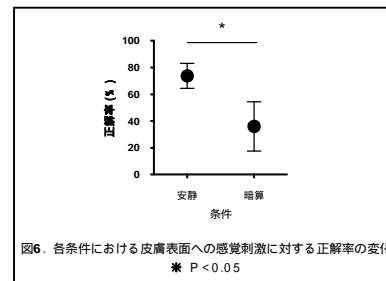


図6. 各条件における皮膚表面への感覚刺激に対する正解率の変化  
\* P < 0.05

実験 1 および実験 2 の知見から、身体運動時に主観的末梢感覚を鈍化させる要因は複数存在しており、運動出力に伴う生理学的応答や自律神経系応答などが関与していることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takahara T, Yamaguchi H, Seki K, Onodera S
2. 発表標題 Effects of muscle contraction on subjective peripheral sensation and spinal excitability
3. 学会等名 24th European Collage of Sports Science Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高原皓全、山口英峰、関和俊、小野寺昇
2. 発表標題 最大下等尺性筋収縮が主観的末梢感覚に及ぼす影響
3. 学会等名 第83回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高原皓全、山口英峰、関和俊、小野寺昇
2. 発表標題 片側筋力発揮時における主観的末梢感覚および脊髄 運動ニューロンの興奮性変化
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----