



Influence of transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex on pain related emotions: a study using electroencephalographic power spectrum analysis

前岡, 浩

(Degree)

博士 (保健学)

(Date of Degree)

2012-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲5430

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005430>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(様式3)

論文内容の要旨

専攻領域 生体構造学

専攻分野 リハビリテーション科学

氏 名 前岡 浩

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を()を付して併記すること。)

Influence of transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex on pain related emotions: a study using electroencephalographic power spectrum analysis

(背外側前頭前野への経頭蓋直流電気刺激が痛みに関連した情動に与える影響：脳波パワースペクトル解析における研究)

論文内容の要旨 (1,000字～2,000字でまとめること。)

痛みは、侵害性の要素だけでなく、認知・評価的側面、感情・情動的側面を持つ多面的で不快な感覚的、情動体験とされる。痛み関連イメージング研究では、一次（以下、SI）および二次体性感覚野、背外側前頭前野（以下、DLPFC）、前帯状回（以下、ACC）、島、視床、扁桃体などが痛み関連脳領域として報告されている。痛みの情動的側面に関し、ヒトは実際の痛みだけでなく、痛みを予測することでも不快感が起り、痛みの予測や痛み喚起画像刺激によりSI、前頭前野、ACC、中脳中心灰白質、島、小脳などが活動すると報告されている。近年、経頭蓋直流電気刺激（以下、tDCS）による、痛みの感覚的側面に対する鎮痛効果が報告されている。しかしながら、痛みの情動的側面に対する鎮痛効果については、脳神経活動を含め検証した先行研究は見当たらない。そこで今回、International Affective Picture System（以下、IAPS）の画像を使用し、左DLPFC領域へのtDCSが痛みの情動的側面へ与える影響について脳波を測定し検証した。対象者は15名の健康大学生とした課題にはIAPSから不快、中性、快画像を標的刺激として各20枚ずつ選択し、1枚の非標的刺激と合わせオドボール課題を作成した。すべての画像はランダムな順序で1秒間提示した。tDCSは、DC

Stimulator Plus（NeuroConn社製）を使用した。刺激条件は陽極およびsham刺激とし、刺激部位は国際10-20法に準拠し左DLPFC領域であるF3を選択した。陰極は右前頭眼窩上領域に設置し、刺激強度は1mA、刺激時間は20分間とした。Sham刺激の電極部位は陽極刺激と同一とし、刺激開始から30秒後に停止するよう設定した。被験者は、陽極およびsham tDCSを少なくとも1日以上間隔をあけて両条件とも受けた。脳波測定は、ActiveTwo BioSemiシステム（BioSemi社製）を使用し、128チャンネルの頭皮電極から測定した。測定手順は、はじめにオドボール課題時の脳波を測定し、標的刺激画像が表示された時、右示指にて可能な限り早くボタンを押すように指示した。脳波測定後、陽極またはsham tDCSを実施し、tDCS後に再度、画像の順序を変えたオドボール課題時の脳波を測定した。2回目の脳波測定後、各画像に関しSelf Assessment Manikin (SAM)を使用し不快感の主観的評価を実施した。そして別の日にtDCSの条件を入れ替えて同様に測定した。脳波解析では脳波成分をデルタ波（1-4Hz）、シータ波（4-8Hz）、アルファ波（8-12Hz）、ベータ（12-25Hz）、ガンマ波（30-40Hz）に分類し、解析部位は、F3とT3に相当する左DLPFC領域と左側頭葉中部の2つの領域で電極をまとめた。3種類の画像に関し、画像提示から1000ms間の各周波数帯域について2つの領域の平均パワー値を算出した。統計学的分析は、反復測定による二元配置分散分析を実施し、有意差がある場合は多重比較にBonferroni-corrected t-testを使用した。SAMによる不快感の比較はUnpaired t-testを使用した。不快画像に関するSAMは、陽極tDCS後に有意に増加した（ $p<0.05$ ）。脳波結果に関し、左DLPFC領域におけるアルファ波のパワー値は、時間における主効果（ $p<0.0001$ ）および交互作用（ $p<0.05$ ）が認められた。多重比較において、陽極tDCS前と比較し、陽極tDCS後のアルファ波は有意に減少した（ $p<0.05$ ）。また、左DLPFC領域におけるベータ波のパワー値にも時間における主効果（ $p<0.001$ ）および交互作用（ $p<0.05$ ）が認められ、多重比較において、陽極tDCS前と比較し、陽極tDCS後のベータ波が有意に増加した（ $p<0.05$ ）。アルファ波の減少およびベータ波の増加は神経活動の増加を示す。機能解剖学的にDLPFCはACC、島前部、基底核などの辺縁系と接続し、さらにACCは視床と連絡することから、DLPFCは痛みの情動的側面に関与すると考えられる。今回、DLPFC領域の陽極tDCSによる活性化が楔状核や中脳中心灰白質を経由し、痛みの神経伝導路の活動を減少させ、下行性疼痛抑制系を活性化させた可能性が考えられる。したがって左DLPFC領域への陽極tDCSは、痛みの感覚側面と同様に、情動的側面においても痛みを軽減できる可能性が示唆された。

指導教員氏名： 安藤 啓司

論文審査の結果の要旨

氏 名	前岡 浩		
論 文 題 目	Influence of transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex on pain related emotions: a study using electroencephalographic power spectrum analysis (背外側前頭前野への経頭蓋直流電気刺激が痛みに関連した情動に与える影響：脳波パワースペクトル解析における研究)		
審 査 委 員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	安藤 啓司
	副 査	教授	川又 敏男
	副 査		印
	副 査		印
要 旨			
痛みは、侵害性の要素だけでなく、認知・評価的側面、感情・情動的側面を持つ多面的で不快な感覚的、情動体験である。近年、経頭蓋直流電気刺激を使用し、痛みの感覚的側面に対する鎮痛効果が報告されているが、情動的側面に対する鎮痛効果についての報告は無い。本研究では健常大学生を対象に、経頭蓋直流電気刺激が痛みの情動的側面へ与える影響について、脳波を用いて検討したものである。その結果、経頭蓋直流電気刺激により背外側前頭前野から記録されるベータ波が有意に増加し、アルファ波が減少するとともに、Self Assessment Manikinで評価した不快感が有意に減弱する事が明らかになった。脳波の変化から電気刺激は背外側前頭前野の神経活動を増加させ、下行性疼痛抑制系の活性化をもたらした可能性が考えられた。 本研究は痛みの情動的側面に対する新たな介入方法について研究したものであり、疼痛抑制機構の理解に資する新たな知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって学位申請者の前岡 浩は、博士（保健学）の学位を得る資格があると認める。			
掲載論文名: Influence of transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex on pain related emotions: a study using electroencephalographic power spectrum analysis. 著者名: Hiroshi Maeoka, Atsushi Matsuo, Makoto Hiyamizu, Shu Morioka, Hiroshi Ando. 掲載予定誌: Neuroscience letters. In press 2012			