



Pre-task prefrontal activation during cognitive processes in aging: a near-infrared spectroscopy study

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2015-10-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大星, 有美 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10271/2898

博士(医学) 大星 有美

論文題目

Pre-task prefrontal activation during cognitive processes in aging: a near-infrared spectroscopy study

(加齢における認知処理過程での課題遂行前の前頭前野の賦活:近赤外分光法による検討)

論文の内容の要旨

[はじめに]

前頭前野 (PFC) は、注意、作業記憶、計画や抑制等の遂行機能を含む多くの認知機能に関与している。その中で前頭極あるいは吻側前頭前野と呼ばれるより前方に位置する前部前頭前野 (aPFC) では、将来の情報処理への準備、将来的思考や前方視的記憶などヒト特有と言える認知活動に関与していると報告されている。それゆえ、aPFC を中心とした PFC は、例えば作業記憶課題のような認知活動を行う時、課題開始前の安静といえる時期に自発的な脳活動が生じている可能性がある。PFC が関与する認知処理過程は、一般的に加齢とともに低下する。課題前に反応する前頭前野活動が加齢で影響を受けることは、これまで機能的核磁気共鳴法 (fMRI) や脳波を用いて調べられている。しかし、測定機器やプロトコルなどの方法論の相違から、加齢で脳活動は低下するとされるものや増大すると報告されるなど結果は不一致である。また、先行研究では、2.5~7.5 秒という比較的短い試行間隔 (ITI) を用いており、前方視的記憶を強く要求される時間の長い ITI を用いた際の前頭前野活動への加齢の影響は調べられていない。

そこで本研究では、比較的時間の長い ITI を用いた作業記憶課題中の脳血流反応を測定することで、課題遂行前の準備期における加齢に伴う前頭前野活動の変化について明らかにすることを目的とした。特に本研究では、aPFC を中心とした PFC 賦活の特徴を抽出するため、30 秒という従来よりも長く、かつ長さが一定の ITI での課題遂行前の脳活動について検討した。仮説として、課題遂行前準備期間の PFC 賦活は加齢で減少し、この減少は認知タスク成績の低下と関係があるとした。

本研究では時間的要素解析が重要となるため近赤外分光法 (NIRS) を用いた。NIRS は前頭前野活動や作業記憶課題のパフォーマンスに影響を及ぼすと考えられる心理ストレスを排除できる点でメリットがあり、aPFC を標的にした計測に向いていると考え、NIRS によって脳血流反応を測定し、加齢による同領域の変化を調べた。

[対象者ならびに方法]

本研究は浜松医療センター倫理委員会によって承認され、被験者には研究参加に先立ち十分に説明を行い文書による同意を得た。健常若年者 60 人、健常高齢者 60 人がこの研究に参加した。賦活課題は、30 秒の安静状態と 28.8 秒の作業記憶課題 (安静と課題を交互に繰り返すブロックデザインプロトコルで 6 ブロック構成) を用い、16

チャンネルの NIRS 装置 (OEG-16、スペクトラテック社) を前額部に装着し脳血流測定を行った。解析では、酸素化ヘモグロビン濃度変化 ($\Delta[\text{oxy-Hb}]$) を脳血流変化の指標とし、標準化のため全測定時間の標準偏差で除した後に 6 ブロックを加算平均した $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値を統計学的に解析した。安静期間 (課題遂行前 25-15 秒の 10 秒間) をベースラインとし、引き続き課題遂行前の 15 秒を preT 期間とし、タスク期間を前半の難易度の低い課題を用いた期間 (eT) と後半の難易度の高い課題を遂行する期間 (dT) に分け、preT、eT、dT のそれぞれの期間の平均 $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値を分散分析によって解析した。また、課題正答率と $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 間の相関を解析した。

[結果]

分散分析の結果、グループ×チャンネル位置×期間に有意な交互作用が認められた。preT では、高齢者で PFC の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値が有意に小さく、課題期間の変化値 (dT-eT) は高齢者の外側 PFC で有意に大きかった。いずれの群においても preT 間の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値は課題中の変化値 (dT-eT) と負の相関が認められた。

行動成績との関係では、若年で aPFC を中心としたチャンネル、高齢者で aPFC と右外側 PFC のチャンネルにおける preT の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値と正答率間に正の相関が示された。高齢者では課題後半の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ 値 (dT-eT) が正答率と負に相関した。

[考察]

若年者の aPFC では、作業記憶課題の遂行前の“安静”状態で高齢者と比べ有意に高い脳血流上昇を示す領域があり、高齢者では上昇がなくベースラインよりも低い傾向にあった。脳 fMRI 研究や脳損傷研究で、aPFC は前方視的記憶や課題セッティングに関与することが報告されており、今回の若年者の aPFC でみられた課題遂行前の脳賦活は、これらの認知プロセスに関連し、引き続き刺激内容 (課題) を予測することで生じたと考えられた。aPFC では課題条件のシフト (preT から eT へ、eT から dT へ) に応じて規則的に脳血流が増加したが、これは aPFC が無意識に準備的に賦活したためと推測された。逆に高齢者ではこのような反応が低いと考えられる。課題遂行中の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ (dT-eT) 増加量と課題遂行前の増加量との関係に関しては若年と高齢の両群で差がなく、準備活動と課題遂行脳活動の関係は加齢の影響を受けないことが考えられた。

行動成績と脳活動の関係では、高齢者で課題後半の $\Delta[\text{oxy-Hb}]$ (dT-eT) が高いほど課題成績が低下していたため、高齢者では脳活動の反応が遅延する可能性がある。これらの結果は認知処理における脳反応の加齢に関連した相違と考えられ、PFC における課題遂行前の脳賦活が加齢の神経生理的バイオマーカーとなる可能性が示唆された。

[結論]

我々は、認知機能処理において課題遂行前の PFC の脳活動が高齢者ほど小さいことを示した。これは加齢による神経生理学的特徴の一つと考えられ、高齢になるほど次に実行すべき認知処理への準備脳活動が低下する可能性を示唆している。