

若手研究

鍼刺激前後の脳内ネットワーク変化の研究

村瀬智一

【脳神経外科学ユニット】

【背景・目的】ヒトを対象とした鍼の脳機能研究の多くは、鍼刺激に直接同期する脳賦活領域を描出してきた。しかし、鍼治療の臨床効果は、治療後も持続するため、鍼刺激が中枢神経系に及ぼす作用の客観的評価を考えると刺激時のみに限定される一過性の脳活動変化をもってその作用機序の全てを説明するには限界があるので、鍼刺激後安静状態の中枢神経系への影響を調べることも重要である。近年の脳機能研究では、脳の機能は局所的な大脳皮質の活動ではなく、脳機能結合(functional connectivity: FC)と呼ばれる複数の離れた脳領域の連動するネットワークが多数存在し、その連動性の変化が心身の状態を示す指標になるのではないかと考えられている。この脳内ネットワークの1つであるデフォルトモードネットワーク(default mode network: DMN)は楔前部(precuneus: PCu)や後部帯状回(posterior cingulate cortex: PCC)、内側前頭皮質(medial prefrontal cortex: mPFC)、内側頭頂皮質(medial parietal cortex: mPC)、外側頭頂皮質(lateral parietal cortex: IPC)、下頭頂皮質(inferior parietal cortex: iPC)などの領域(Fig 1)が連動して活動し、課題タスクや外的刺激を行っていない時に強く活動し、次の行動の準備に向かっての準備状態であると考えられている⁽¹⁾。この DMN

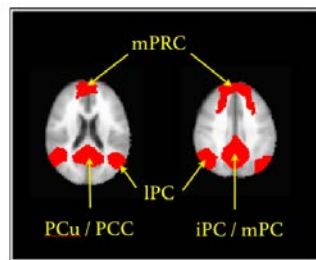


Fig 1 デフォルトモードネットワーク (default mode network: DMN)

は自閉症、認知症などの精神神経疾患や慢性疼痛患者などで低下するとの報告もあり、特に定常的な脳活動の指標として臨床応用に期待されている。そこで、今回は、鍼刺激前後の安静状態の脳活動を測定し、脳内ネットワークの DMN に着目して解析することで、鍼刺激に伴う脳活動の変化を検討することを目指す。

【対象・方法】実験内容の説明を受けた上で、同意の得られた被験者 13 名を対象に行った。MRI 測定には SIEMENS 社製 Trio A Tim System 3.0 T MRI と 32 チャンネルヘッドコイルを使用し、被験者は仰臥位にてヘッドコイルを装着し、開眼安静状態を維持してもらった。鍼刺激は、右合谷部(LI4)に銀鍼(39 mm×0.20 mm)を 15 mm 刺入した後、1Hz の頻度で捻鍼刺激を行った。刺激は 1 分間の安静の後、15 秒の刺激期間と 45 秒の無刺激期間を 5 回繰り返し行った。rsfMRI の撮影は、グラディエントエコー・エコープラナー法(TR=2,000 ms, TE=30 ms, matrix size=64×64, FOV=230×230 mm², Thickness=3.6 mm, 36 slices, 180 Volumes)を用いた。rsfMRI の計測は、1 回 6 分の測定を『Rest

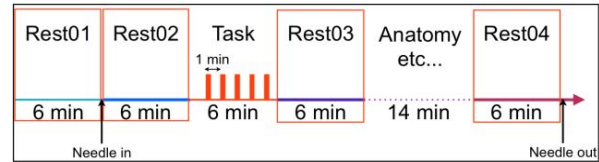


Fig 2 測定の流れ

01』～『Rest 04』の鍼刺激前後を合わせて 4 回行った(Fig 2)。(Rest01: 刺激前安静状態、Rest02: 鍼刺入後安静状態、Rest03: 捻鍼刺激直後安静状態、Rest04: 捻鍼刺激 20 分後安静状態) rsfMRI のデータ解析は、刺激による脳活動が予測できないため、FSL⁽²⁾ の MELODIC を用いて、独立成分分析を行い、得られた独立成分の中から、脳領域を指標に DMN に該当する成分を選択した。また、鍼刺激の有無による DMN の変化を検証するために、独立成分分析の結果を比較可能な解析ツール(FSL の dual regression)を用いて、鍼刺激前の『Rest01』を基準として比較検討した。

【結果と考察】独立成分分析の結果から、各期間で脳賦活領域を指標にして、DMN の独立成分を抽出した(Fig 3)。各期間の DMN の賦活領域を比較すると、捻鍼刺激終了直後である『Rest03』において、前頭葉の一部の領域で変化が観察された。また、この領域は、鍼刺激前安静状態である『Rest01』との DMN の結合性を比較した結果、『Rest03』において、結合性の有意な増加が観察された(Fig 4)。今回の結果より、鍼刺激終了直後では、DMN の前頭葉の一部で結合性を増加させる作用が明らかになったが、DMN の変化は捻鍼後 20 分では有意差が認められないため、短時間で元の状態に戻ると考えられる。安静時の脳内ネットワークは、DMN 以外にも存在するため、今後は、DMN 以外のネットワーク成分の変化も解析することで、鍼の中枢神経への効果を検証していきたいと考えている。

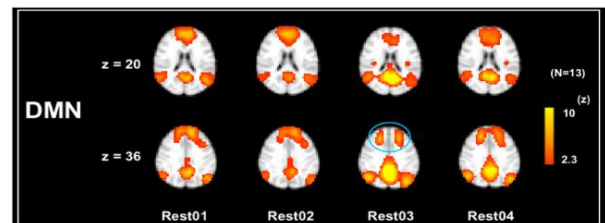


Fig 3 各期間で得られたDMN

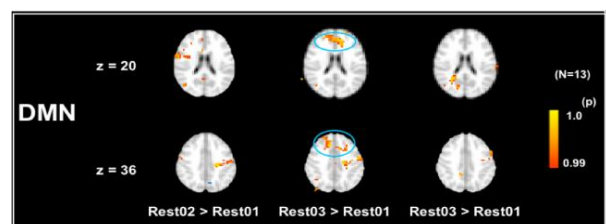


Fig 4 鍼刺激前のDMNとの結合性の比較

【参考文献】

- 1) Richle ME, et al. A default mode of brain function. Proc Natl Acad Sci U S A. 98(2):678-682, 2001.
- 2) <http://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki/>

【論文及び学会発表】

- ① 著書：特記事項無し
- ② 学術論文：1) Murase T, Umeda M, Fukunaga M, Tanaka C, Higuchi T: Deconvolution analyses with tent functions reveal delayed and long-sustained increases of BOLD signals with acupuncture stimulation. Magn Reson Med Sci. 12(2):121-127, 2013. 査読有
2) 村瀬智一、樋口敏宏: 独立性成分分析方を用いた鍼刺激後も持続する脳機能 MRI の解析. 明治国際医療大学誌, (8):13-22, 2013. 査読有
3) 田中忠蔵、村瀬智一、博田節夫: fMRI の最近の動向について -AKA-博田法の脳内処理過程の解析に向けて. 日本関節運動学的アプローチ医学会誌. (14), 査読有
4)*川島康裕、山城博幸、山本洋紀、村瀬智一、市村好克、梅田雅宏、樋口敏宏: 高度照明が脳視覚過程に及ぼす影響: 脳機能イメージング研究. 照明学会誌.98(2), 87-92, 査読有
- ③ その他の印刷物：特記事項無し
- ④ 学会発表：1) 村瀬智一、梅田雅宏、山城博幸、山本洋紀、河合裕子、田中忠蔵、樋口敏宏: MEGA-PRESS 法による異なる視覚野間の GABA 計測の検討. 第 41 回日本磁気共鳴医学会大会, 徳島, O-2-218, 2013 年 9 月.
2) 村瀬智一、梅田雅宏、福永雅喜、河合裕子、田中忠蔵、樋口敏宏: Deconvolution 解析を用いた鍼刺激に伴う賦活領域毎の経時変化の検討. 第 41 回日本磁気共鳴医学会, 徳島, O-2-237, 2013 年 9 月.
3) Murase T, Umeda M, Fukunaga M, Kawai Y, Watanabe Y, Tanaka C, Higuchi T: Deconvolution Analyses with Tent Functions Reveal Delayed and Long-Sustained Increases of BOLD Signals with Acupuncture Stimulation. International Society for Magnetic Resonance in Medicine 21st Annual Meeting & Exhibition, Salt Lake City, 20-26 April.
- ⑤ その他の発表：特記事項無し
- ⑥ 研究費補助金：1) 学内研究費: 若手研究, 鍼刺激前後の脳内ネットワーク変化の研究. 200, 千円.
- ⑦ 学外との共同研究：特記事項無し
- ⑧ 受賞：特記事項無し
- ⑨ 平成 26 年度の研究費配分について：必要とする