

受動的および能動的触覚刺激による介入が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科

助手 小島 翔

1. 背景

ヒトの触覚は、受動的触覚と能動的触覚に区別できる。受動的触覚は、安静状態の皮膚に対して外部からの何らかの刺激によって与えられる感覚であり、研究分野で多く用いられている。一方、能動的触覚は、随意的な運動による接触運動によって生じる感覚であり、日常生活で多く用いられている。これらの知覚を比較した先行研究では、同じ知覚課題を課した場合、受動的触覚に比べ能動的触覚で弁別能がより良いことが示されている (Katz et al. 1925)。このように、異なる感覚入力の様式がパフォーマンスに影響を及ぼすことがこれまでの研究で報告されている。一方、これらの触覚様式の違いが脳や脊髄の興奮性に及ぼす影響は不明であり、本研究ではこの点に着目した。

本研究の目標は、一定時間の受動的および能動的触覚刺激による介入が脳および脊髄の興奮性 (皮質脊髄路の興奮性) に及ぼす影響を明らかにすることであるが、その第一段階として、一定時間の受動的触覚刺激による介入が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響を明らかにするとともに、その変動が機械的触覚刺激の刺激方法に依存するか否かを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

対象は健常成人 14 名 (23.8±2.2 歳) であった。皮質脊髄路興奮性の指標である運動誘発電位 (MEP) の計測には磁気刺激装置 Magstim 200 (8 の字コイル) を使用した (図 1a)。刺激部位は左大脳皮質一次運動野手指領域周辺の最適点とし、MEP の導出筋は右第一背側骨間筋とした。機械的触覚刺激介入は、ピエゾ式機械的触圧刺激装置と点字様の刺激ピン (ピン径 1.3 mm, ピン間隔 2.4 mm, 突出量 0.8 mm) (縦 6 ピン×横 4 ピン) を用い (図 1b)、右示指の指腹を対象に 20 分間 (on / off 時間 : 1 秒 / 5 秒) 実施した。介入条件は 5 条件 (単純刺激, 横複雑刺激, 擦刺激, ランダム刺激, 縦複雑刺激) とし、各介入は 3 日以上の間隔を空けて実施した。単純刺激介入は 50 ms 間隔で 24 ピンが同時に突出する刺激条件とし、横複雑刺激介入は縦 6 ピンの刺激 (横 4 列) が示指の指腹を左右に移動する刺激条件とし、擦刺激介入は縦 6 ピンを突出させた状態でプローブ自体を左右に移動させることで示指の指腹を刺激する条件とし、ランダム刺激介入は縦 6 ピンの刺激ピン列が横 4 列のうちいずれかの 1 列に突出する条件とし、縦複雑刺激介入は横 6 ピンの刺激ピンが示指の指腹を前後に移動する条件とした。なお、横複雑刺激, 擦刺激, 縦複雑刺激介入は、1 秒間に示指の指腹を 2 往復するよう設定した。MEP の記録は、介入前 (pre), 介入直後 (immediately), 介入 5 分後 (post-5 min), 10 分後 (post-10 min), 15 分後 (post-15 min), 20 分後 (post-20 min) とし、各記録時間において 15 波形を計測した。MEP 振幅値は、計測された最大および最小の波形を除いた 13 波形を加算平均し、その波形の最大最小の差 (mV) として算出した。統計処理には、介入前と介入後の MEP 振幅値の比較を行うため反復測定による二元配置分散分析 (介入条件×時間要因) を用い、主効果および交互作用が認められた場合、事後検定として Dunnett 法を用いた。なお、有意水準は 5% とした。

3. 結果 (図 2)

反復測定二元配置分散分析の結果、介入要因および時間要因に主効果を認め (介入条件; $F(4, 52)$)

= 8.65, $p < 0.01$, 時間条件; $F(5,65) = 7.22, p < 0.01$), また, 両条件間において交互作用を認めた (介入条件×時間条件; $F(20, 260) = 3.32, p < 0.01$).

単純刺激介入時に得られた MEP 振幅値は, pre に比べ immediately, post-5 min, post-10 min において MEP 振幅値の有意な減少が認められた ($p < 0.01$). 一方, pre と post-15 min および post-20 min 間では, 有意な差は認められなかった.

横複雑刺激介入時に得られた MEP 振幅値は, pre に比べ post-5 min, post-10 min において MEP 振幅値の有意な増大が認められた ($p < 0.05$). 一方, pre と immediately, post-15 min および post-20 min 間では, 有意な差は認められなかった.

擦刺激介入時に得られた MEP 振幅値は, pre に比べ post-5 min, post-10 min において MEP 振幅値の有意な増大が認められた (post-5 min; $p < 0.05$, post-10 min; $p < 0.01$). 一方, pre と immediately, post-15 min および post-20 min 間では, 有意な差は認められなかった.

ランダム刺激介入時に得られた MEP 振幅値は, 各条件間に有意な差が認められなかった.

縦複雑刺激介入時に得られた MEP 振幅値は, pre に比べ post-5 min において MEP 振幅値の有意な増大が認められた ($p < 0.05$). 一方, pre と immediately, post-10 min, post-15 min および post-20 min 間では, 有意な差は認められなかった.

4. 結論

我々は, 受動的な体性感覚入力による介入が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響を明らかにすることを目的に, 20 分間の異なる機械的触覚刺激介入が MEP 振幅値に及ぼす影響について検討した. その結果, 単純刺激介入では, 介入直後から介入 10 分後まで MEP 振幅値の有意な減少が記録され, 皮質脊髄路の興奮性の減弱が認められた. 一方, 複雑および擦刺激介入では, 介入 5 分後から 10 分後まで MEP 振幅値の有意な増大が記録され, 皮質脊髄路の興奮性の増大が認められた. さらに, ランダム刺激介入では, 介入前後で MEP 振幅値の変化が認められなかった. 一方, 縦複雑刺激介入では, 介入 5 分後において MEP 振幅値の有意な増大が認められ, 皮質脊髄路の興奮性の増大が認められた. この結果より, 受動的な機械的触覚刺激介入は皮質脊髄路の興奮性を変動させることが明らかとなり, その変動は触覚刺激方法の違いにより異なることが示された.

