

カテゴリー

神経系

タイトル

脳卒中者の mirror movements の起源を探る

Evidence for a subcortical origin of mirror movements after stroke: a longitudinal study. PubMed Ejaz N et al.(2018)

なぜこの論文を読もうと思ったのか？

- ・ 臨床上、脳卒中患者の mirror movements に興味があり、関連する文献を読みたいと思い本論文に至る。

内 容

背景・研究目的

- 脳卒中後、Mirror movements は、麻痺手が自発的に動く時に非麻痺手に現れる不随意運動です。健常人でさえ、加える力のレベルに比例して増加する、幾らかのレベルの Mirror movements を示します。
- mirroring は、脳卒中後に特に顕著で、患者が麻痺手を動かそうとする試みにより頻繁に起こり、非麻痺手で誇張された不随意運動が生じることが多い。
- Mirror movements の時間経過に伴う発生および発展は、運動系の脳卒中後の再編成の潜在的な窓を提供します。この潜在的な重要性にもかかわらず、脳卒中後の Mirror movements の時間経過およびパターンを注意深く特徴付けた研究はなく、この現象の起点についてはほとんど知られていません。
- Mirror movements の1つの可能性として考えられる原因は、脳卒中後の非損傷半球の過活動化のために起こることです。この過活動は不適當であるか、または麻痺手の補償的な制御を提供するために存在する可能性があります。それらは、脳幹から生じる皮質経路（すなわち、赤核脊髓路、網様体脊髓路）が、皮質脊髓の損傷に続く手機能の実質的な回復の基盤を提供することができることを示しました。
- 皮質下経路の両側性の組織は、mirror movements を生成するのに理想的に適しています。
- いずれにしても、非損傷側の sensorimotor areas における活動は、交差した皮質脊髓路を介して非麻痺手を活性化することによって Mirror movements をもたらします。

●機能的 MRI 研究では、脳卒中後の非病変側の sensorimotor areas における活動の増加を報告しています。もしくは、脳卒中後の Mirror movements は、制御に寄与する系統発生的に古い皮質下の運動回路の活性によって引き起こされる可能性があります。

●Mirror movements は、以前は非損傷半球の sensorimotor areas の過活性に関連しているとされてきました。今回の研究では、mirror movements は皮質下を代わりに起源とするのかもしれないとし、皮質下を起源に麻痺手をアップレギュレーションする際の皮質下の運動経路の副産物であると仮説をたてました。

●研究目的は、非麻痺手の脳卒中後の mirror movements が皮質または皮質下に生成されるか否かを決定することでした。

●53 人の初発の脳卒中者の mirroring の時間経過を記録し、それを病変および非損傷半球の sensorimotor areas における活動の時間経過と比較しました (fMRI を用いて測定)。

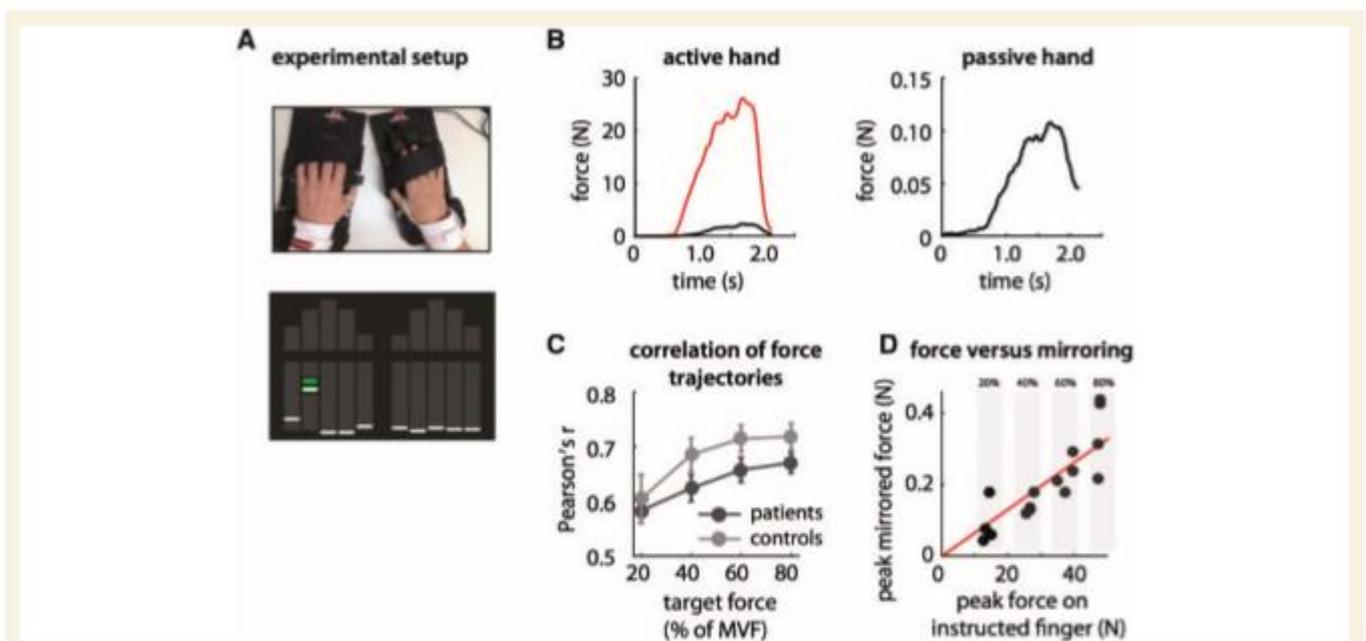


Figure 1 Assessment of mirror movements. (A) Both hands were strapped onto an ergonomic hand device capable of measuring isometric forces generated at the fingertips. Controls and patients were instructed to generate isometric forces by making individuated presses to bring the cursor (short white horizontal bars) into the target zone shown in green. During each measurement session, individuated finger presses were made at 20%, 40%, 60% and 80% of the maximum voluntary force (MVF) on that finger. (B) Sample of force traces produced in active and passive hand. Force presses with the instructed finger (thumb in right hand shown in red) resulted in involuntary forces on the passive fingers of the same hand (black), and subtle mirrored forces on the fingers of the passive hand (right). (C) Mirrored force trajectories were similar to that for the instructed finger, especially at higher target force levels. (D) Mirroring was quantified as the linear slope between the peak forces produced by the instructed finger and the peak averaged forces on the passive hand. The linear slope was log-transformed to allow the use of parametric statistical test, but for the purpose of clarity the raw values of the linear slope are reported in all subsequent figures.

結果

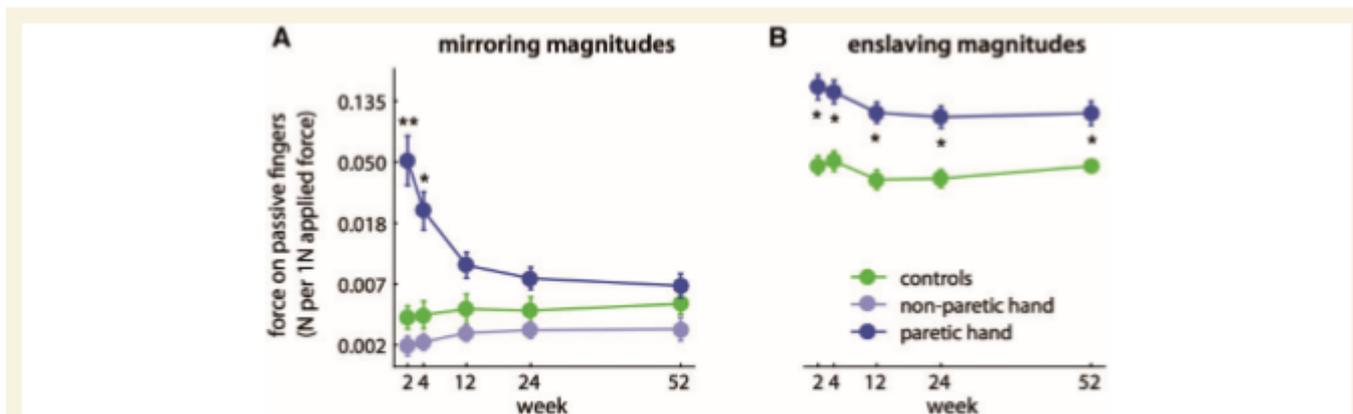


Figure 2 Longitudinal changes in mirror movements and fine-finger control after stroke. (A) Changes in mirroring for controls and patients measured in the first year after stroke. Line plots are labelled by the active hand. For patients, mirroring was primarily measured in the fingers of the non-paretic hand, during active finger presses with the paretic hand. Mirroring in the paretic hand during non-paretic finger presses is also shown. **(B)** Associated changes in fine-finger control on the active hand across groups. Individuated finger presses in patients and controls resulted in undesired force contractions on the uninstructed fingers of the active hand. The larger these so-called enslaved movements, the worse the degree of fine-finger control. For clarity, the raw values of the linear-slope estimates for mirroring and enslaving are plotted in **A** and **B**. Group differences within each week are indicated by ****P < 0.001** and ***P < 0.01**.

●非麻痺手の mirroring は、脳卒中後早期に著明に観察されました（第2週）、しかし時間経過に伴い消失していきました。mirroring の皮質モデルに反し、時間経過による行動変化を説明することができる皮質過活動の証拠は見出されませんでした。

●mirroring 中、非麻痺手の指は広く動員され、一致した指の mirrored forces は一致しない指の mirrored forces よりわずかに大きかった（1.76倍）。

●回復過程において、患者のミラーリング中の指の recruitment pattern は、対応する指の mirroring pattern のように見えたが、そのシステムはコントロールにおける mirroring を担うシステムが脳卒中後にアップレギュレートされることを示唆しています。

●損傷後の最初の2週間に、麻痺手による個々の指先のプレスは、非麻痺手に大きな力をもたらし、1Nの随意的な力で平均0.051Nの mirror movements を生じさせました。対照的に、コントロール群におけるミラーリングは、患者よりも有意に低値でした。患者の mirroring は、その後、時間とともに減少しました。脳卒中6ヵ月後でさえ、mirroring は対照群と比較してまだわずかに大きい状態でした。

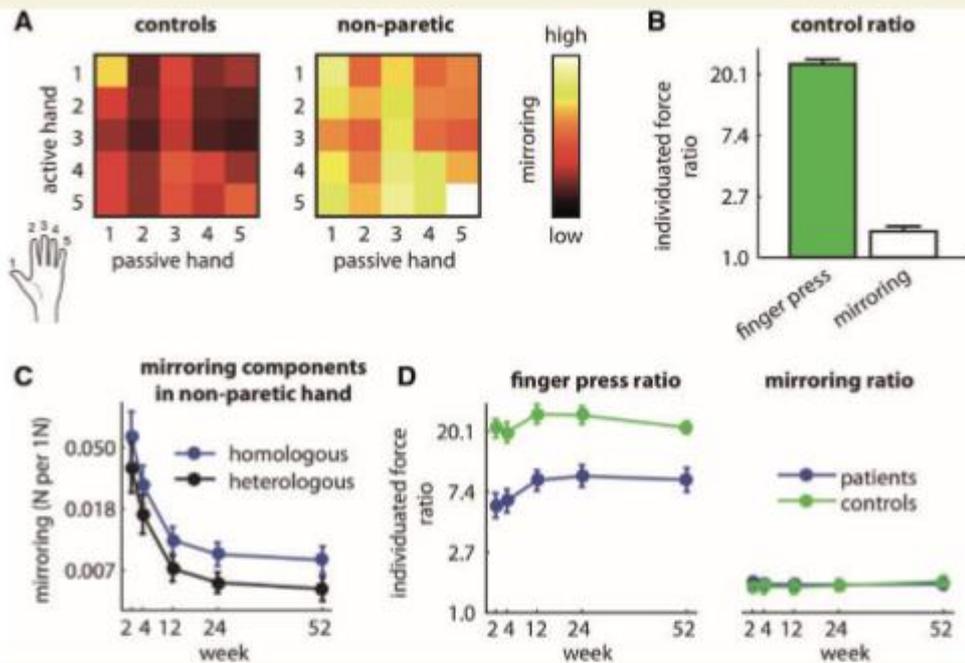


Figure 4 Relative contributions of homologous and non-homologous components to mirror movements on the non-paretic hand. **(A)** Mirroring across all possible active/passive finger pairs for controls and patients (on non-paretic hand only). Rows and columns denote which finger was pressed on the active hand, and the finger on the passive hand that mirroring was estimated on, respectively. Diagonal and off-diagonal matrix entries represent mirroring across homologous and non-homologous finger pairs. **(B)** Individualized finger presses by controls resulted in enslaved forces on the passive fingers of the same hand and mirrored forces across homologous and non-homologous finger pairs. The ratio between instructed/enslaved forces within the active hand is shown in green, while the ratio between homologous and non-homologous mirroring components is shown in white. Shown here are data for controls averaged across all five measurement sessions. **(C)** Changes in homologous and non-homologous mirroring components on the non-paretic hand in the year following stroke. For clarity, the raw values of the linear-slope estimates for mirroring are plotted. **(D)** For patients, the ratios between instructed/enslaved forces on the paretic hand, and the ratio between homologous/non-homologous mirroring patterns are shown in the left and right panels, respectively.

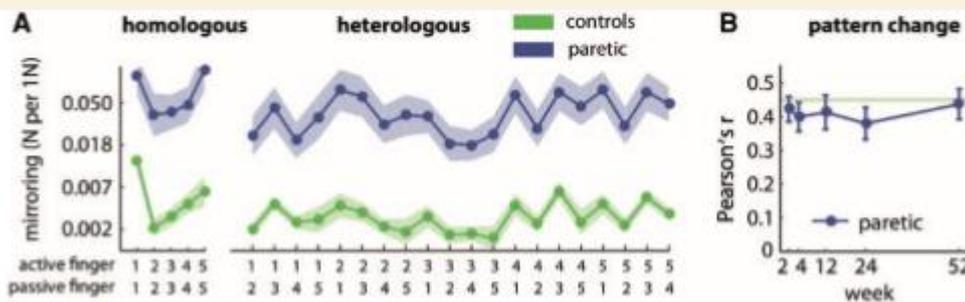


Figure 5 Stability of mirroring pattern during stroke recovery. **(A)** The average mirroring patterns across all active/passive finger pairs are shown for patients (Week 2) and controls. For clarity, the raw values of the linear-slope estimates for mirroring are plotted in **A**. Similarity between the patterns for patients and controls was high, even in the early period after stroke (Week 2, $r = 0.88$, $P \ll 0.0001$). **(B)** Correlations between mirroring patterns for patients and controls remained unchanged throughout recovery ($\chi^2 = 1.87$, $P = 0.760$). The pattern correlations for patients and controls were also close to noise ceilings; i.e. the maximum possible pattern correlations possible given the measurement noise on mirroring patterns for each control (see 'Materials and methods' section).

●mirroring が実際に非損傷側の sensorimotor area の過活動化によって引き起こされた場合、活性化の時間経過は、以前に定量化された mirroring における時間経過の変化に類似するはずです。このアイデアをテストするために、同じ研究集団 (表 1; 35 人の患者、12 人の対照群) からの参加者のより小さいサブセットにおいて、S1 / M1 の手領域における誘発活動を測定するために機能的 MRI を使用しました。参加者は、MRI スキャナー内で個々の 個々の指先プレスを実施しましたが、結果として得られた S1 / M1 における BOLD 応答は、回復の間ずっと安定していました。

私見・明日への臨床アイデア

●脳卒中後は、生まれたての赤ん坊のように、大脳皮質が十分に正しく働いていない状況で、皮質による皮質下の抑制が低下し、普段は成人では隠されている部分が赤ん坊のように現れてくるといえることか？皮質によるコントロール能の向上が mirror movment を抑制するのか？さらにイメージを作るため、学んでいきたい。

職種 理学療法士
