

1 脳卒中後の機能回復の神経機構

Point

- 脳卒中急性期の機能回復は治療による病変縮小や血流再開によるところが大きい。
- 脳卒中急性期以降の機能回復は麻痺肢の使用によって生じる脳の可塑性（use-dependent plasticity）によるところが大きい。
- 可塑性により一次運動野やその他の運動関連領域に機能的な再構成や構造的な再構成が生じる。

従来、損傷を受けた神経系は再生しないと考えられてきたが、特に 90 年代以降、動物実験や臨床研究から、神経系が可塑性を発揮して機能回復が生じることが明らかになった。動物実験では、神経細胞レベルでの機能的・形態的变化から神経新生（neurogenesis）に至るまで、脳のさまざまな可塑性が脳損傷後の機能回復に影響することが示唆されている。臨床的にはポジトロン CT（PET）、機能的核磁気共鳴画像（fMRI）、機能的近赤外線スペクトロスコピー（fNIRS）などの脳機能画像や経頭蓋磁気刺激（TMS）などの神経生理学的検査（4章参照）から、損傷を免れた残存神経回路が機能的あるいは構造的に再構成することが示された。

A 運動麻痺の出現の機序

脳卒中により生じる運動障害は大脳皮質の一次運動野から大脳皮質下の放線冠、内包、中脳の大脳脚、橋腹側、延髄で交叉し脊髄の前角細胞にいたるまでの運動下降路の損傷で起こる（図 1）。運動麻痺の程度や分布を規定するのは脳損傷の部位や大きさであるが、脳卒中では、病変部位は血管支配の解剖学的特徴に支配され（図 2）、運動麻痺の分布はある程度定型的なパターンを呈する。大脳半球の病変では病変と反対側の上下肢に麻痺が起こり、片麻痺とよばれる。一次運動野内の運動神経は、内側部は足、そこから外側に行くに従って体幹、腕、手、顔の運動を支配するため、内側領域が損傷を受ける前大脳動脈領域の病変では下肢に強い麻痺が起こる（図 3）。中大脳動脈領域の病変では上下肢とも麻痺が生じるが上肢に強い場合が多い（図 4）。一次運動野内の小病変では、手に限局したような麻痺が生じることもある（図 5）。後大脳動脈領域の病変では、後頭葉の主体の病変になるため視野障害が主体で麻痺が生じないことも多いが、視床付近の病変により一部内包が損傷を受けると片麻痺も起こりうる。

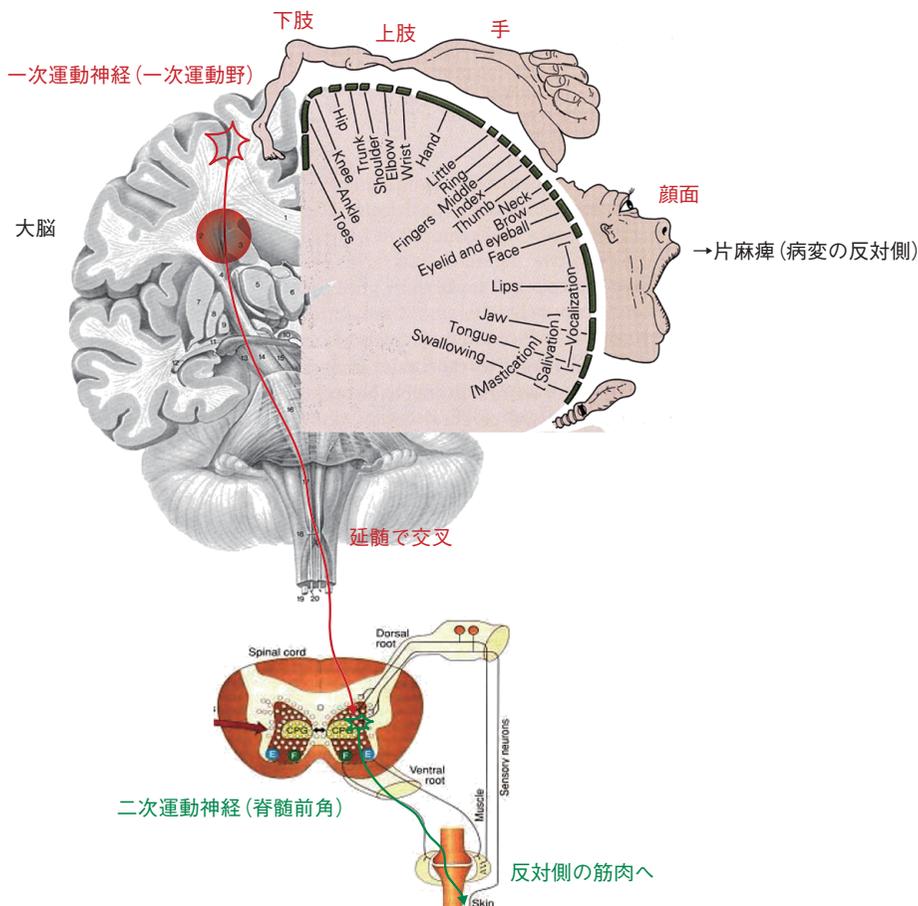


図 1 運動麻痺はなぜ起こるか

例えば手を動かすという命令は最終的に大脳皮質の一次運動野にある一次運動神経細胞から出力される。内側は足、そこから外側に行くに従って体幹、腕、手、顔の運動を支配する運動神経細胞が分布している。それぞれの運動神経の脊髄（二次運動神経とのシナプスが前角にある）への経路（錐体路）はその途中の延髄で交叉するため、左脳の運動神経細胞は右の手足、右脳の運動神経細胞は左の手足の運動を制御する。この大脳皮質一次運動野からの下降経路がどこかでダメージを受けると命令が伝わらなくなり、病変の反対側の手足の運動麻痺が起こる。

B 脳卒中における機能回復曲線

脳卒中後のドラマチックな機能回復は、発症後の数週間以内に起こり、一次運動野とその下降路における浮腫軽減、圧迫減少、血流再開などによって規定されるため、病変部位や大きさ、急性期治療の成否の影響が大きい。発症後1カ月で、患者の1/4で神経症状は消失し、1/3で日常生活は完全自立する²⁾。急性期以降の回復は徐々に起こり、3カ月から6カ月にかけて回復曲線はなだらかになり、初期の障害が強いとプラトーになるには時間を要する。

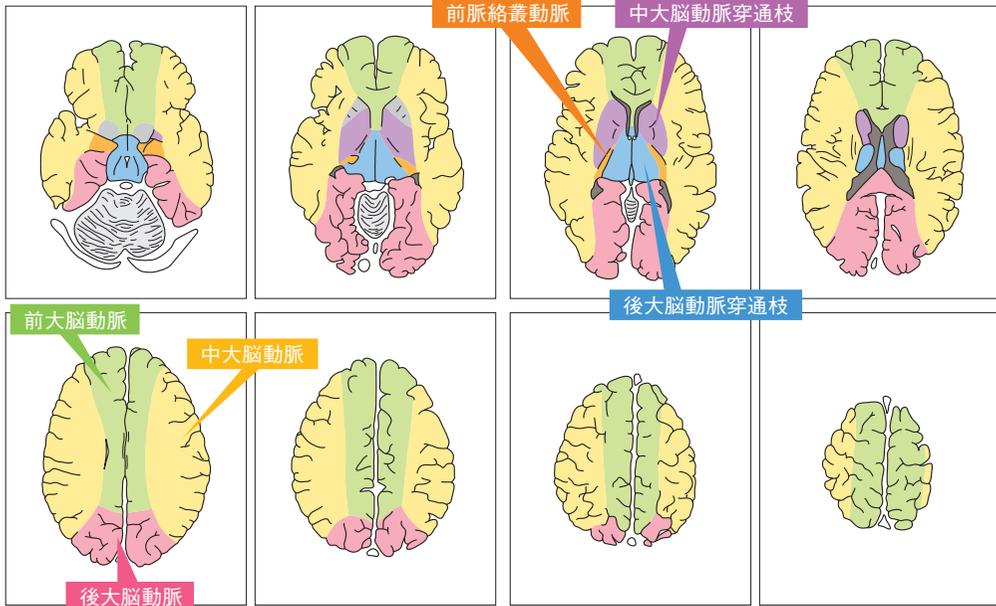


図 2 脳の血管支配

前大脳動脈と中大脳動脈は内頸動脈から、後大脳動脈は椎骨・脳底動脈から血流供給されるが、Willis 輪により両者の交通がある。内頸動脈系の血管障害では、一次運動野、およびその運動下降路である放線冠や内包の損傷により運動麻痺を生じる。椎骨・脳底動脈系では脳幹部や中脳、内包後脚の一部などが損傷を受け、運動麻痺を生じる。

(久留 裕，真柳佳昭，訳。画像診断のための脳解剖と機能系。東京：医学書院；1995 を参考に作成)

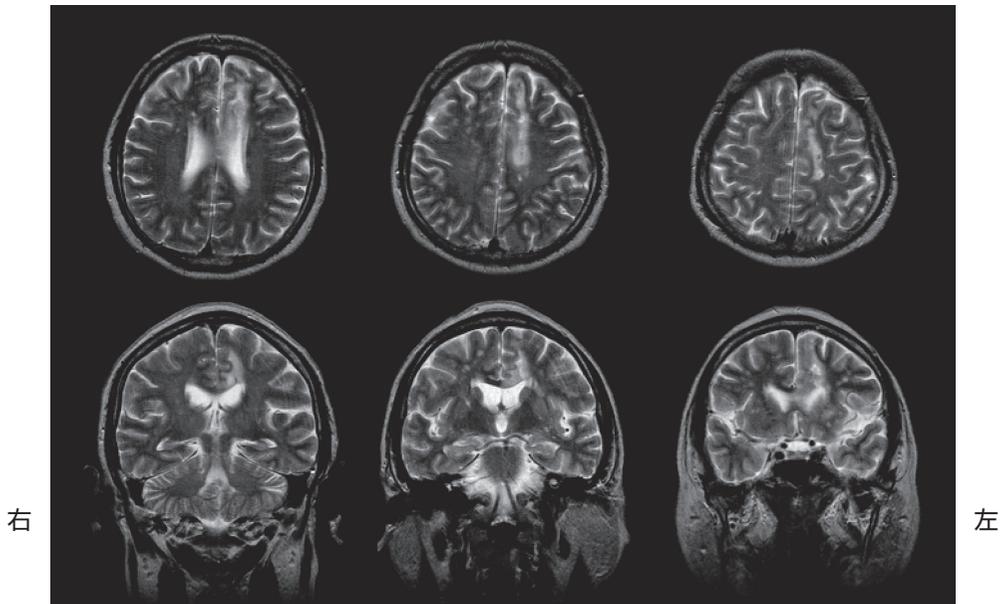


図 3 前大脳動脈領域の梗塞

左大脳半球の内側面中心に病巣が広がり、右下肢に優位な麻痺を生じる。

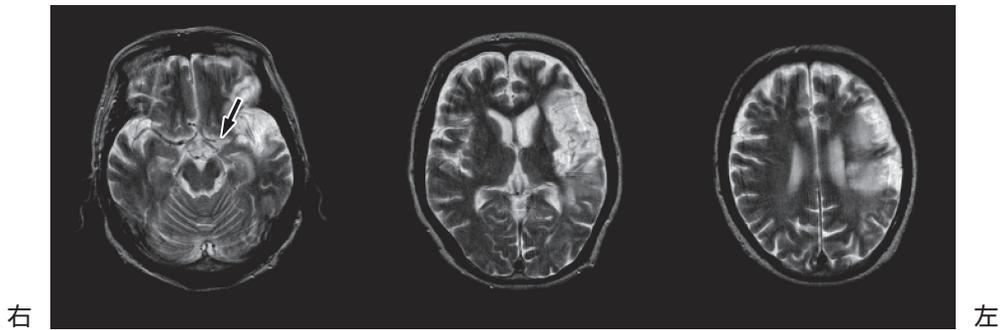


図 4 中大脳動脈領域の梗塞

左中大脳動脈が基幹部で閉塞している (矢印)。右上下肢の麻痺を呈する。

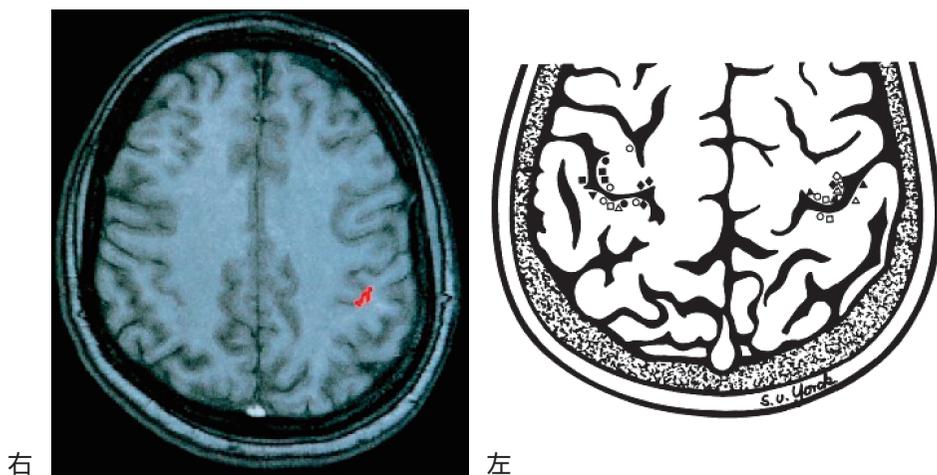


図 5 一次運動野における手の領域

中心溝のドアの取っ手 (knob) の形をした部分が手の領域に相当する。左図の赤い部分が fMRI でとられた、手の運動時に活動する部位。この部位に限局した病変ができると、反対側の手の麻痺を生じる。(Yousry TA, et al. Brain. 1997; 120: 141-57)¹⁾

麻痺の回復が直線的でないのも特徴である。麻痺の回復は、筋力が直線的に増強していくというのではなく、はじめに共同運動とよばれる、パターン化された筋収縮が起これ、次第に各筋が分離した収縮が可能になる。徒手筋力検査 (MMT) ではなく、Brunnstrom Stage や Fugl-Meyer Assessment などが用いられる理由である (3-2 章参照)。図 6, 7 にそれぞれ Fugl-Meyer Assessment の上肢・下肢麻痺の回復曲線を示す。麻痺が重度であるほど、発症後 3~6 カ月以降も変化がみられることがわかる。また、縦棒で示す SD が大きいことからわかるように、回復の個人差が相当あることも特徴である。一方、日常生活動作の評価である Barthel Index は、さらに発症後時間がたっても改善する余地がある (図 8)。麻痺が改善しない場合でも、代償的な手順で動作を学習できるからである。わかりやすい例として、利き手交換による書字や食事動作の再獲得があげられる。

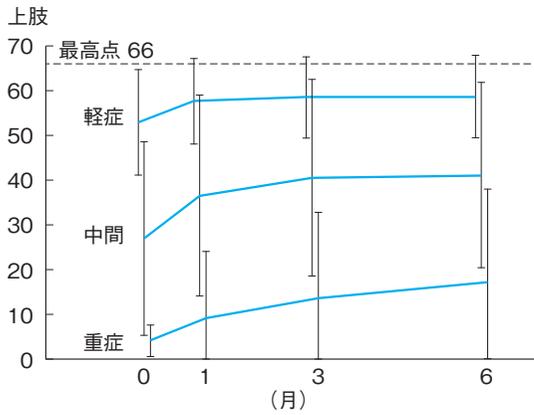


図 6 上肢麻痺の回復曲線 (Fugl-Meyer Assessment)

肩/肘/前腕, 手関節, 手指, 協調運動/速度の評価の総点 (最大 66 点), 脳卒中患者 459 例, 縦棒は SD (標準偏差) を示す. (Duncan PW, et al. Neuropharmacology. 2000; 39: 835-41)²⁾

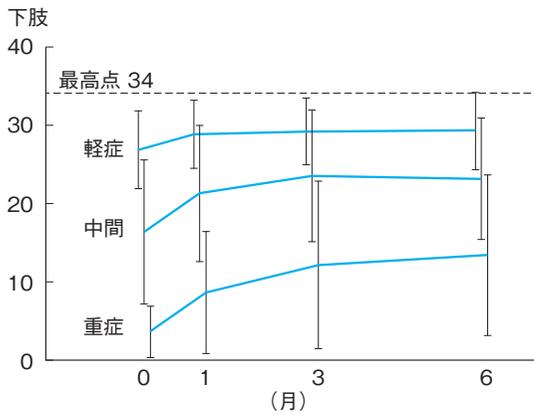


図 7 下肢麻痺の回復曲線 (Fugl-Meyer Assessment)

股/膝/足関節, 協調運動/速度評価の総点 (最大 34 点), 脳卒中患者 459 例, 縦棒は SD を示す. (Duncan PW, et al. Neuropharmacology. 2000; 39: 835-41)²⁾

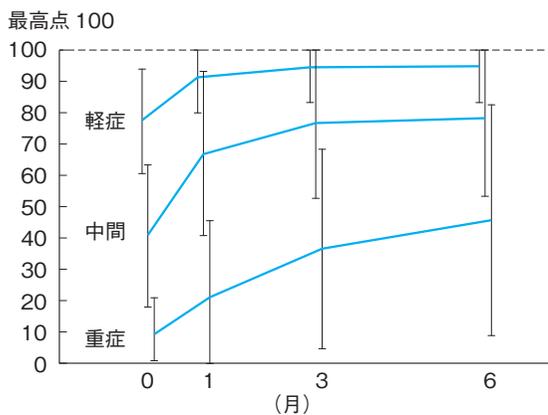


図 8 日常生活動作の回復曲線 (Barthel Index) の推移

食事, 移乗, 整容, トイレ動作, 入浴, 移動, 階段, 更衣, 排便, 排尿の評価 (最大 100 点), 脳卒中患者 459 例, 縦棒は SD を示す. (Duncan PW, et al. Neuropharmacology. 2000; 39: 835-41)²⁾