

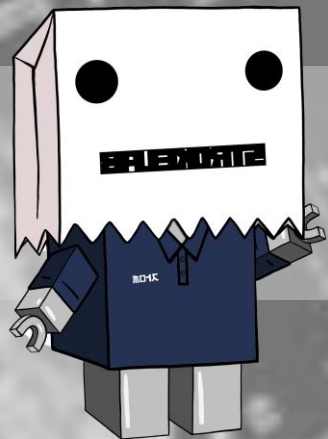
BASICS HANDLING COURSE



STROKE LAB

脳卒中治療の基礎知識

評価・治療のための概論



手足の機能回復を最大化するリハビリのポイント

Mark VW. et al : Constraint-induced movement therapy for chronic stroke hemiparesis and other disabilities. Restor Neurol Neurosci 22: 317-336. 2004

- ✓ 手足の機能回復には、**反復的な運動学習による神経回路の再編成（神経可塑性）の促進**が重要です。また、**感覚運動統合を高め、痙縮などの筋緊張異常を防ぎ、正しい姿勢や動作パターンの獲得**が必要です。さらに、注意・集中力や記憶力などの高次認知機能が効率的なリハビリを支えます。モチベーションも回復の鍵となり、達成感や前向きな気持ちが神経活性を助けます。

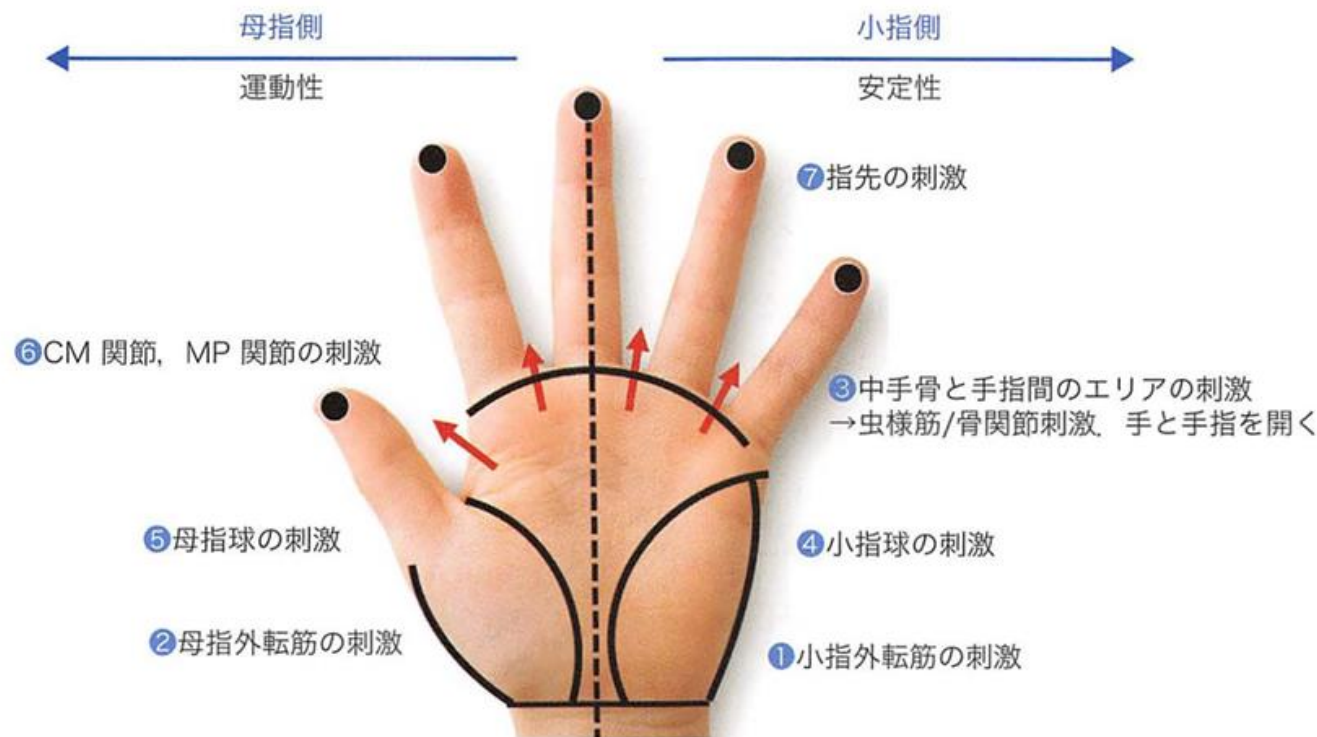


図1 手の介入で意識していくべき手順

運動学習のコツ7選！

Cano-de-la-Cuerda R, et al : Theories and control models and motor learning : clinical applications in neuro-rehabilitation. Neurologia 30 : 32-41. 2015

- ✓ 口頭指示：患者の注意を動きや部位に向けるため、わかりやすい言葉の選択や視覚的な誘導が重要。
- ✓ 練習の特性とバリエーション：分散型練習（休息を取り入れる）が効果的で、過度な疲労を防ぐために練習の頻度や時間を調整する必要がある。
- ✓ 積極的参加とモチベーション：患者の目標を設定し、セッションごとに変化を確認することで、モチベーションを維持する。
- ✓ ミスの可能性：活動や課題を分析し、原因を特定して介入を行う。失敗を許容する、課題設定や患者自身の提案を促すことも重要。



図1 運動学習の7つのコツ

運動学習のコツ7選！

Cano-de-la-Cuerda R, et al : Theories and control models and motor learning : clinical applications in neuro-rehabilitation. Neurologia 30 : 32-41. 2015

- ✓ 姿勢制御：バランスや動作方向の制御には体幹セラピーが重要。
姿勢制御を無視すると効果が持続しない。
- ✓ 記憶容量：患者の記憶や感覚処理能力を評価し、それに応じた情報量でリハビリを進める。
- ✓ フィードバック：行動の結果を患者に伝え、エラーを修正し、正しい動作を共有することが運動学習に重要。



図1 運動学習の7つのコツ

回復と代償とは

Levin MF,et al :What do motor recovery and compensation mean inpatientsfol lowing stroke Neuro rehabilitation Neural Repair23313319.2009

✓ 脳卒中後の現象が「回復」によるものか「代償」によるものかを見極めることは、リハビリの目標設定や治療方針の選択に欠かせません。「どちらが良い・悪い」ではなく、それぞれのメリットとデメリットを理解し、患者に最適なアプローチを考えることが重要です。

	回復	代償
(健康状態) (神経系)	損傷された神経組織の機能回復のこと ・循環イベント(脳損傷)により不活性化された脳領域の再活性化が起きる ・主たる脳病変領域では起こらないとされるが、病変周辺領域(ペナンプラ)、および機能解離で発生する	神経組織が損傷以前と異なる機能を得ること ・健常者では通常観察されない、代替の脳領域での活性化が起きる
(身体機能/構造) (パフォーマンス)	損傷以前と同様の方法で動作できる回復のこと ・課題遂行中に、発病前の運動パターンの再現を通して生成する可能性がある(随意的な関節可動域、時間的・空間的な身体分節間の協調など)	新しい方法で以前の運動を行うこと ・課題遂行中の代替運動パターンの出現(自由度の追加あるいは異なる自由度の動員、主動筋/拮抗筋の同時活性化の増加のような筋活動パターンの変化、隣接する関節動作間のタイミングの遅れなど)として観察できる
(機能的視点) (活動)	健常者が一般的に手足や道具を使用する方法で、課題遂行を成功させること ・課題のパフォーマンスは、代償戦略や運動パターンを使用して成功することがある	非麻痺側または麻痺側の手足に装着した道具などを使用して、課題遂行を成功させること

脳卒中後の運動機能障害

Canning CG et al : Loss of strength contributes more to physical disability after stroke than loss of dexterity. Clin Rehabil. 2004

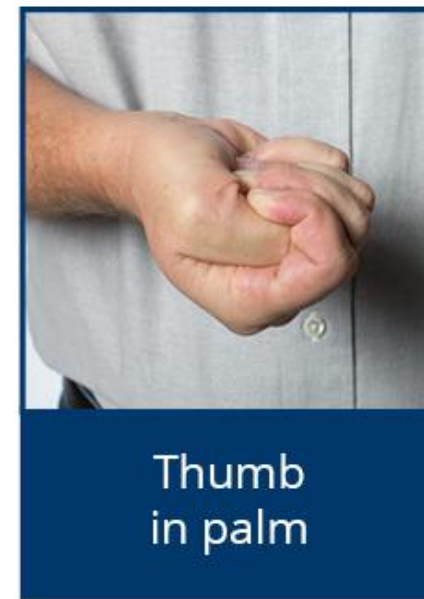
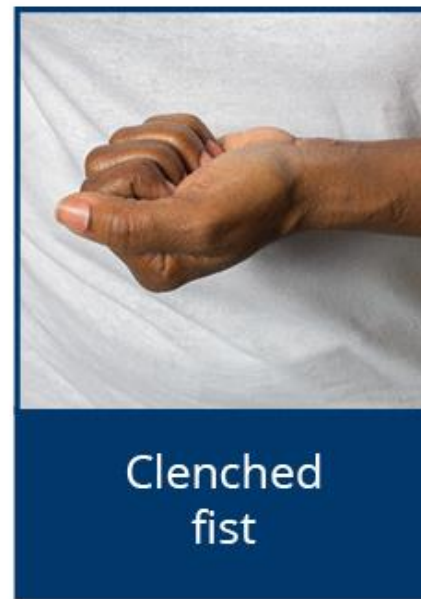
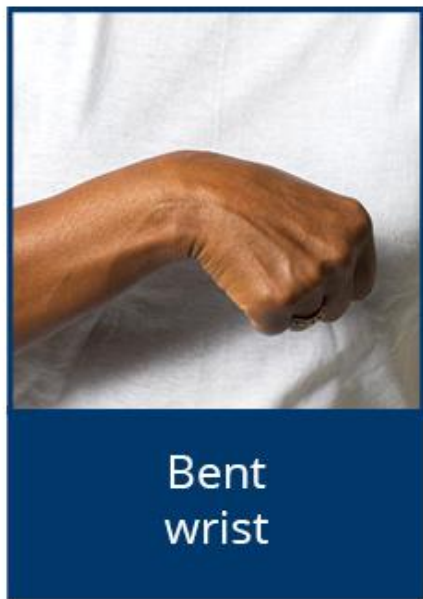
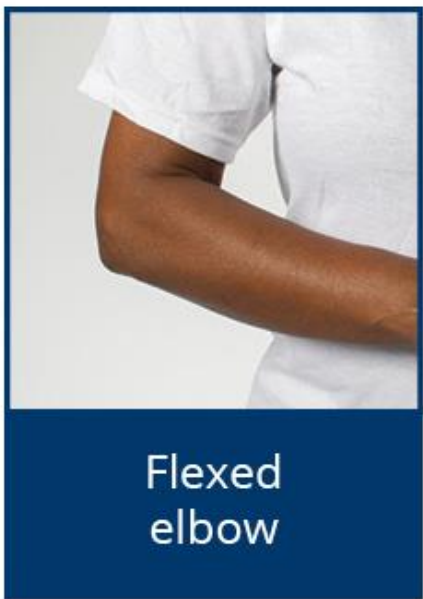
- ✓ 上位運動ニューロン障害による運動機能障害は、陽性兆候と陰性兆候に分類されます。
- ✓ **陽性兆候**：痙縮や不随意運動、過剰な反射反応など、神経系の再編成過程で生じる過剰反応。
- ✓ **陰性兆候**：筋力低下や運動速度の低下、協調性の欠如など、神経信号の伝達低下による正常機能の喪失。



痙縮(*Spasticity*)の定義

Geoffrey Sheean: Spastic Hypertonia and Movement Disorders Pathophysiology Clinical Presentation and Quantification, Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 1, 827-833, September 2009

- ✓ 痙縮とは、上位運動ニューロン症候群の一要素であり、伸張反射の亢進によって生じる運動障害を指します。
- ✓ 腱反射亢進：腱を叩いたときの反応が過剰に強くなる現象。
- ✓ 緊張性伸張反射の速度依存性増加：筋肉が伸ばされる速度が速くなるほど、筋の緊張が強くなる。。



痙縮は若い方で多くみられる

Kyung Eun Nam : When does spasticity in the upper limb develop after a first stroke? A nationwide observational study on 861 stroke patients

- ✓ 発症時期：上肢の痙縮が出現するまでの中央値は34日。約半数の患者が1か月以内に発症し、12%が2～3か月、13%が3か月以降に発症します。
- ✓ 初期の特徴：痙縮は多くの場合、筋緊張の軽度な増加として現れ、頻度は肘>手首>指の順です。
- ✓ 若年患者の傾向：若い患者ほど重症化しやすく、痙縮の重症度は時間の経過とともに増加する傾向があります。

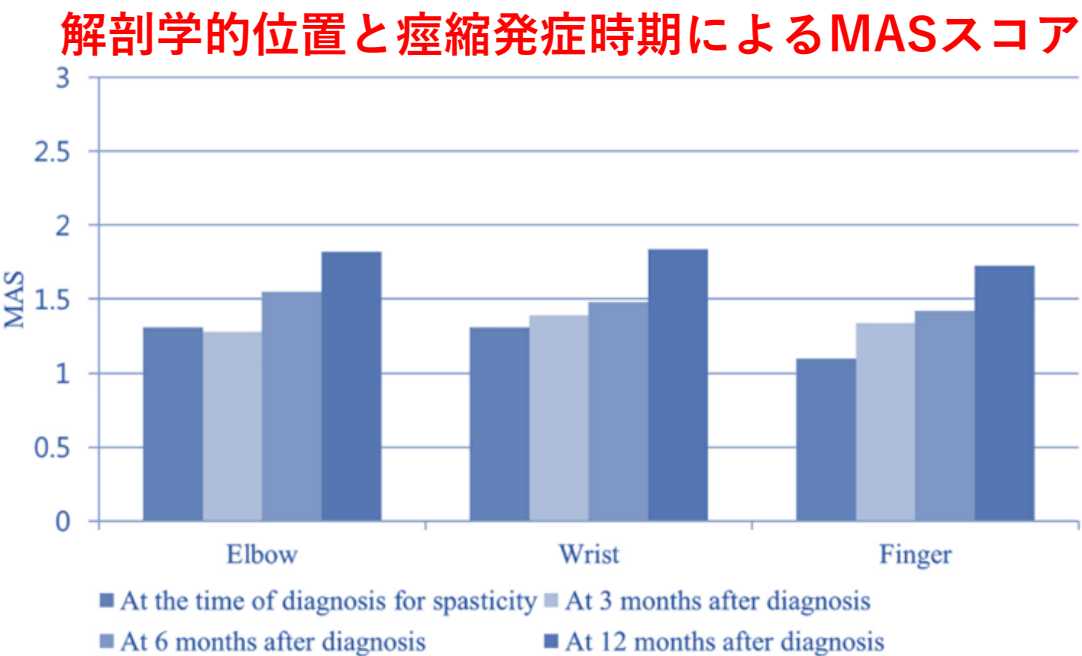


Fig. 2. The MAS score according to anatomical position and time of spasticity development.

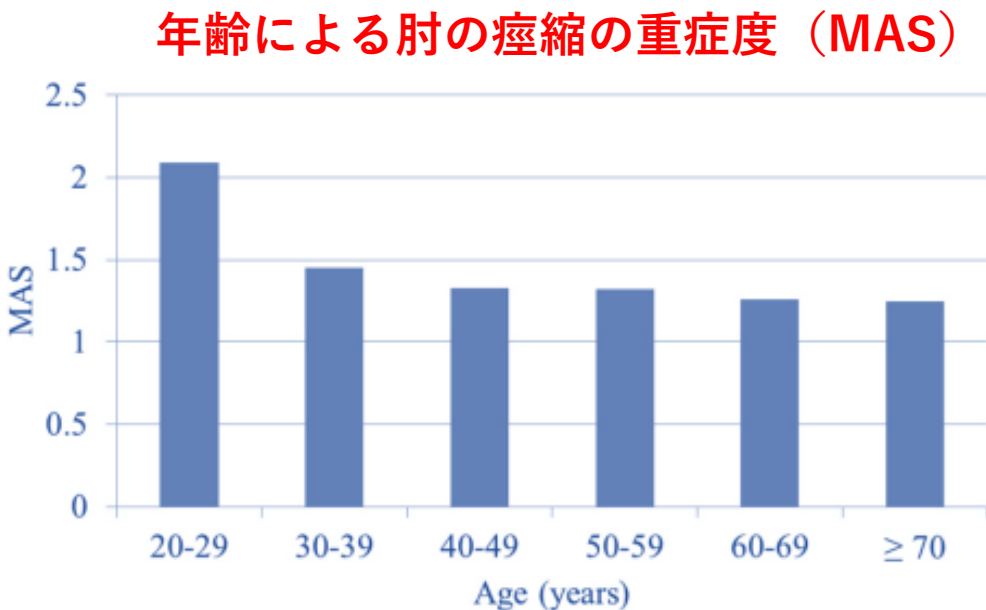


Fig. 3. The severity of spasticity at the elbow according to age. MAS, modified Ashworth Scale.

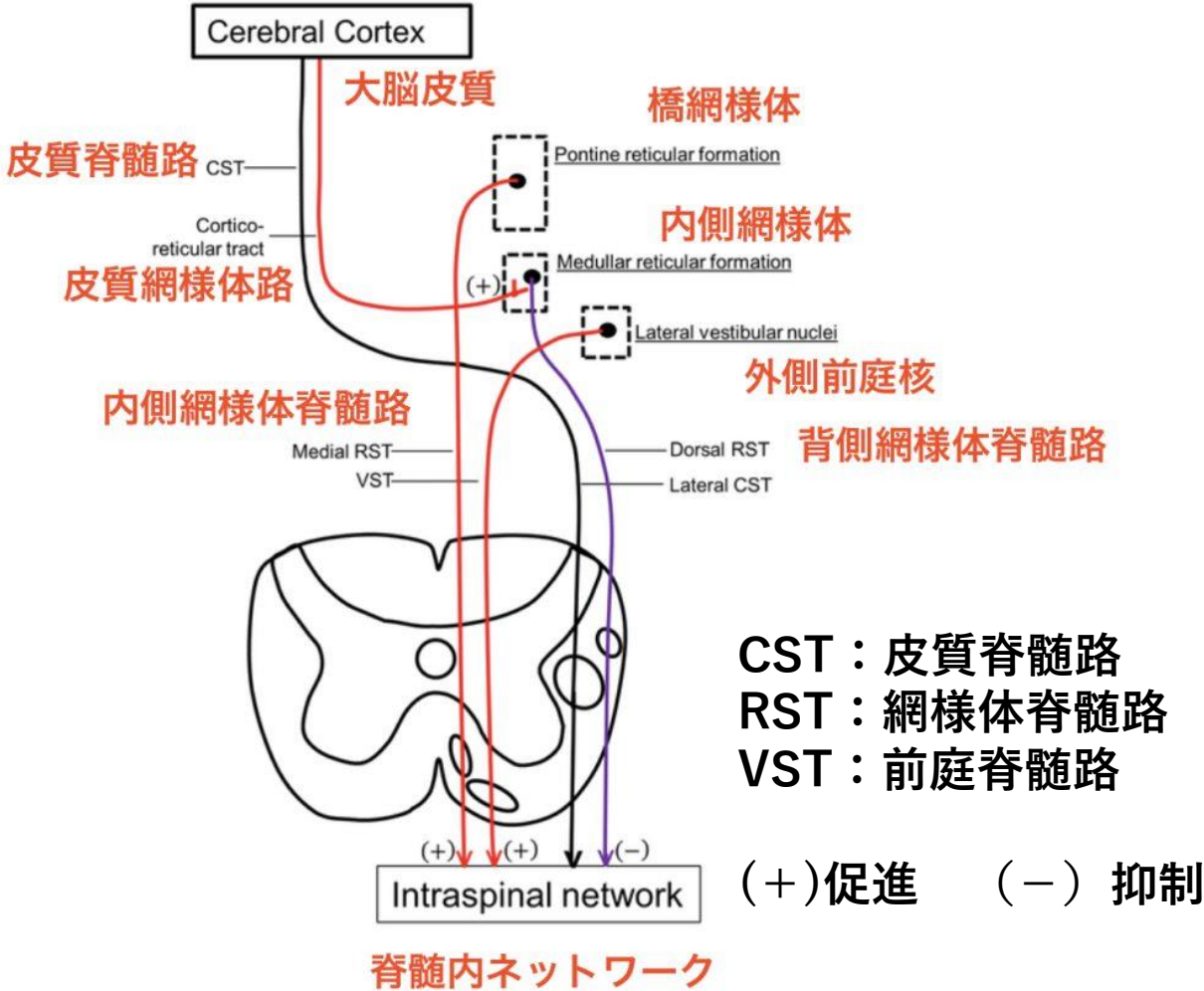
なぜ脳卒中後に屈曲が強くなるのか？

Sheng Li et al : New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity

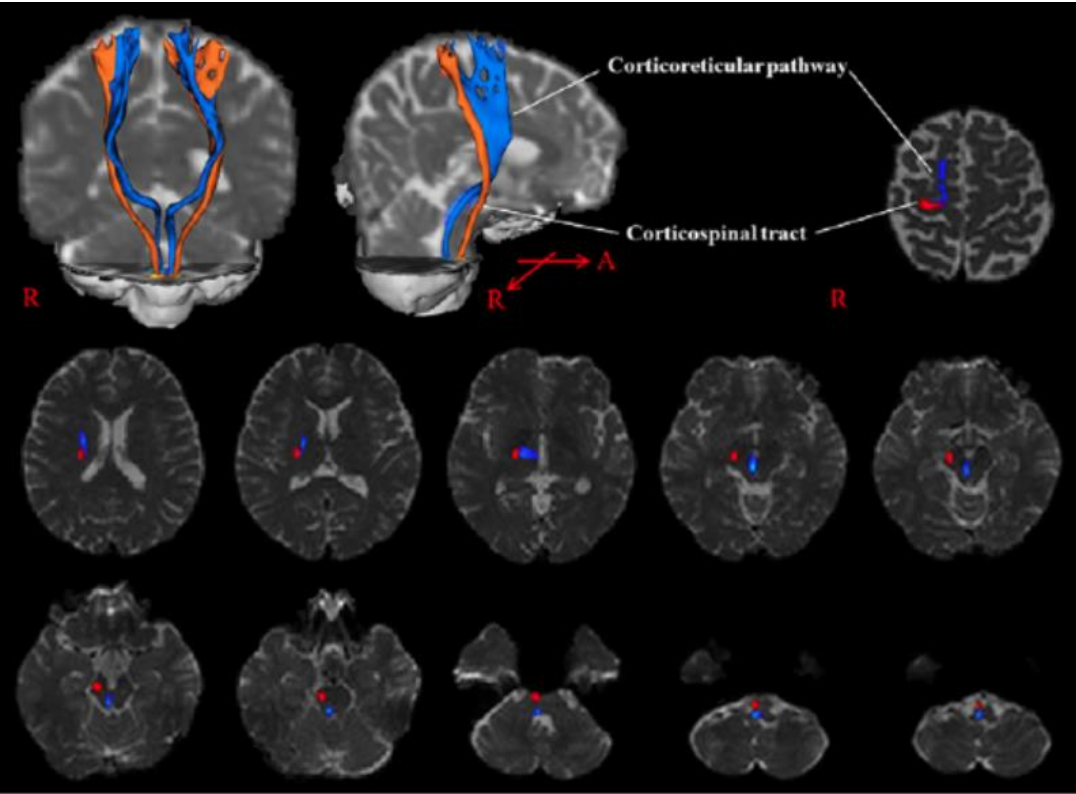
- ① 皮質脊髄路：ヒトの随意運動制御と脊髄反射制御の中心を担い、直接的あるいは介在ニューロンを介して α 運動ニューロンを調整しています。
- ② 網様体脊髄路：橋網様体脊髄路と延髄橋網様体脊髄路に分かれ、橋網様体脊髄路は伸筋興奮、延髄網様体脊髄路は伸筋抑制・屈筋制御に働きます。皮質からの入力が失われると橋網様体脊髄路の伸筋興奮が相対的に強まり、伸筋優位の痙縮が助長されます。
- ③ 赤核脊髄路：ヒトでは主要経路ではないものの、特に上肢の屈曲パターンや痙縮に寄与する可能性が高く、皮質脊髄路損傷時にはその影響が表出しやすくなります。
- ④ 前庭脊髄路：重力・バランス情報をもとに伸筋活動を亢進させる傾向があり、皮質抑制が欠如すると一層その作用が強まり、姿勢反射が過剰に働きやすくなります。

錐体路と錐体外路

Sheng Li et al : New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity



青色：網様体脊髄路
赤色：皮質脊髄路

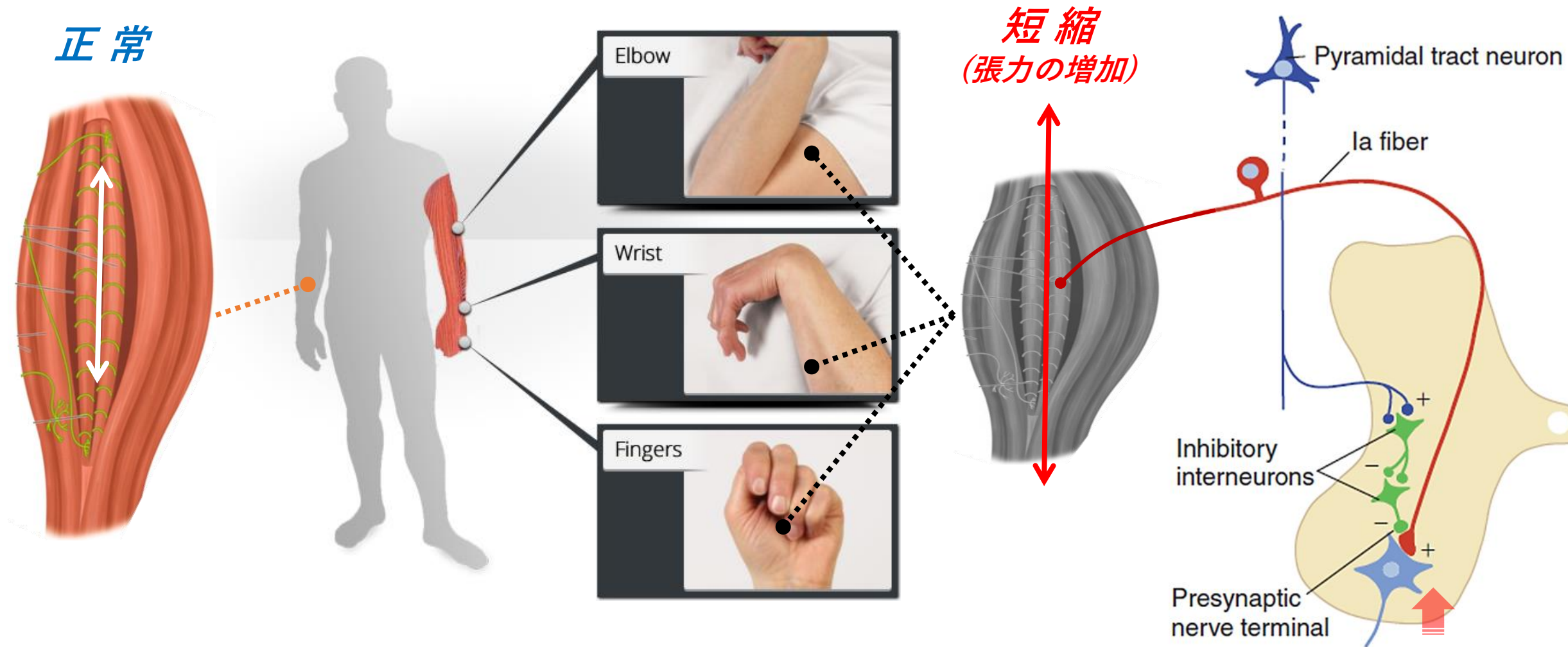


Corticoreticular pathway in the human brain: Diffusion tensor tractography study
Yeo SS et al : Neurosci Lett. 2012 Feb 2 ; 508(1) : 9-12

軟部/結合組織変化による影響

Per Brodal : The Central Nervous System 6th edition, 2016

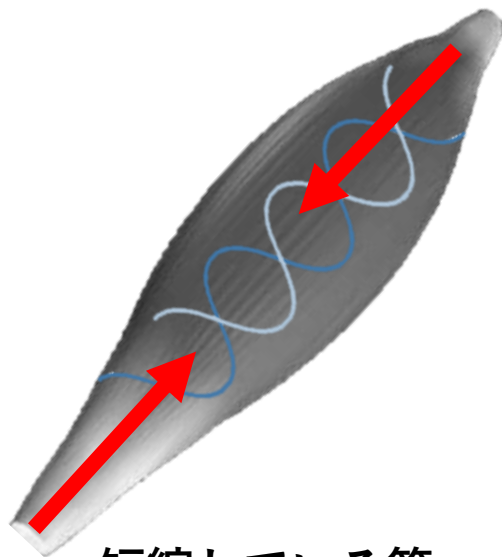
✓ 痙縮の二次的な障害として、筋や腱などの結合組織が短縮や粘弾性低下を起こすことで、筋紡錘への刺激が増加し、痙縮が悪化することがあります。



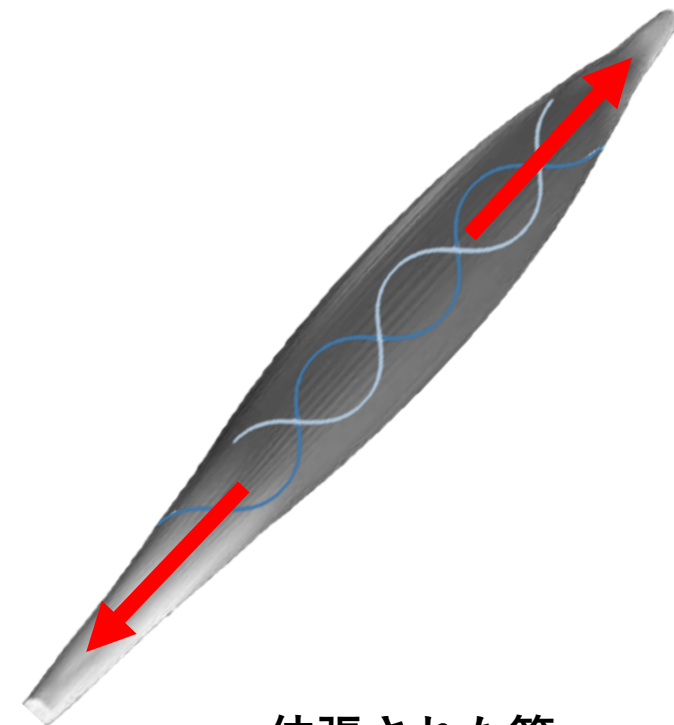
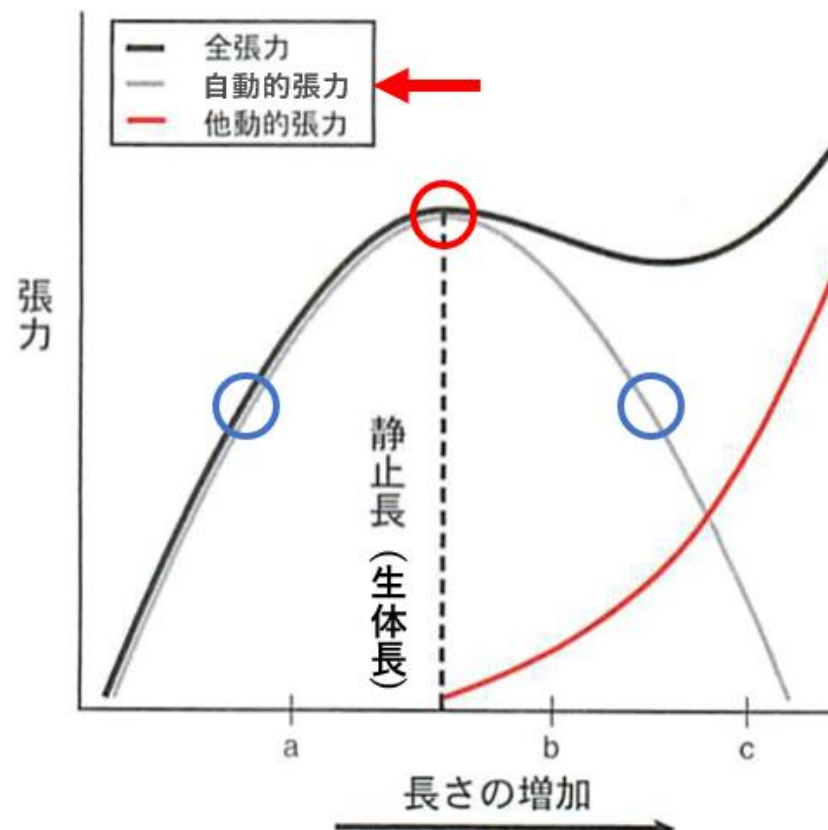
運動麻痺と軟部組織の変化

Gracies JM : Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. Muscle Nerve. 2005

- ✓ 麻痺した部分が固定化されると、筋肉が短縮し、関節拘縮が生じます。この状態が続くと、不使用により運動単位の動員能力が低下し、筋力や可動域がさらに制限される悪循環に陥ります。これは長さ-張力曲線によって説明できます。筋肉には最適な張力を発揮できる長さがあり、短縮や過伸張によりこの範囲を外れると、力を発揮する能力が低下します。



短縮している筋



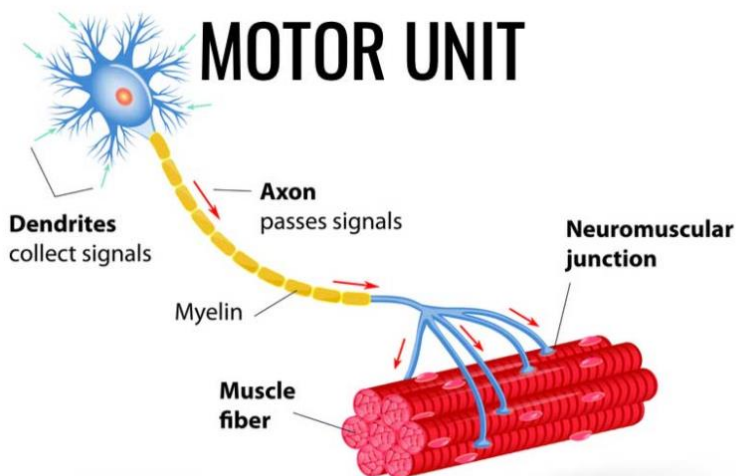
伸張された筋

脳卒中後の運動単位の発火頻度

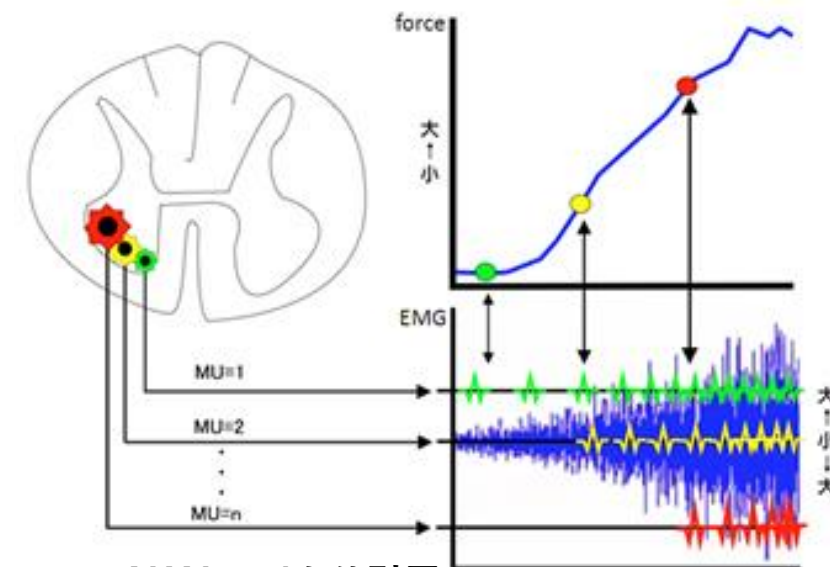
Mary Kay Floeter et al : Motor Neuron Firing Dysfunction in Spastic Patients With Primary Lateral Sclerosis

- ✓ 筋肉の収縮速度を変えるには、運動単位の動員数を増やすか、発火頻度を変える必要があります。しかし、皮質脊髄路の損傷後、自発的な動きが遅くなり、運動単位の動員数と発火頻度が低下します。特に弱化した筋で力を増やそうとする際、運動単位の発火頻度が高まる現象が観察され、これは近位筋より遠位筋で顕著とされています。

運動単位数



活動電位の頻度



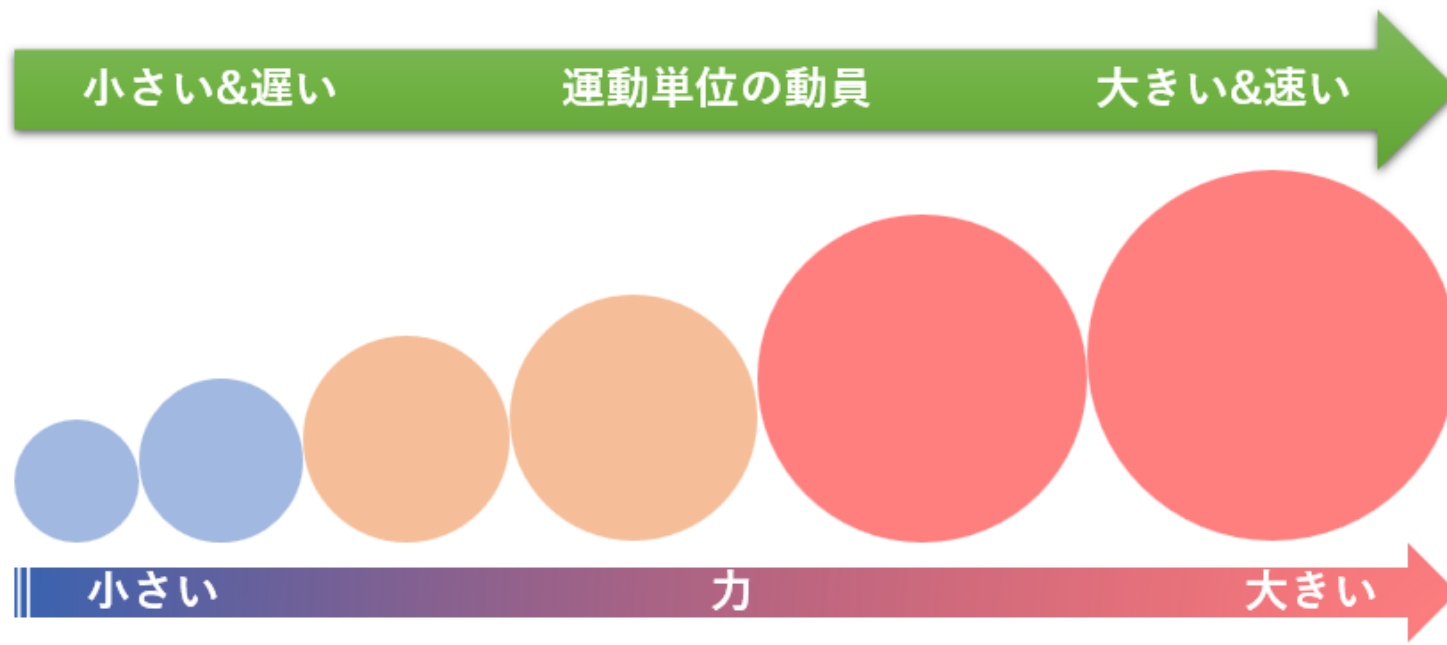
SAKAImedより引用

ヘンネマンのサイズの原理

Anne Shumway-Cook PT PhD FAPTA et al : Motor Control: Translating Research into Clinical Practice 5th Edition, LWW, 2016

- ✓ 筋の活動は、Hennemanの動員法則（1981）に従い、小さくゆっくりとした運動単位（Type I）が、大きく素早い運動単位（Type II）よりも先行して発火します。しかし、脳卒中患者では、この順序が崩れ、小さな筋が発火する前に代償的に大きな筋が使用されることが多く観察されます。そのため、「力を入れる」だけでなく、小さな筋を発火させるための適切な条件を整えることが重要です。

サイズの原理



痛みの管理

Naess H. et al : The effects of fatigue, pain, and depression on quality of life in ischemic stroke patients : the Bergen Stroke Study. Vase Health Risk Manag 8: 407-413. 2012

- ✓ 脳卒中後の痛みは、うつや認知機能障害、生活の質の低下と関連し、患者の約70%が痛みに悩むとされています。しかし、痛みは過小診断され、十分な治療を受けられないことが多いです。
- ✓ 痙縮は、筋肉の過剰な緊張状態を引き起こし、筋肉や関節に持続的な負荷をかけます。この持続的な負荷により、筋肉や軟部組織に炎症や微小な損傷が生じ、痛みが発生する可能性があります。

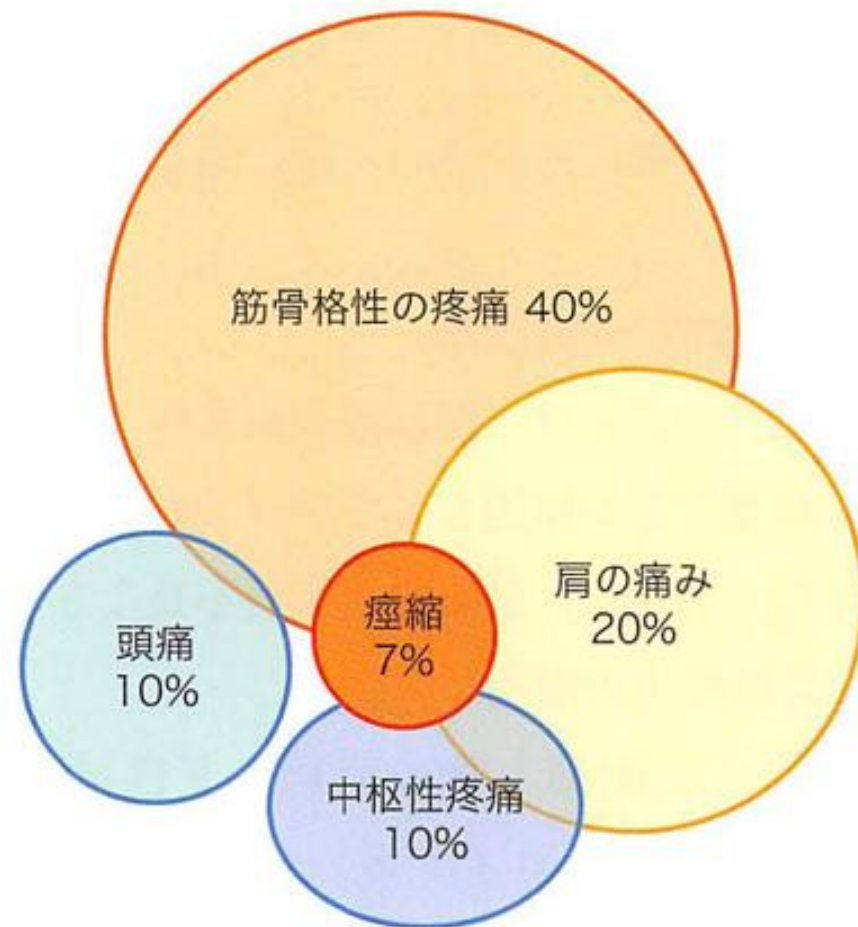


図2 脳卒中後の疼痛分布

[Klit H, et al : Central post-stroke pain : clinical characteristics, pathophysiology, and management. Lancet Neurol 8 : 857-868, 2009 より]

半側空間無視の概要

Val lar G. et al : Unilateral spatial neglect after posterior parietal damage. Handb Clin Neurol 151 : 287-312, 2018

- ✓ 半側空間無視（USN）は、大脳皮質の損傷により、空間や物体への注意が向かなくなる障害で、**右脳損傷で10～80%、左脳損傷で15～65%に発生します。**典型的な症状には、無視する側の刺激に反応しない、食事を半分しか食べない、無視する側の人に気づかないなどがあります。原因は、右半球が空間注意の役割を担っているためで、右半球損傷により左側への注意が低下します。責任病巣は主に頭頂連合野が挙げられます。

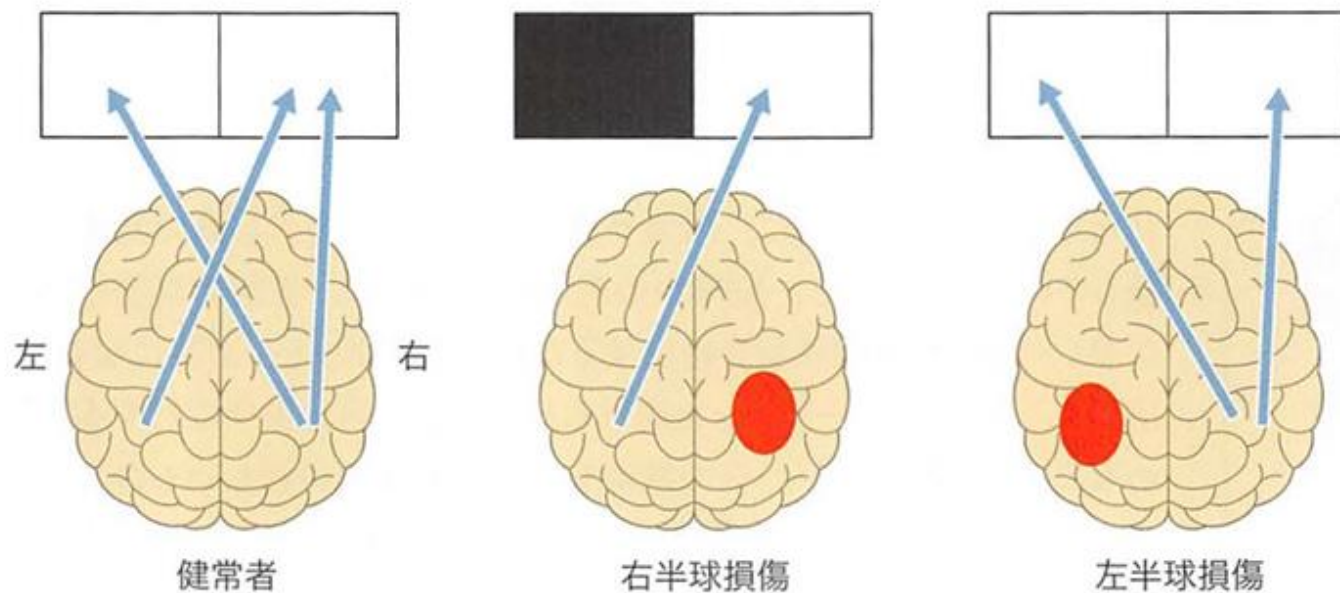


図1 Kinsbourne の注意障害説

[Kinsbourne M : A model for the mechanism of unilateral neglect of space. Trans Am Neurol Assoc 95 : 143-146, 1970 より]