

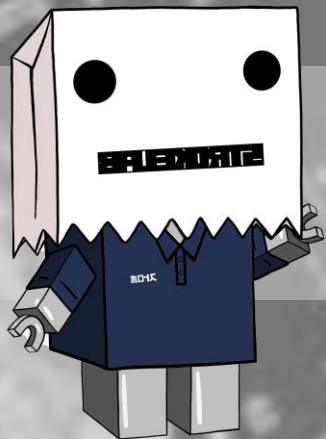
BASICS HANDLING COURSE



STROKE LAB

脳卒中における病態解釈

評価・治療のための概論



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

- ✓ 脳卒中の病態を解釈するということは、目の前で起きている現象が回復によるものなのか？代償によるものなのか？を判断し、目標や治療内容の選択に役立てることへつながる
- ✓ 「どちらが良い悪い」ではなく、メリット/デメリットを検討していく

	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後の運動機能障害は、**陽性兆候(Positive Signs)**と**陰性兆候(Negative Signs)**に分類
- ✓ **陽性兆候**：認知や知覚、心理的反応などを含む、神経系の再編成プロセスにおける二次的变化に関連した症状
- ✓ **陰性兆候**：障害自体による必然的結果として生じる症状群を指す



脳卒中後の運動機能障害

Canning CG, Ada L, Adams R, O'Dwyer NJ. Loss of strength contributes more to physical disability after stroke than loss of dexterity. Clin Rehabil. 2004 May;18(3):300-8.

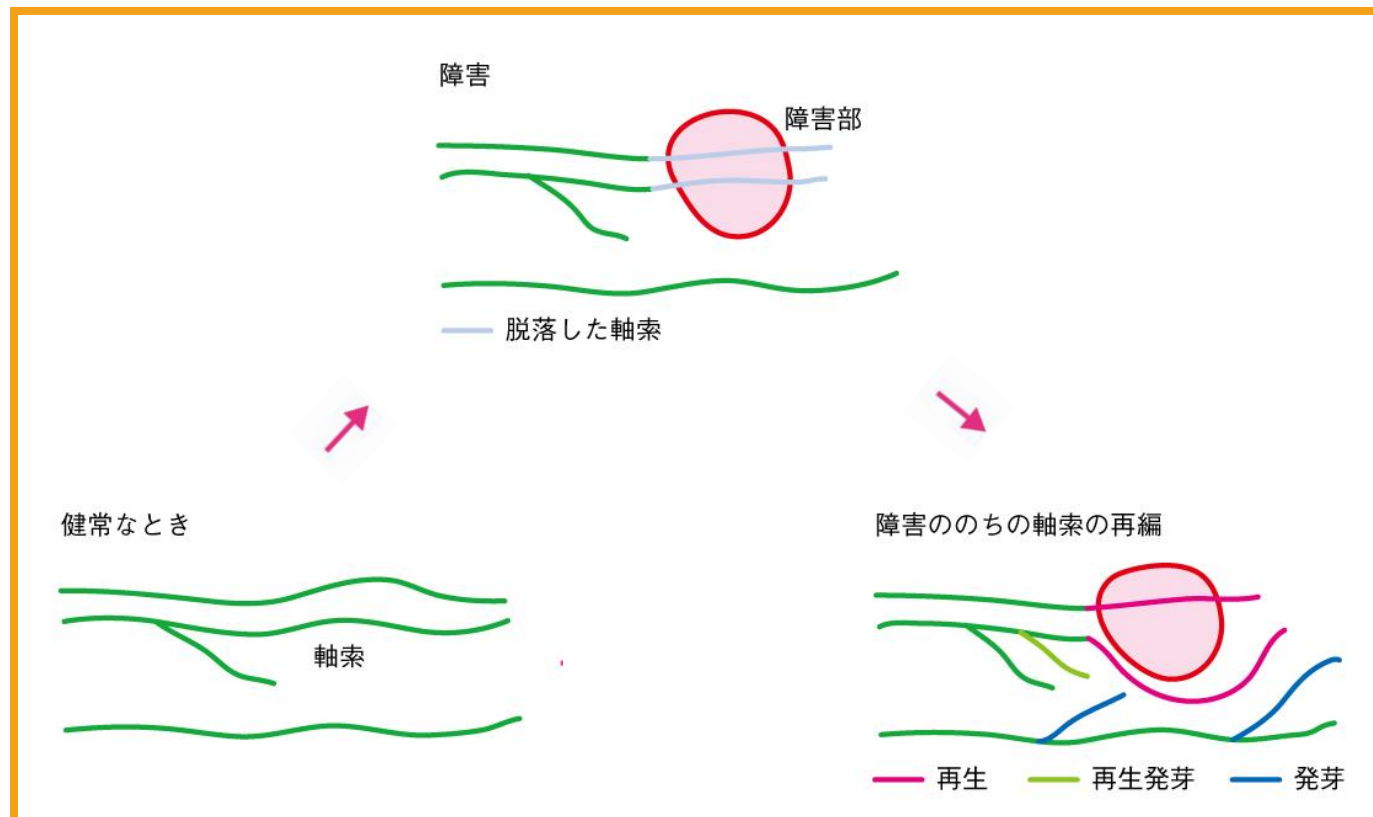
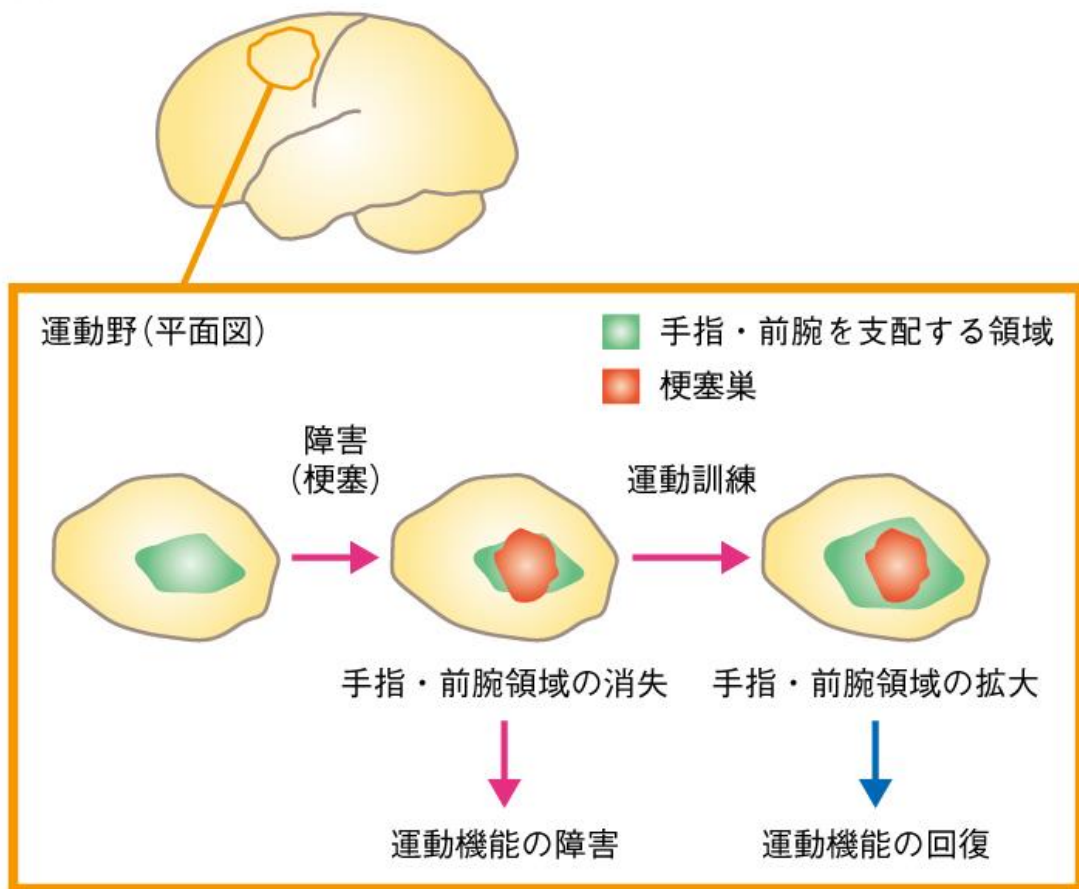
- ✓ **陰性兆候(Negative Signs)**は脳卒中患者の機能回復を制限する大きな要因のように思われる
- ✓ 最近のエビデンスでも**陰性兆候が(弱化・器用さの欠如)**が陽性兆候よりも**機能回復を制限している**と提示している
- ✓ また長期的な機能を予測する上でも陰性徴候が要因となると複数の研究で報告されている



運動機能の回復

Masaki Ueno: Rewiring of neural circuits and functional recovery following brain and spinal cord injuries.

- ✓ 手指や前腕に対応する領域に脳梗塞を起こすと、支配領域の消失に伴い運動機能が障害される
- ✓ 脳梗塞後に手指に運動訓練を施すと、梗塞巣の周囲の残った領域において手指や前腕の動きを担う領域が拡大し、それに伴い機能も回復した
- ✓ 神経回路の再編が起き、ニューロンの軸索や樹状突起、シナプスの接続、神経伝達効率が変化する



上肢機能の早期からの予後予測するポイント

Nijland RH, van Wegen EE, Harmeling-van der Wel BC, Kwakkel G; EPOS Investigators. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the EPOS cohort study. Stroke. 2010 Apr;41(4):745-50.

- ✓ 脳卒中後72時間以内に測定された臨床パラメータを用いて予測できるかどうかを調査
- ✓ 72時間以内にある程度の指の伸展を示す患者の60%がARATに関して、6ヶ月で完全に回復した
- ✓ 予後予測は重要な情報ではあるが、セラピストの本質は『機能低下に対してどのように介入していくか』ということを考えていかなければいけない



➤目的

脳卒中後6ヵ月後の上肢機能に関する転帰が、脳卒中後72時間以内に測定された臨床パラメータを用いて予測できるかどうかを調査すること。

➤方法

脳卒中後5および9日目に、188人の脳卒中患者においてアクションリサーチアームテスト(ARAT)と指の伸展運動・肩の外転運動の観察を測定した。

➤結果

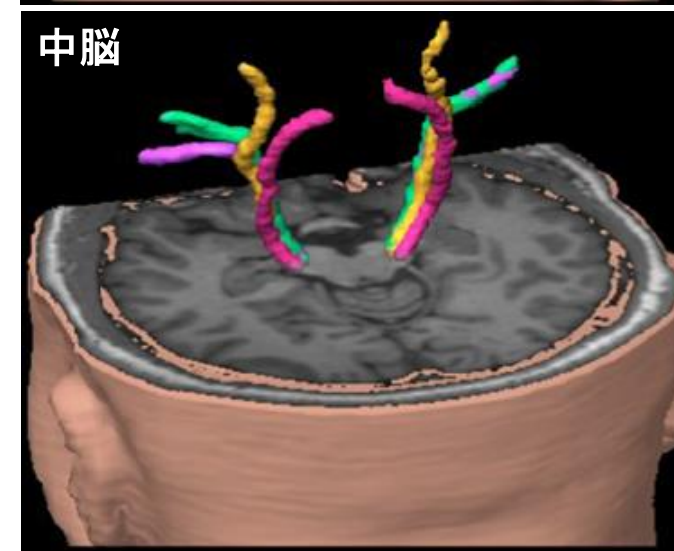
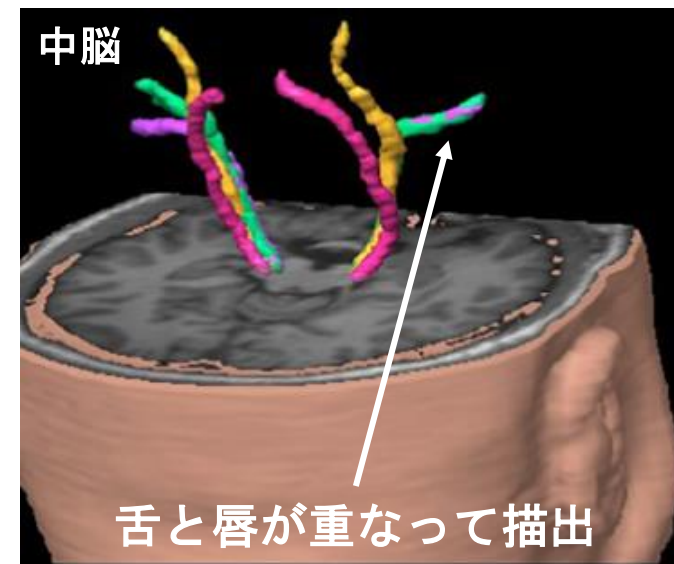
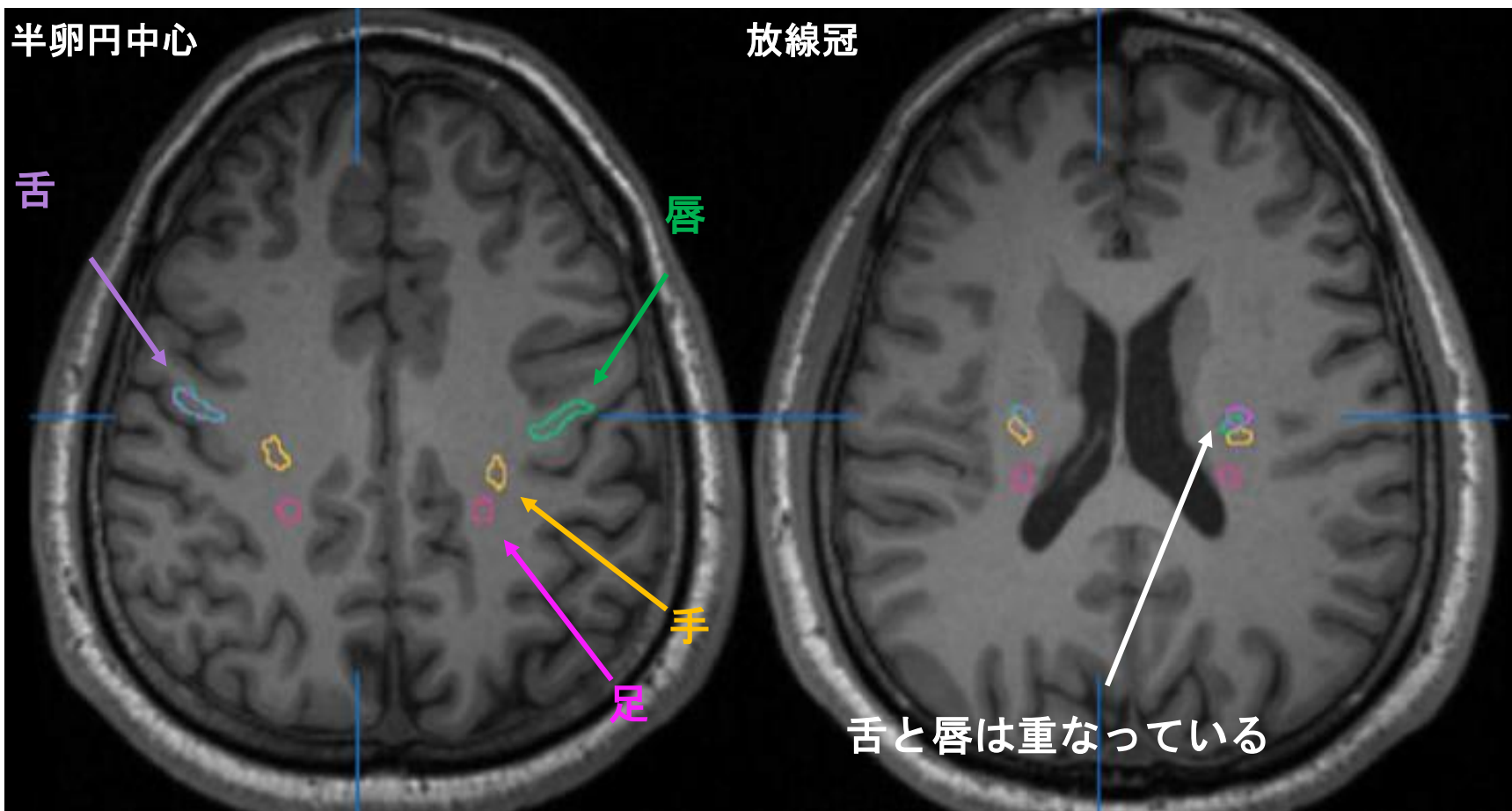
72時間以内にある程度の指の伸展を示す患者の60%がARATに関して、6ヶ月で完全に回復した。

TABLE 5. Presentation of arm/upper limb activity at 6 months after stroke									
ARAT score at 6 months									
	0	1	2	3	4	5	6	7	P
Model for step 1: FIM (0-18) at 72 hours (N=188)									
ARAT 0-1	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 2-3	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 4-5	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 6-7	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 8-9	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 10-11	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 12-13	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 14-15	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 16-17	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 18-19	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 20-21	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 22-23	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 24-25	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 26-27	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 28-29	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 30-31	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 32-33	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 34-35	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 36-37	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 38-39	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 40-41	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 42-43	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 44-45	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 46-47	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 48-49	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 50-51	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 52-53	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 54-55	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 56-57	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 58-59	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 60-61	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 62-63	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 64-65	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 66-67	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 68-69	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 70-71	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 72-73	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 74-75	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 76-77	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 78-79	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 80-81	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 82-83	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 84-85	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 86-87	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 88-89	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 90-91	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 92-93	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 94-95	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 96-97	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 98-99	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 100-101	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 102-103	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 104-105	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 106-107	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 108-109	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 110-111	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 112-113	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 114-115	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 116-117	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 118-119	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 120-121	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 122-123	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 124-125	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 126-127	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 128-129	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 130-131	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 132-133	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 134-135	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 136-137	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 138-139	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 140-141	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 142-143	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 144-145	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 146-147	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 148-149	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 150-151	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 152-153	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 154-155	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 156-157	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 158-159	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 160-161	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 162-163	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 164-165	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 166-167	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 168-169	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 170-171	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 172-173	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 174-175	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 176-177	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 178-179	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 180-181	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 182-183	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 184-185	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 186-187	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 188-189	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 190-191	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 192-193	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 194-195	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 196-197	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 198-199	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 200-201	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 202-203	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 204-205	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 206-207	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 208-209	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 210-211	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 212-213	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 214-215	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 216-217	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 218-219	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 220-221	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 222-223	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 224-225	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 226-227	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 228-229	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 230-231	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 232-233	10	10	10	10	10	10	10	10	0.00
ARAT 234-235	10	10							

運動麻痺とは？

Hazzaa NM : Somatotopic organization of corticospinal/corticobulbar motor tracts in controls and patients with tumours: A combined fMRI-DTI study

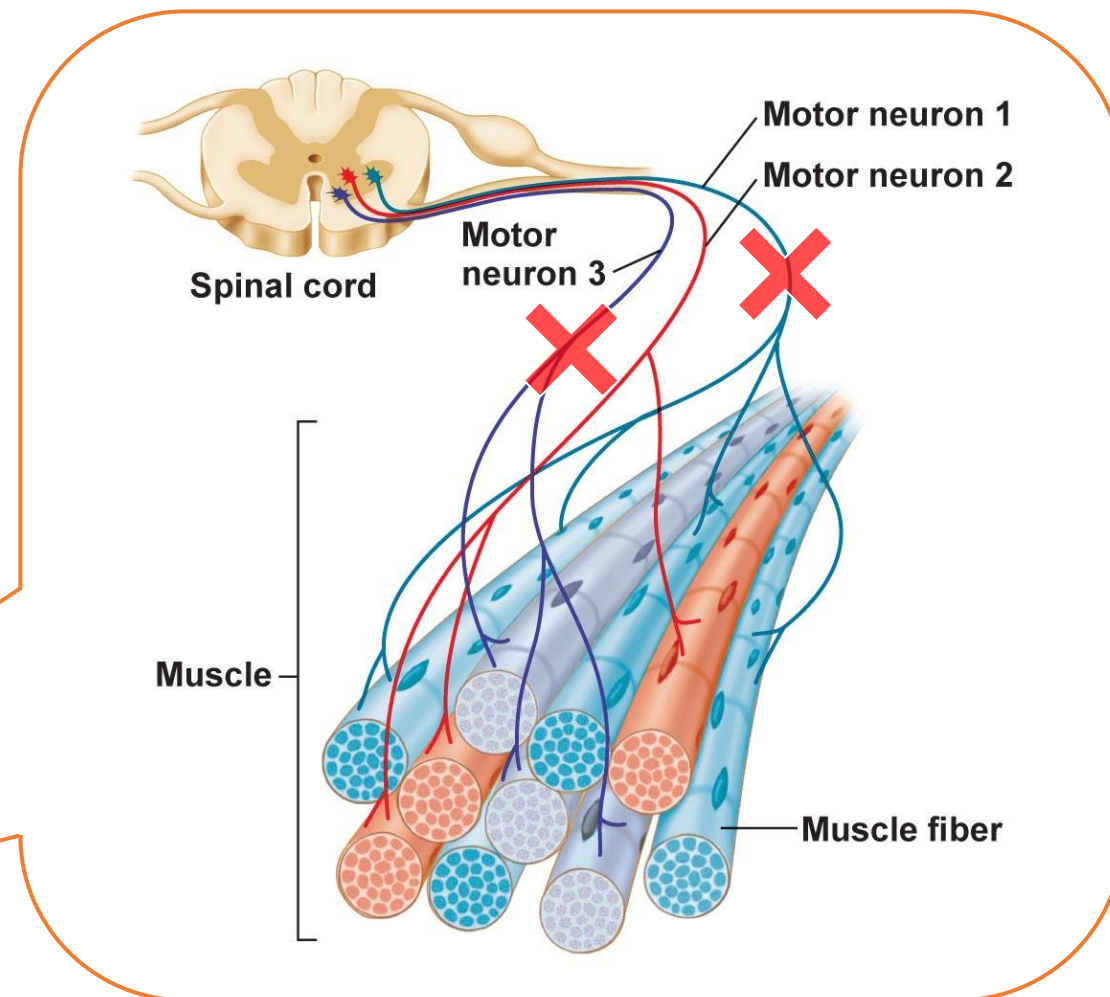
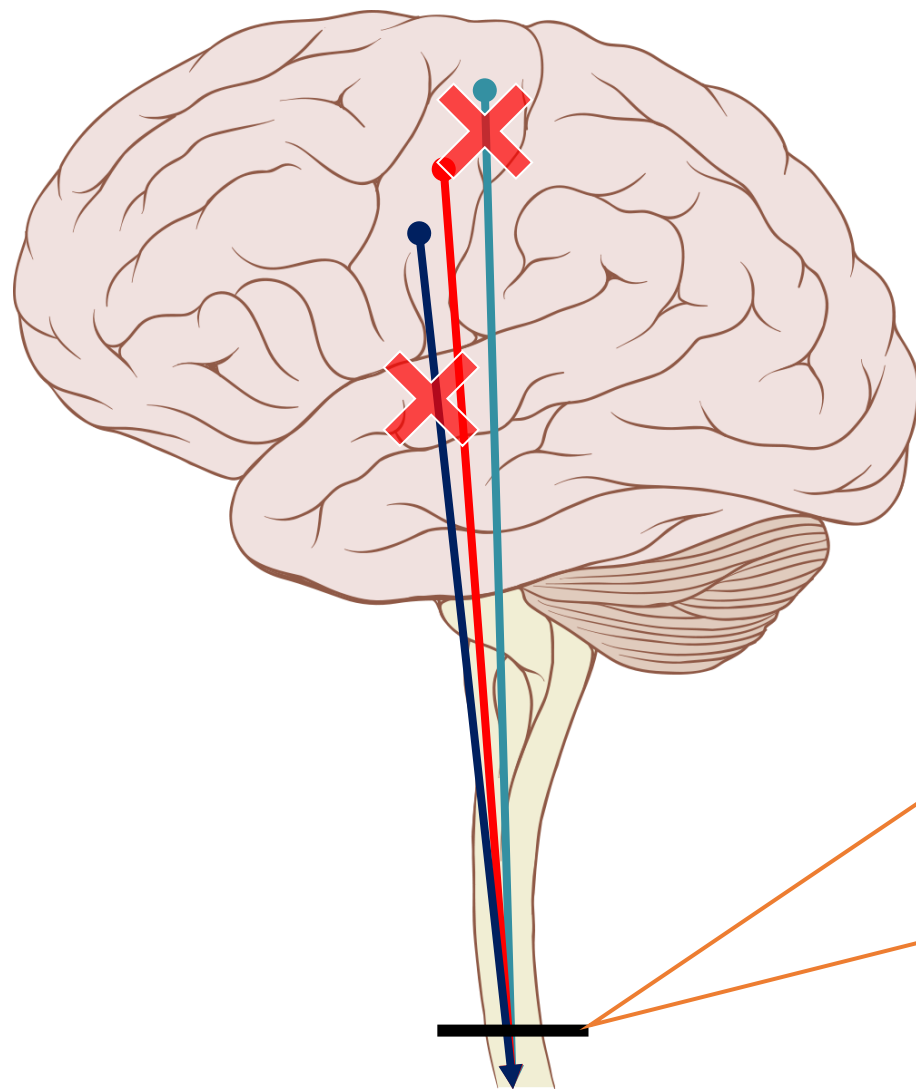
- ✓ 上位・下位運動ニューロンの異常による **随意運動の障害** の総称（筋自体及び神経筋接合部の異常、また心因性の運動障害を除く）
- ✓ 大脳皮質 **運動野～末梢神経** 線維の経路のいかなる部分が侵されても生じる



動員する運動単位の減少

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

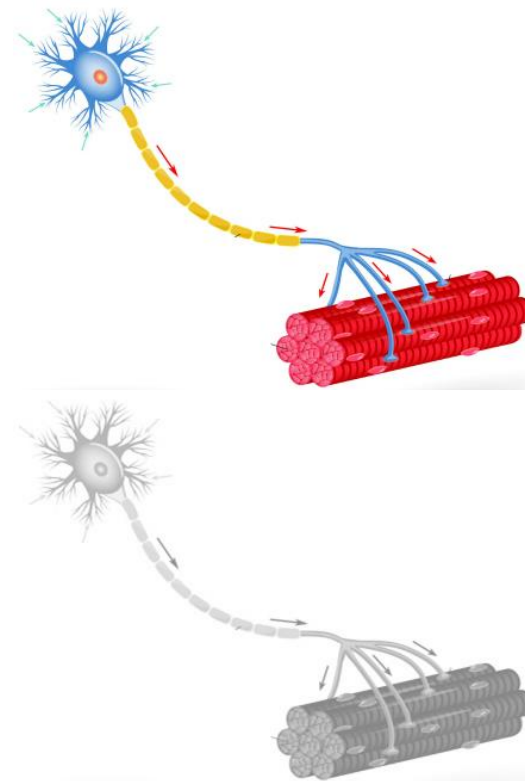
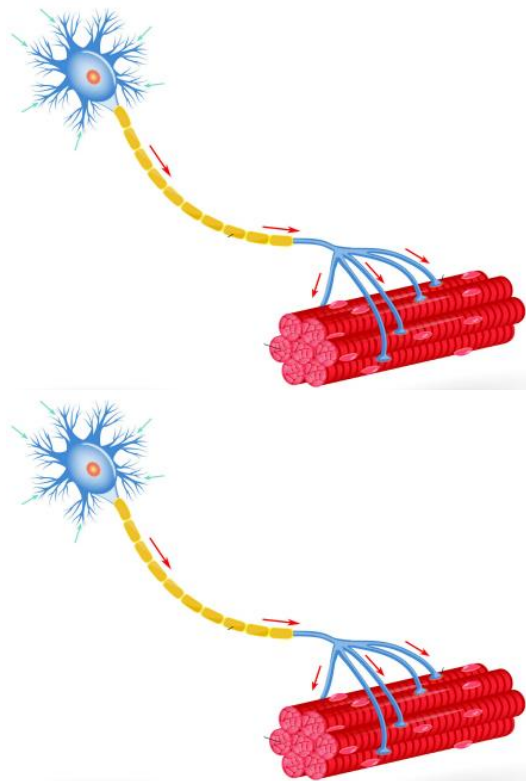
- ✓ 皮質脊髄路の病変・障害により，中枢神経系での興奮が運動単位に伝達される数が減少する
- ✓ 必然的に随意運動時における運動ニューロンの動員数が減少し，運動の欠損・弱化を招く



弱化(Weakness) ÷ 不全麻痺

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

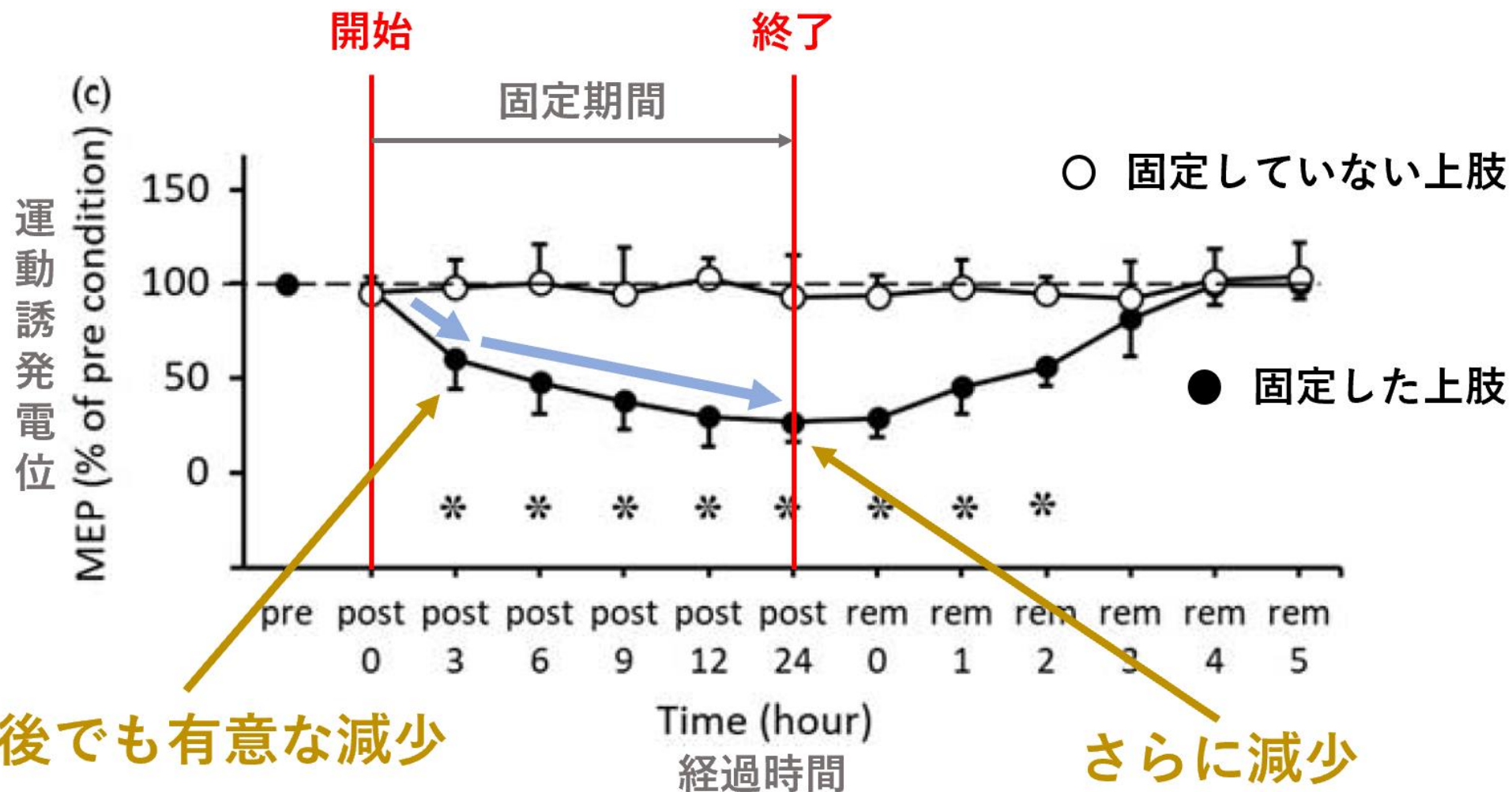
- ✓ 弱化は、皮質脊髄路の病変により 中枢神経系の興奮を運動単位に伝達するが妨害された結果 生じる
- ✓ 動員される随意的な運動単位の減少により、 骨・関節トルク、動きを生み出すために動員困難な状態 を指す
- ✓ 筋力低下により上肢を保持できないのではなく、損傷によって興奮が伝わらなくなっている



不使用の影響

Karita T : Time course of changes in corticospinal excitability after short-term forearm/hand immobilization. Neuroreport. 2017 Nov 8;28(16):1092-1096

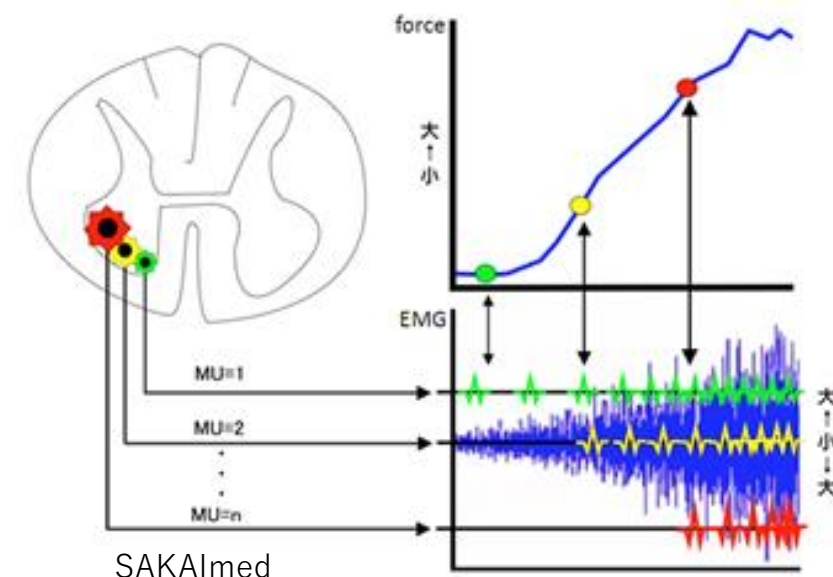
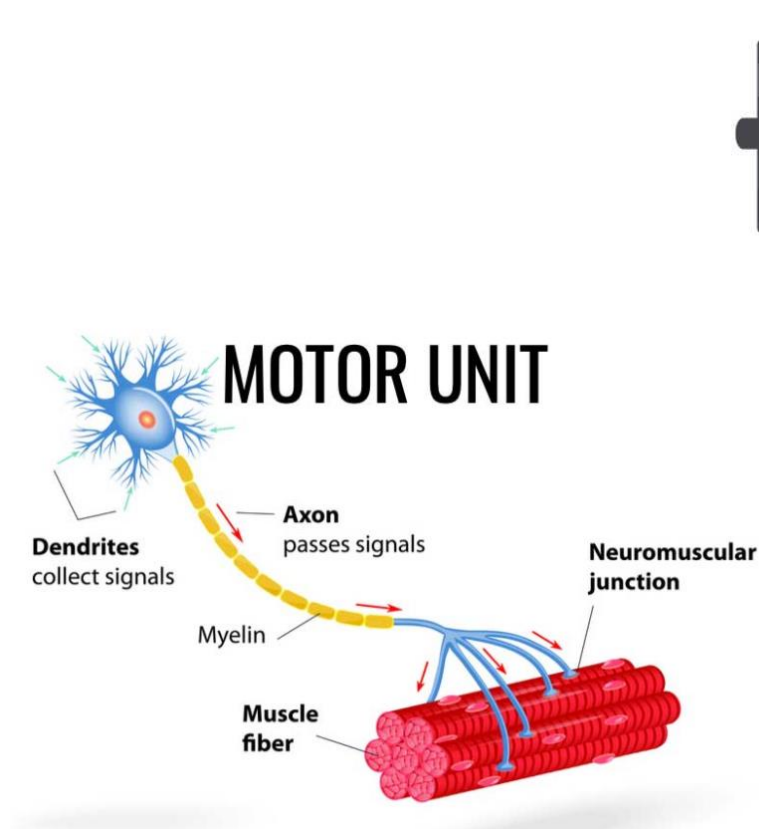
- ✓ 健常者において、手/前腕の固定化/不使用により、開始3時間以内から短母指屈筋の皮質脊髓路の興奮性(MEP)が低下し、最大随意収縮(MVC)は40%減少、著明な筋萎縮は認めなかった
- ✓ 上肢や手の不使用の結果、二次的に筋萎縮や弱化がみられる



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

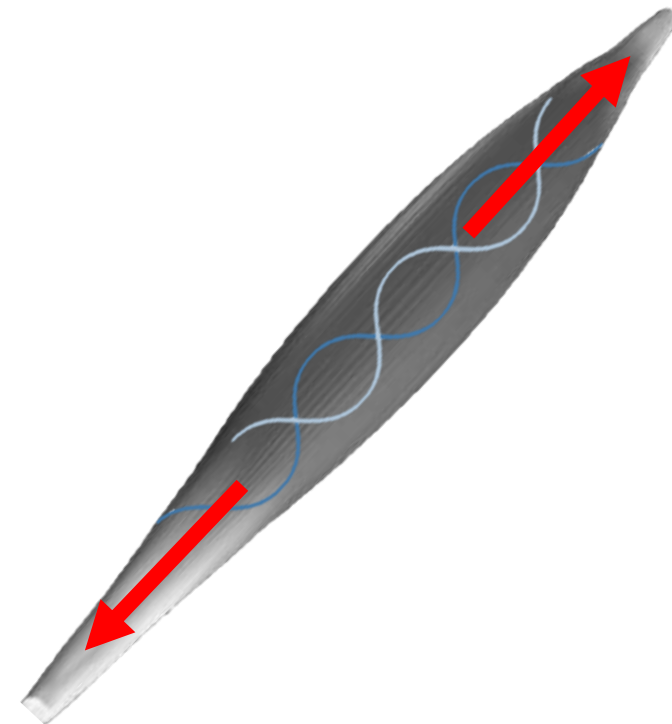
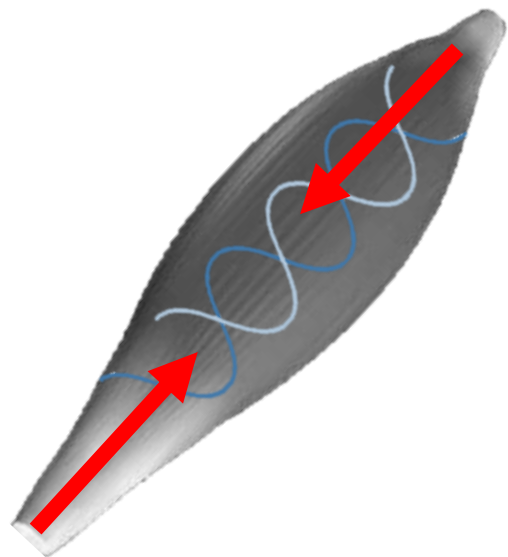
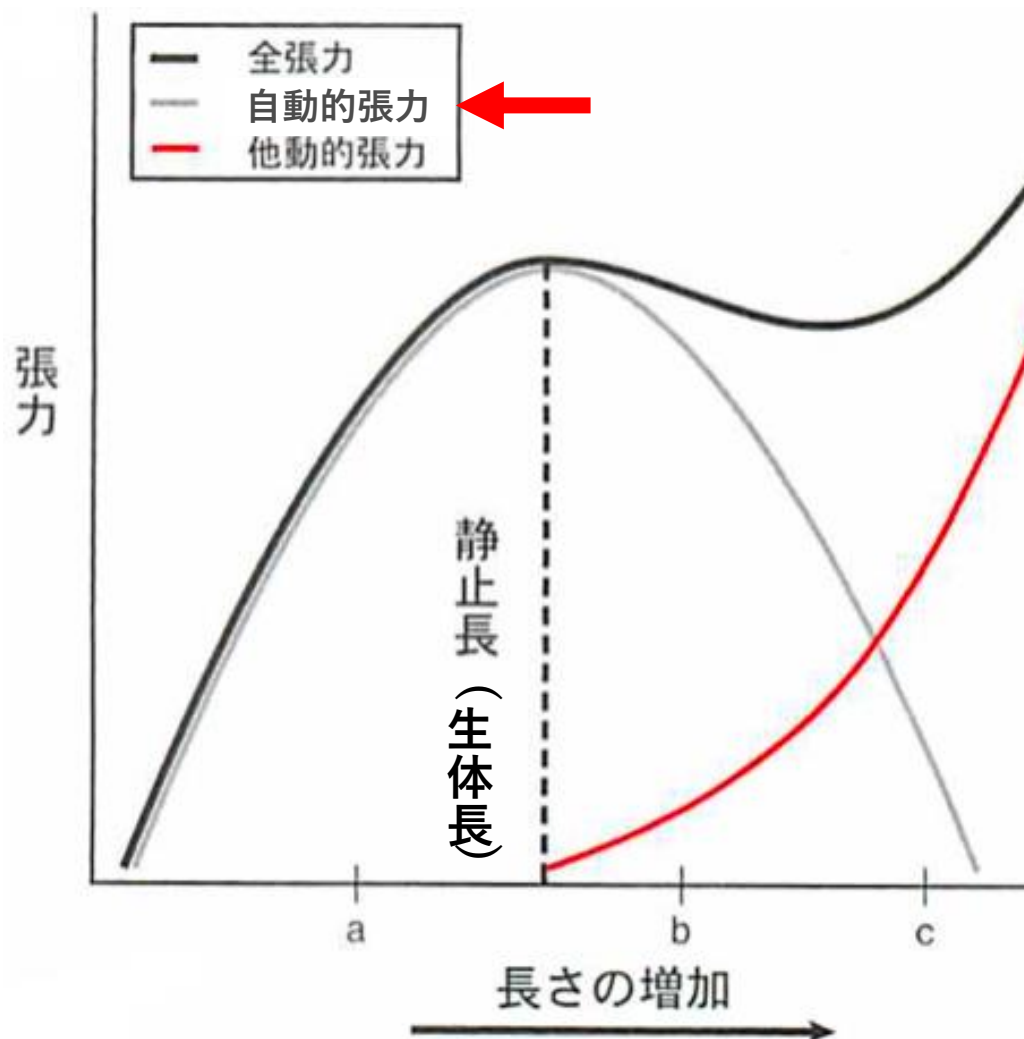
- ✓ 収縮速度を変えるためには、動員する運動単位の数か、運動単位が発する活動電位の頻度を変化させる必要がある
- ✓ 皮質脊髄路の損傷後、自発的な動きは遅く、努力的となり、運動単位の動員と発火頻度が低下する
- ✓ 弱化した筋に対して随意的に力を増やそうと試みる際、運動単位の発火頻度を増加させる
- ✓ この現象は、近位筋よりも遠位筋で一層著名に認められると報告されている



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

- ✓ 麻痺した身体部分の固定化により、**筋肉の適応的な短縮と関節拘縮**を引き起こす
- ✓ ほとんどの患者は、麻痺した身体部分の慢性的な不使用が起こる
- ✓ 慢性的な不使用は、運動単位を自発的に動員する能力をさらに低下させる

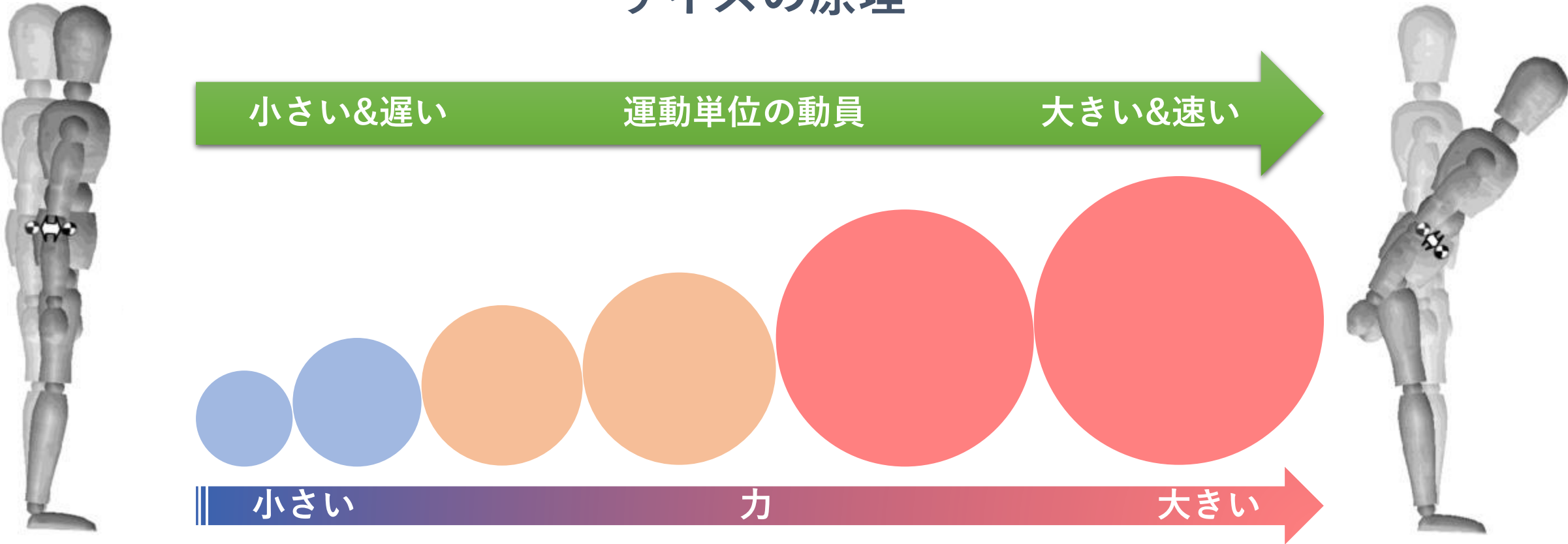


ヘンネマンのサイズの原理

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の動員法則を介して絶えず漸動員される(Henneman ,Mendell : 1981)
- ✓ 動作/活動に際して、小さくゆっくりとした運動単位(Type I)は、大きく素早い運動単位(Type II)の筋線維よりも先行的に発火することが報告されている

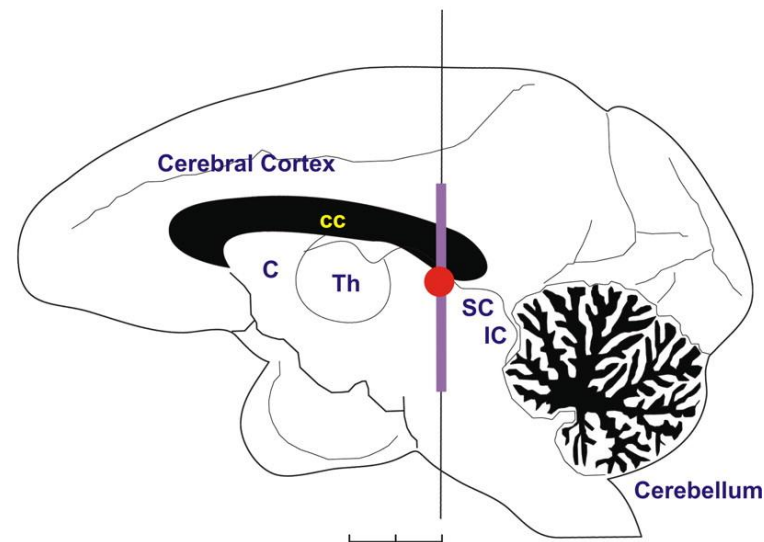
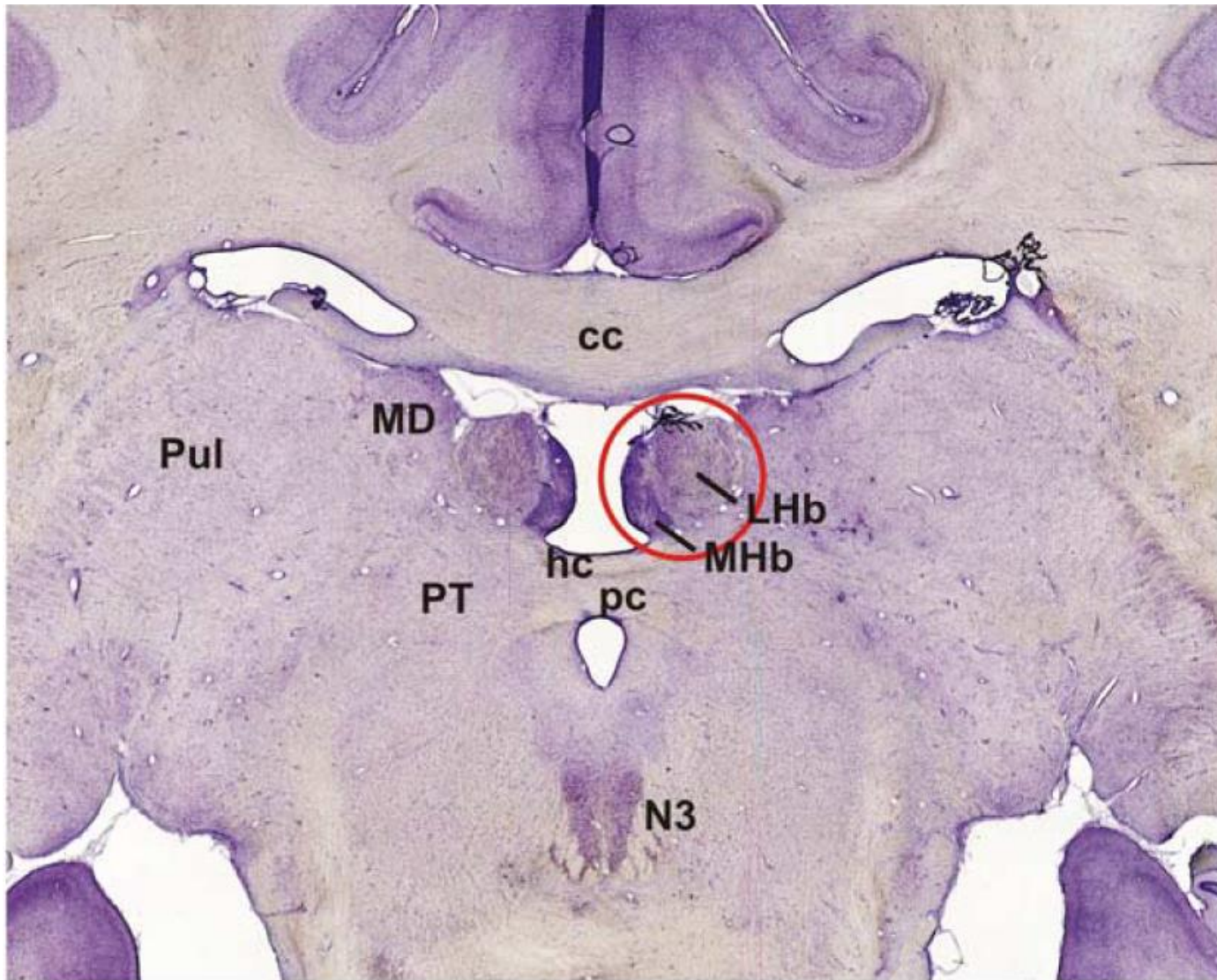
サイズの原理



丁寧なハンドリング

Hikosaka : Hab. enula: crossroad between the basal ganglia and the limbic system. J Neurosci 2008 Nov 12;28(46):11825-9.

- ✓ 外側手綱核(LHb)は主に嫌悪刺激に反応し、腹側被蓋野(VTA)・縫線核(RN)・黒質緻密部(SNc)のドーパミン神経を抑制する
- ✓ 強引なタッチ/ハンドリングは痛み等の嫌悪刺激になり得るため、「丁寧で」「安心感のある」タッチを忘れないように



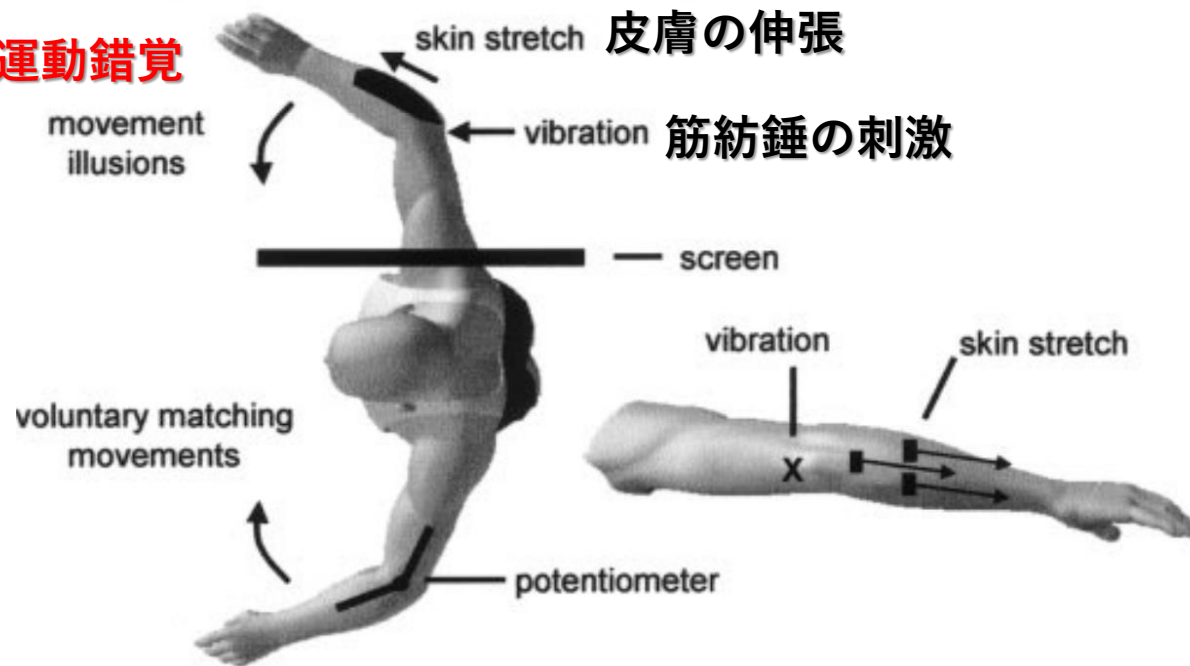
振動刺激と皮膚の伸張による相乗効果

D F Collins et al : Cutaneous receptors contribute to kinesthesia at the index finger, elbow, and knee. J Neurophysiol. 2005 Sep.

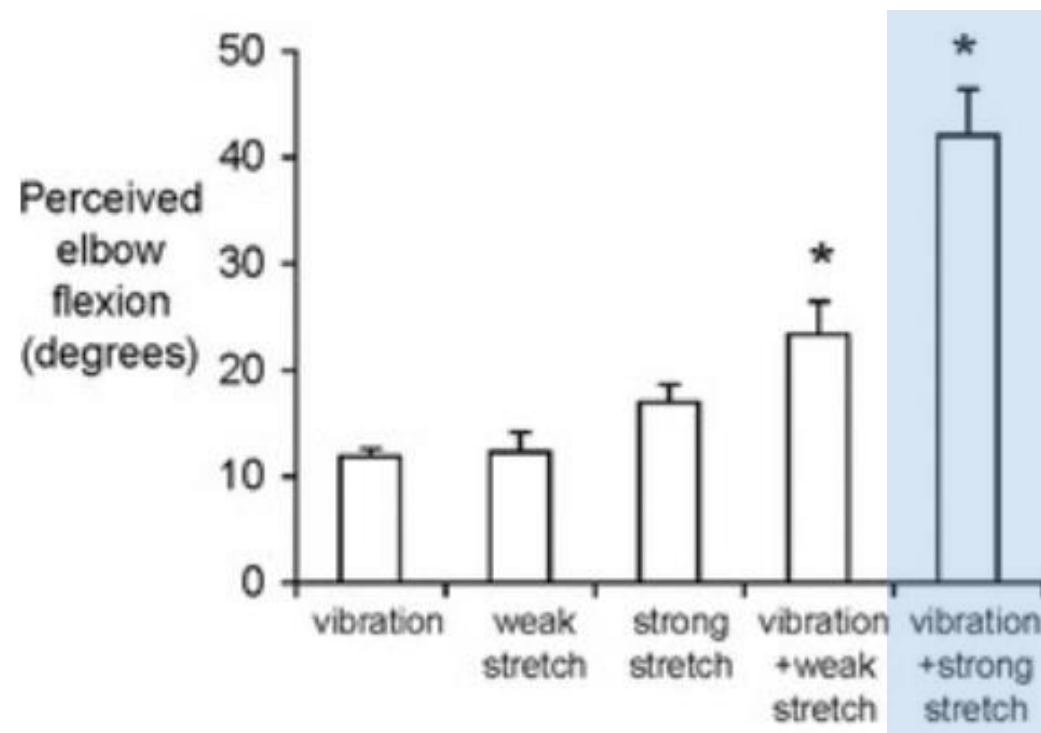
- ✓ 振動による筋紡錘末端への刺激や皮膚伸張による皮膚受容体への刺激は、人差し指、肘、膝で運動錯覚を引き起こした
- ✓ 上腕三頭筋の遠位腱に振動を加え、前腕の背側に皮膚の領域を伸張した
- ✓ ハンドリングする際にも、振動刺激や皮膚を伸張を取り入れていくことでより効果的となることが考えられる

振動刺激と皮膚の伸張にて運動錯覚を引き起こした
『77% (43/56例)』

①運動錯覚

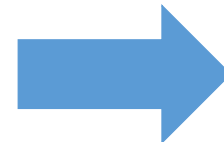
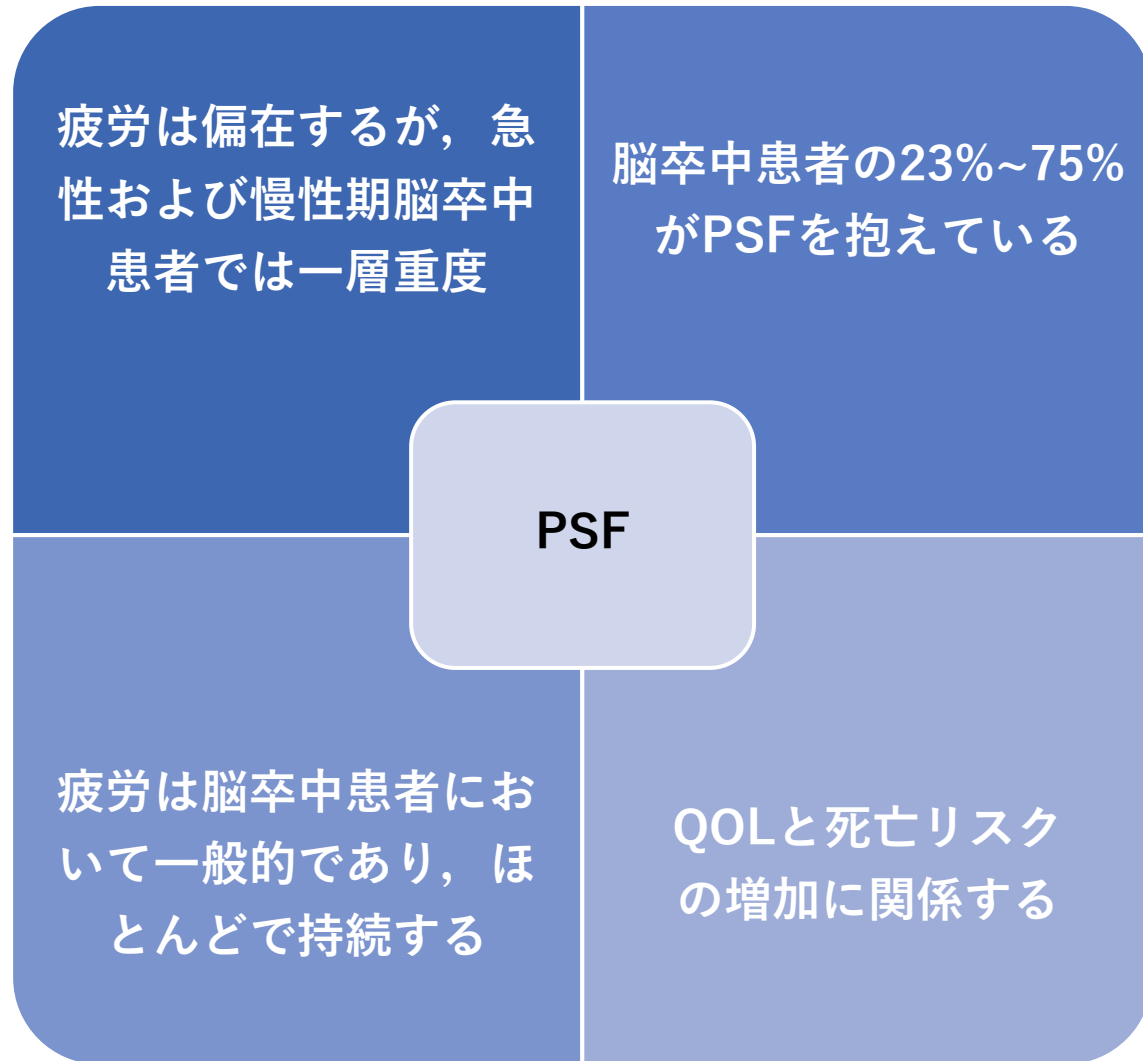


②右肘がどこまで動かされたか答える



Post Stroke Fatigue(PSF : 脳卒中後疲労)とは？

Wu S et al : Model of understanding fatigue after stroke. Stroke. 2015 Mar;46(3):893-8



疲労をどう管理し、予防するのか？

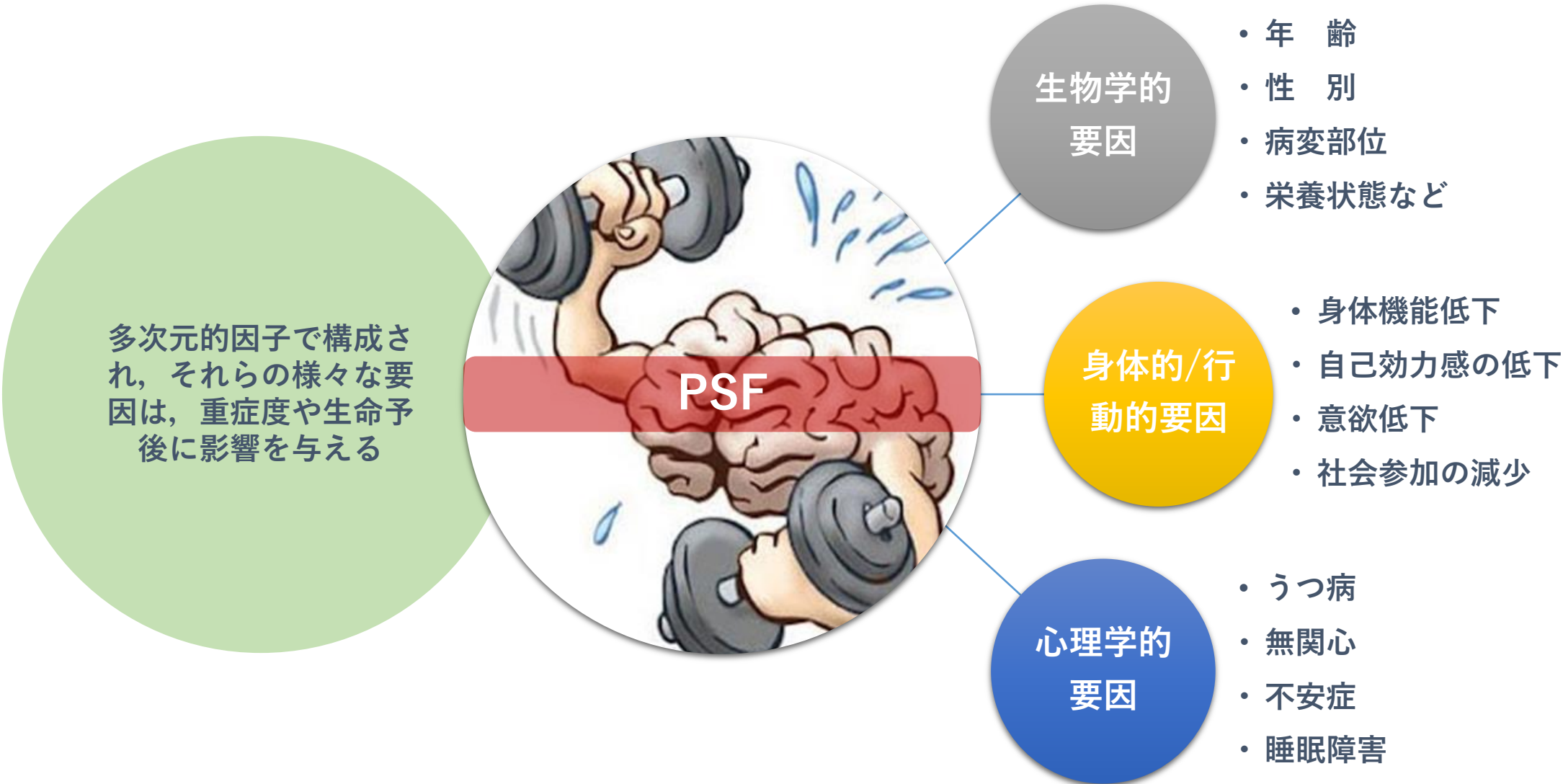
研究から様々な知見はでてきているが…

効果的な治療法はなく、理由はメカニズムの不足

PSFの分類

Mohanasuntharaam Nadarajah et al : Post-stroke fatigue: a review on prevalence, correlates, measurement, and management. Top Stroke Rehabil. 2015 Jun;22(3):208-20

✓ PSFに関連する因子を知り，根底にあるメカニズムを理解することは，セラピストがアプローチしていく上でも「意味ある治療プラン」と「本質的問題への対応」において重要と言える

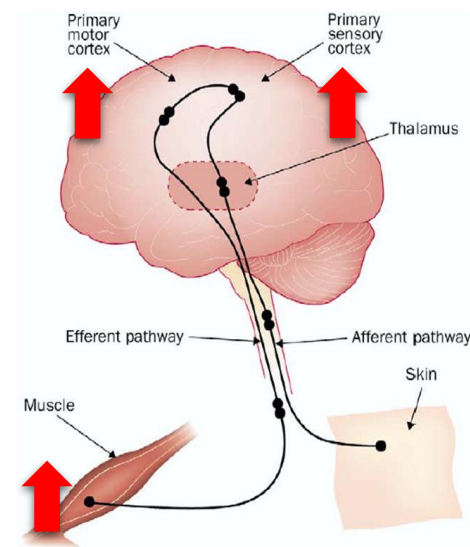
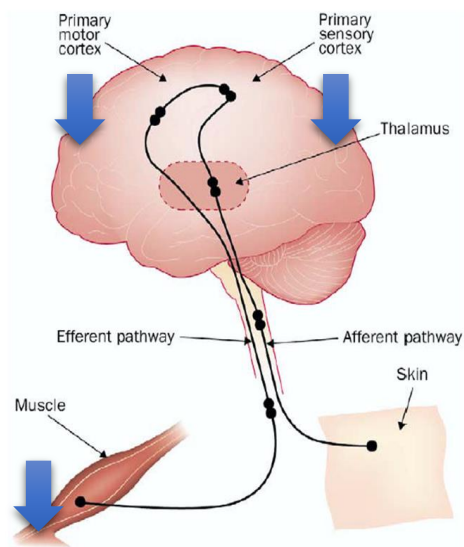


知覚と皮質興奮性のギャップ

Kuppuswamy A : Post-stroke fatigue: a deficit in corticomotor excitability?. Brain. 2015 Jan ; 138(Pt 1) : 136-48

- ✓ **強い疲労を伴う脳卒中患者は高い運動閾値を示し、過剰努力を知覚する患者のM1には興奮性の低下を認めた**
- ✓ **M1の興奮性低下状態での運動出力は当然弱いものとなり、運動出力の結果皮質/皮質下にフィードバックされてる求心性情報の入力も小さくなる ⇒ 努力知覚と皮質興奮性のギャップがPSFに強く影響している？**

慢性期脳卒中者70人に対し、疲労(FSS)/努力知覚(筋力:VAS)/皮質興奮性(TMS)を用いて比較・検証



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

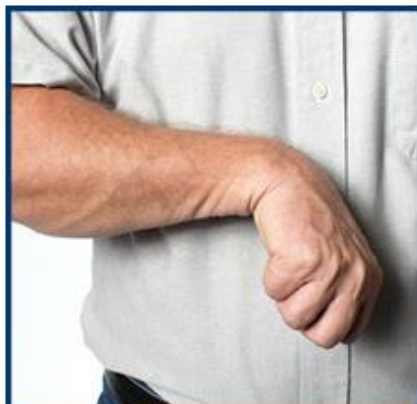
- ✓ 痙縮とは上位運動ニューロン症候群の一要素であり、伸張反射亢進の結果として生じる腱反射亢進および緊張性伸張反射（筋緊張）の速度依存性増加を特徴とする運動障害である



Flexed
elbow



Bent
wrist



Pronated
forearm



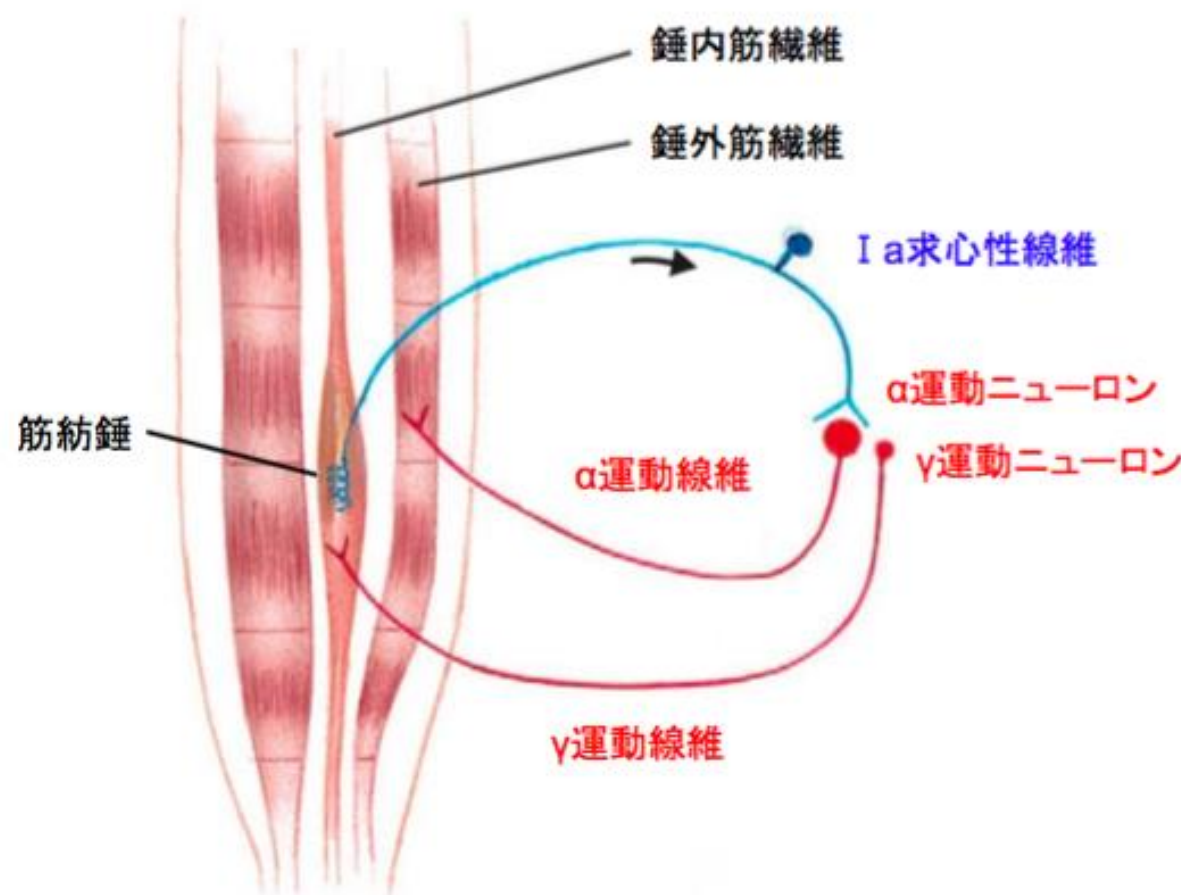
Clenched
fist



Thumb
in palm

筋紡錘の確認

- ✓ 筋を収縮させる運動神経には、 α 運動線維と γ 運動線維の2種類がある
- ✓ α 運動線維は錘外筋線維につながり、 γ 運動線維は錘内筋線維につながる
- ✓ 筋紡錘のセンサーが、錘内筋線維の張力を基準として筋の長さを感じし伸張反射の強弱を決める
- ✓ 1953年カロリンスカ研究所のEldredらは、このような筋紡錘のメカニズムをもとに動物実験から、痙縮の要因は「筋紡錘の感度の変化」であることを示唆した



痙縮発生のメカニズム

Lance : 1980, What is the best intervention for spasticity management in children with cerebral palsy?

- ✓ 痙縮のメカニズムは大まかに、①反射性要素と②非反射性要素に分類される
- ✓ 反射性要素は、脊髄伸張反射回路内の異常処理と、脊髄よりも上位のニューロンによる下降性制御の破綻に分類される

神経原性（反射性要素）

① γ 機能亢進

② α 機能亢進

(興奮性入力 $\uparrow$ / 抑制性入力 $\downarrow$)

③ シナプス前抑制の減少

④ 反回抑制の減少

非神経原性（非反射性要素）

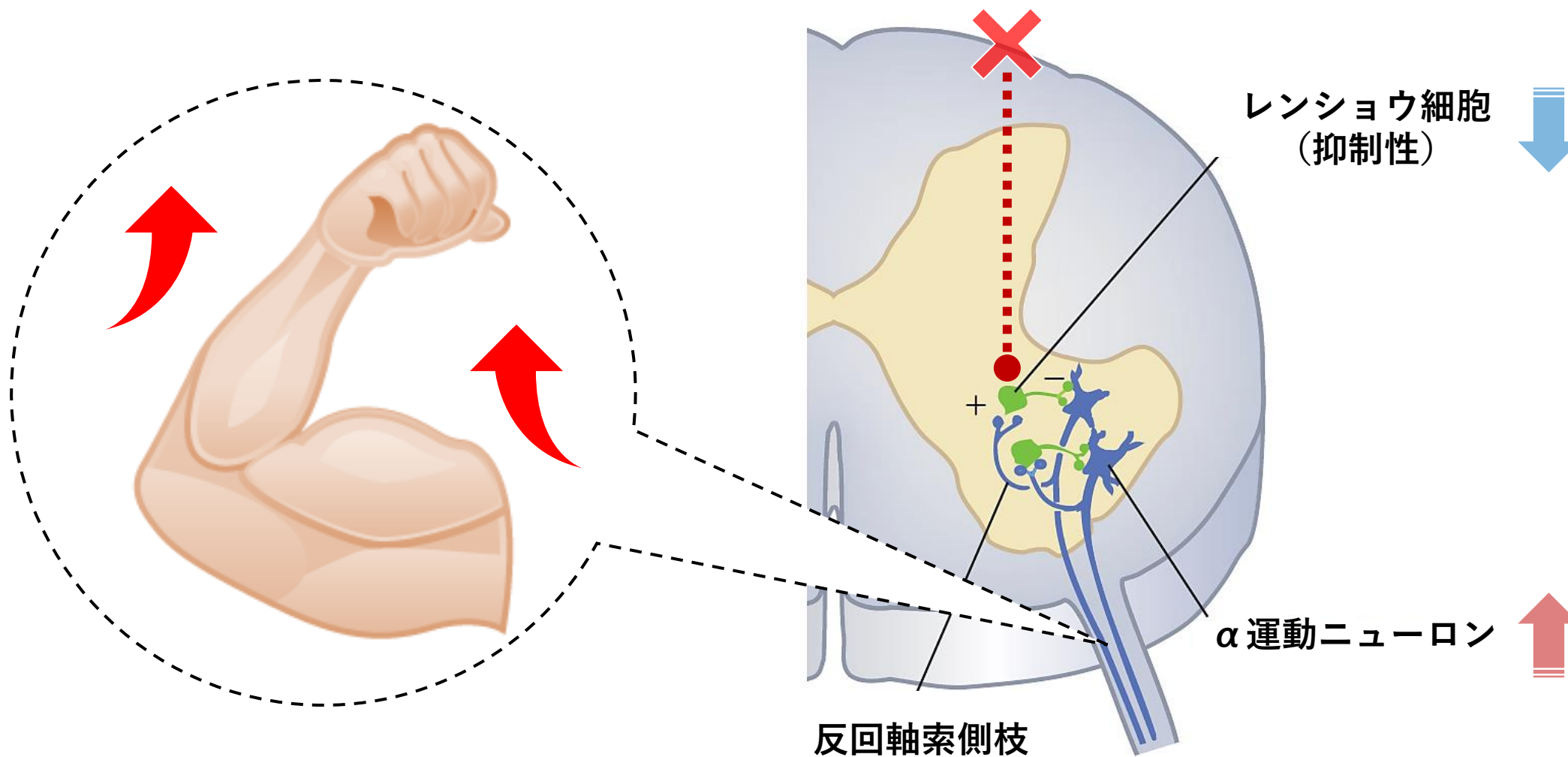
⑤ 軟部/結合組織変化に伴う

筋紡錘への刺激量増加

レンショウ細胞と反回抑制

Per, M.D., Ph.D. Brodal : The Central Nervous System . Oxford University Press .2010

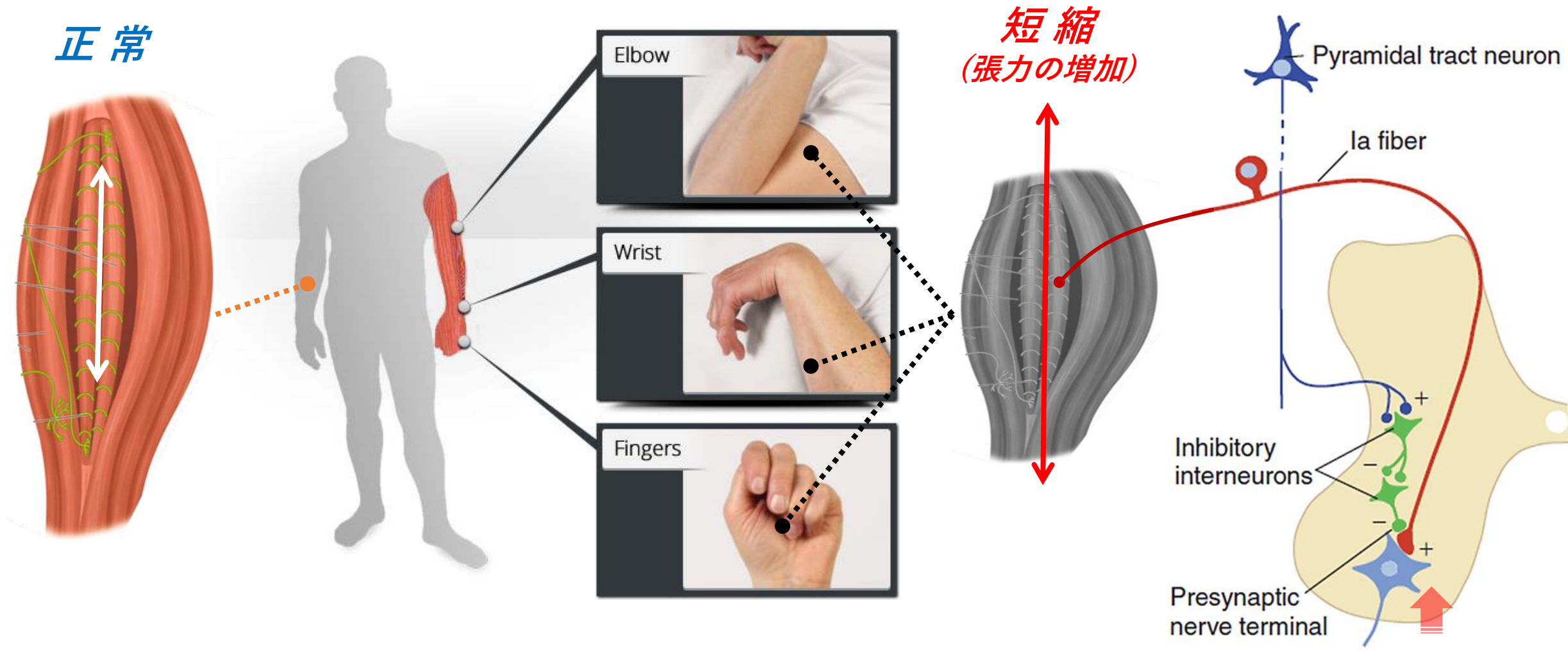
- ✓ α 運動ニューロンは自己線維から側枝を伸ばし、レンショウ細胞を通じて自己の興奮を抑制している
- ✓ レンショウ細胞は α 運動ニューロンの活動が一定の閾値を超えると活動し始める特性を持ち、歩行等のリズムカルな運動遂行(CPG : Central Pattern Generator)において重要な役割を担っている



軟部/結合組織変化による影響

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

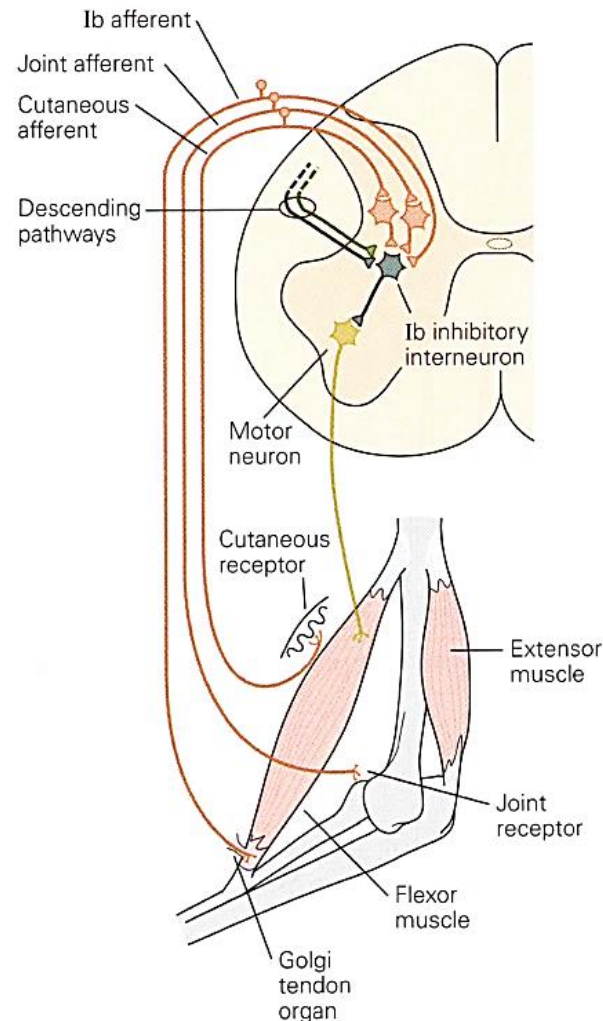
- ✓ 関節を構成する組織の伸張性や粘弾性によって生じる抵抗に起因する，過剰な伸張反射による痙縮を指す
- ✓ 二次的機能障害に伴う筋・腱などの結合組織の粘弾性低下や短縮により，筋紡錘に加わる刺激量の増加が関係



痙縮にどう対応するのか？

Per, M.D., Ph.D. Brodal : The Central Nervous System . Oxford University Press .2010

- ✓ 痙縮軽減目的に腱受容器における I b Feedbackを利用した場合、腱受容器の閾値を考えると効果的でない
- ✓ 関節/皮膚受容器などを複合的に利用した空間的荷重も視野に入れながらセラピーを進めることが望ましい？



荷 重 (Summation)

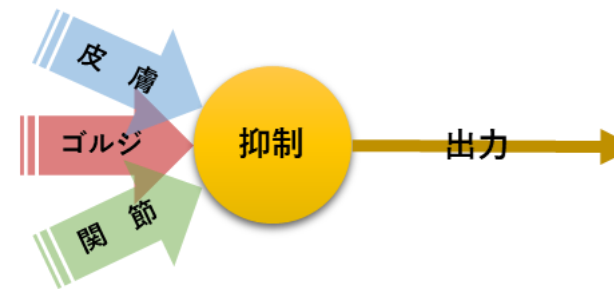
時間的荷重 (Temporal Summation)

- ・ 同じ刺激を反復して入力することで、シナプス電位が加算されて出力が大きくなる現象



空間的荷重 (Spatial Summation)

- ・ 一つのニューロンに別々に収束する刺激を同時に入力することでシナプス電位が加算されて大きくなる現象



-
- ```

graph TD
 BG[大脳基底核] --> Th[視床]
 BG --> P[橋]
 C[小脳] --> P
 C --> VN[前庭核]
 Th --> M1[運動前野, 補足運動野, 一次運動野]
 P --> M1
 P --> R[橋・延髄網様体]
 M1 --> R
 M1 --> SC[赤核]
 SC --> L[外側皮質
脊髓路]
 SC --> SN[赤核
脊髓路]
 R --> MR[延髄網様体
脊髓路]
 R --> PR[橋網様体
脊髓路]
 M1 --> AC[前皮質
脊髓路]
 VN --> VS[前庭
脊髓路]
 U[上丘] --> TS[視蓋
脊髓路]
 L --> SMN[脊髓運動ニューロン]
 SN --> SMN
 MR --> SMN
 PR --> SMN
 AC --> SMN
 VS --> SMN
 TS --> SMN

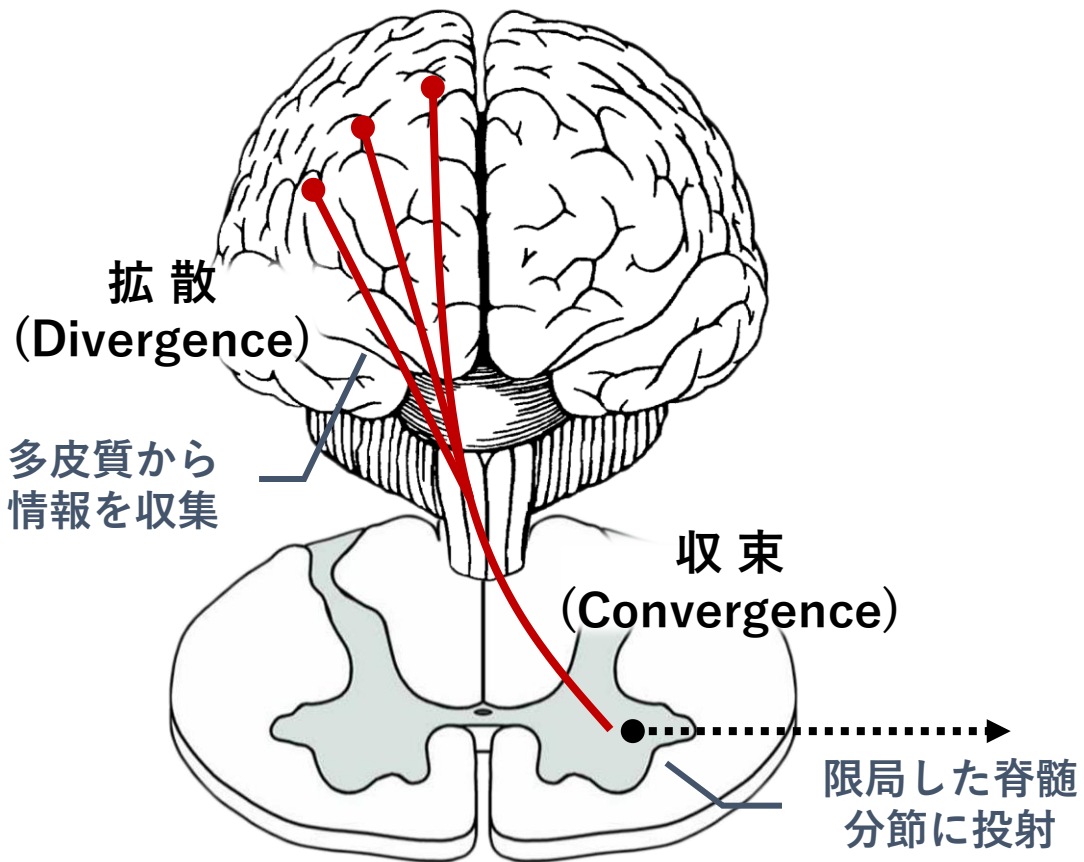
```

# 下行性神経路の特徴

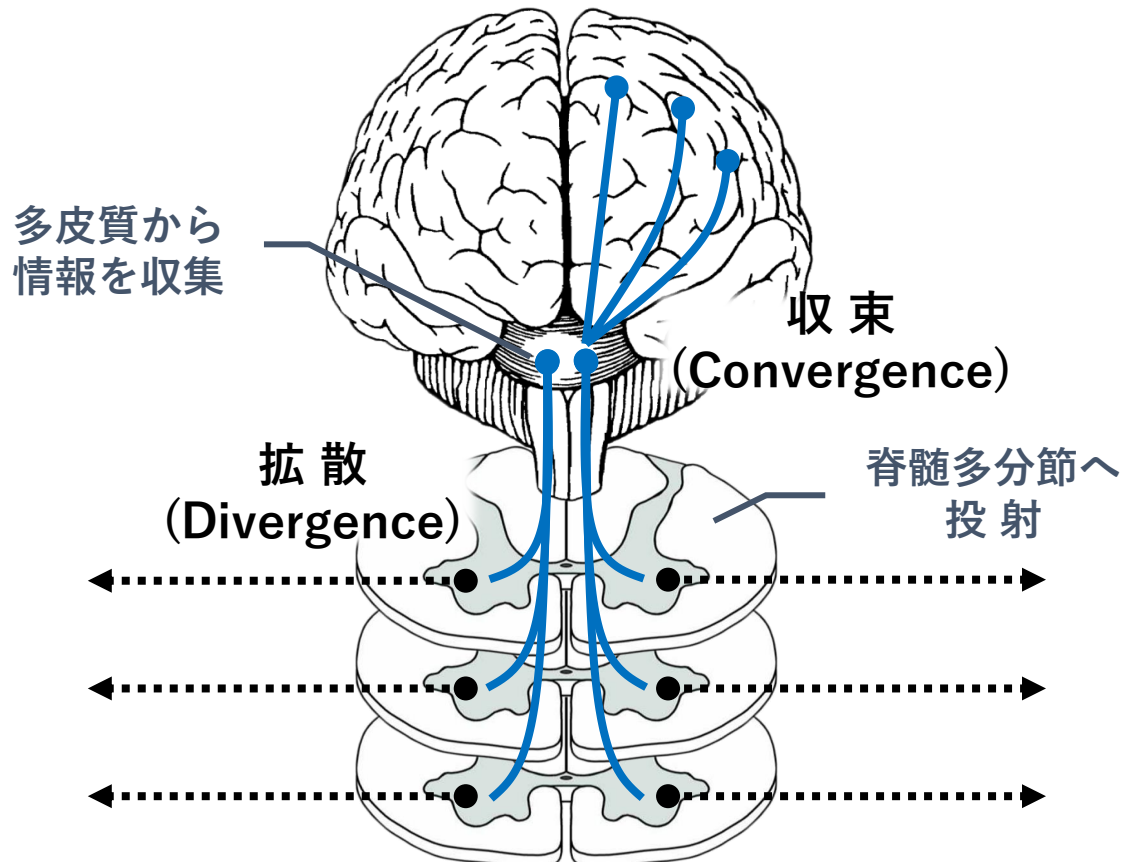
Lundy-Ekman L : Neuroscience Fundamentals for Rehabilitation, 3rd edition, Sanders Elsevier, 2007

- ✓ 随意運動に関わる **背外側系は、大脳皮質からの下行性神経線維を使用髄節の脊髄運動ニューロンに収束**させている
- ✓ 姿勢制御に関与する **腹内側系は、皮質情報を一度脳幹部に収束させ、そこから脊髄の多髄節に拡散**させている
- ✓ これらの神経路の特徴は、連合反応における背景的メカニズムの一要因を担っているため理解しておくことは重要

背外側運動系  
(外側皮質脊髄路 etc.) = 随意運動



腹内側運動系  
(皮質網様体脊髄路 etc.) = 姿勢制御

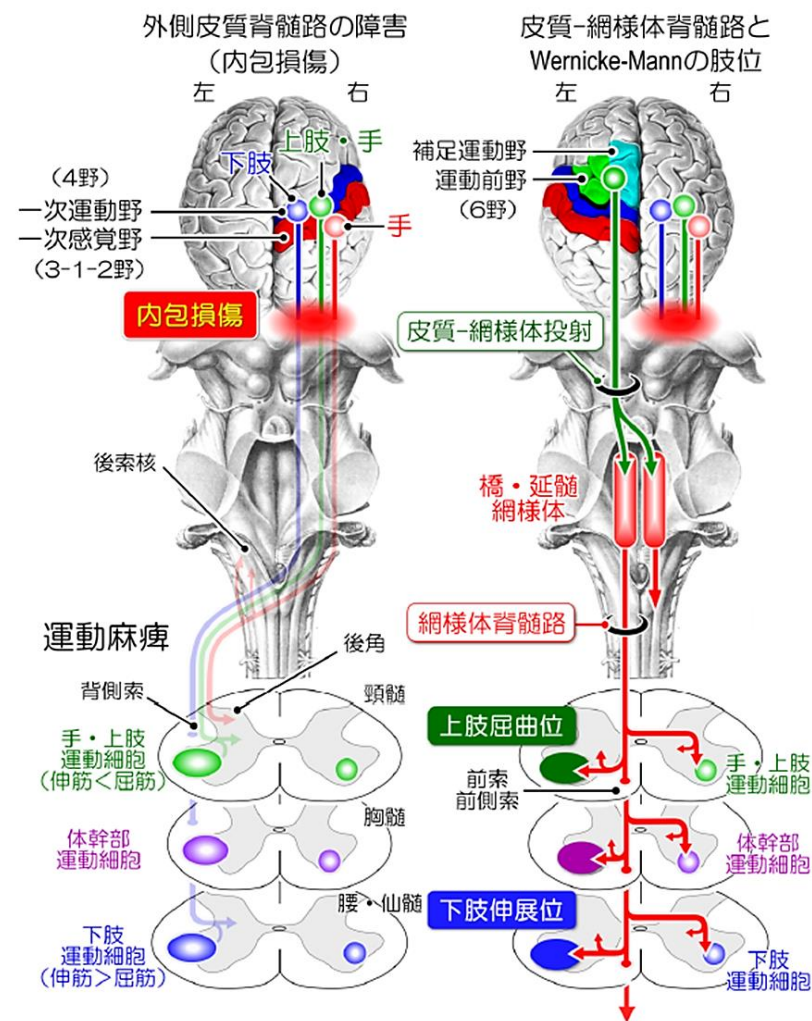
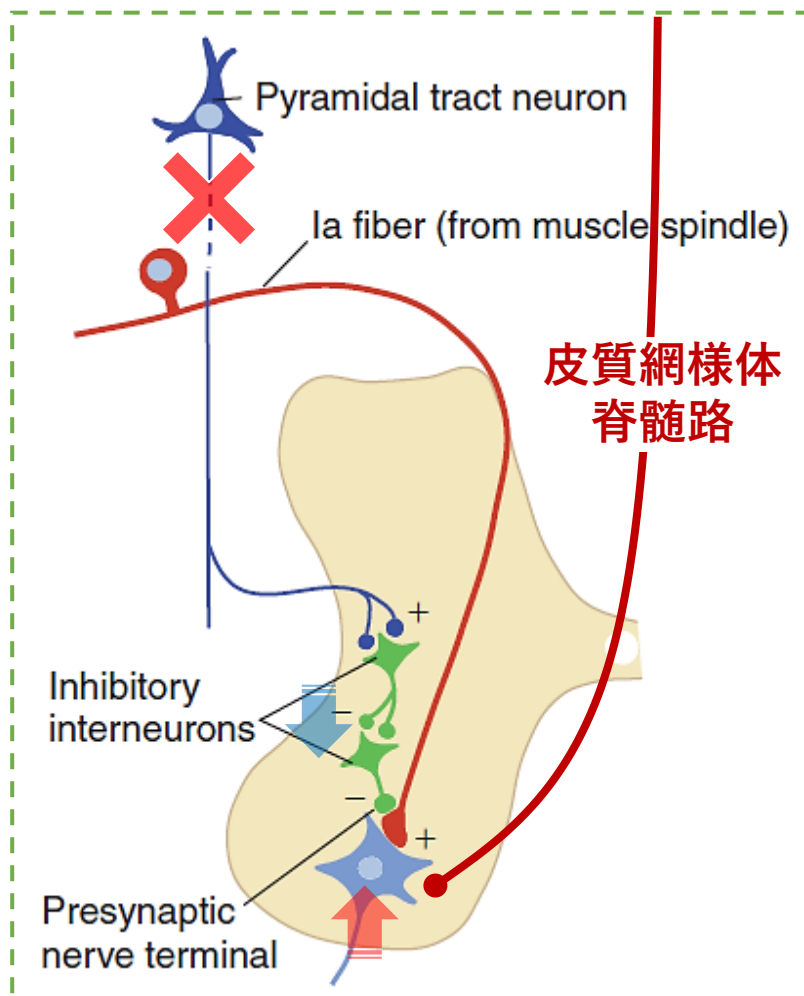




# 連合反応における可能性の中身

高草木：ニューロリハビリテーションにおけるサイエンス-臨床と研究の進歩，脊椎脊髄ジャーナル27（2），pp.99 - 105，2014-2

- ✓ 脳卒中患者の多くが皮質脊髄路を損傷し，**随意運動とそれに伴った姿勢制御プログラムの生成が困難**となる
- ✓ 皮質脊髄路を介した**抑制作用が減退すること**で，**非損傷半球における皮質網様体脊髄路系の過興奮が発生**する
- ✓ 皮質網様体脊髄路系は姿勢制御における無意識過程で生じているものであるため，動作時に連合反応が誘発される



# *Discussion*

手指の硬さの原因は？

なぜ上肢挙上時に  
手指が曲がるのか？

どのような  
アプローチを  
選択するか？