

姿勢制御と上肢機能

脳卒中の回復

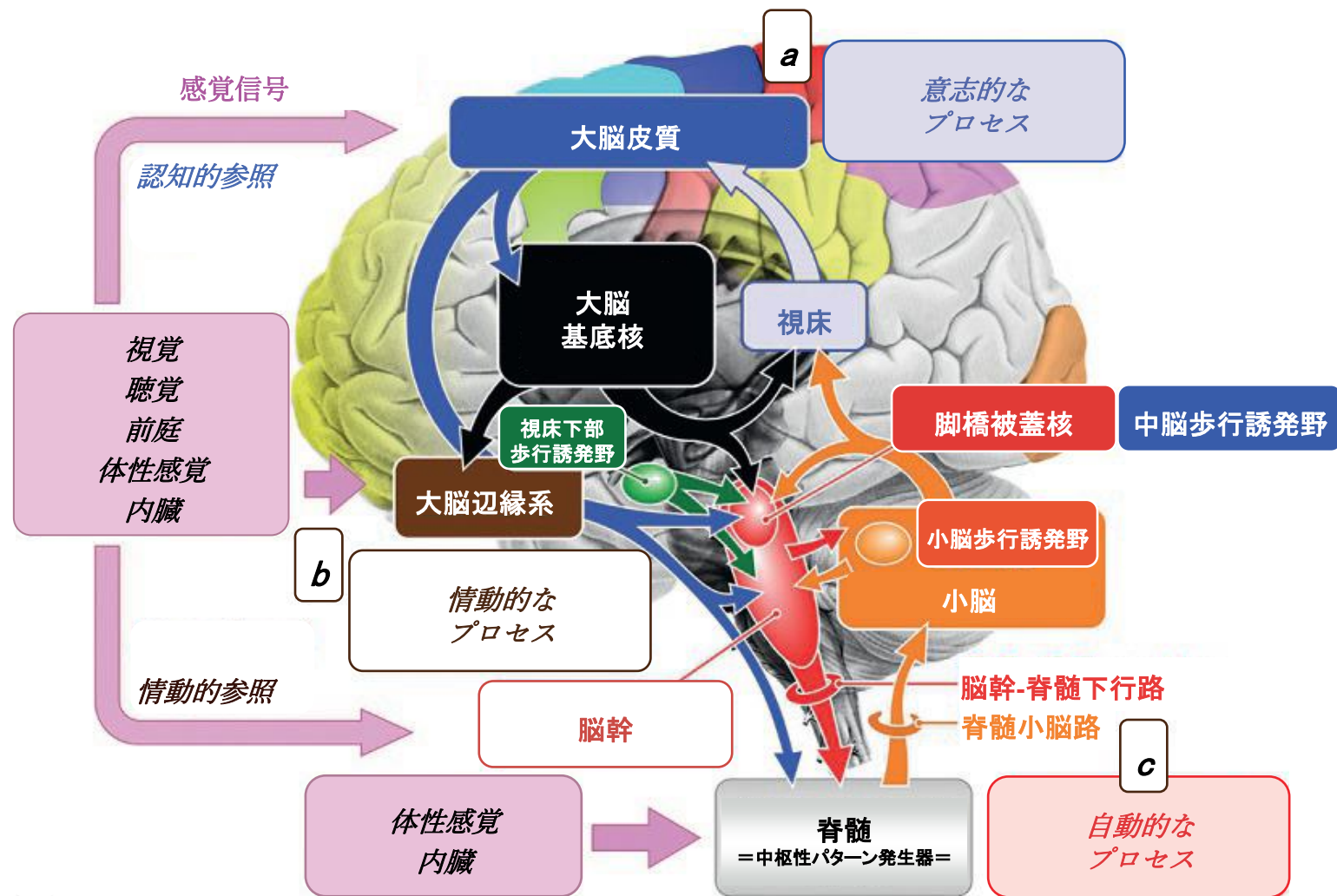
- 脳卒中の患者数は約 320 万人
- 機能予後は麻痺が残存する者が約 50%
- 装具・杖の使用もふくめ歩行可能になる者が 60～70%
- 日常生活が自立する者が約 60%
- 上肢が実用レベルになる者は 20% 程度に過ぎない

姿勢制御

姿勢制御とは、運動課題（姿勢あるいは活動）における効率的なパフォーマンスのため、バランスを維持あるいは回復を目的としたものであり、多関節に渡って運動が連鎖し安定性と運動性が継続しながら協調的に組織されることである。

Pollock et al 2000, Hodges et al 2002

姿勢・歩行制御に関わる基本的な信号の流れ



視覚受容器、前庭受容器、聴覚受容器、体性感覚受容器(固有受容器)、内臓感覚受容器などの多感覚信号は、中枢神経系の様々な部位に作用する。これらの信号は認知的および情動的な参照となるため、姿勢・歩行の制御は状況に応じて、意志的(a)または情動的(b)なプロセスによって誘発される可能性がある。いずれにせよ、脳幹と脊髄による四肢のリズミックな動き、姿勢筋緊張の調節、基本的な姿勢反射などの姿勢・歩行制御の自動的過程(c)が必要である。特に不慣れな状況下で適応的な行動を達成する場合には、自発的あるいは意図的な姿勢・歩行の制御が極めて重要である。

内側運動制御系と外側運動制御系

- ・同側の前索を下行
- ・両側性支配
- ・体幹筋・近位伸筋群を制御
- ・起立・歩行
- ・姿勢反射・平衡・筋緊張

体幹および
上下肢近位筋に優位



A 内側運動制御系

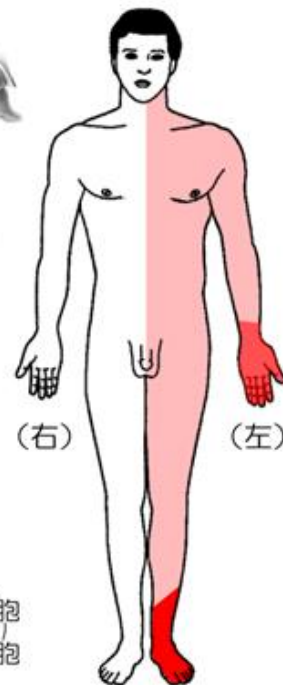


B 外側運動制御系



- ・反対側の背側索を下行
- ・反対側支配
- ・遠位屈筋群を制御
- ・手指の精緻運動
- ・感覚入力の制御

上下肢遠位筋に優位



姿勢制御：Postural Control

◆予測的姿勢制御 (Anticipatory Postural Control)

- ・ 目的とする運動・動作に最適な姿勢を予め提供する仕組み
- ・ 予測に基づく Feed-forward の姿勢制御

◆代償的姿勢制御 (Compensatory Postural Control)

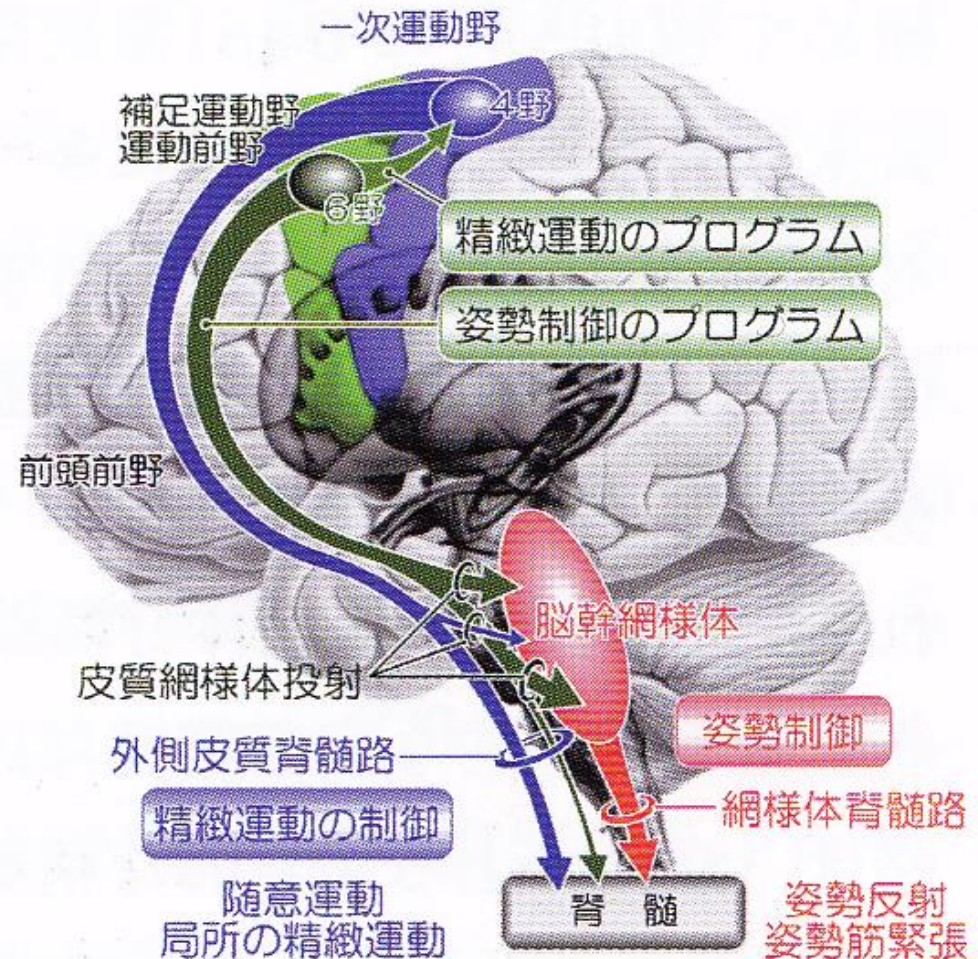
- ・ 外乱に対して姿勢を保持する仕組み (戦略)
- ・ 感覚情報に基づく Feed-back の姿勢制御

予測的姿勢調節 Anticipatory Postural Adjustments

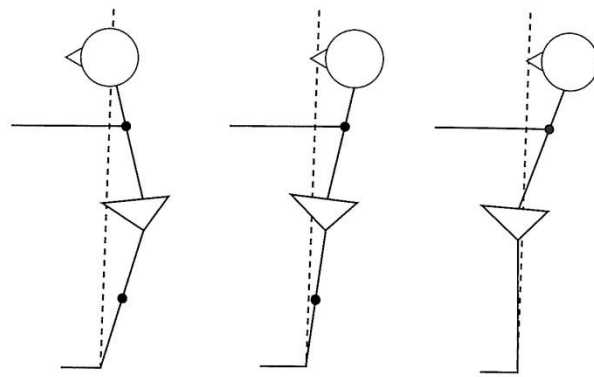
APA s

- ・ 運動による姿勢の乱れを予測して、乱れを減少させるように運動前に姿勢調節に関わる筋群が活動する
- ・ 学習によって獲得される機能で、状況依存的である
- ・ 補足運動野や運動前野の機能が関係している
- ・ 姿勢調節やバランス能力の神経機構として重要

D 随意運動における姿勢と運動の統合



上肢挙上時の姿勢戦略別APA's

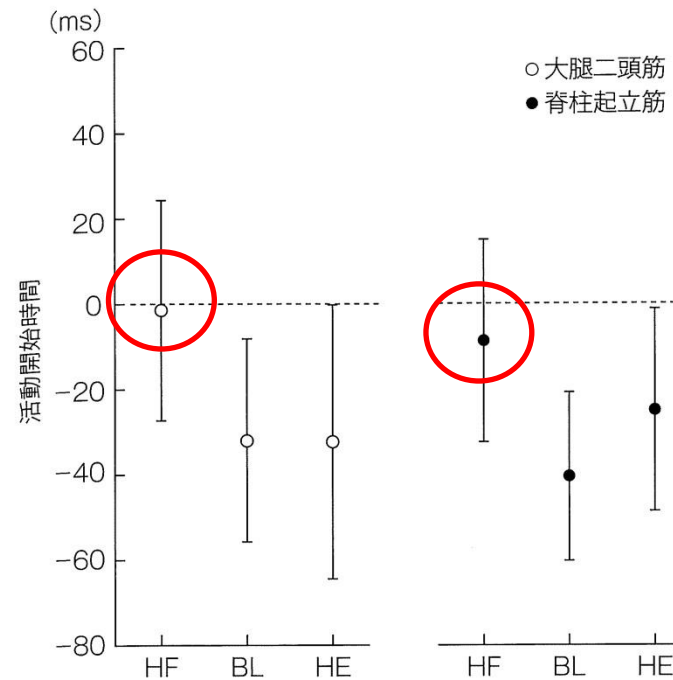


HF BL HE

HF: 股関節屈曲型
(股関節戦略)

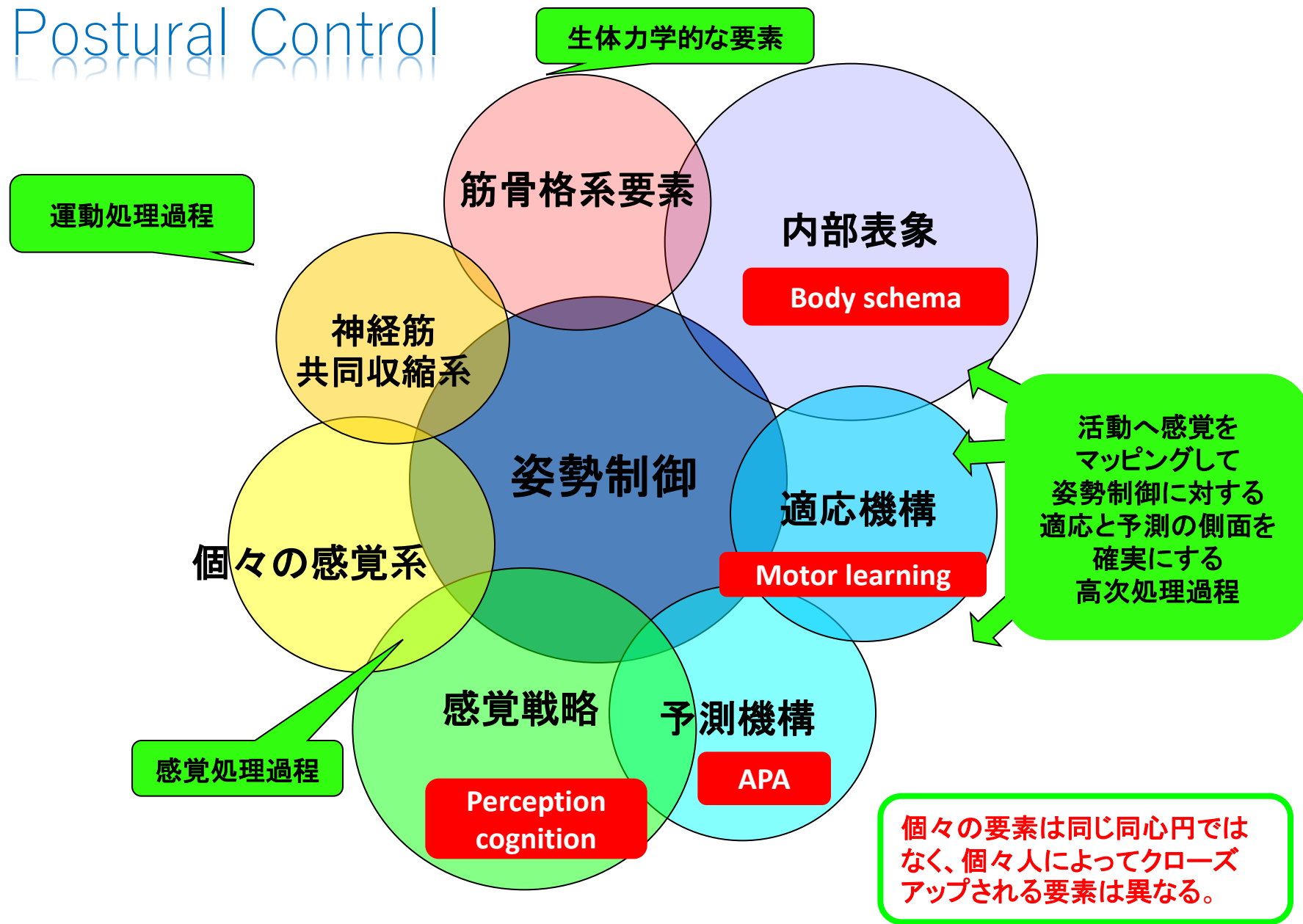
BL: 後傾型
(足関節戦略)

HE: 股関節伸展型



股関節戦略では姿勢筋の先行活動が
明確ではなかった

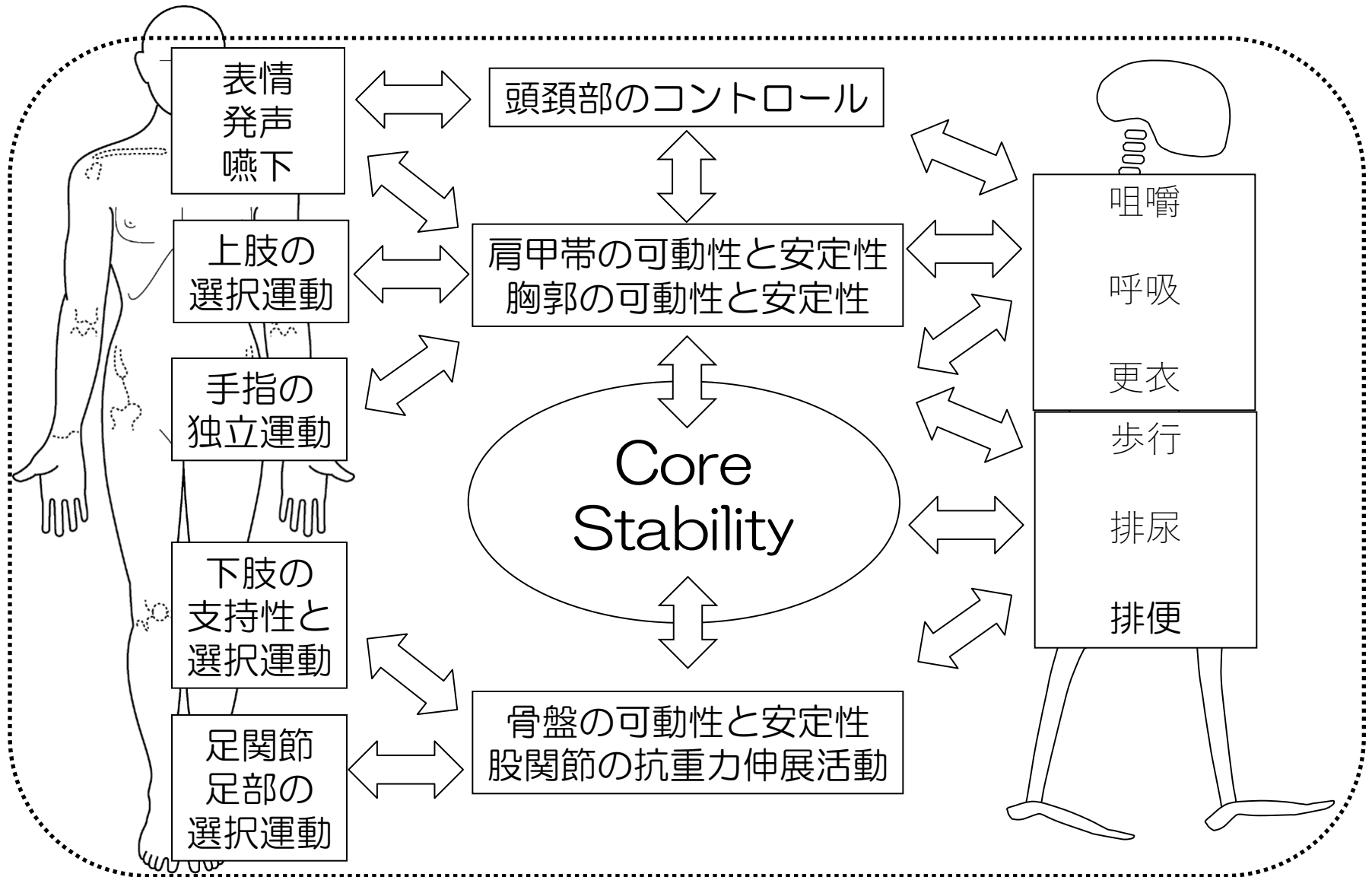
Postural Control



感覚情報と姿勢制御

- 健常人においても姿勢制御にどの感覚に重きを置くかは、生育環境や運動経験などによって個人差があると思われる。つまり特定の感覚情報への重み付けは個人によって異なる
- また、同じ感覚情報であっても解釈の仕方が個人によって異なる

Core control



移動（歩行）と上肢機能の関連性

- Postural control
動作の背景を形成している姿勢制御を治療することは
- Locomotion
移動（歩行）能力を回復する
- Reach and grasp
上肢と手の機能を回復する

これらは別々のものではなく、相互に関連しながら治療を展開できると思われる

ボバースコンセプトにおける上肢機能

➤現代ボバースでは、姿勢運動コントロールの観点から以下のKeyword が評価と治療には重要である。

- SS (Scapula Setting)
- SAR (Straight Arm Reach)
- OHR (Over Head Reach)
- CHOR (Contactural Hand Orientation Response)

脳卒中の手の機能の回復が乏しい理由

- 感覚情報の欠如と身体図式のネガティブな適合による統合
- 姿勢制御の欠如
- 代償戦略を用いた早期からの歩行とリハビリテーションプログラムから上肢治療の非実施
- 不使用の学習
- 非損傷半球の代償

上肢・手の働き

- 手は物に触れてこれを認識する器官である
手による認識には必ず触れるという動作・運動を伴う
- 手の受容器からの情報が失われると、手首・肘・肩など、より近位からの入力で代償しようとする、特に肩の働きが大きい

“Development of hand skills in the child”
Jane Case-Smith, Charlane Pehoski

上肢の機能的役割

バランス
姿勢制御、立ち直り
自律的な上肢のスイング

移動
起居動作（支持、保護）・（応用）歩行

＊頭頸部・体幹・下肢と密接な
かかわりを持つ
＊両側活動が基本となる

能動的な探索器官
道具・対象物のリーチ、把握運動

能動的な感覚器官

コミュニケーション
身振り、手振り、Hand contact

リーチにおける体幹の役割

片まひ患者では

- 正常な漸増recruitment、系列の維持が困難

(Dickstein 2004, Slipjer 2002)

- 姿勢における体幹筋群での活動開始の遅れ
—筋肉漸増速度の低下

慢性の片まひ患者は、タスクの間体幹制限を準備治療すると上肢リーチパターンを改良できた。

Michaelsen et al (2006)

上肢・手の概要

■ リーチ機能

- 1 相；目標を見つけ、リーチ
feedforward で速い・・・Postural activity(網様体脊髄システム)直線的straight line pathway
- 2 相；最終域はゆっくり
feed backで遅い・・・小脳系

■ 手の機能・・・Voluntary

- 手は物の特徴に敏感であるが、目的を達成するために物を操作する運動装置である。触覚システムが重要
- 手の皮膚の受容器
握力、圧と同様に運動や姿勢、場所、方向などの運動に関する情報も提供

対象へのリーチと把握の知識として必要なこと

1. 対象を見て識別するのに視覚の経路があり、それはリーチと把握を促通する。
2. 視覚システムは異なった経路がありリーチと把握の視点を形成する。周辺視はリーチを制御し、中心視は把握を制御する。

腹側経路は、対象を識別し、過去や現在との関係を認識する。その対象は**何**であるか？
意味があるのか？

Whatシステム
Where・Howシステム

背側経路は、対象が**どこ**にあるか？ **どのよう**に握るのかを教えてくれるが、それが何であるかは教えてくれない。

3. ヒトではこのことは大変複雑である。われわれは常に頭部や体を動かしているので、神経システムは、視線による頭部の動きや、姿勢制御による体幹の動きを、調整しなくてはならない。

4. 前庭系システムは、視覚と頸部の固有受容覚によって調整される。

5. 大脳皮質の前庭覚、固有受容覚、視覚システムは、多くの異なったモダリティを統合する。

6. 私たちは把握により調整された手から、触覚や固有受容覚情報を受け取る。

右片麻痺者の肩甲帯



ヒトの肩甲帯の役割

肩甲帯は上肢を胸郭に固定するという重要な役割。
上肢機能を最大限に発揮させるため、**可動性を主とした構造**となっている。

→ **バランス**のための肩甲帯

⇒ 上体の回転に対し肩甲帯の向き・高さの調節
でつりあいを保つ

⇒ 骨盤と水平を保つ

→ **上肢の運動**のための肩甲帯

⇒ 手のズレの防止（肩甲骨の静的・動的固定）

⇒ 肩甲骨関節窩への上腕骨頭引き付け現象

上肢が機能的に働くためには

- 姿勢維持とバランスを保証する体幹の働き
骨盤後傾－円背－肩甲骨 外転・挙上
骨盤前傾－伸展－肩甲骨 内転・下制
- 上肢を胸郭に安定させ、肩甲上腕リズムを保証する肩甲帯の働き
- 肩・肘（前腕）の選択的運動
- 手関節の安定と手指の分離運動
- 識別に必要な知覚
- 自律神経系・循環系

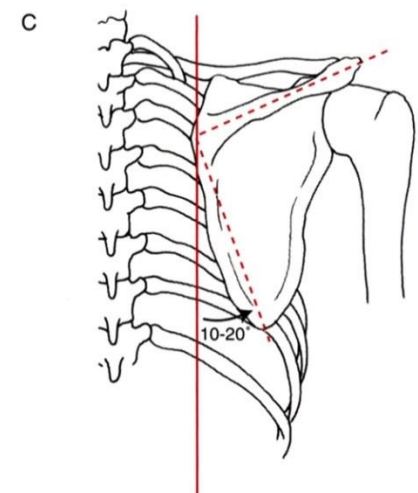
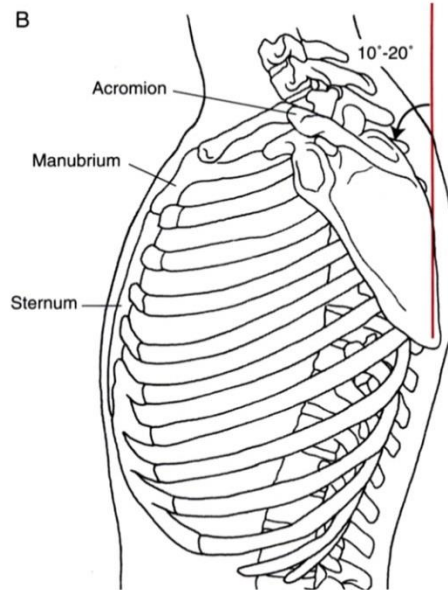
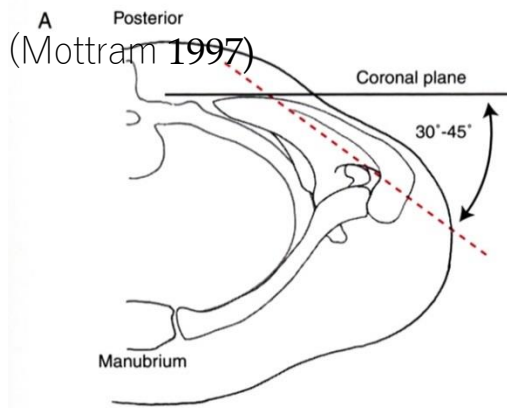
Scapula position and muscle activation patterns

肩甲骨の位置と筋の活性化のパターン

- "Observation will identify normal rest position between elevation and depression; not in protraction but 30 degrees from frontal plane; in slight upward rotation; with medial border and inferior angle flat against the chest wall"
Mattram 2003
- 挙上と下制の間で正常な静止位置を確認する。前額面から30°までは前方挙上ではなく、わずかな上方への回旋において、胸郭に対して内側縁と下角は平らにある。
- Scapula stabilisation:
- Upper and lower trapezius and rhomboids paired with serratus anterior
- 肩甲骨の安定化:
- 前鋸筋とともに上部・下部僧帽筋と菱形筋が働く。
- Acromial elevation:
- Lower trapezius and serratus anterior paired with upper trapezius and rhomboids
- 肩峰の高さ、挙上:
- 下部僧帽筋と前鋸筋、上部僧帽筋と菱形筋が対になって働く。

Scapula Settingとは

Scapula settingは、関節窩のポジションを最適化し肩甲上腕関節に可動性と安定性を与える肩甲骨のダイナミックなオリエンテーションとして説明される。

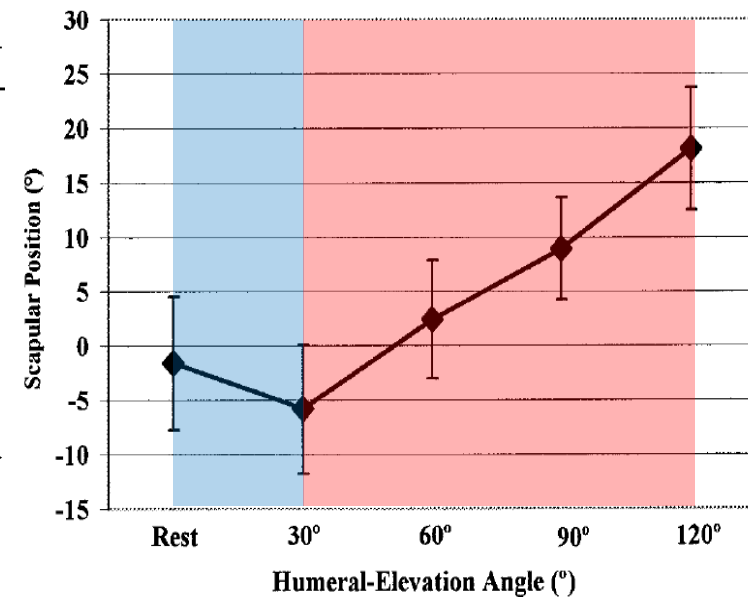


(Levangie 2001)

Scapulohumeral rhythm (肩甲上腕リズム)

- 2:1の肩甲上腕リズムは上肢挙上（屈曲）時の矢状面と外転の前傾面で起こる
- 上肢挙上0-30度の間で生じる肩甲骨の下方回旋（平均5度）：setting phase
- 上肢挙上時に肩甲骨は後方傾斜しながら上方回旋する
- 挙上時の最終段階では肩甲骨は外旋
- この間、上腕骨は肩甲骨に対して挙上・外旋する
- 上肢を降ろす時の肩甲上腕リズムは2.7 : 1

Inman et al 1944, Barsa et al 2003, Braman et al 2009



肩甲帯周囲の安定のための 治療ポイント

- 骨盤の選択運動が必要
- 脊柱の伸展活動Linear accelerator extension（特に胸椎）が必要
- これらにより肩甲骨の動的な安定性が得られ、バランス活動に参加でき、頭頸部の安定性、上肢活動の基盤ができる

機能的なリーチ

- 上腕二頭筋と上腕三頭筋の相反的な活動はリーチのコントロールのために不可欠でまた肩甲帯セッティングの高まりを作っていく。
- 手関節の構成要素の活動が増加すると肩の安定性が大きく促通される。
- 手関節と手の活動を伴ったリーチパターンの促通を協調させる事が重要となる。

リーチの分析は

- プレーシングの反応を細分化しながら評価する。
- 機能的で効率的な姿勢が準備されているか。
- スキャプラセッティングー肩甲骨と上肢の動きはどうか。
- リーチの軌跡はstraight line pathwayになっているか、肘が十分に伸びているか。
- 筋のアライメントは効率的な位置にあるか、筋の長さや固さはどうか
- 手指・手関節・回内外・肩が連動して動いているか
- 対象物と手掌・手指の接触が十分か
- 手内筋が働いているか、手外筋を過剰に使っていないか