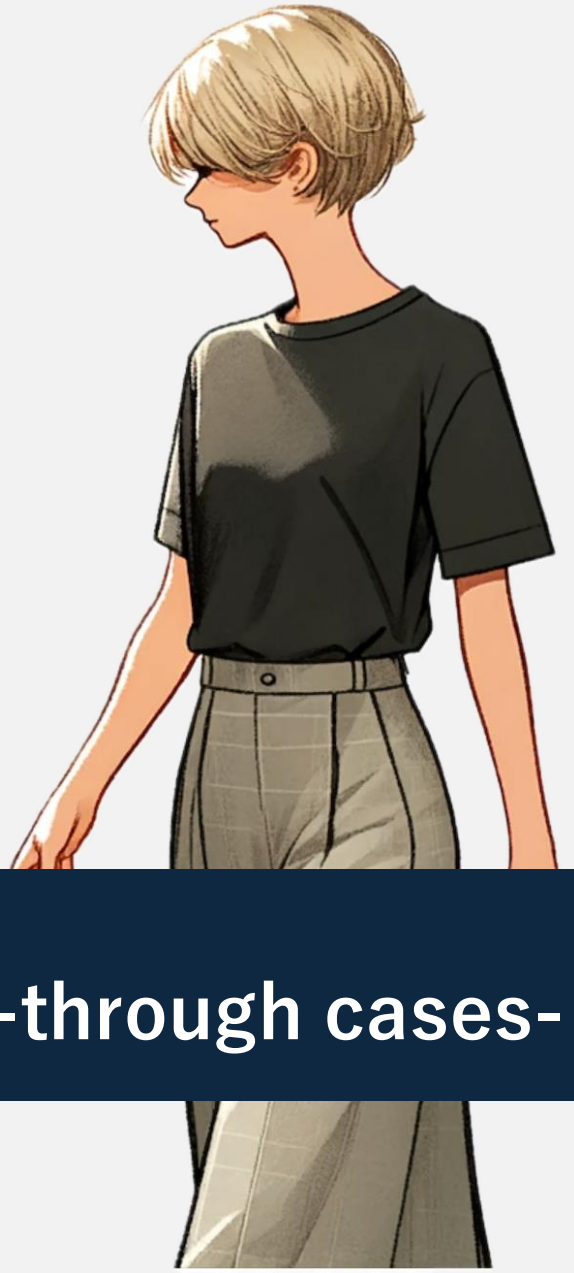
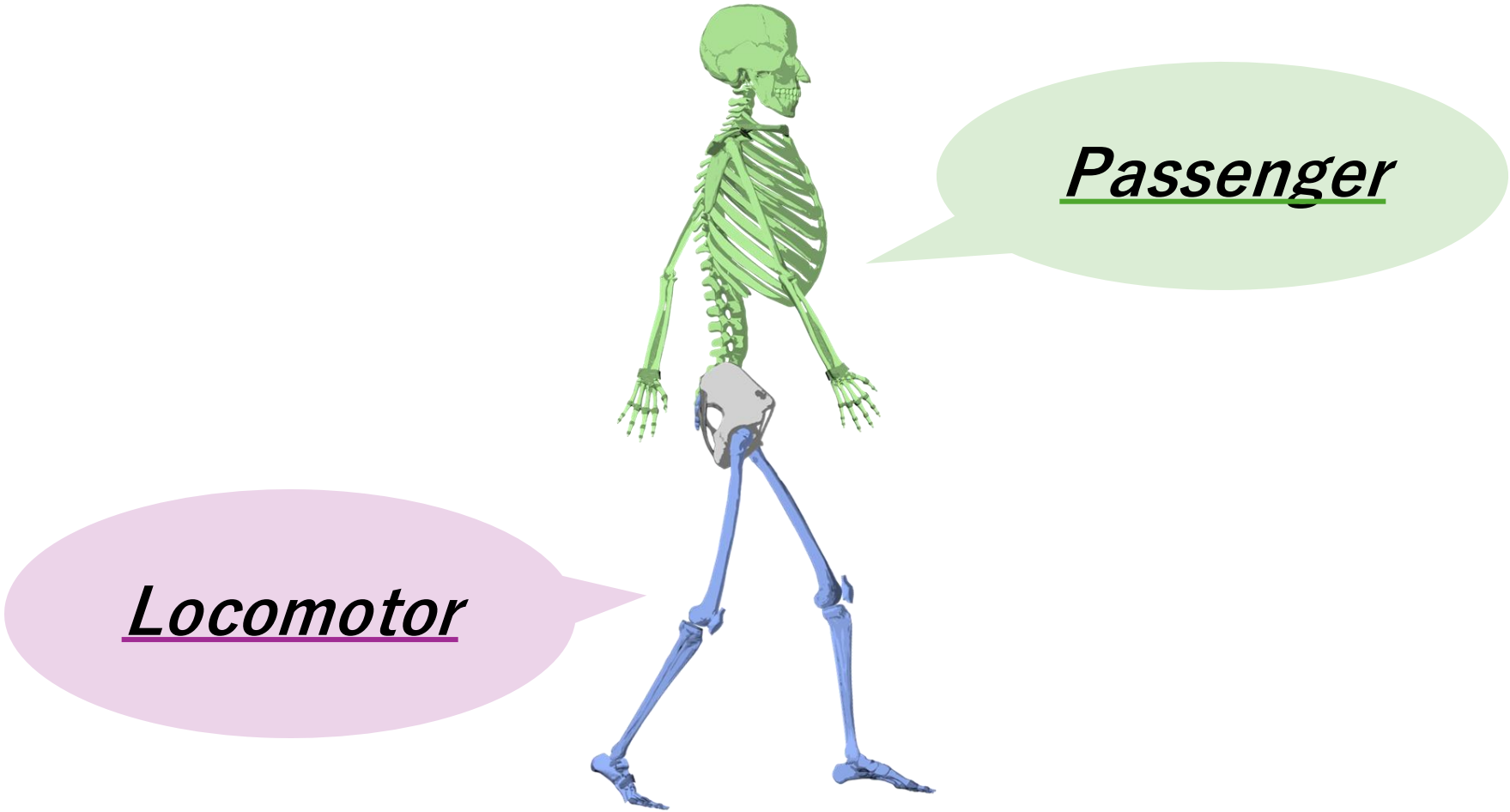
ストラボ



歩行機能回復の学び -through cases-

機能的役割で見た分類



Elfman H：The functional structure of the lower limb .in :Kiopsteg PE ,Wilson PD(eds.) :Human Limbs and Their Substitutes .McGraw-Hill ,1954

本日の到達目標

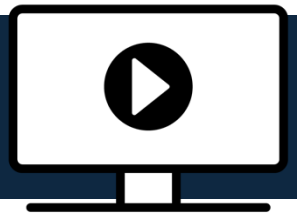
歩行治療の基礎知識

歩行治療の実技ポイント

本日の流れ

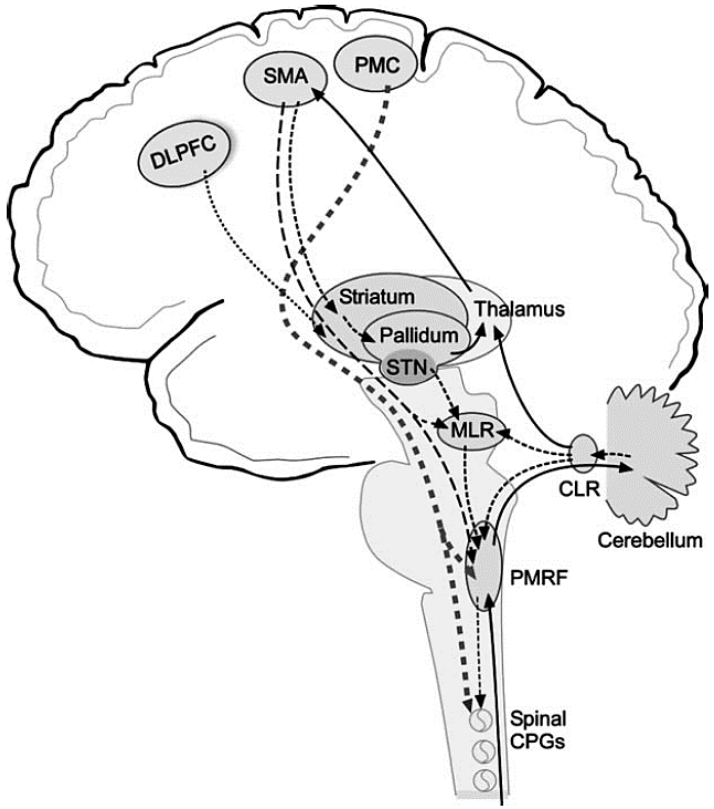
1 歩行治療のポイント 3選

2 上記を踏まえた臨床動画



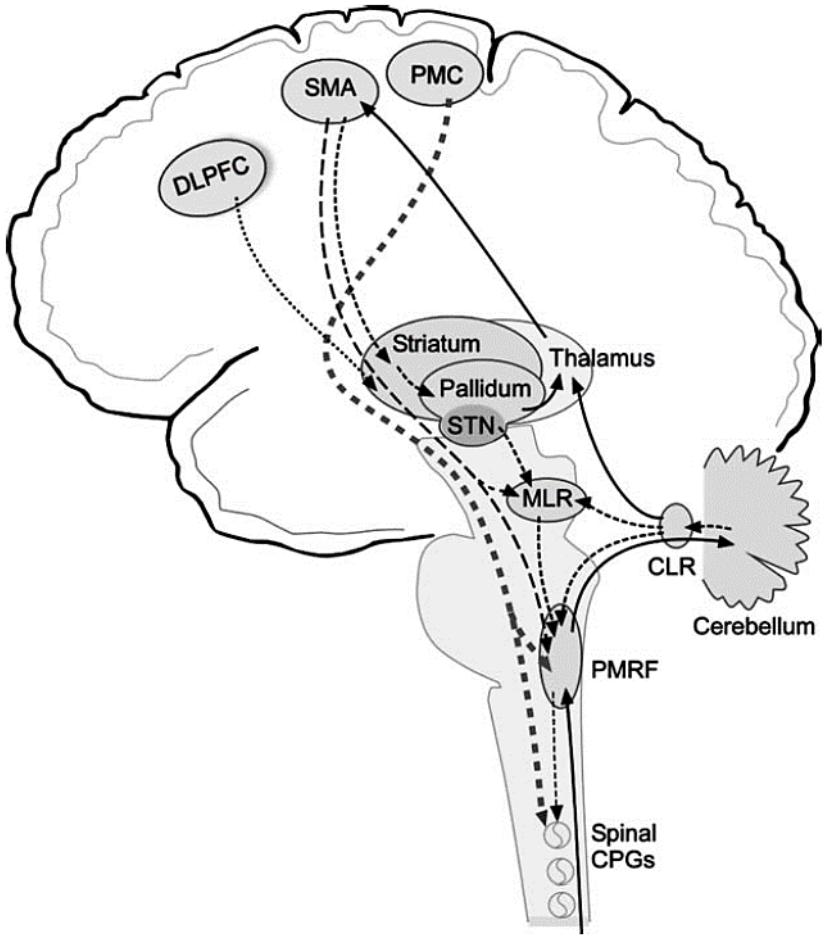
CPGsのプロセス

- CPGは，大脳皮質から視床下部(SLR)・中脳(MLR)・小脳(CLR)歩行誘発野を経由した信号により駆動され，フィードバックを受ける小脳によるリズム調整を介して立脚/遊脚のパターンを生成している
- APAsによる適切なFirst Stepから始まり、その後の周期的なStepは主に脊髄小脳路における感覚情報から調整する。



Nutt JG et al：Milestones in gait, balance, and falling. Mov Disord. 2011 May;26(6):1166-74

CPGsの詳細



・DLPFC (Dorsolateral Prefrontal Cortex, 外側前頭前野)
役割:意識的な意思決定や計画の立案に関与
・SMA (Supplementary Motor Area, 補足運動野)
役割:運動の計画と準備を調整
・PMC (Premotor Cortex, 運動前野)
役割:外部刺激に基づく運動のプランニングを担当
・Basal Ganglia (大脳基底核)
構成要素: Striatum (線条体):入力を統合する Pallidum (淡蒼球):出力を形成する
・STN (Subthalamic Nucleus, 視床下核)
役割:運動の開始、選択、および調整に関与
・Thalamus (視床)
役割:大脳皮質への情報中継点として機能
・MLR (Mesencephalic Locomotor Region, 中脳歩行野)
役割:歩行を開始し、調節する信号を生成
・CLR (Cerebellar Locomotor Region, 小脳歩行野)
役割: 運動の正確性やタイミングを調整
・PMRF (Pontomedullary Reticular Formation, 橋延髄網様体形成)
役割:脊髄運動ニューロンへの運動指令を調整
Spinal CPGs (脊髄中枢パターン発生器)
役割:歩行などのリズム運動を自律的に生成する

Nutt JG et al：Milestones in gait, balance, and falling. Mov Disord. 2011 May;26(6):1166-74

First Stepの重要性

- 歩行初期におけるFirst Stepは，慣性での前方推進生成は困難であり，ある程度の**筋出力**が必要となる
- First Stepで要求される神経系駆動の背景となる筋骨格系の中身は，歩行に要求される**構成要素**と近似するため理解しておくことは重要

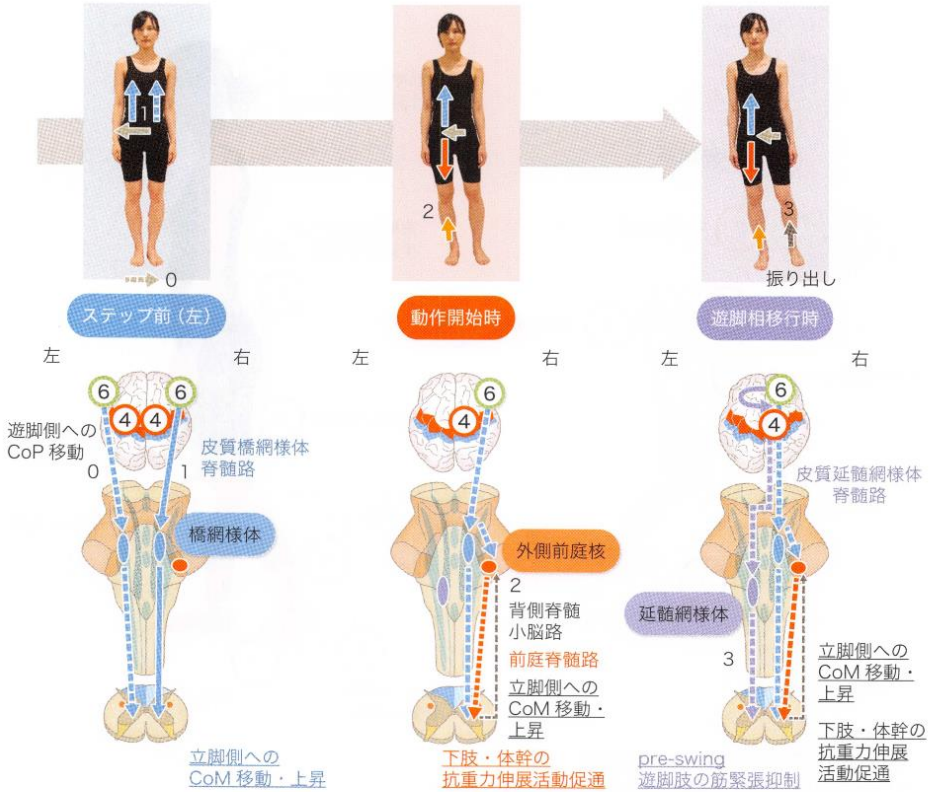
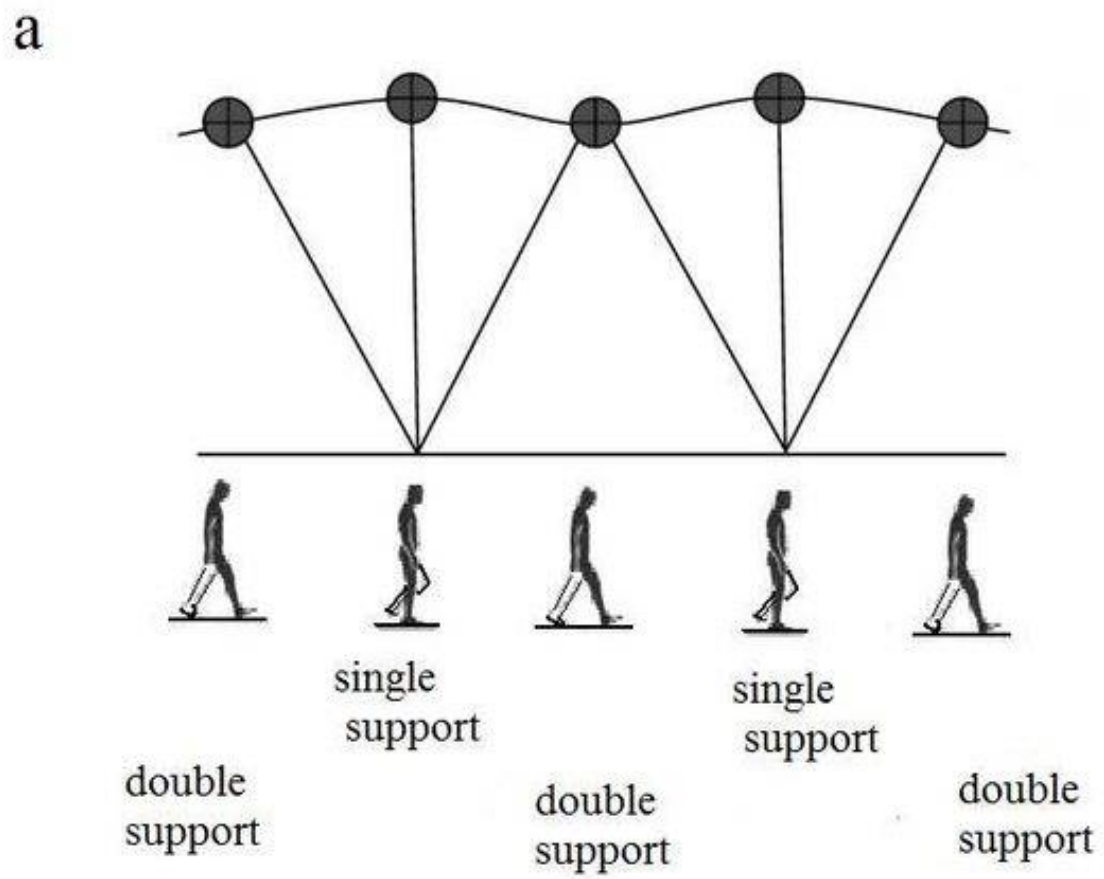


図 6-20 | 左下肢ステップへの神経機構

Bonora G et al：A new instrumented method for the evaluation of gait initiation and step climbing based on inertial sensors: a pilot application in Parkinson's disease. J Neuroeng Rehabil. 2015

倒立振り子モデル

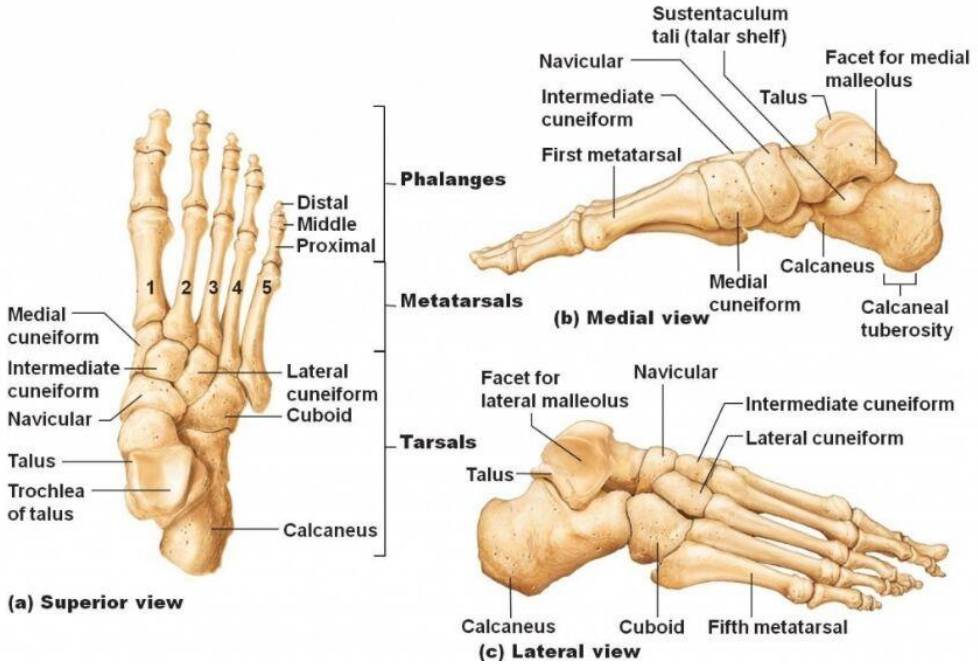
- 倒立振り子モデルは、COMが高い位置に保持した状態で脚が振り子のように動くことで、歩行中のエネルギー消費が最小化される理論である。
- CPGsが倒立振り子モデルを形成し、その細かな調整は感覚FBを元に小脳や大脳皮質が関与している

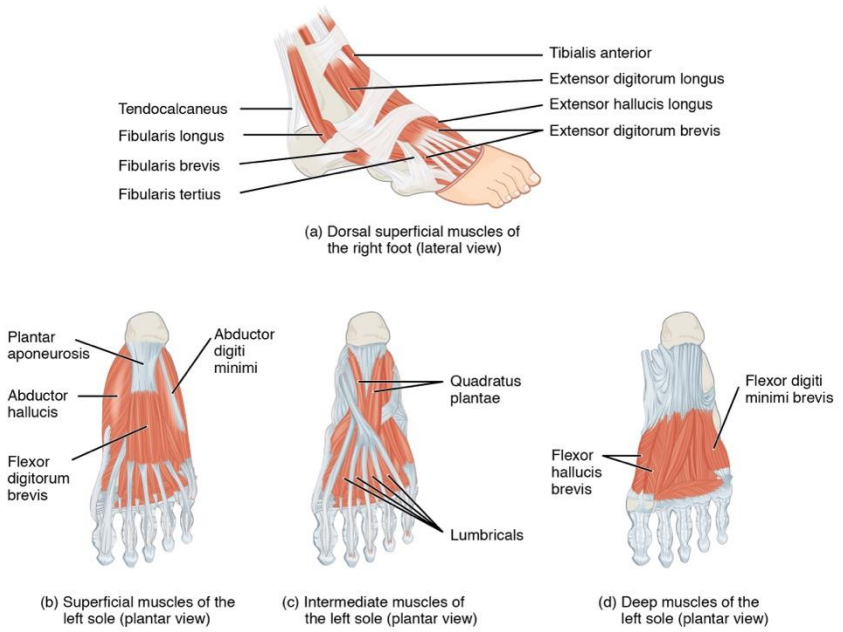


Postural balance using a disturbance rejection method

足部内在筋とアーチ

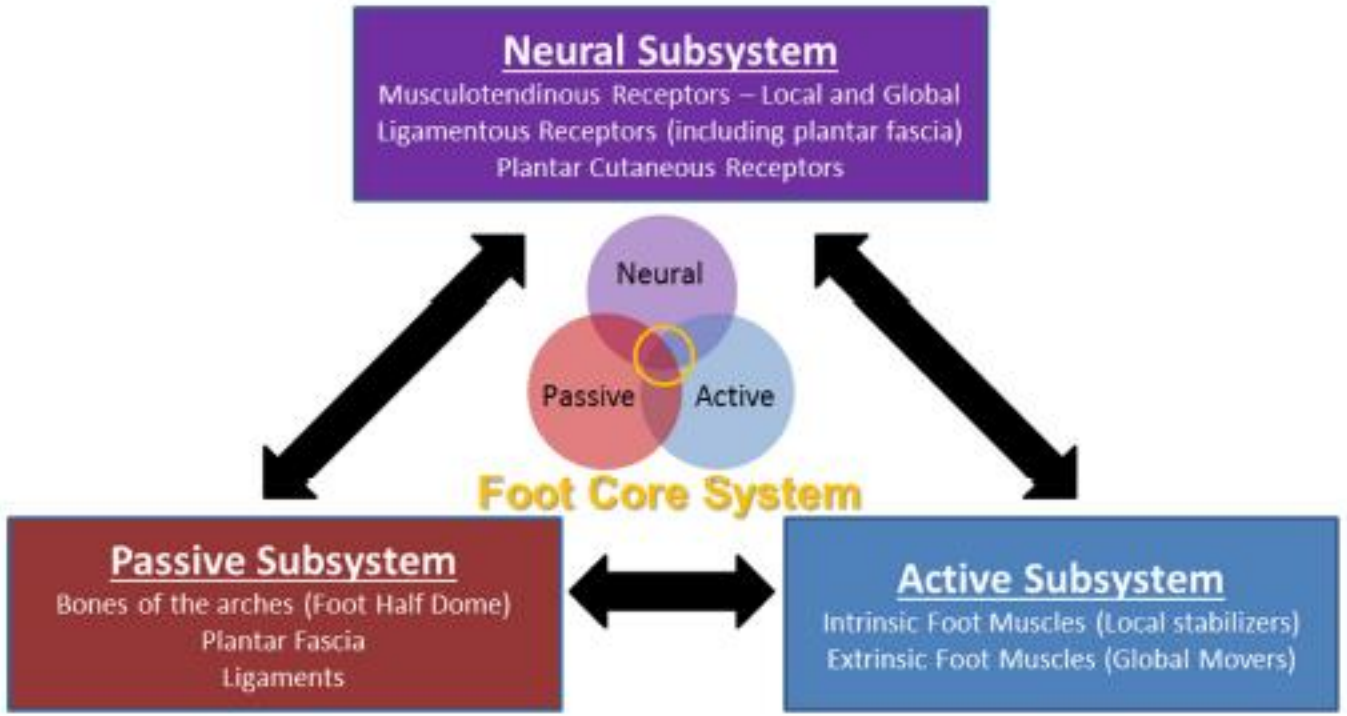
- 内側アーチは前後脛骨筋などの外在筋や内在筋、足底腱膜などの結合組織によって成り立っており歩行時の体重負荷を吸収、緩和する役割を担っている
- 足部内在筋が萎縮している方に対しては重心移動の中で足趾の代償が出ずに支持できるような**足部アーチ確保**が重要である。





フットコアシステム

- Neural Subsystem→骨、靭帯関節包から構成され半ドーム型のアーチ形成を担っている
- Active Subsystem→内在筋、外在筋、腱から構成され足部安定化、アーチの補助を担っている
- Passive Subsystem→筋や腱などの**感覚受容器**から形成されバランスの安定化を担っている



Improving gait stability in stroke hemiplegic patients with a plastic ankle-foot orthosis

フットコアシステムに対する治療

- 脳卒中患者さんは足部内反やClow toeなど**外在筋**を優位に使用している方が多い
- 基本的に内在筋活性化(Active)、足部のアライメント(Passive)に対して介入を行い、常に**感覚入力(Neural)**を意識して介入することで歩行の安定化が図れるのではないか

Effects of foot intrinsic muscle dynamic stretching on balance, gait parameters, and dynamic gait index in patients with chronic stroke: A randomized controlled study

股関節伸展の重要性

- 脳卒中患者さんは、筋の出力や可動域制限などで股関節伸展が出現せず、推進力や非対称が出現する
- 骨盤や体幹などの代償的な股関節伸展ではなく、**正しい股関節伸展運動**を行うことで推進力が生まれ結果的に歩行機能が向上することが示唆されている

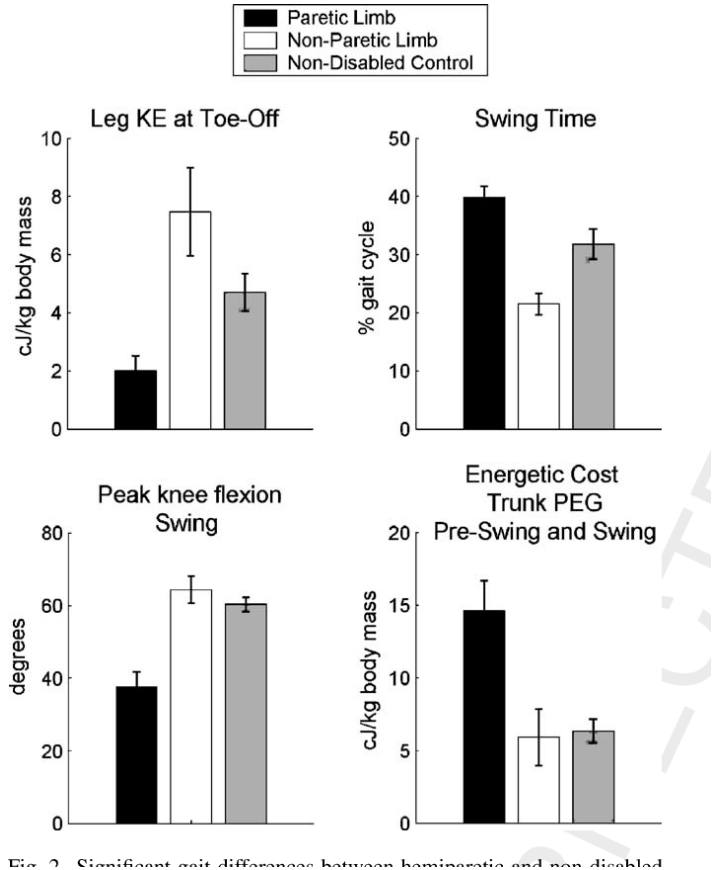
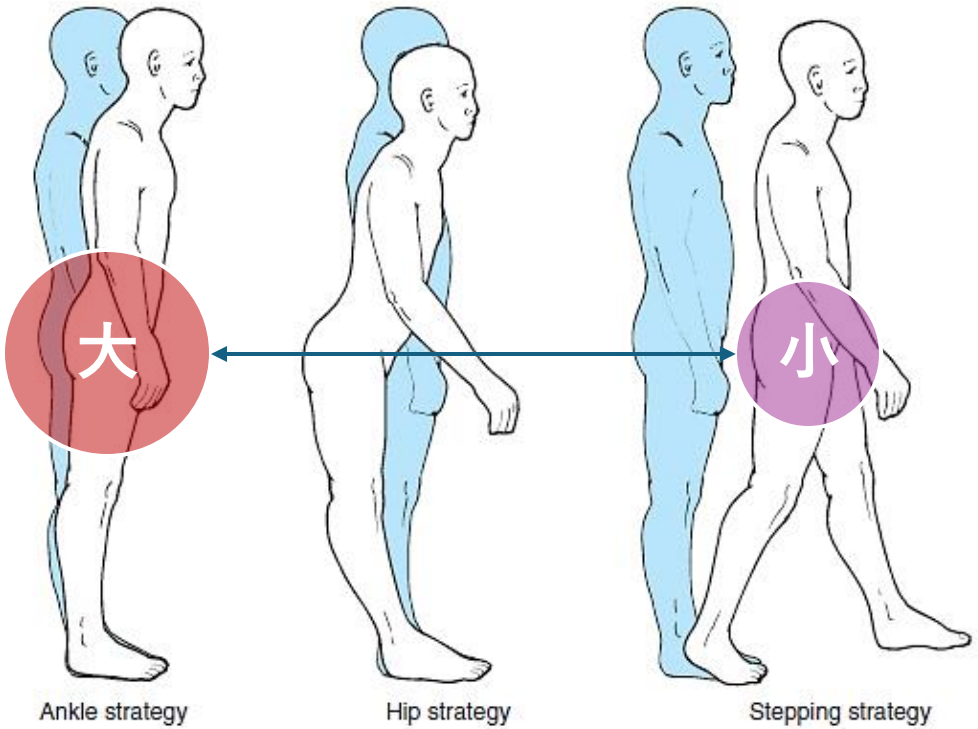


Fig. 2. Significant gait differences between hemiparetic and non-disabled

Cho SH, Lee SM. The effects of hip extension exercise on gait and muscle activity in patients with stroke. J Phys Ther Sci. 2015;27(12):3829–3832.
Chen G, Patten C, Kothari DH, Zajac FE. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. Gait Posture. 2005;22(1):51–56.

姿勢戦略

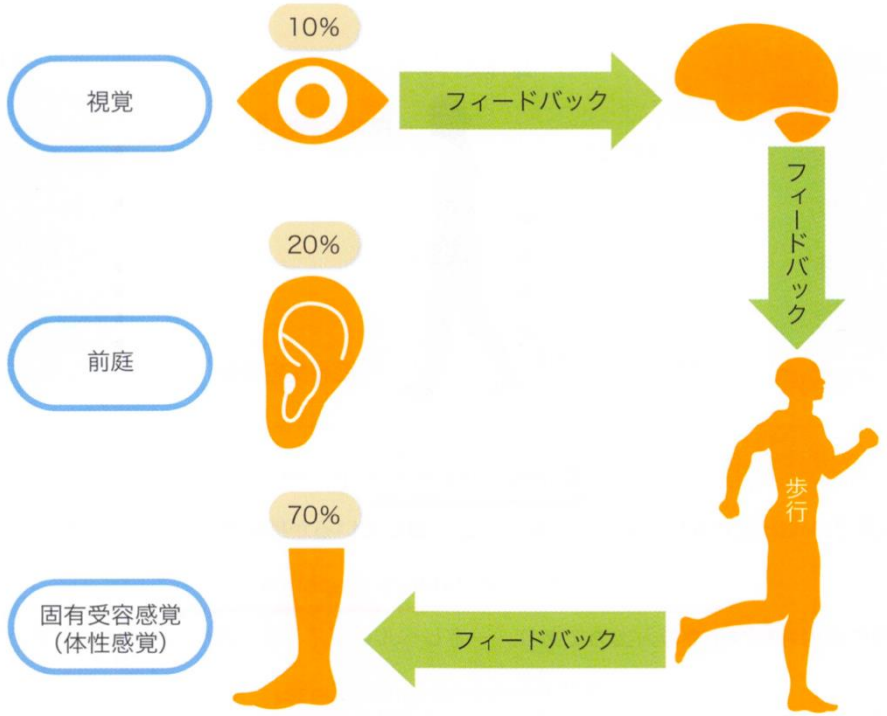
- 姿勢戦略には大きく分けると足関節/股関節/ステッピング戦略が存在する。
- 脳卒中患者さんはバランスの不安定性などにより**常に股関節戦略**を選択しやすい。治療場面ではいかに姿勢制御を伴う足関節戦略を促せるかが大切になる



Shumway-Cook A，Woolacott M：MotorControl：Theory and Practical Applications，Williams&Wilkins，1995

固有受容感覚の重要性

- 基本的に人間の姿勢制御は視覚10%、前庭20%、固有受容感覚70%で構成されている
- 脳卒中患者さんは固有受容感覚が障害されていることが多いため、視覚や前庭系に依存しやすい。治療場面の難易度やセッティングなどを考慮しながら**固有受容感覚を正しく刺激**できるかがポイント。



[HorakFB: Postural orientationandequil ibrium:whatdoweneedtoknowaboutneural cont「ol ofbalancetopreventfalls？AgeAgeing35(suppl 2): i i7-1il l , 2006,

歩行とは？

いかに下肢を
後方に残せるか

ストラボ