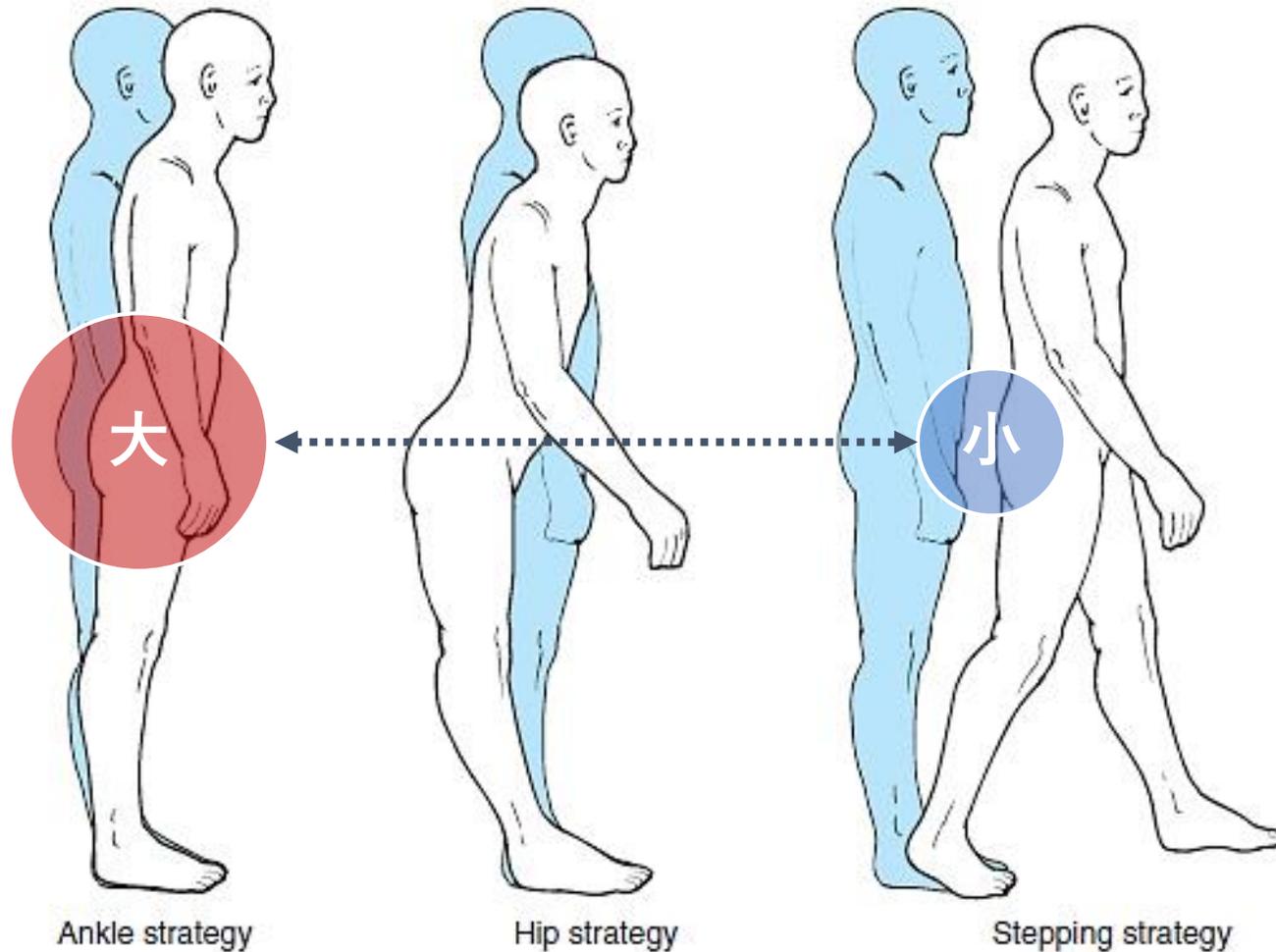


立位における介入

姿勢戦略 : Postural Strategy

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

- ✓ 姿勢戦略には **足関節(Ankle Strategy)/股関節(Hip Strategy)/ステップング戦略(Stepping Strategy)** が存在する
- ✓ しかし、脳卒中患者のような麻痺を呈する場合は **否応なしに筋活動の少ない戦略を代償的に取る傾向** にある
- ✓ 結果として、その **戦略に用いられる筋活動を歩行などの動作/活動場面において代償的に使用** してしまう…

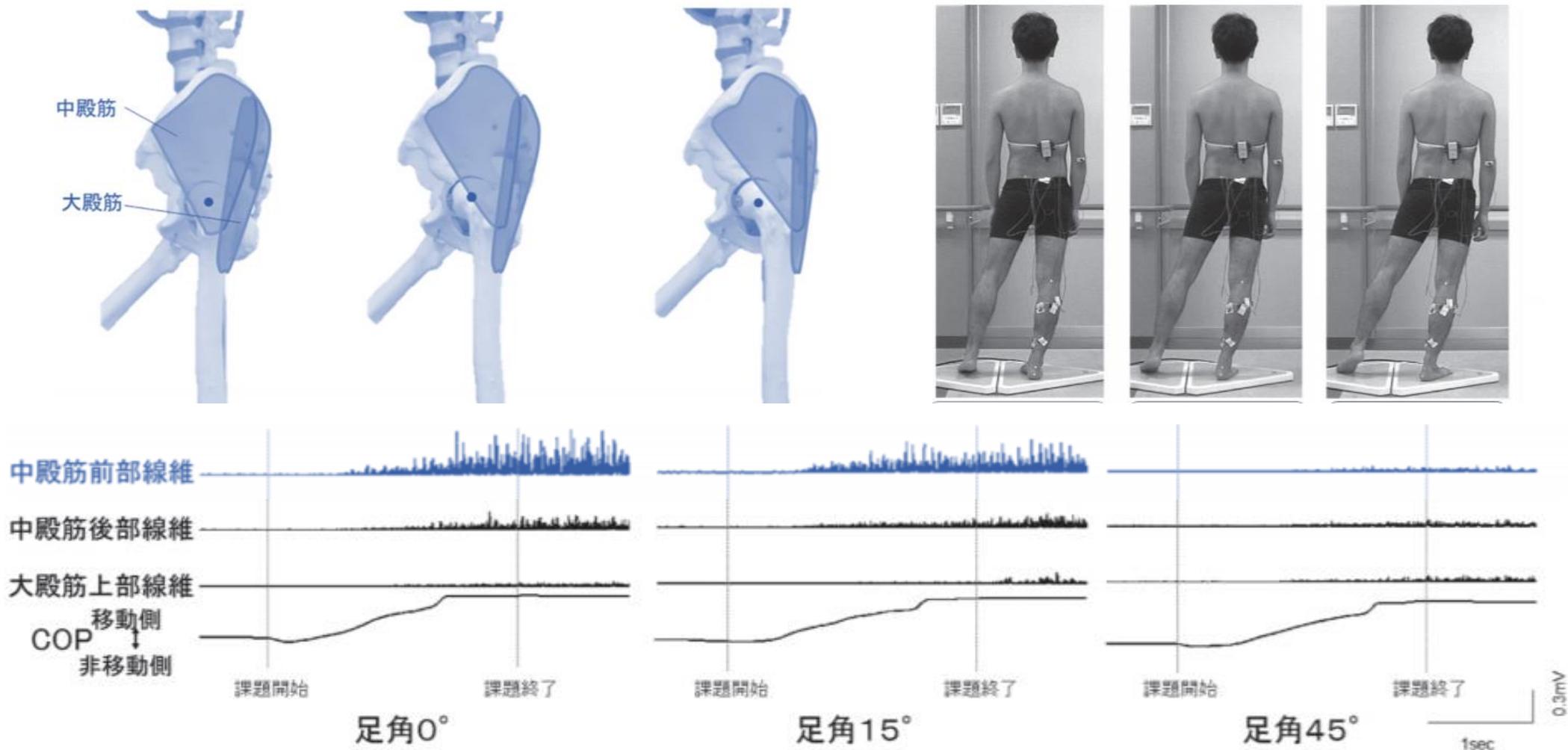


	Ankle strategy	Hip strategy
Forward sway	<p>Paraspinals Hamstrings Gastrocnemius</p>	<p>Abdominals Quadriceps</p>
Backward sway	<p>Abdominals Quadriceps Tibialis anterior</p>	<p>Paraspinals Hamstrings</p>

足角による股関節筋活動の変化

Hideaki M. Electromyographic and movement analysis of lateral weight shift in the standing position and trunk anterior tilt movement in the standing position focusing on hip joint muscles: 2019

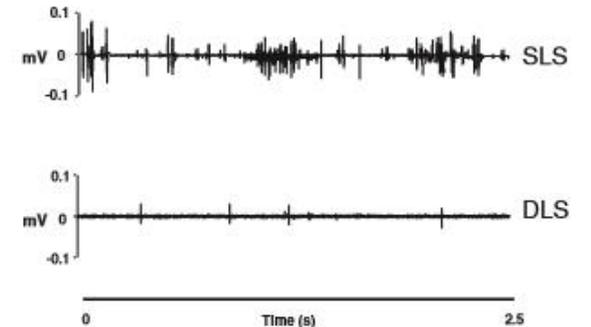
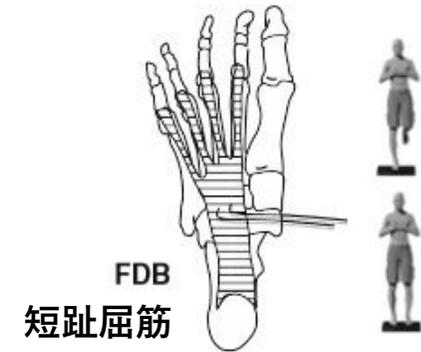
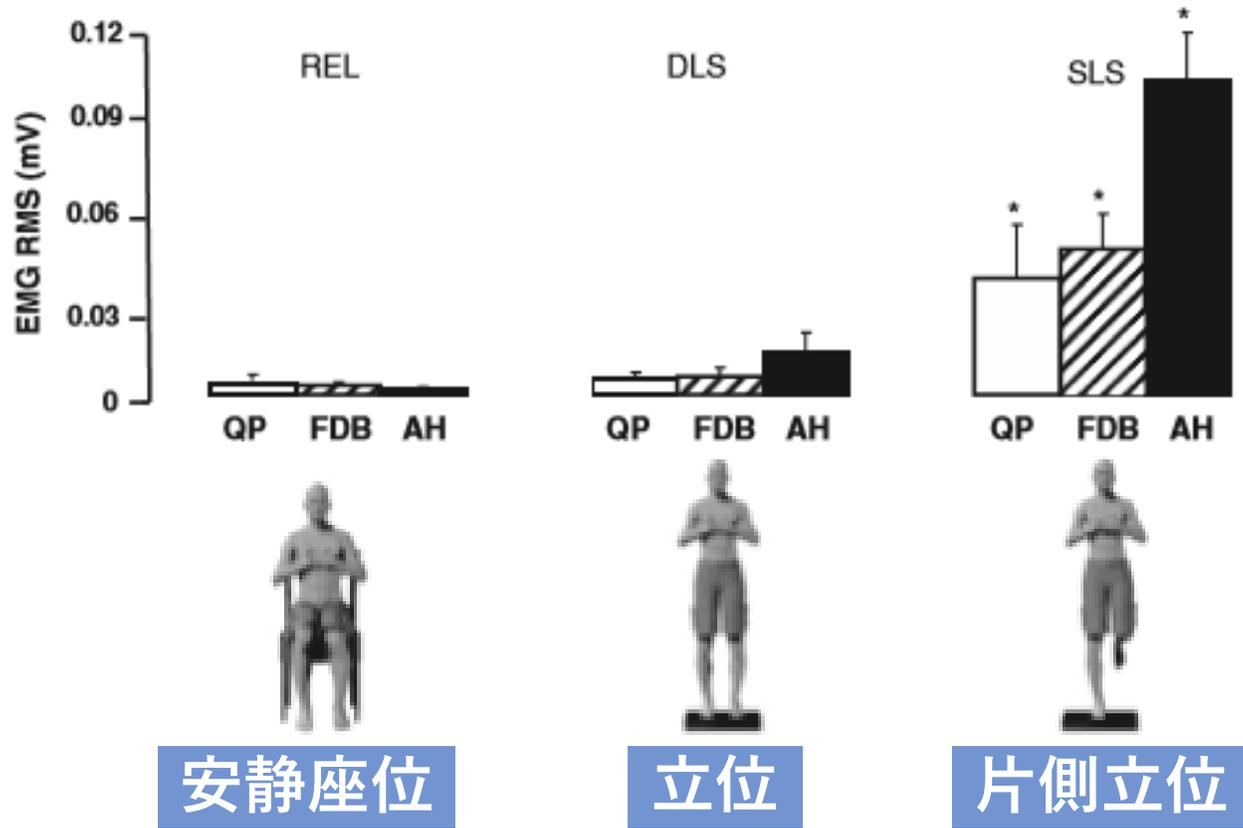
- ✓ 足角(股関節外旋角度)の増加に伴い、中殿筋、大殿筋の停止部である **大腿骨の大転子や腸脛靭帯、大腿骨殿筋粗面は筋線維走行が後方へ変化する**
- ✓ 股関節外旋角度によって中殿筋の筋活動が変化することがわかる



姿勢の変化に適応する足部内在筋

Kelly LA.et al.(2011)Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand.

- ✓ 足底内在筋の活性化は、姿勢の要求が高めるにつれて増加し、**母趾外転筋は最も高い活動を示す筋**であった
- ✓ 特に片脚立位では足部を安定させ、内側/外側方向のバランスを維持するために、高度な協調性が必要とされる

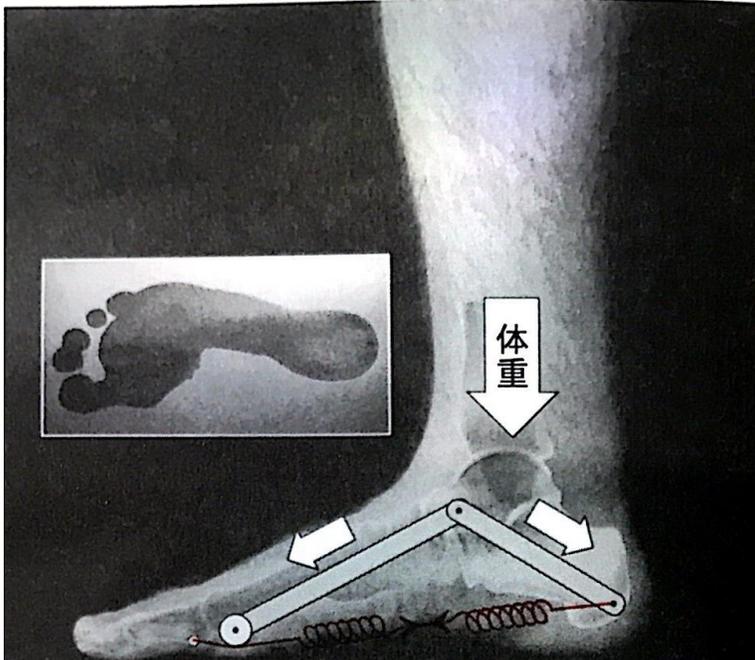


足部と姿勢制御の関係

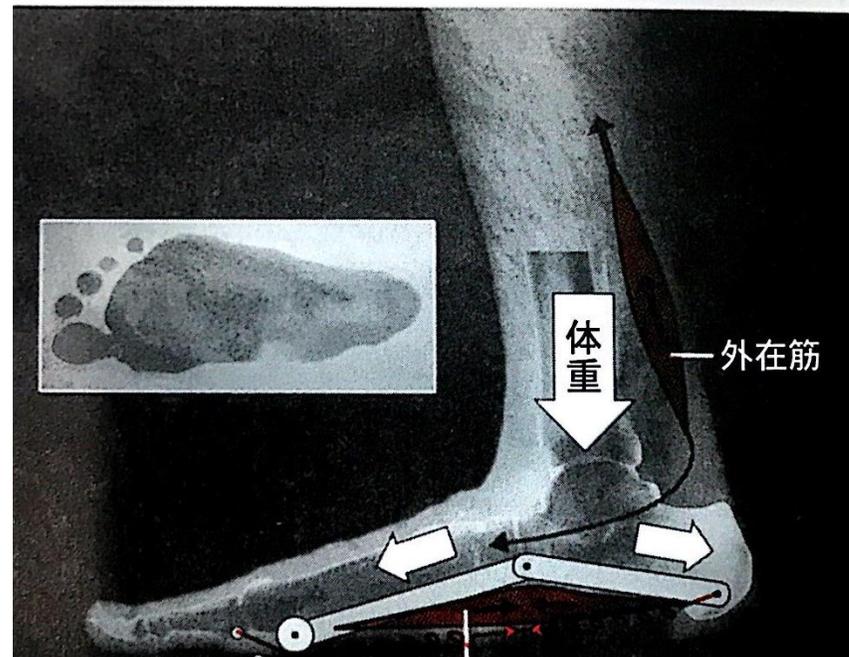
Donald A. Neumann et al : Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation, 2edition : Mosby. 2009

- ✓ 足関節が**環境に適応**できることが不整地での立位を安定させるに重要である
- ✓ 足部縦アーチの低下は外在筋などの過剰収縮や過伸張をきたし、**全身のアライメントに影響**する
- ✓ アライメントが崩れた状態で歩行を続けると、**二次的な障害**を引き起こしやすい
- ✓ 特に脳卒中では足部のアライメントが崩れやすく、既往歴に整形疾患を抱えている方も多い
- ✓ 早期から装具を使用するメリット、デメリットを考慮する必要がある

正常なアーチ



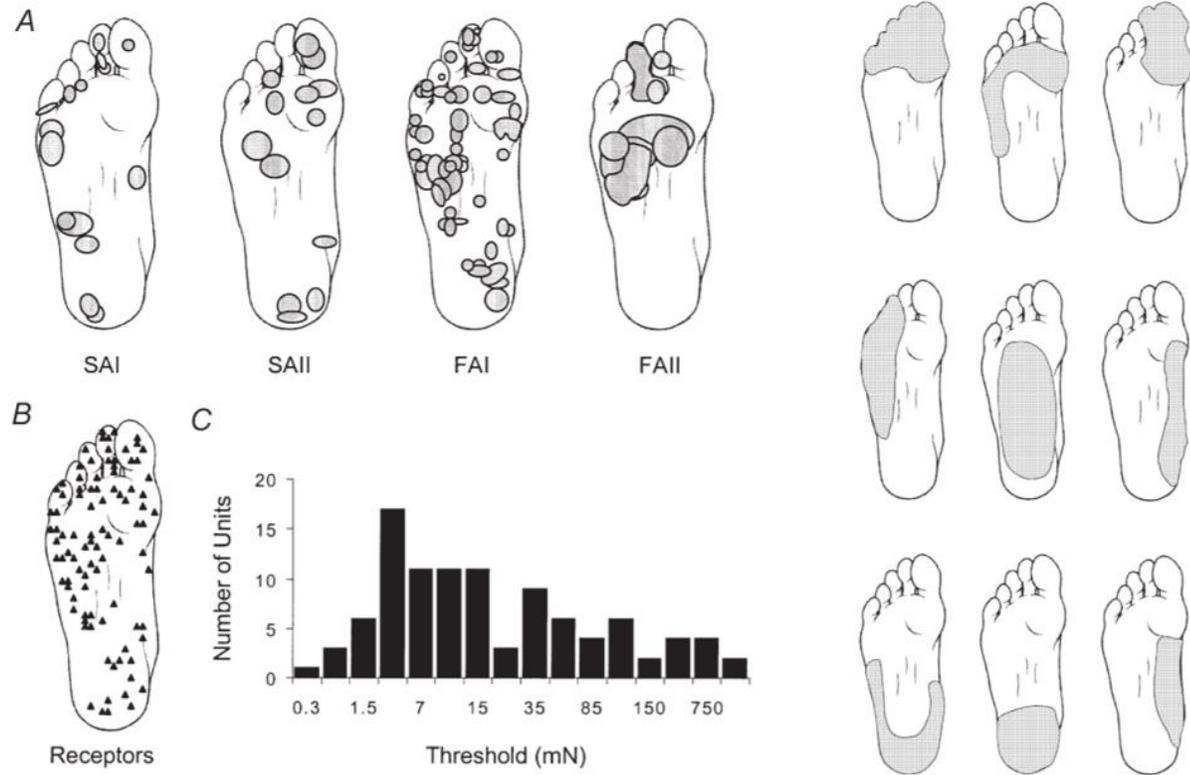
アーチの低下



足底のメカノレセプター

Kennedy PM et al. Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole : J Physiol. 2002 Feb 1;538(Pt 3):995-1002

1. 下肢からの体性感覚入力は、バランスを制御する上で重要な感覚情報源となる
2. 足底の皮膚受容器は接触圧、圧分布の変化に敏感であり、これらの体性感覚入力のすべての統合は支持面に対する身体の位置に関する重要な情報を提供する
3. 足底の皮膚を機械的に刺激すると、姿勢の揺れが増加することが示されており、皮膚刺激と姿勢の変動には高い相関があることが分かっています。このことは、足底感覚が姿勢の安定に直接関与していることを示唆します。
4. 全部で104の皮膚の機械的受容器が足の皮膚で同定された

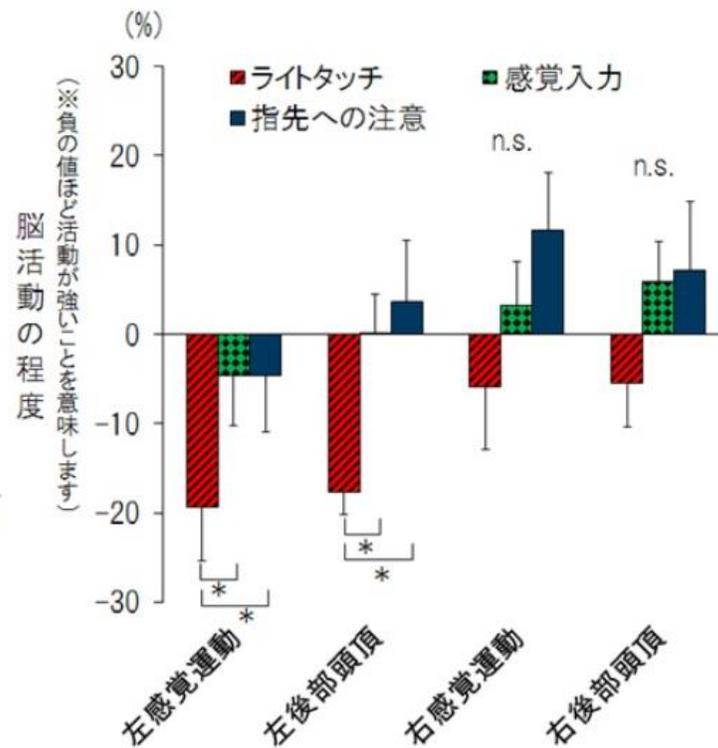
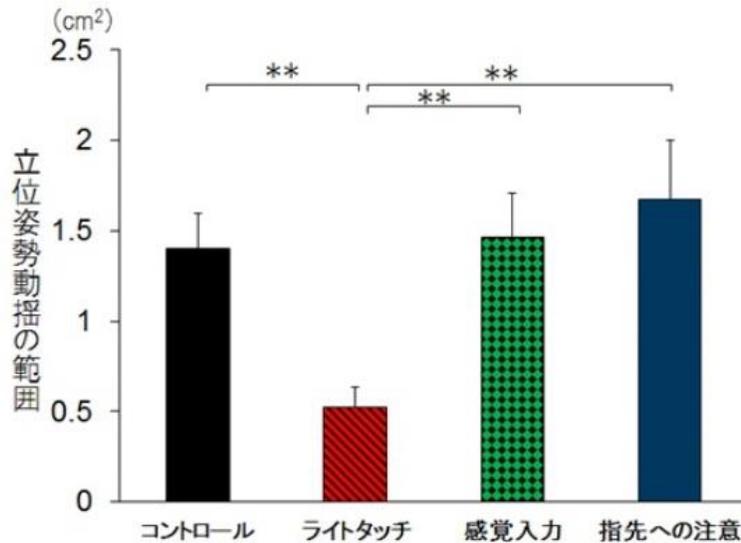
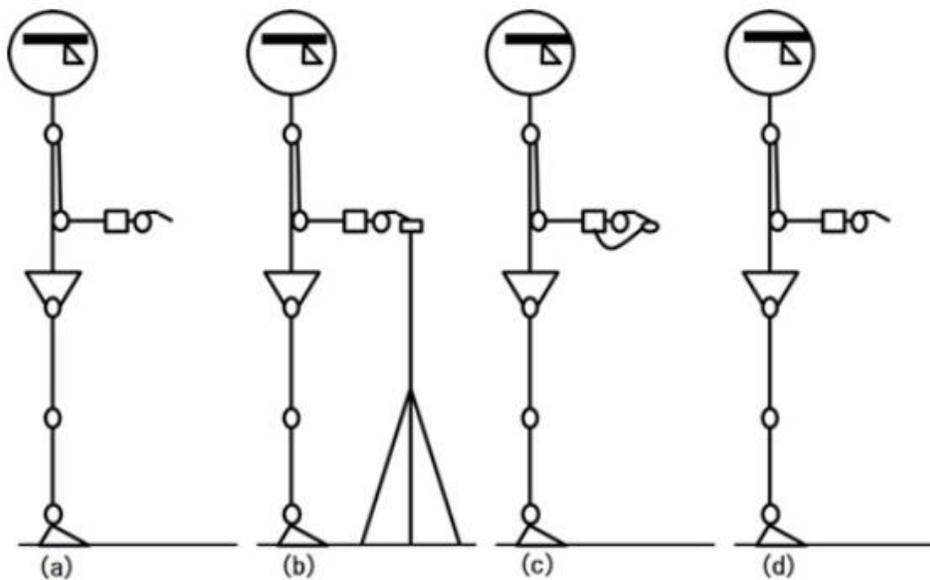


SA I :メルケル細胞 (14%)
 SA II :ルフィニ小体 (15%)
 FA I :マイスナー小体 (57%)
 FA II :パチニ小体 (14%)

ライトタッチ効果 (Light Touch Effect)

Ishigaki T, Ueta K, Imai R, Morioka S. EEG frequency analysis of cortical brain activities induced by effect of light touch. 2016

- ✓ 不安定な環境下（暗所，狭い床面，高所など）において，軽く壁や手すりに軽く触れるだけで立位姿勢が安定する
- ✓ ライトタッチ効果には①接触から得られる感覚情報が必要であること，②接触点に対する注意の分配がなされていること，③自己身体と外部空間との位置関係を参照するための対象物が必要である
- ✓ リハビリテーションの場面においても，杖の使用や手すりへの軽い接触，または，理学療法士が軽い身体的接触により患者の動作介助を行う際などにも用いられる



(a):コントロール条件 (自己の姿勢定位に注意する条件)
 (b):ライトタッチ条件 (接触を行う固定点への姿勢定位に注意する条件)
 (c):感覚入力条件 (自己の姿勢動揺を反映する接触点への姿勢定位に注意する条件)
 (d):指先への注意条件 (右示指先端に注意する条件)

下腿三頭筋と歩行の関係性

Allison Cooper et al : The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients

- ✓ 膝関節過伸展では、下腿三頭筋の筋出力低下が関係している
- ✓ 立位では足部が固定されるため、**ヒラメ筋が働くと膝関節は伸展方向に誘導**される
- ✓ **腓腹筋は膝関節の屈曲作用**もあるため**膝関節の後方移動を抑制**する働きがある
- ✓ 立脚中期でヒラメ筋が過活動を起こした場合、膝関節が過伸展方向に誘導されるが、反対に腓腹筋が働くことによって膝関節は屈曲位から徐々に伸展し、コントロールすることができる
- ✓ したがって立脚中期において**膝関節が過伸展してしまう一つの原因として腓腹筋とヒラメ筋の影響**が考えられる



	腓骨筋
起始	内側頭：大腿骨内側上顆 膝関節包後面 外側頭：大腿骨外側上顆
停止	踵骨隆起

	ヒラメ筋
起始	腓骨頭後面 腓骨体上部1/3 ヒラメ筋線 脛骨内側縁中間1/3 ヒラメ筋腱弓
停止	踵骨隆起

脳卒中後の固有感覚アプローチの重要性

Geerars M, Minnaar-van der Feen N, Huisstede BMA. Treatment of knee hyperextension in post-stroke gait. A systematic review. Gait Posture. 2022 Jan;91:137-148.

✓ 脳卒中後、患者は残存機能と感覚運動障害の重症度に応じて、歩行パターンにかなりののばらつきを示します。脳卒中後の歩行に存在し得るパターンの1つは、**立脚期における膝の過伸展**です。膝の過伸展は反張膝としても知られ、反力ベクトルが膝の前を通過することで膝が完全に伸展（ 0° ）以上になる特徴があります

- 有病率：脳卒中生存者の 20 ～ 68% に影響。
- 原因：筋力低下、痙性、足首可動域制限、固有受容覚障害、筋速度特性の低下。
- 影響：歩行速度、歩行効率の低下、エネルギー消費の増加、膝の痛みの原因、歩行の対称性の低下。



2010年以降、脳卒中後の膝の過伸展に対する下肢筋の痙縮に影響を与える固有受容覚訓練や介入などの他の治療法を報告する研究も発表されている

- Dalal ら (2018): 日常的な理学療法と固有受容トレーニングを組み合わせると、膝の過伸展が大幅に軽減されました。



Back kneeと解剖

Wu D, Schieren I, Qian Y, Zhang C, Jessell TM, de Nooij JC. A Role for Sensory end Organ-Derived Signals in Regulating Muscle Spindle Proprioceptor Phenotype. J Neurosci. 2019 May 29;39(22):4252-4267.

- ✓ 筋肉や組織は、固有感覚のフィードバックを通じて、膝の動きや位置を正確に感知し、適切な運動制御を行うために重要な役割を果たします。リハビリテーションや治療の際には、これらの固有感覚フィードバックを活用することが効果的です。

1. ハムストリングス: ハムストリングスは膝の屈曲を担当する筋肉群で、反対に膝の過伸展を防ぐ役割も果たします。これらの筋肉も固有感覚のフィードバックを提供します。
2. 膝関節包: 関節包には多くの神経終末があり、固有感覚のフィードバックを提供します。関節包のストレッチや圧力の変化は、膝の位置や動きを感知するための重要な情報源です。



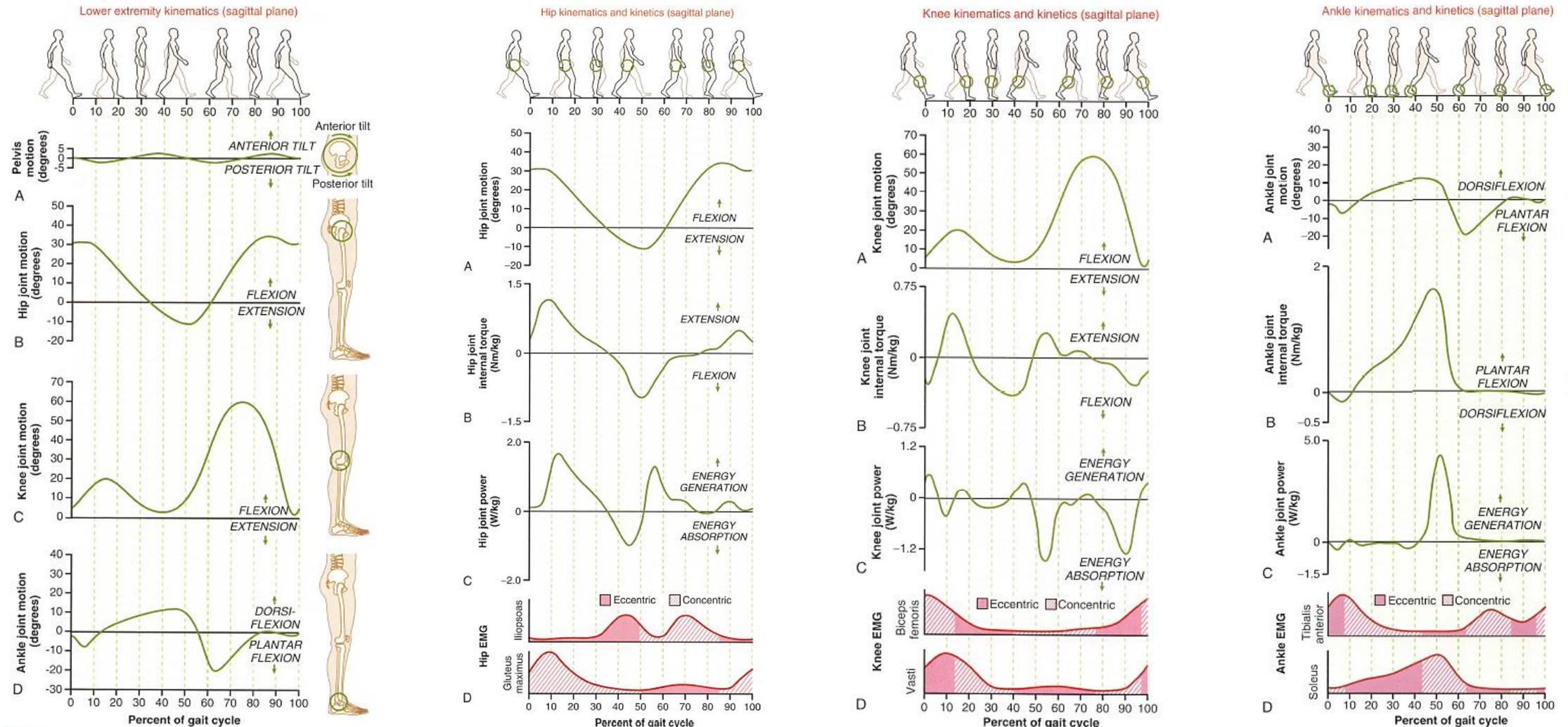
Thanks to visible body

関節包とハムストリングスの相互作用: ハムストリングスが収縮する際、膝関節包に力が伝わり、関節の安定性が維持されます。特に、膝が屈曲した状態では、ハムストリングスが膝関節包を引っ張る力が強く働き、関節包が関節の動きを支えます

機能的立位⇒機能的歩行へ繋がる

Donald A. Neumann et al : Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation, 2edition : Mosby. 2009

- ✓ 体幹/骨盤/股関節レベルにおける協調的な筋活動は、膝/足関節レベルにおいても協調的な筋活動を提供する
- ✓ 体幹部の安定した筋状態は、**筋のリバースアクションや遠心的コントロールを可能にし、歩行時に貢献する**
- ✓ 不安定な場合、股関節戦略等の代償戦略を用いて機能的な歩行へと至ることは困難となることが多い



立位練習の難易度設定

Belda-Lois JM, et al Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. J Neuroeng Rehabil. 2011 Dec 13;8:66.

- ✓ 立位訓練は、患者の能力とリハビリの進行に応じて段階的に難易度を設定することが重要です。以下の3つの条件を変化させることで、段階的に難易度を調整できます。

1. 足部の位置

- ✓ 肩幅より広く
- ✓ 肩幅より狭く
- ✓ 閉脚
- ✓ 麻痺側前方
- ✓ 麻痺側後方
- ✓ タンデム

2. 支持物

- ✓ 両手で平行棒
- ✓ 片手でテーブル
- ✓ 壁
- ✓ 杖
- ✓ 支持物なし

3. 運動

- ✓ スクワット
- ✓ かかとあげ
- ✓ ステップ
- ✓ 段差ステップ



ハンドリング

- ① 患者の状態に応じた個別設定：各患者の麻痺の程度やバランス能力に応じて、適切な難易度を選定することが重要です。
- ② 進行の確認：定期的に患者の進捗を評価し、必要に応じて訓練内容を調整します。

エラー駆動型学習: 学習の前提条件は、実際の結果と予想される結果の不一致を認識することです。これにより、患者の運動パターンをより永続的に変更する方法が提供されます

難易度設定の応用

✓ 難易度 1: 基本的なサポートを必要とする場合

- 足部の位置: 肩幅より広くより安定した姿勢を取れるようにするため、足の位置を広げてバランスを取りやすくします。
- 支持物: 両手で平行棒患者にしっかりとした支持を提供するため、両手で平行棒を使います。
- 運動: かかとあげ基本的な運動として、軽いかかとあげ運動を行い、バランスの改善を目指します。

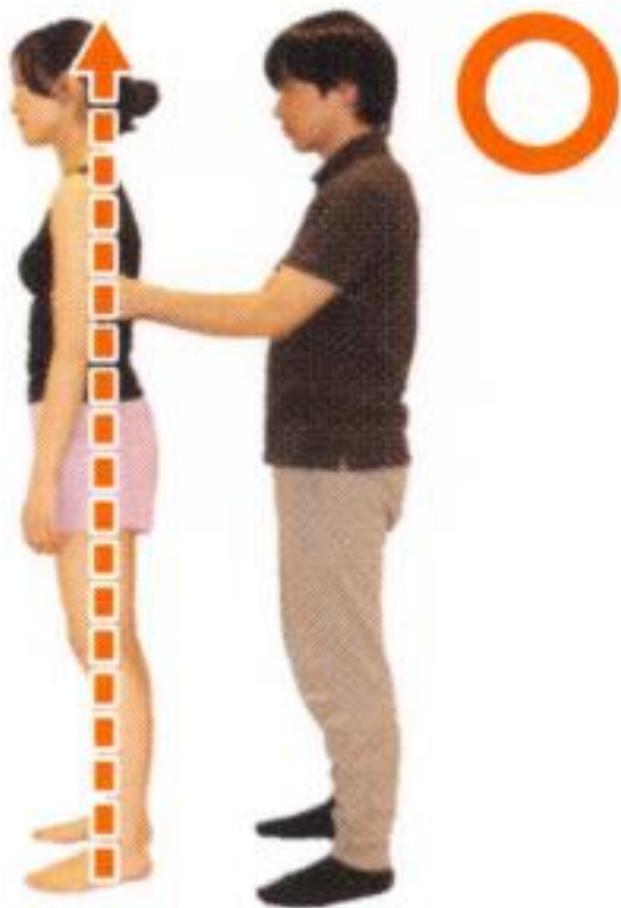
✓ 難易度 2: 高度なバランス能力の向上を目指す場合

- 足部の位置: 麻痺側前方より難しい足の位置を採用し、バランスを取るための挑戦を増やします。
- 支持物: 支持物なし支持を完全に取り除き、自立してバランスを取ることを目指します。
- 運動: 段差ステップバランスと筋力を鍛えるため、段差ステップのような複雑な運動を導入します。



ハンドリングのポイント

✓ 他動的ではなく、能動的な誘導ができているか？



○患者の反応を読み取りながら伸展を促す

×反応を読み取らない他動的な力任せの伸展