



歩行の機能回復～locomotor～

本日の流れ

1 推進力を得るためのLocomotorの役割

2 歩行分析のポイントを学ぶ

3 歩行に対する下肢のアプローチ

本日の到達目標

Locomotorの役割と
歩行分析のポイントを理解

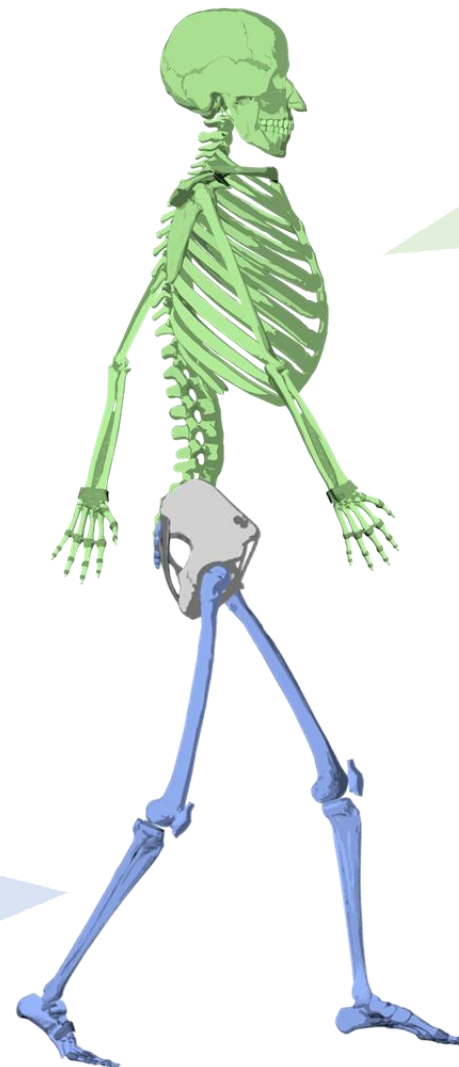


歩行に対する下肢の治療を習得



Locomotorの定義

- ロコモーターユニットは、骨盤、脚、足を含み、実際に歩行運動を行う部分です。
- パッセンジャーユニットを支えながら移動させます。このユニットが、歩行時の推進力や加速、ステップの長さ、歩行速度を制し、歩行動作を完成させます



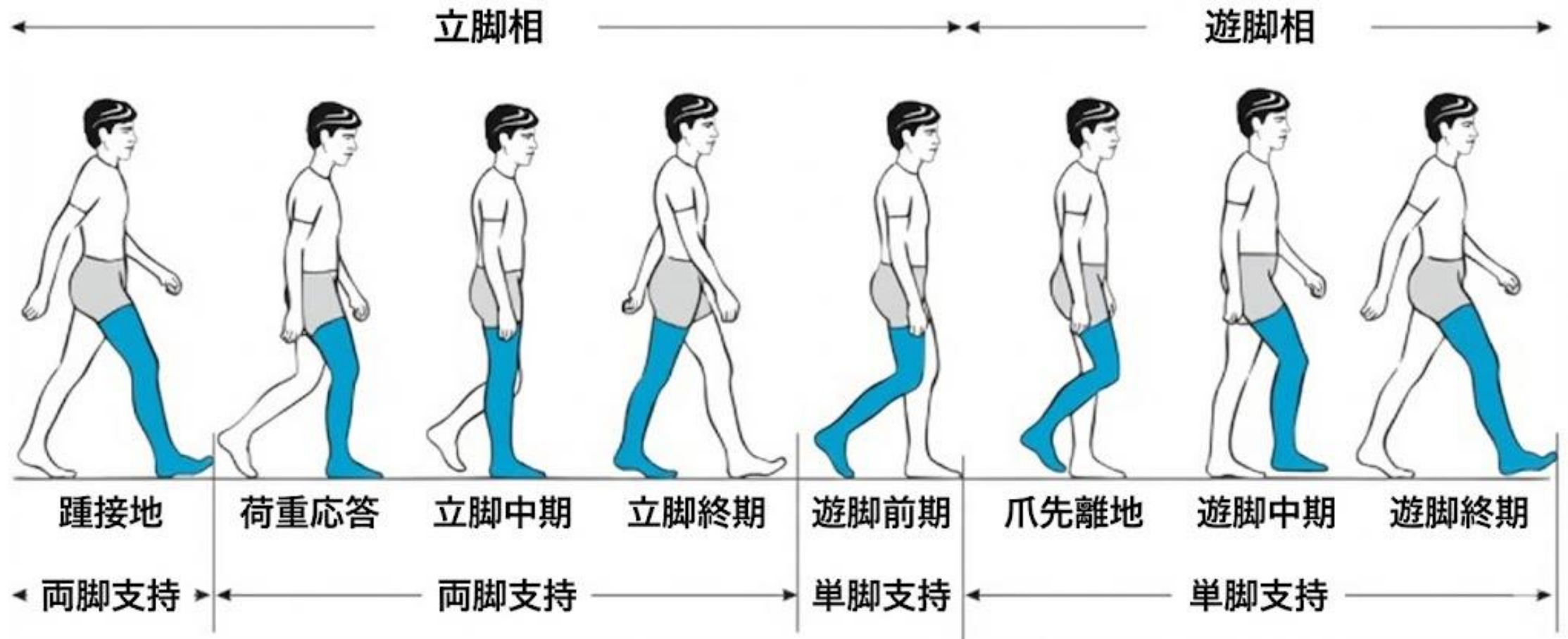
Passenger

✓ 骨盤～上半身を含んだ部位

Locomotor

✓ 骨盤～下半身を含んだ部位

歩行周期の確認



歩行とは

- 最小限のエネルギーで安全に身体を前方に推進させるための四肢の連続的で反復的な運動」と定義

歩行

＝

推進力 + 安定性 + 適応性

（ロッカー機能、Tstでの股関節伸展）

（立脚期での安定性）

（環境や外乱に合わせて変化する能力）

3つのロッカー機能

ヒールロッカー(回転軸:踵)



役割: 踵を支点に、着地の衝撃を吸収しながら、下腿を前方傾斜

筋活動: 前脛骨筋の遠心性収縮
大腿四頭筋の遠心性収縮

臨床の視点: ここが働かないと「フットスラップ」や「膝折れ」につながる

アングルロッカー(回転軸:足関節)



役割: 足関節を支点に、勢い（慣性）を利用して身体を前へ運ぶ

筋活動: ヒラメ筋・腓腹筋の遠心性収縮により、脛が前に行き過ぎないように制御

臨床の視点: ここの制御不全は、立脚中期以降の「反張膝」や「膝折れ」の主要因となる

フォアフットロッカー(回転軸:MP関節)



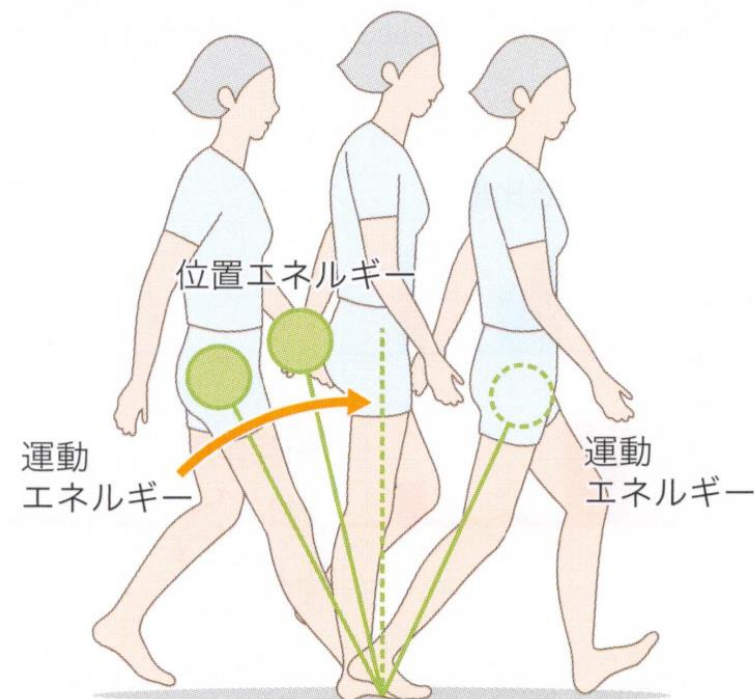
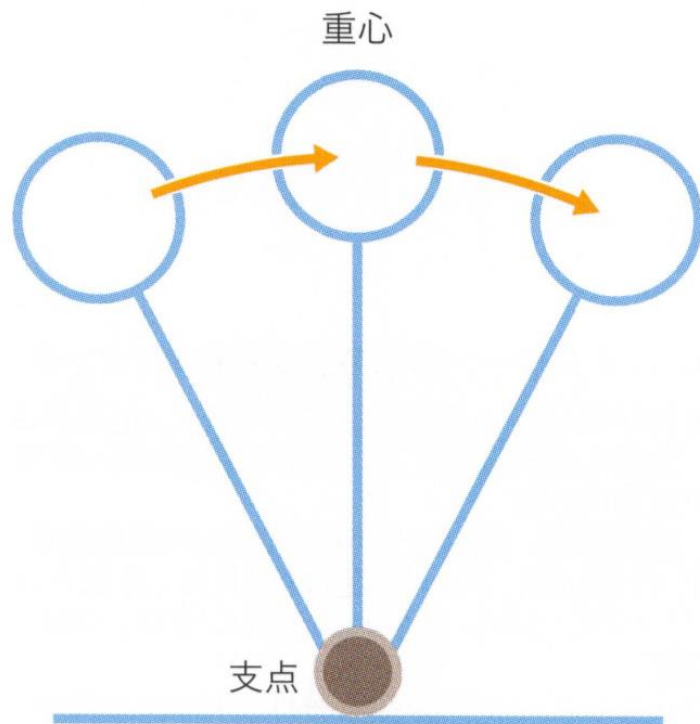
役割: MP関節を支点に、踵を持ち上げ、前方への推進力を生む

筋活動: 下腿三頭筋の最大活動（求心性・等尺性）。足首を固定し、テコとして使う

臨床の視点: 最も強い筋力が必要（最大筋力の約80%）。ここが弱いと歩幅が伸びず、対側の足が早く着地してしまう

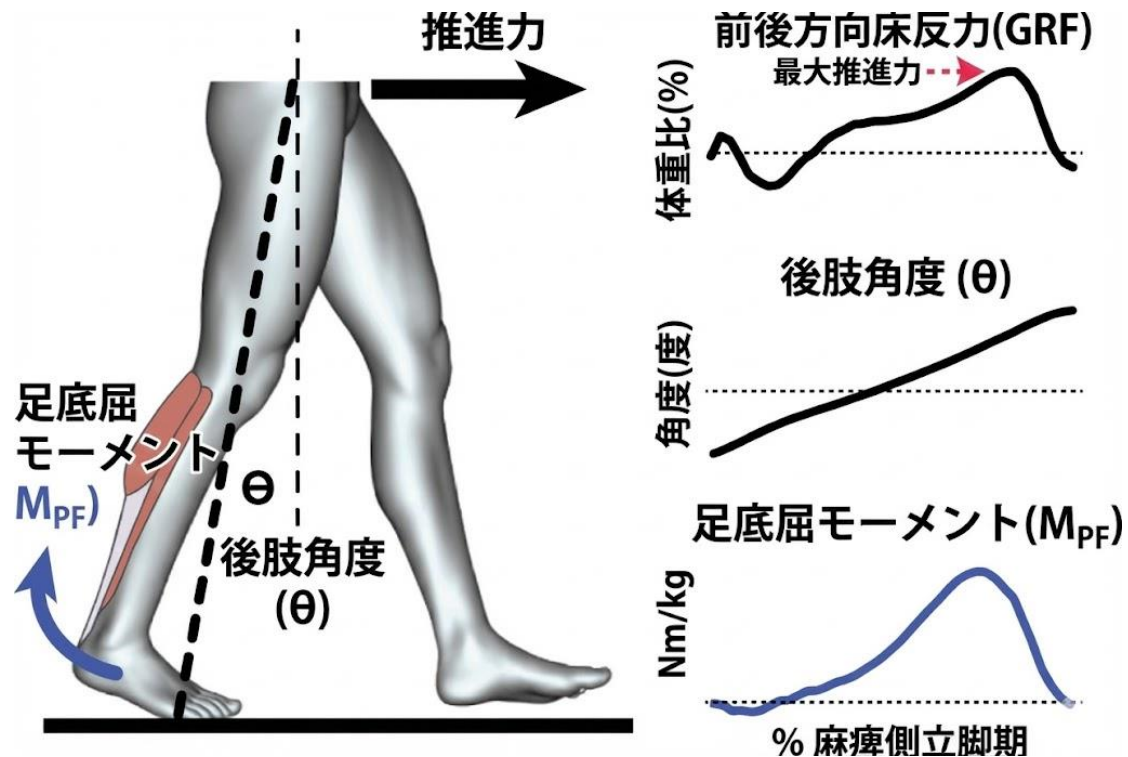
倒立振り子とロッカー機能

- 重力環境下で倒立振り子モデルが機能することで、身体の重心が前下方へ移動し、前方への駆動力として変換される。その動きは、回転運動の支点となる足部によってもたらされ、ロッカーファンクションと呼ばれる。



股関節伸展の重要性

- 歩行において前方への推進力を得るには、**立脚後期（TSt）で股関節伸展出来るかが重要**
- TLA（Trailing Limb Angle）は、立脚後期における股関節大転子、第5中足骨頭へのベクトルと垂直軸のなす角度。下肢が後方へどれだけ伸展しているかを角度で示す指標
- 最新の知見では、**股関節伸展 + 足関節底屈筋の出力が推進力を生み出す**と報告されている



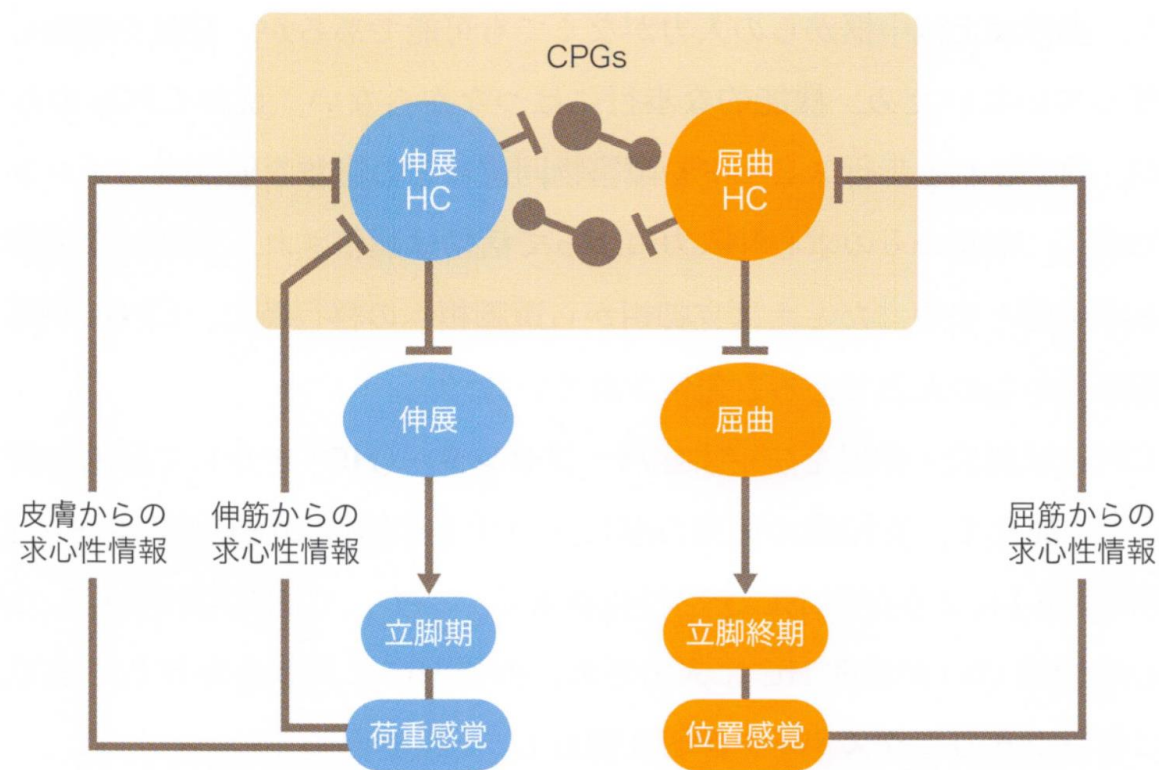
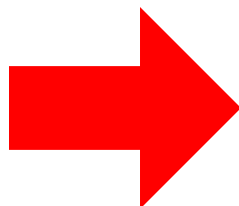
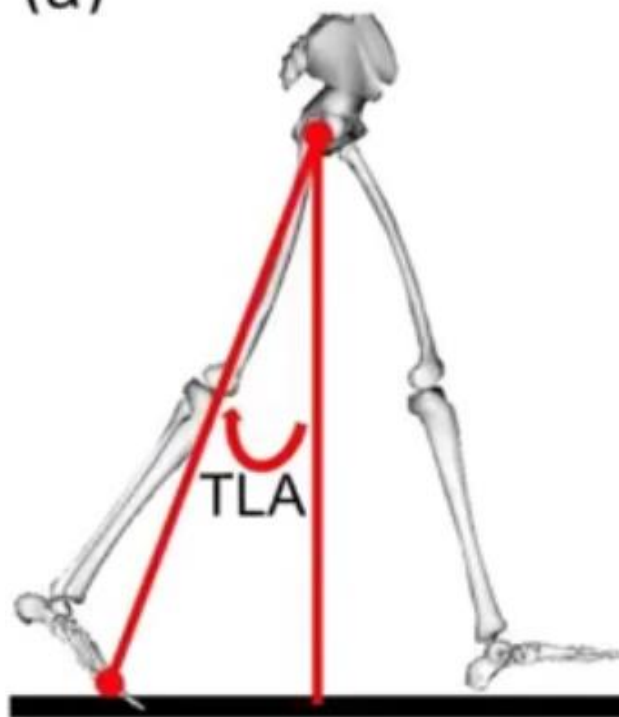
「歩行速度が向上」≠リハビリ成功

非麻痺側で代償せず、麻痺側下肢で推進力が作れてるかが大事

股関節伸展の重要性②

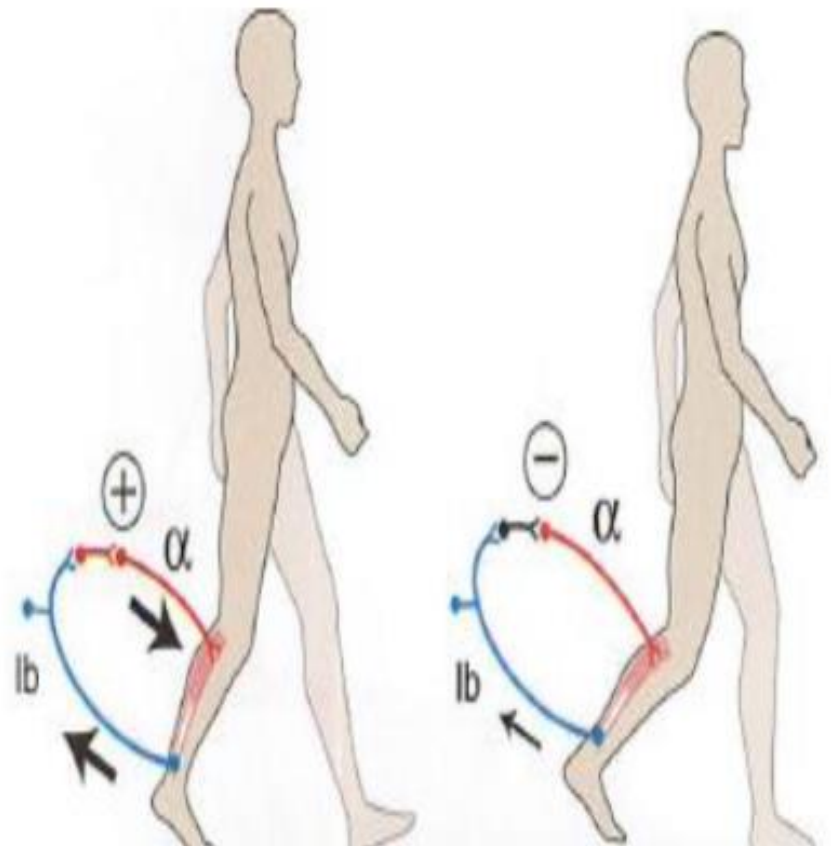
- 立脚後期で腸腰筋などの股関節屈筋群が伸張されると、屈筋群からの求心性情報（I a）が脊髄の屈曲HCに入力され、伸展HCに抑制をかけることで、スムーズな振り出しに移行できるようスイッチが切り替わります

(a)



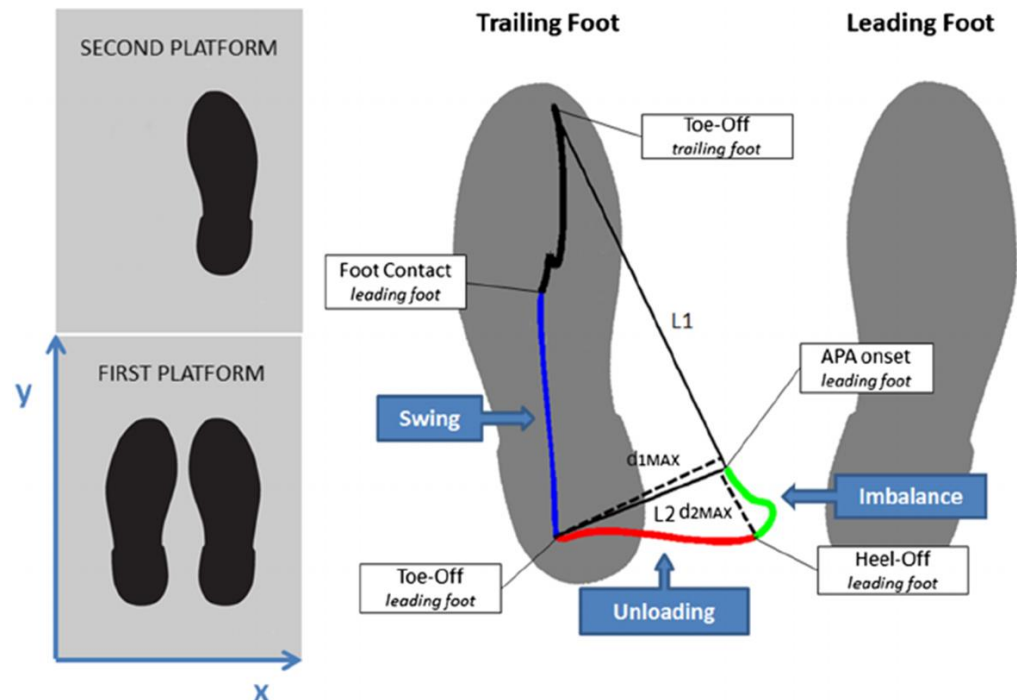
lbによる促通

- CPGは脳からの指令だけでなく、足部からの荷重情報を受け取ることで活性化し、リズム生成する
- 荷重を受けると**ゴルジ腱器官は、促通に作用し、伸展活動が働く**。これにより立脚期が安定する。
- ゴルジ腱器官は、**静止中は抑制に、動的な場面では促通に働く**。



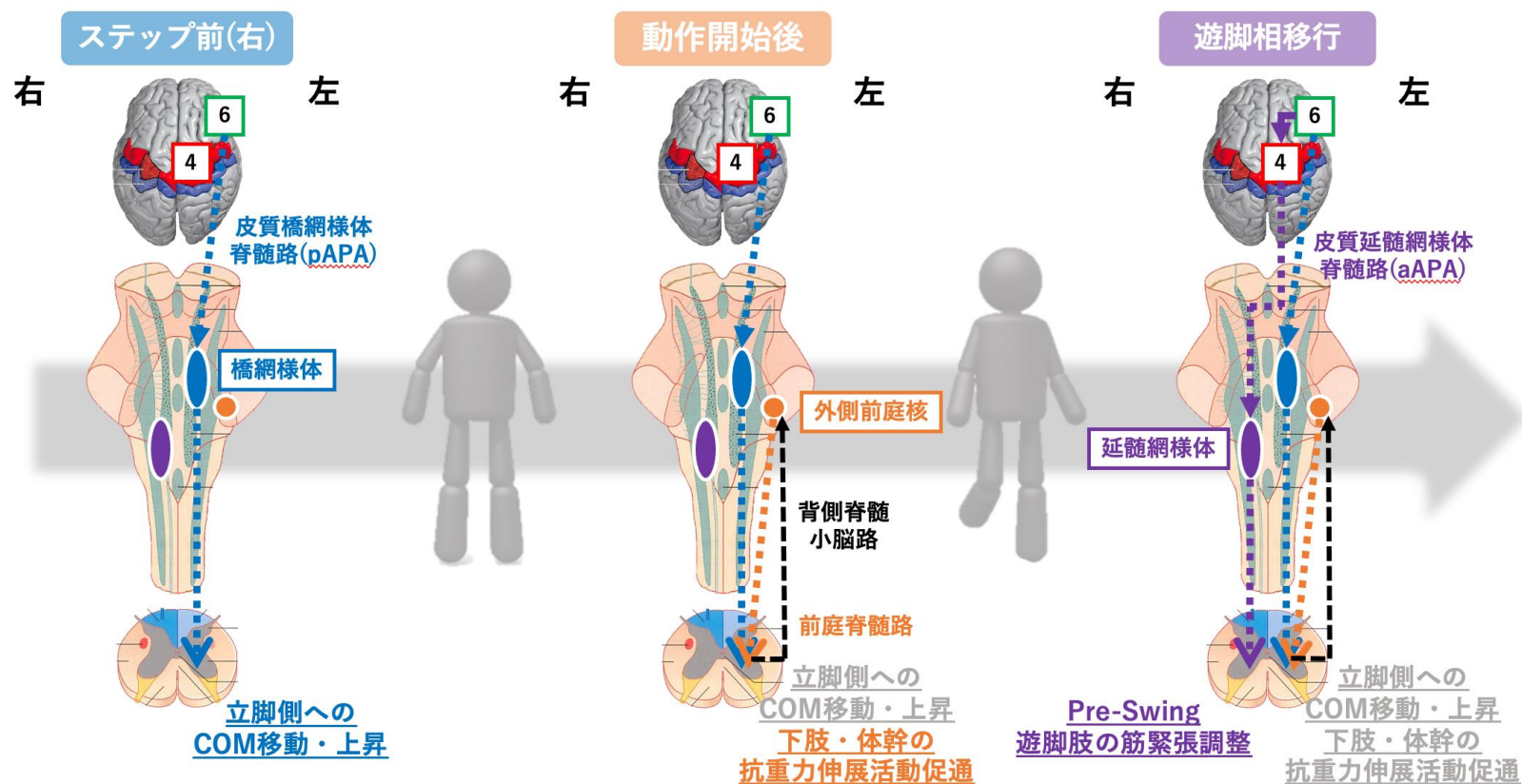
CPGは2歩目から

- CPGは脊髄に存在し、**2歩目以降の歩行運動をリズムカル**に制します。屈筋と伸筋の交互活動を生成し、上位中枢の負担を軽減します。（それ自身で運動を生み出す機能）
- **1歩目は大脳皮質が主導（随意運動）**し、APAや体重移動など意識的な神経活動が必要です。
- 1歩目で作られた『股関節伸展』という感覚入力をトリガーにして、2歩目からCPGの自動リズムが駆動する



APA (先行性姿勢調節)

- APAは1歩目を踏み出す前に体重を移動させ、姿勢の安定性を確保する役割を担います。大脳皮質と脳幹が関与し、重心移動と筋活動を調整してスムーズな歩行開始を促します。
- APAの機能低下は、脳卒中や神経疾患患者において歩行開始時の転倒リスクを高めます。
- APAによる適切なFirstStepから始まり、その後の周期的Stepは主に脊髓小脳路における感覚情報から調整する



麻痺側・非麻痺側どちらから1歩目を出すのが良いか

非麻痺側から出す場合

- ・麻痺側への重心移動で姿勢制御が行われ、抗重力伸展活動が促通される。
- ・麻痺側が後方に残る（TLAの確保）ため、蹴り出しや推進力に繋がる
- ・麻痺側にうまく荷重できず、バランスを崩した状態（特に内側方向）で非麻痺側を出してしまうという否定的な論文もある

麻痺側から出す場合

- ・非麻痺側で支持できるため、安定した状態で1歩目が出せる。
- ・バランスは保ちやすいため、ADLなど安全面を確保したい時に良い。
- ・1歩目から「骨盤挙上」などの代償が出やすく、長期的に見ると代償の定着や左右非対称性が強くなる

なぜ（非麻痺側から）出ないのか？自然に出すにはどうしたら良いか？

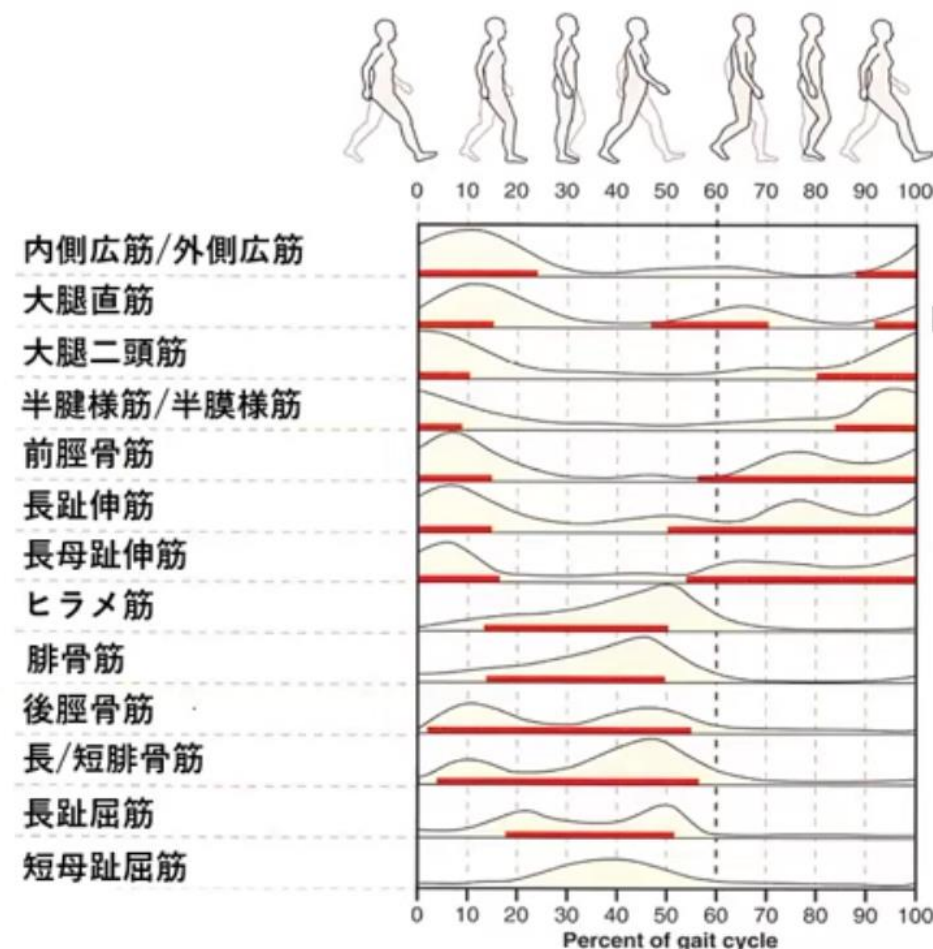
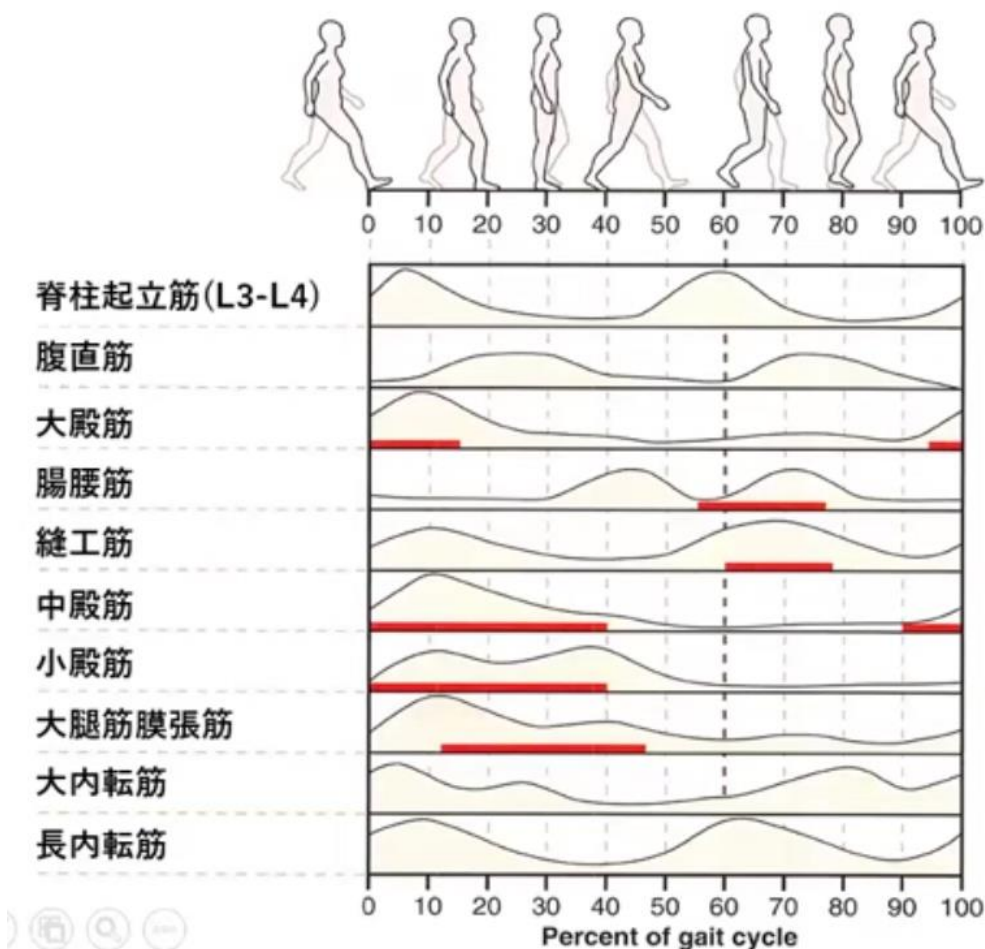
私達はなぜ考えずに歩けるのか

- 「歩きながら話せる」のは、歩行は自動化されたものだから。それらは、脳幹-脊髄投射系が制御し、姿勢制御や筋緊張調節、CPGが存在する
- 脳卒中患者は下行性伝導路が損傷され、CPGが適切に働かない。そのため、意識的な歩行になりやすく、「歩けるようになったけど、実用性がない」という場面が多い。
- 目指すべきは自動歩行であり、そのためにはCPGを駆動させる必要がある



歩行中における筋活動のタイミングと協調性

- 歩行において、単に筋肉を鍛えるだけでは不十分であり、「歩行のどの場面で、どの筋肉が働くべきか」というタイミングや協調性を再学習させることが重要



装具のメリット、デメリット

フェーズ

メリット (○)

デメリット (⚠)

立脚相

- 膝折れ防止・荷重促進

IC～LRの安定化

- 反張膝（バックニー）制御

脛骨の前傾を確保

- 底屈筋の遠心性収縮を阻害

ヒラメ筋コントロール学習の妨げ

- 膝伸展モーメント過剰

過度な背屈位設定によるリスク

遊脚相

- クリアランスの確保

下垂足防止・代償動作の抑制

- 適切な初期接地（HC）誘導

ヒールロッカー機能の活用

- 前脛骨筋の不使用・廃用

背屈筋活動の機会減少

- 股関節屈筋への依存

装具重量による過剰努力

装具のメリット、デメリット②

| カテゴリー | メリット (○) | デメリット (△) |
|--------------------|--|--------------------------------------|
| 運動学習・ 神経生理面 | ● CPGの賦活 連続歩行によるリズム形成 | ● 感覚フィードバックの遮断 足底・触圧覚情報のマスキング |
| | ● 正常に近い感覚入力 正しい身体図式（ボディスキーマ）の構築 | ● 装具への依存 「もたれかかり」の学習・姿勢制御の崩れ |
| ADL・ 生活面 | ● 歩行効率（PCI）・活動量の向上 疲労軽減による生活範囲の拡大 | ● 着脱の煩雑さ 片手動作の困難さ・トイレ動作の阻害 |
| | ● 転倒リスク低減・早期自立 精神的安心感と病棟内自立の促進 | ● 見た目の問題 外観による心理的バリア・装着拒否 |

歩行分析のポイント

まずは全体像を把握（ただ問題点を抽出するだけではない）

1.歩行のリズムや非対称性 2.上下左右の重心移動はどうか 3.杖や装具への依存など、、、

「どのタイミングでその現象が起きているのか」

「隣接する関節（体幹、股、足など）がどうなっているか」

「現象の前の歩容はどうなっているか」

反跳膝の場合（例）

全体像を把握

- ・ 非対称性が起こるタイミング？→IC～LR
- ・ 隣接する関節は？→体幹前傾、股関節屈曲が通常より大きい
- ・ その前は？→ICで踵接地できていない

仮説：①体幹や大臀筋、四頭筋の筋力低下？

②下腿三頭筋の痙縮？短縮？

③ヒールロッカーの破綻？

仮説に基づく評価





- ・ 体幹伸展を補助して、歩行した時に反跳膝が軽減

→体幹や大臀筋の筋力低下の影響





- ・ 踵接地を促したステップ評価で反跳膝軽減

→ヒールロッカー破綻が原因

Assessment sheet : Gait 立脚期

| | 初期接地 | 荷重応答期 | 立脚中期 | 立脚終期 |
|------------|--|--|---|---|
| |  |  |  |  |
| 1 | <p>【踵が地面に着いているか】</p> <p>【股関節伸展筋で大腿部の速度を減速】</p> <p>【膝が伸展しているか】</p> <p>【足関節中間位で足を保持】</p> | <p>【体重が支持脚へ(衝撃吸収)】</p> <p>【大腿四頭筋の遠心性収縮により膝屈曲モーメントを制御】</p> <p>【前脛骨筋で足関節底屈を制御】</p> <p>【股関節伸展が開始されているか】</p> | <p>【下肢・体幹の前方移動】</p> <p>【脛骨が前方傾斜していく】</p> <p>【高い重心で保持できているか】</p> | <p>【前方へ推進し続けていく】</p> <p>股関節： 膝関節：</p> <p>【足関節底屈筋による前方推進】</p> |
| 評価 ポイント | | | | |
| 2 神経系 | | | | |
| 3 その他 | | | | |

Assessment sheet : Gait 遊脚期

| | 前遊脚期 | 遊脚初期 | 遊脚中期 | 遊脚終期 |
|------------|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| 1 | <p>【円滑な反対側へ荷重移動】</p> <p>【足関節底屈筋の活動は減少】</p> <p>【足尖が母趾側から離れていくか】</p> <p>【膝屈曲が起こっているか】</p> | <p>【遊脚脚の推進】 腸腰筋： 大腿二頭筋： 前脛骨筋：</p> <p>【前方モーメントの促進】 股関節屈筋 膝関節屈筋</p> | <p>【遊脚脚の推進】 股関節屈筋/膝伸展筋は受動的</p> <p>【足関節は中間位で保持】 前脛骨筋</p> | <p>【膝が完全伸展し接地の準備】</p> <p>【股・膝関節の前方推進が減速】 大臀筋/ハムストリングスの 遠心性収縮</p> <p>【中間位での足関節背屈は保持】</p> |
| 評価 ポイント | | | | |
| 2 神経系 | | | | |
| 3 その他 | | | | |

Assessment sheet : Gait 左下肢ステップ時の神経活動

1 重心移動



2 神経活動

