

転倒回避の文献から得た知見

～バランス機能のバイオメカニクス～

聖稜リハビリテーション病院理学療法士 内藤祐馬

自己紹介

理学療法士 5年目

聖稜リハビリテーション病院

回復期リハビリテーション病棟125床

主な症例 運動期疾患(大腿骨頸部骨折、椎体圧迫骨折)

CVA

(脊柱管狭窄症、脳卒中) など

はじめに

「転倒予防」についての興味

注意障害に対する二重課題に着目した介入について発表

テーマ：「転倒予防と二重課題」

臨床や発表を通して転倒について知識を得た

転倒について

—日本における転倒の定義— (東京消防庁)

「狭義の転倒」

スリップ、つまずき、よろめきなどにより同一平面状で転ぶ

「転落」

高所から地表面または静止位置まで転がり落ち受傷

「墜落」

高所から地表面または静止面まで落下し受傷

具体的に定義されていない

転倒要因の分類



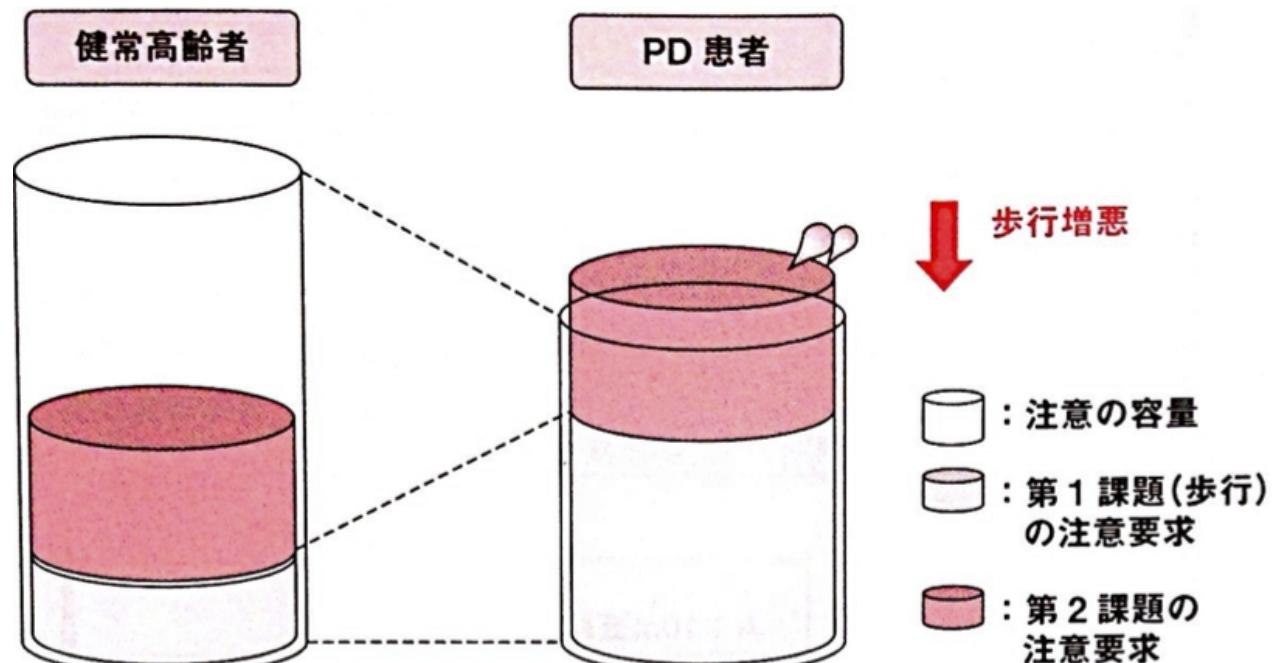
転倒の要因

リスク因子	文献数	修正相対危険率	修正オッズ比
過去の転倒歴	16	1.9 - 6.6	1.5 - 6.7
バランス障害	15	1.2 - 2.4	1.8 - 3.5
筋力低下（上肢または下肢）	9	2.2 - 2.6	1.2 - 1.9
視力障害	8	1.5 - 2.3	1.7 - 2.3
薬剤（4つまたは向精神薬）	8	1.1 - 2.4	1.7 - 2.7
歩行障害	7	1.2 - 2.2	2.7
うつ	6	1.5 - 2.8	1.4 - 2.2
めまいまたは起立性低血圧	5	2.0	1.6 - 2.6
機能的制限、ADL障害	5	1.6 - 6.2	1.3
年齢>80	4	1.1 - 1.3	1.1
女性	3	2.1 - 3.9	2.3
低BMI (Body mass index)	3	1.5 - 1.8	3.1
失禁	3		1.3 - 1.8
認知障害	3	2.8	1.9 - 2.1
関節炎	2	1.2 - 1.9	
糖尿病	2	3.8	2.8
疼痛	2		1.7

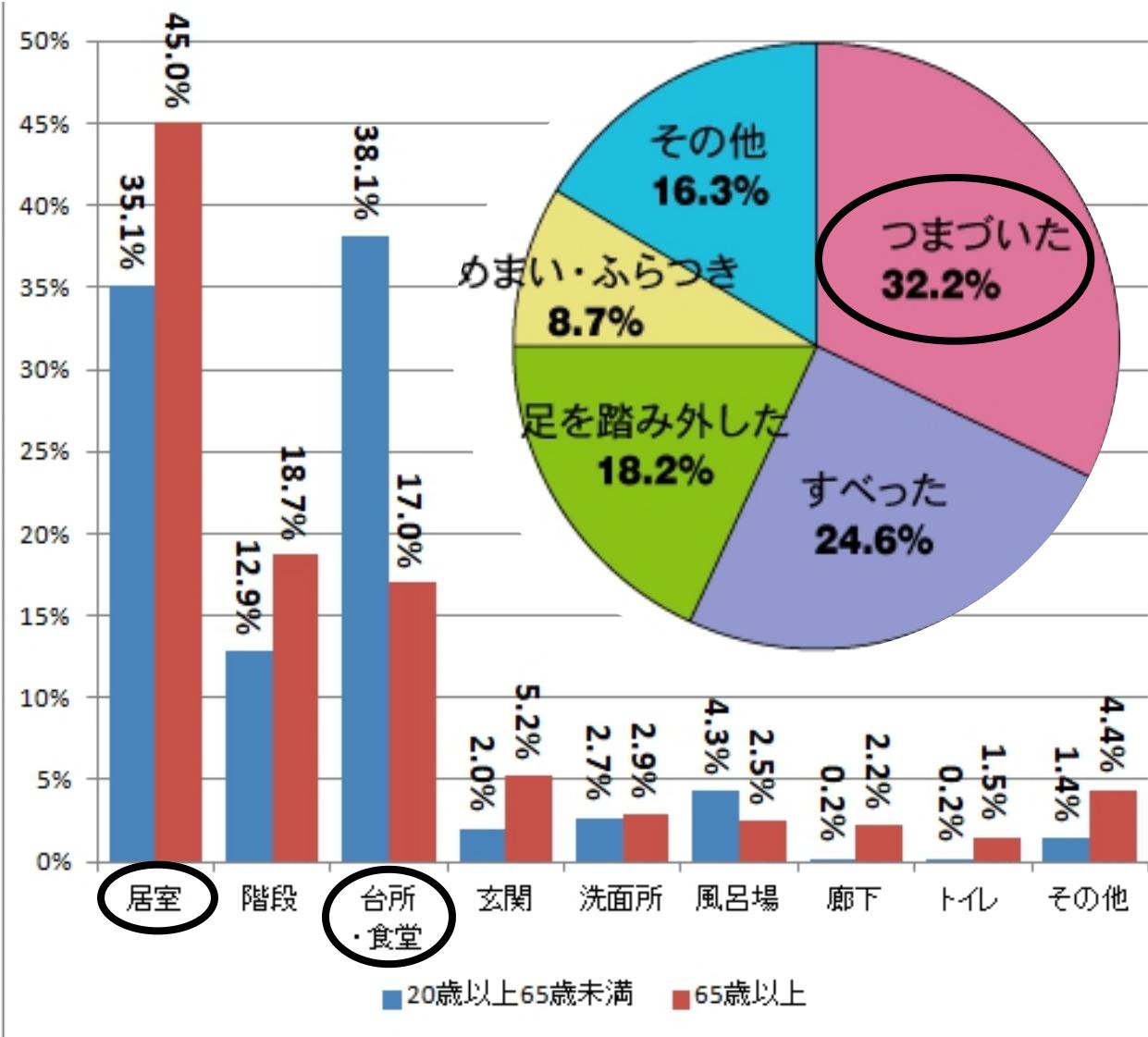
Tinetti ME, et al. The patient who falls: "It's always a trade-off". JAMA. 2010 Jan 20; 303(3): 258-66

注意障害と転倒

- ・歩行中 「What's your age？」
- ・二重課題条件下での歩行 TUG-テスト
- ・机上のテスト:TMT-A・B かなひろいテスト
- ・静止立位時の重心動搖と二重課題



転倒の状況



居室・台所・食堂でのつまずき転倒

- ・家電製品や雑貨、生活用品の混在する環境同時課題を行う場面が多い
- ・カーペットや電気コード、布団など床に転倒の原因となる物が多い

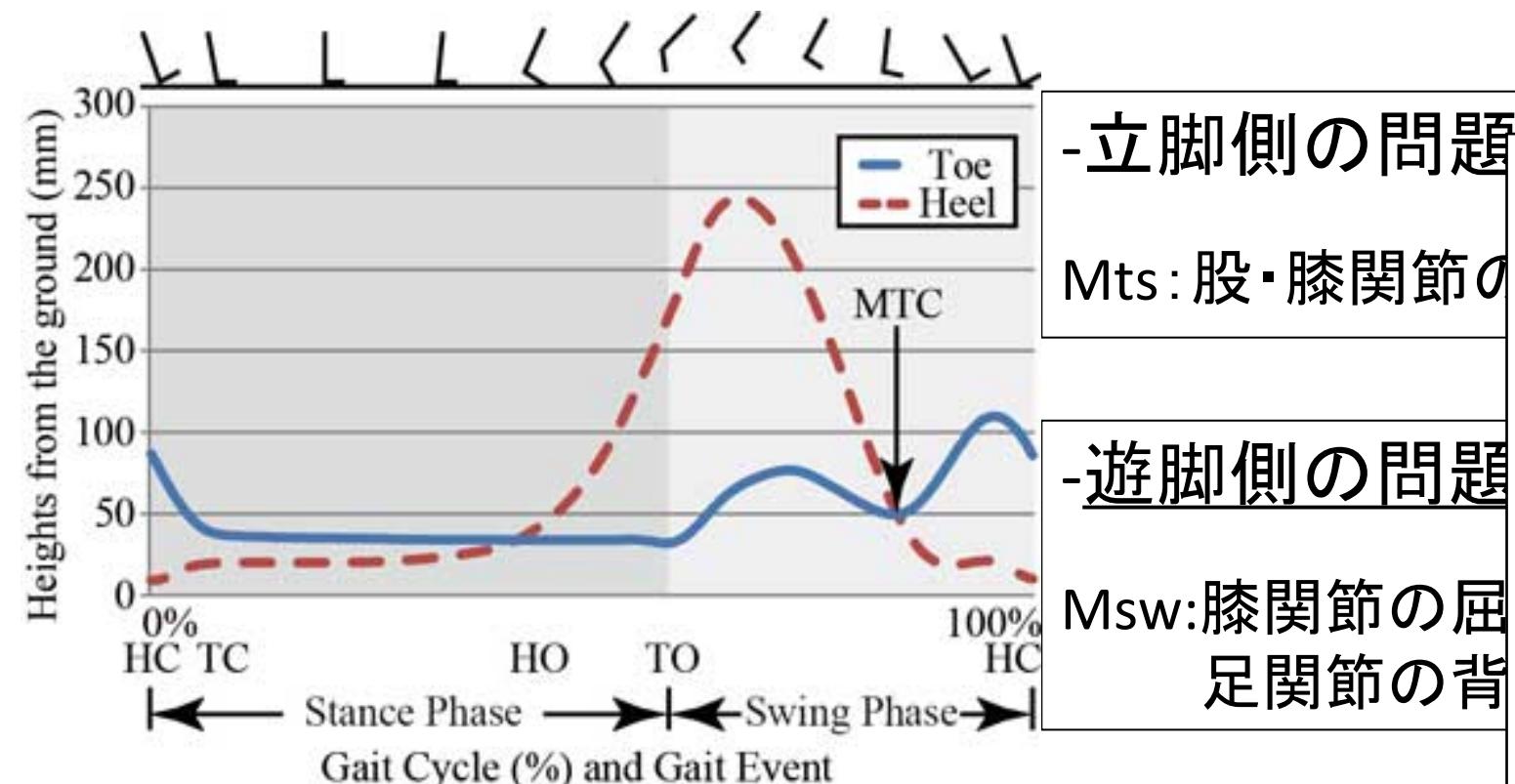
日常生活上の転倒を防止するには
つまずきを回避する能力
つまずき後、転倒しない能力

が必要と考える

つまずきとバイオメカニクス

一つめの定義ー

遊脚期中の足が地面、あるいは地面上の障害物に接触すること



-立脚側の問題

Mts: 股・膝関節の

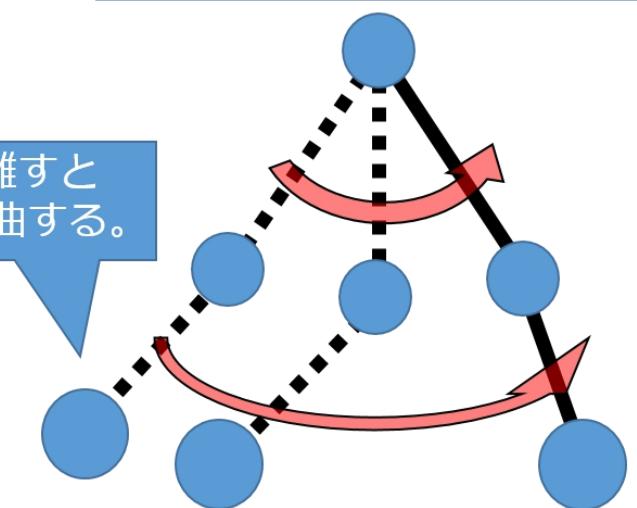
-遊脚側の問題

Msw:膝関節の屈
足関節の背

遊脚期の膝の屈曲

遊脚期の二重振り子の作用

ここで離すと
自然と屈曲する。



つまずき生じるタイミング

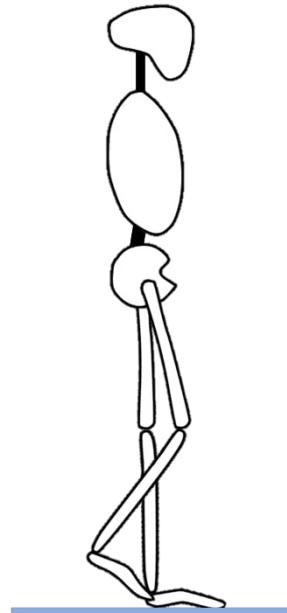
遊脚相の分類

Initial-swing : lsw

(イニシャルスwing)

始まり: つま先の離地

終わり: 両側下腿の交差

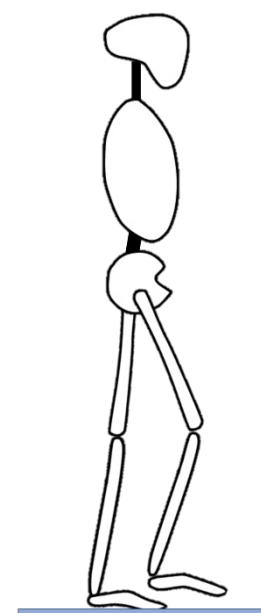


Mid-swing : Msw

(ミッドスwing)

始まり: 両側下腿の交差

終わり: 下腿と床の直角

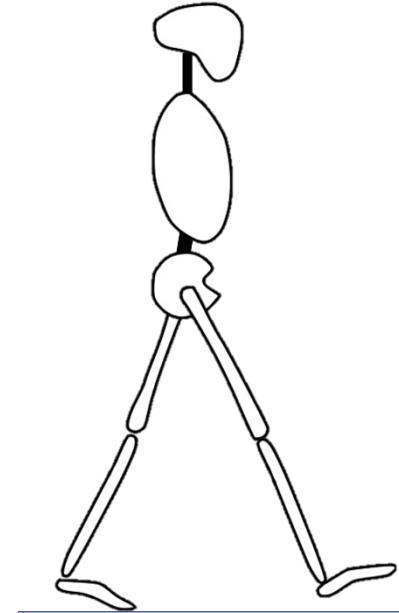


Terminal-swing : Tsw

(ターミナルスwing)

始まり: 下腿と床の直角

終わり: 跡接地



つまずき後、どんな反応があるのだろう？

つまずき動画の撮影

方法は星城大学の先生方の研究から着想を得た

「注意干渉が高齢者の転倒防止時前方ステップ動作に与える影響」

越智亮先生,山田和政先生

健常者の歩行時に外力によって遊脚を中断
その様子を撮影し観察した

—Iswのつまずき—



—Mswのつまずき—



—Msw、Tswのつまずき—

引っかかり発生

遊脚の中斷

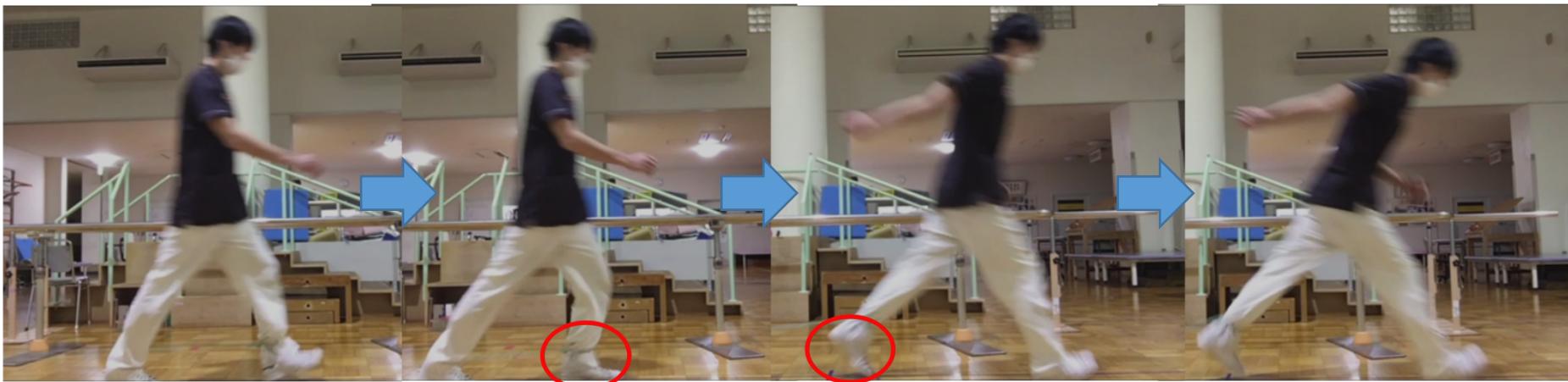
引っかかり側の踏切り

反対側の着地

Mswでのつまずき



Tswでのつまずき



遊脚を中断したつまずき側の足で着地し、前方へ蹴り出す

—ISWのつまずき—

引っかかり発生

反対側の踏切り

引っかかり側の着地

反対側の着地



つまずき発生後、つまずき側は遊脚のまま接地している反対側で蹴り出す

つまずきのタイミングと戦略

Elevating Strategy

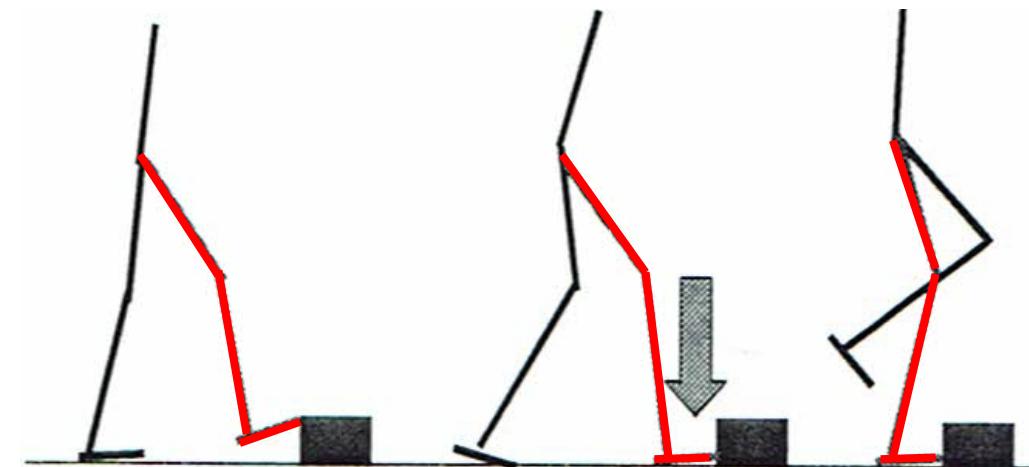
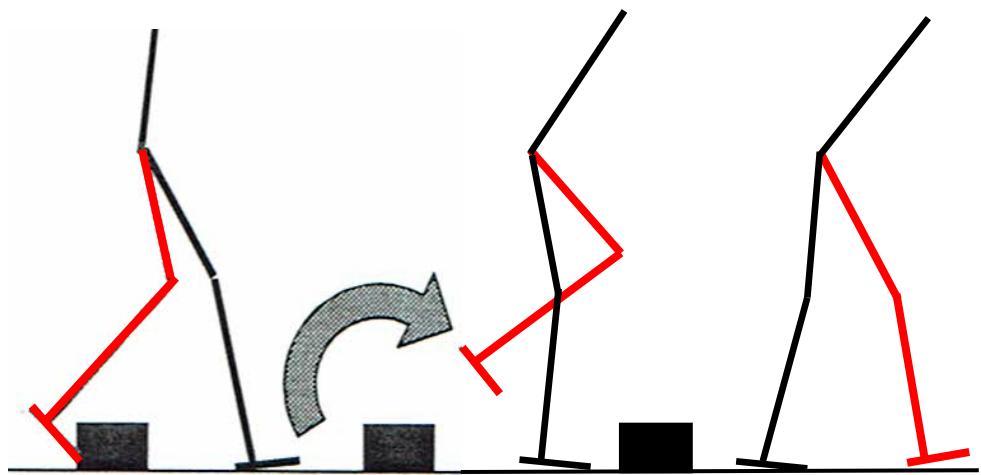
(遊脚期5%～25% : lsw)

障害物に接触した足部を引上げ
障害物の前方へ接地

Lowering Strategy

(遊脚期55%～75% : Msw,Tsw)

障害物に接触した足部を
障害物の手前に接地



遊脚期30～50%では両方見られる

Strategies for recovery from a trip in early and late swing during human walking.
Eng JJ, Winter DA, Experimental Brain Research 1994;102(2):339-49

—Msw、Tswのつまずき—

引っかかり発生

遊脚の中斷

引っかかり側の踏切り

反対側の着地

Mstでのつまずき

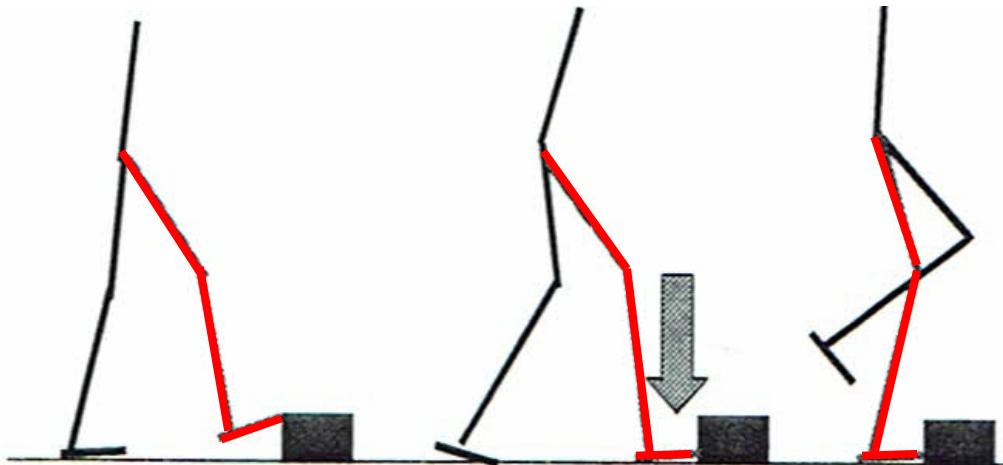


Iswでのつまずき



つまずきのタイミングにより、異なった反応が見られる点では文献と一致
Lowering・Elevating Strategyは障害物と支持脚の位置関係で決まるためロープでの
つまずきには当てはまらない。しかしMsw、Tswでは論文に近い特徴が見られた。

支持脚、ステップ脚の役割



Support Limb(支持脚) : つまずき後、1歩目
Recovery Limb(ステップ脚) : 2歩目

Off Reaction(プッシュオフ反応)

つまずき直後、支持脚にて身体を前方へ強く速く蹴り出す

床反力が身体重心の前方を通過し身体全体に転倒方向とは逆の後方回転力が生じる

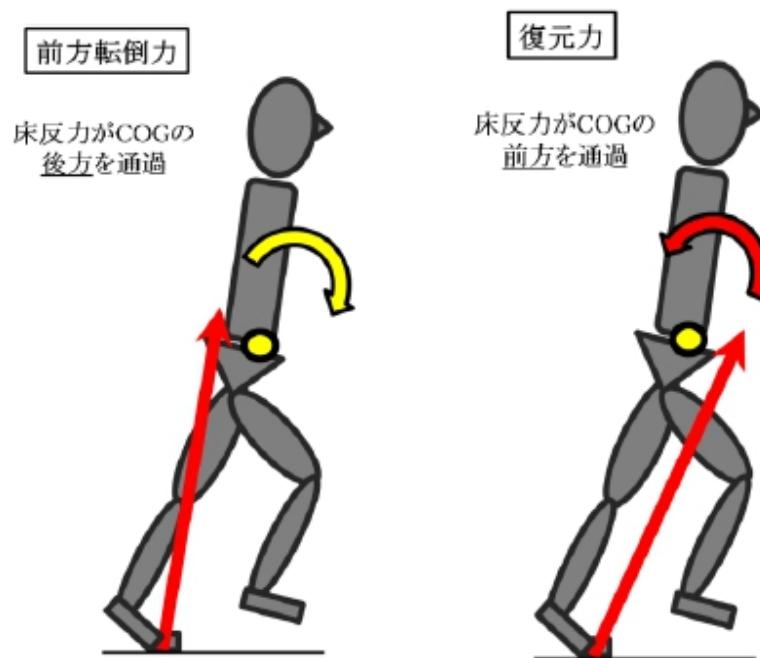
Contribution of the support limb in control of angular momentum after tripping.
Pijnappels M, Bobbert MF, van Dieën JH: J Biomech. 2004 Dec;37(12):1811

プッシュオフ反応

—支持脚—

重心の前方回転力に対し前に
床反力を生じ回転力を減少させる

床反力の方向と回転力

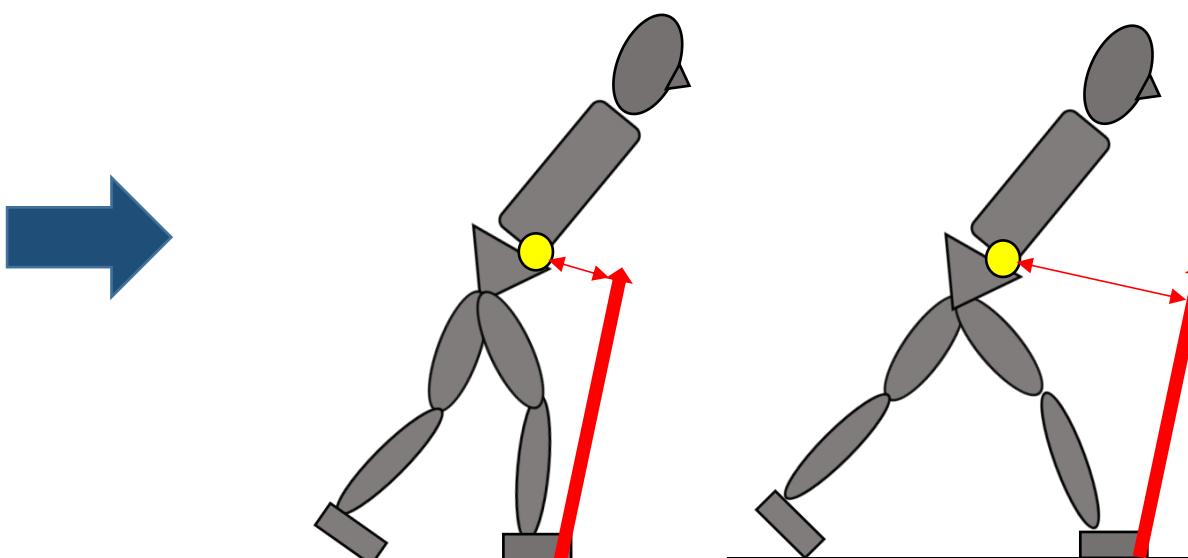


身体重心に生じる回転力
床反力 × COGと床反力作用線との距離
(レバーアーム)

—ステップ脚—

ステップにより、床反力作用点は前に
位置し、延長したレバーアームは回転力
を減少させる

床反力作用点とモーメントアーム



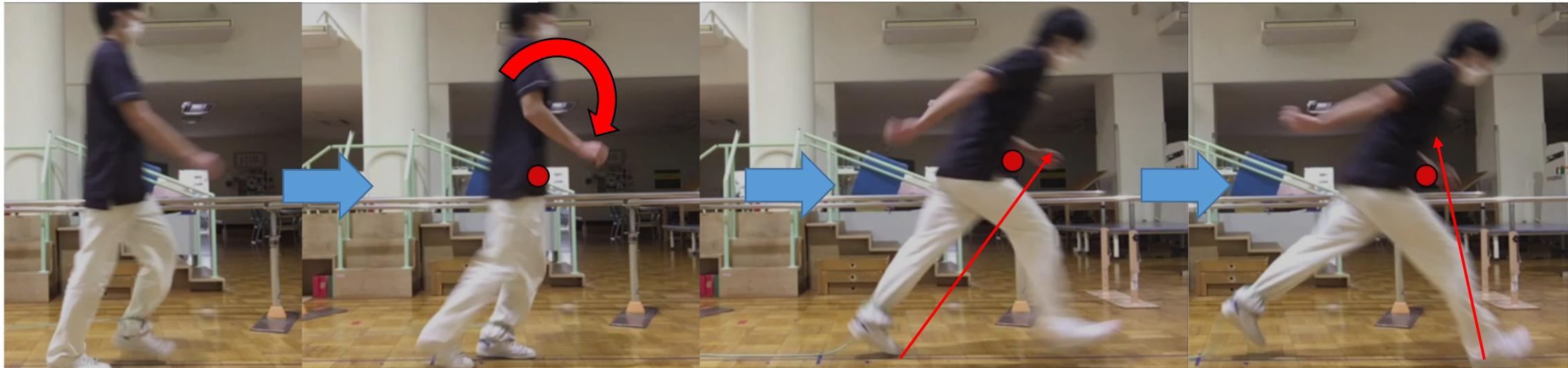
プッシュオフ反応

ひっかかり発生

支持脚の着地

プッシュオフ反応

ステップ脚の着地



転倒者の特徴

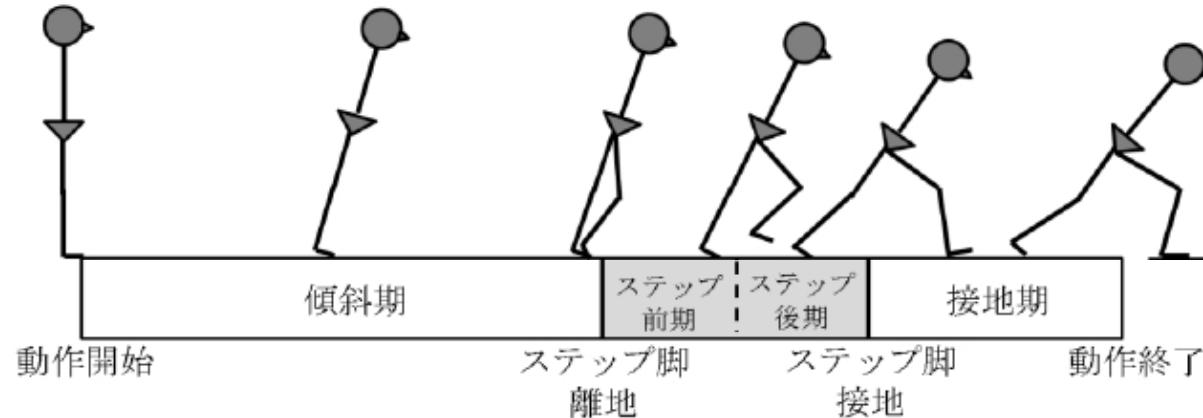
ステップ中

- ・歩行速度が速い
- ・重心の落下、前方移動速度が速い
- ・ステップ開始が遅い
- ・ステップ開始から接地が遅い

ステップ脚の接地後

- ・接地後のステップ脚の屈曲が大きい
- ・接地後の腰部屈曲が大きい

前方加速ステップトレーニング (Forward Accelerated Step Training And Test: FAST)

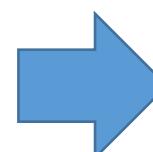


転倒を回避するために生じる前方ステップ動作能力に対するトレーニング法の考案
2013.医療福祉学研究科博士課程 論文,富永琢也

フォワードランジとFASTを比較
前方ステップに対する有用性を検討

- ・身体を伸展位に保ち最大前方傾斜した後、最大速度、最大距離で前方へステップする
つまり後ステップのバイオメカニクス的特徴

重心の前方移動
ステップ前期の床反力前方成分
膝関節屈曲モーメント
ステップ脚前方ステップ速度



トレーニングの特異性の法則
動作特性に類似した課題を
用いて介入することが望ましい

まとめ

- ・転倒の発生には、内的要因と外的要因が関わる
- ・中でも「つまずき」は転倒の主な原因となる
- ・今回、文献や動画の分析を通し、つまずき後の転倒を回避するための戦略を学んだ
- ・転倒を回避するために、身体機能向上を図るに加え課題となる動作の特性に合わせた介入が必要と考える