

新人教育資料

歩容について

～姿勢から考える歩行～

担当：中村 三村 永井

「姿勢の概要」

姿勢とは、構造学的な特徴と筋活動状態を反映した構えで、時間的な経過や活動内容に応じて変化するものである。長時間同じ姿勢を保持する場合を静的姿勢、活動の準備状態である姿勢を準備姿勢、活動時を動的姿勢と分類する。

姿勢制御には、身体体節間のアライメントを変化させる機能と支持基底面に接する身体部位で能動的に床反力を制御する機能が不可欠となる。姿勢定位とは、身体体節の相互関係および身体と環境の間に、適正な状態を維持する能力と定義されており、これを可能にしているのは感覚情報である。姿勢定位に重要な基礎的な感覚は

①前庭系②視覚系③体性感覚系である。各感覚系は知覚する対象が異なり、能動的な運動と結びつくことで統合される。また、姿勢定位するための感覚情報は、課題に応じ優位性が変化する。姿勢保持の改善では体性感覚が重要なポイントとなる。

よい姿勢（図1）とは

姿勢や運動は、個人の要素だけで決定されるのではなく環境と課題の相互作用から生じるものと解釈されている（図2）。この概念では、理想的な姿勢は流動的であり定型的な姿勢を獲得するものではない。よい姿勢とは、目的を叶えるために身体へのストレスが少なくなるように課題や環境に応じて決定されるものといえる。

非対称性が強く均衡が崩れた姿勢では、姿勢保持のための筋活動が特定のパターンで固定的になりやすく、運動に対応した適切な感覚刺激が制限され徐々に疼痛や構造学的問題、さらに平衡機能の低下などの問題をまねく。対称性の獲得と筋活動の不均衡の改善は、これらの問題を回避するために不可欠であり運動療法の重要なポイントとなる。

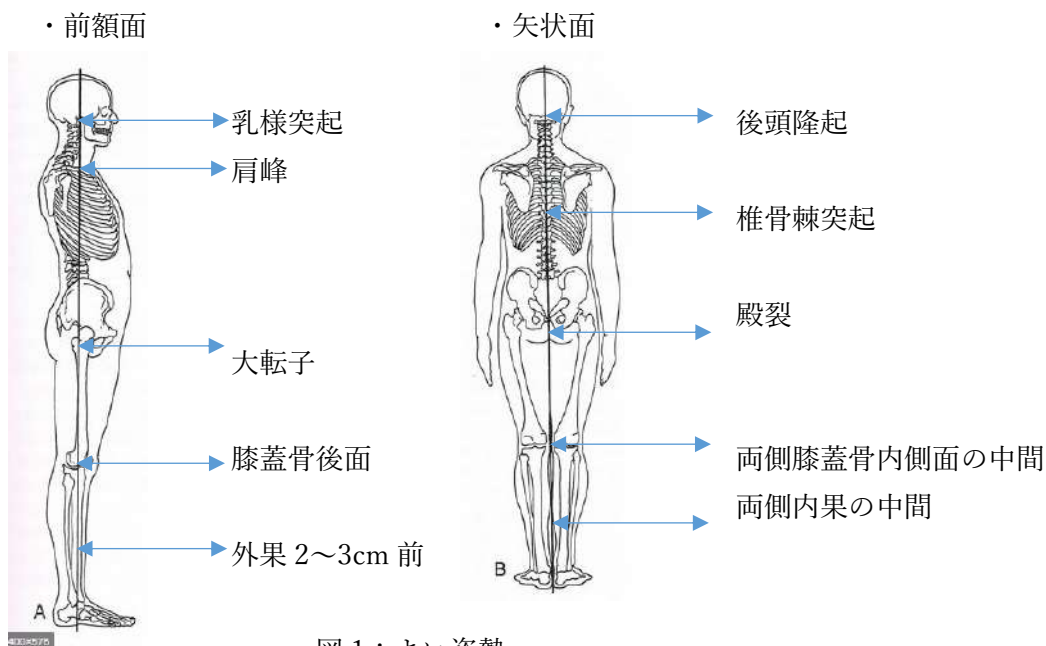


図1：よい姿勢

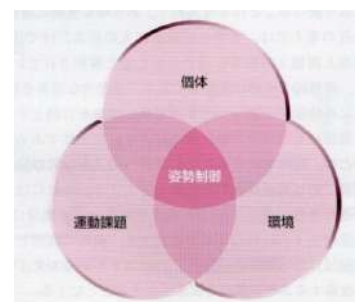


図2：姿勢制御

立位姿勢は、抗重力筋(図 3)が有効に働くことで、直立姿勢を保つことができる。姿勢の異常は

- ・骨関節などの末梢運動器の変形、関節可動域の制限
- ・神経筋や中枢神経系の機能障害

に伴って生じる。

※特に脊柱起立筋群は胸腰椎の前傾に大きく関わり、代償するものとして股関節伸筋群、膝関節伸展筋および足底屈筋の作用が大きいことが理解される。

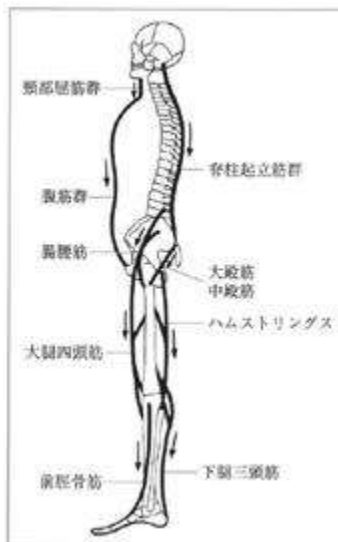


図 3：抗重力筋

立位姿勢の評価

臨床的な観察は、①静的立位における姿勢（定位）②姿勢制御およびバランス安定性に分けて行う。

①立位姿勢

姿勢の観察はできるだけ服を脱いだ状態で行う。はじめに慣習的な立位姿勢をとるように指示し前額面および矢状面から頭部と体幹、四肢の配列をみて、解剖学的指標が一致しているかを確認する。(図 1 参照) 高齢者では前屈姿勢になる傾向があるため、年齢を考慮した判断が必要である。

姿勢観察：ランドマークの位置関係を観察。

前額面上では、側方偏位・傾斜・両側下肢間での体重荷重不全などの非対称性について観察。

矢状面上では、耳垂・肩峰・大転子・膝蓋骨後面・外果前方が同一直線状、骨盤の傾斜(ASIS が PSIS より約 2 横指低い位置)、胸椎・腰椎の湾曲について観察。

不良姿勢(図 4)

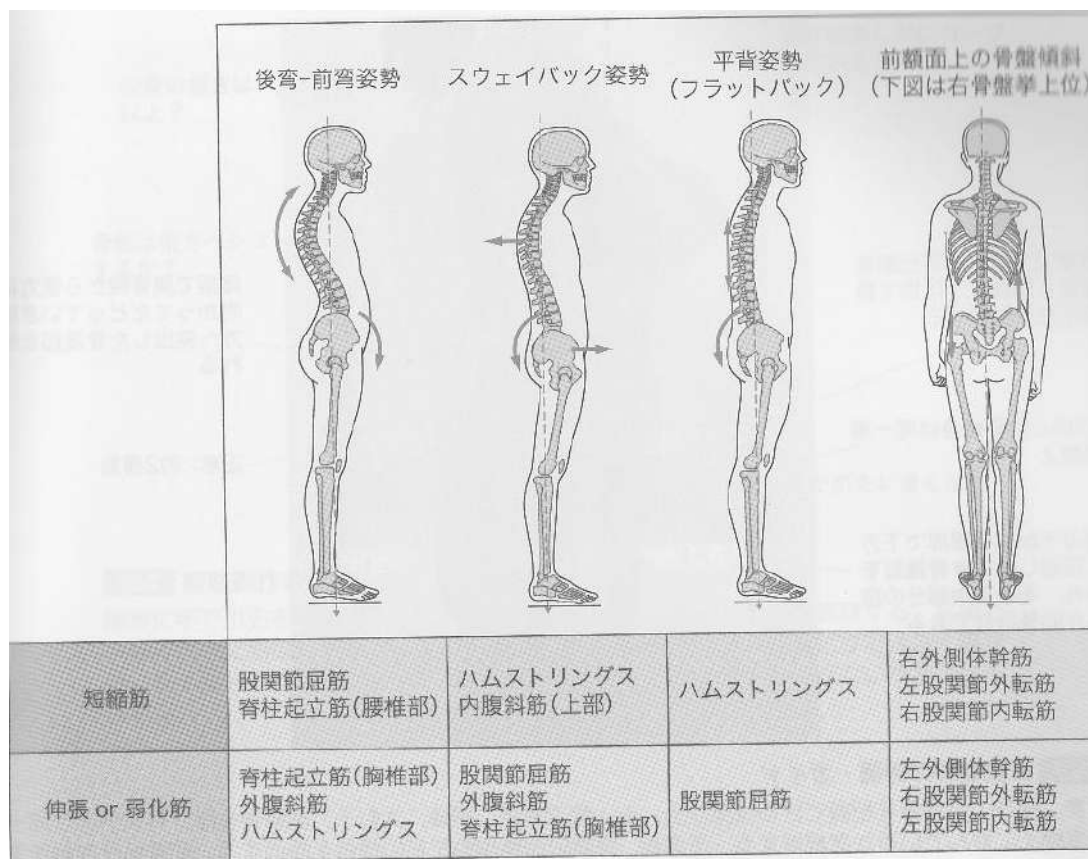


図 4：不良姿勢とそれに対する短縮・弱化筋

②バランスの安定性テスト

立位姿勢におけるバランス安定性の低下は、骨関節や筋、末梢神経に機能障害がない場合、前庭迷路系や中枢神経系の機能障害が原因となっている。動作能力からみたバランス安定性は、リーチや移動の動作を用いてテストされている。

立位姿勢におけるバランス安定性テスト

・Romberg 試験

検査法：立位姿勢で、両足内側を接して、両上肢は手のひらを上に向けて前方 90° 拳上し、顔は正面を向いて立つ。または手のひらを体側にむけて、上肢を下垂させて立位にする。立位での開眼時と閉眼時との身体動揺を比較する。

・ Mann 試験

検査法：立位姿勢で、左右の足を前後につけて一直線上に揃え（継ぎ足）、両上肢は体側に垂らし、顔は正面を向いて立つ左右の足の前後はかえて行う。立位での開眼時と閉眼時との身体動揺を比較する。

※開眼の場合

両足の内側を密着させた状態や継ぎ足での立位姿勢では、支持基底面が狭くなる。重心線が支持基底面の辺縁に近いなどの条件では、身体動揺によって、重心線が支持基底面より逸脱しやすくなり、立位姿勢の保持には微細な運動制御が必要となる。体幹・下肢の変形や関節拘縮、筋力低下、体性感覚障害あるいは前庭迷路系や小脳に機能障害があると、支持基底面が狭い場合立位保持は困難となる。

※閉眼の場合

両足の内側を密着させた状態や継ぎ足での立位姿勢で閉眼すると、ゆっくりとした身体動揺の振幅が大きくなる。下肢の末梢神経障害による筋力低下では（とくに腓骨筋群）では、側方への動揺が起こりやすい。脊髄後索や後根の病変による固有感覚障害では、閉眼直後から身体動揺が起こり転倒することもある。前庭迷路系の機能障害では、身体動揺は閉眼後に次第に大きくなるが転倒することはない。片側の機能障害では病変側へ傾きやすい。小脳障害による身体動揺は、前庭迷路系の機能障害に類似しているが閉眼による変化は少ない。

・ 外乱に対する立位保持能力

検査法：被験者の肩甲帯あるいは骨盤を前後左右に押しバランスを崩す。下肢の体性感覚系や前庭迷路系が刺激され、刺激の程度に応じた応答運動が生じる。押す力が弱ければ足関節戦略あるいは股関節戦略によって重心を支持基底面内に戻す。強く押され重心が支持基底面から逸脱すれば、足踏み戦略によって立位姿勢を保持する。錐体路障害、基底核障害、あるいは前庭迷路・小脳障害によって姿勢戦略は異常となる。

「歩容」

歩容（歩様）= gait であり、姿勢と四肢の運動形態を意味している¹⁾。

※歩行と走行に分けられるが、今回は歩行のみに着目。

「歩行の概要」

歩行は、重力に抗して立位姿勢を保持しながら、全身を移動させる複雑な動作である。

- ① 下肢支持力
- ② 股関節・膝関節・足関節の協調性の維持
- ③ モーメントおよび慣性力
- ④ 動的バランスの安定性
- ⑤ 歩行速度と歩幅は正の相関がある

「歩行全体の評価のポイント」

- ① 運動の左右対称性
- ② 運動の滑らかさ
- ③ 腕の振り
- ④ 体幹の動き
- ⑤ 身体の上下運動

「局所の評価のポイント」

- ① 頭部の位置
- ② 肩の位置
- ③ 骨盤の前後方向への傾き
- ④ 股関節の動き
- ⑤ 膝関節の安定性
- ⑥ 足関節の動き
- ⑦ 踵接地、立脚中期、爪先離地における足の状態

「歩行の運動学」

・歩行周期(図 5～7)

重複歩 → 片側の踵が接地して、次に同側の踵がふたたび接地するまでの動作のこと(図 1)。

立脚相 → 歩行周期の 60%(図 7)

遊脚相 → 歩行周期の 40%(図 7)

※足が地面について体重を支持するとき、片足で支持する時期と両足で支持する時期とがある。両足で支持する時期は立脚相と遊脚相の移動期にある。これを同時定着時期(二重支持期・両脚支持期)という。この時期は1歩行周期に 10% ずつ 2 回あり、合計で 20% になっている。

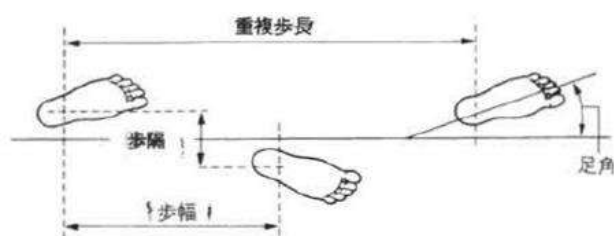


図 5 歩幅と重複歩

伝統的な定義	新たな定義 (ランチョ・ロス・アミゴス)
踵接地	着床初期 (initial contact)
踵接地から足底接地まで	荷重反応期 (loading response)
足底接地から立脚中期まで	立脚中期 (midstance)
立脚中期から踵離地まで	立脚終期 (terminal stance)
爪先離地	遊脚前期 (preswing)
爪先離地から加速期まで	遊脚初期 (initial swing)
加速期から遊脚中期まで	遊脚中期 (midswing)
遊脚中期から減速期まで	遊脚終期 (terminal swing)

図 6 歩行周期の定義

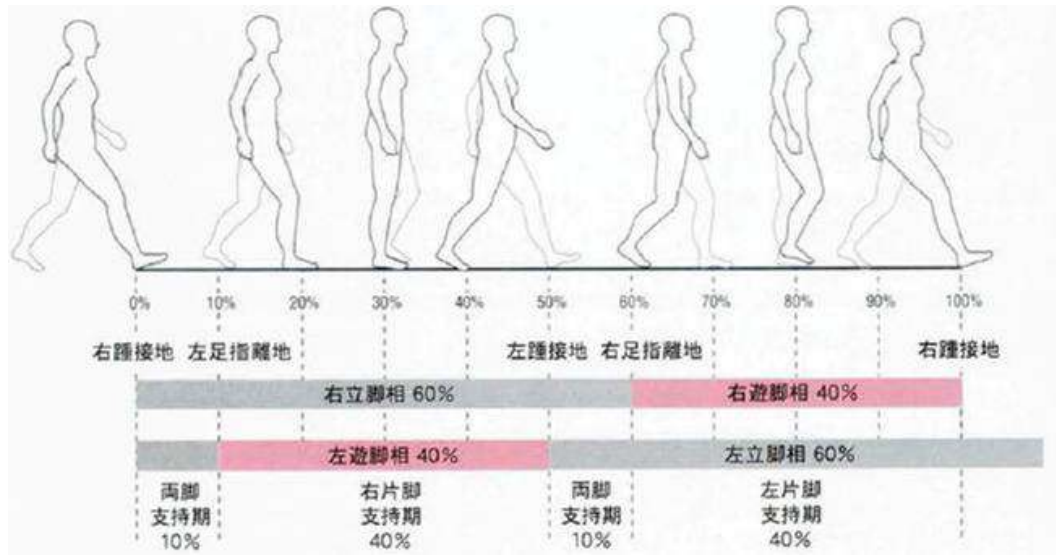


図7 歩行周期の細分

・歩行率

→単位時間内の歩数を歩行率あるいはケイデンスといい、歩/分(steps/min)や歩/秒(steps/sec)歩調ともいう。

→歩行速度は歩幅×歩行率で計算できる。

→一般に男性より女性で高い。

・体重心の移動(図8)

→ 体重心は第2仙椎のちょうど前方に位置する。

①上下移動

→立脚中期で最高となり、踵接地期に最低となる。その振幅はおよそ4.5cmである。

②左右移動

→側方移動は立脚中期が限界となり、振幅がおよそ3cmとなる。

③歩行速度が増すと重心軌道の高低差は大きくなる。

④1歩行周期において重心軌道は二峰性を示す。

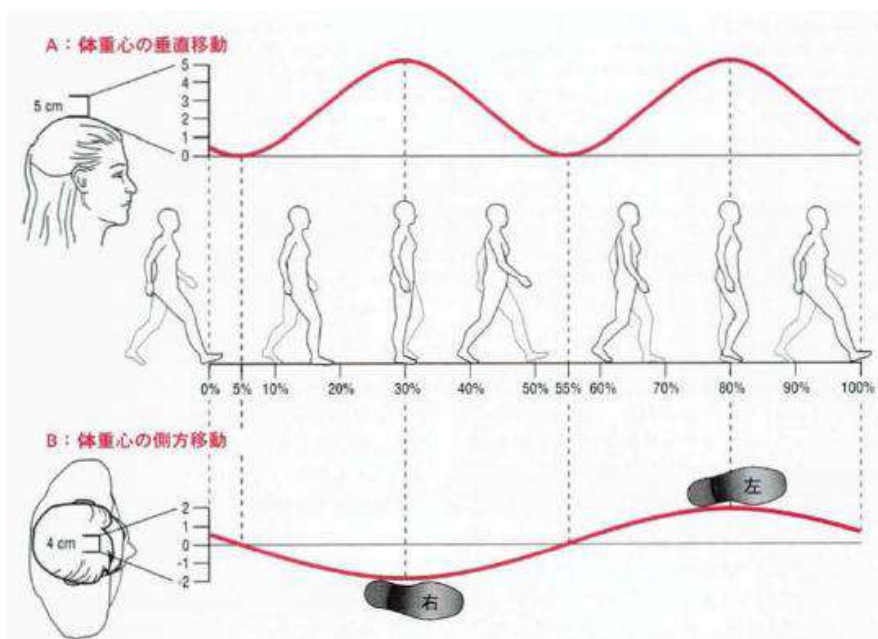


図8 体重心の移動

・歩行時の関節の動き

<骨盤回旋：図 9>

→骨盤回旋は股関節でおこり、内旋角度は立脚中期、外旋角度は遊脚初期に最大となる。

→片側で 4°、両側で合計 8° の回旋がある。

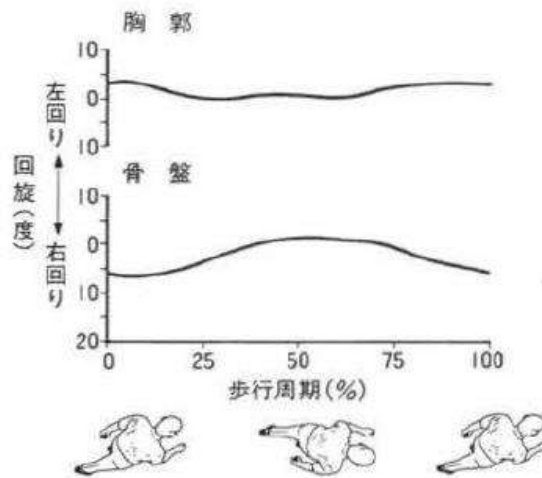


図 9 歩行時の骨盤回旋

<骨盤傾斜：図 10>

→遊脚側の骨盤は、水平の位置からおよそ 5° 下方に傾斜する。最も傾斜が大きくなるのは立脚中期である。

→立脚相の股関節は相対的に内転し、遊脚側の股関節は外転する。

<骨盤側方移動：図 11>

→骨盤の支持脚側への側方移動は股関節内転によって起こる。

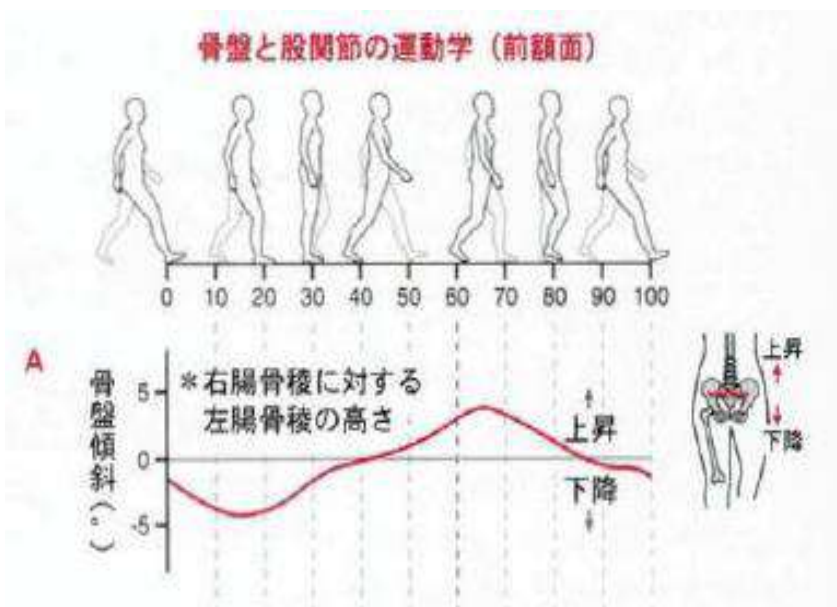


図 10 歩行時の骨盤傾斜

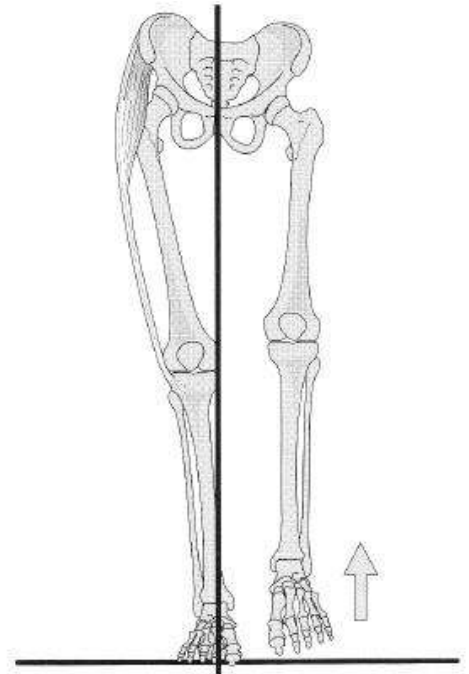


図 11 骨盤側方移動

<骨盤前後傾：図 12>

- 踵接地時、骨盤はほぼ中間位にある。
- 両脚支持期では、わずかな後傾が起こる。
- 片脚支持期に骨盤は前傾し始め、立脚中期の直後に骨盤は少し前傾位をとる。
- 立脚期の後半、骨盤は足趾離地直後まで後傾する。
- 遊脚初期と中期には骨盤は再び前傾し始め、遊脚終期には後傾し始める。

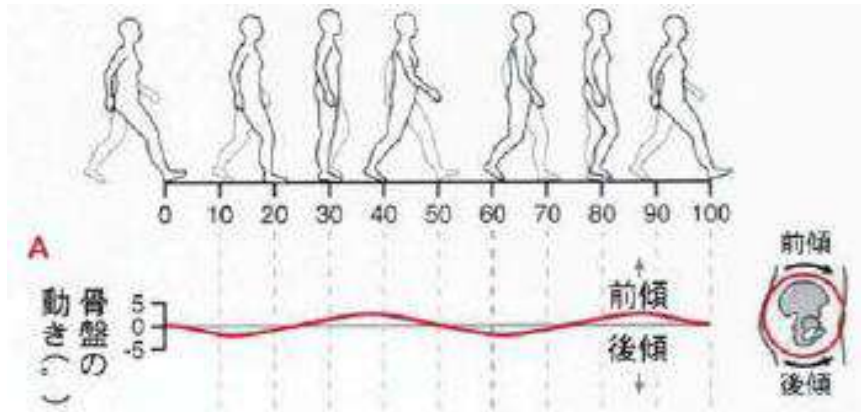


図 12 歩行時の骨盤前後傾

股関節：図 13

- ・踵接地時、約 30° 屈曲している。そして足趾離地の前に股関節は約 10° の最大伸展位をとる。
- ・股関節屈曲は遊脚初期に始まり、足趾離地では股関節屈伸中間位である。

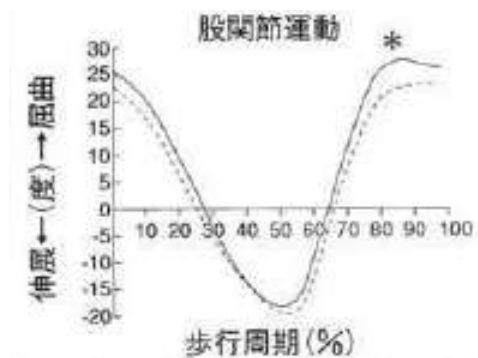


図 13 歩行時の股関節運動

膝関節

- ・踵接地時、膝関節は屈曲約 5° で、歩行周期の最初 15%の間、さらに $10\sim 15^{\circ}$ まで屈曲し続ける。
- 大腿四頭筋の遠心性収縮
- ・踵離地付近までには完全伸展する。＝立脚相後半
- ・足趾離地時までに約 35° 屈曲する。遊脚中期の初めに最大屈曲(約 60°)する。
- ・遊脚中期および後期では、膝は踵接地時に備え、完全伸展直前まで伸展する。

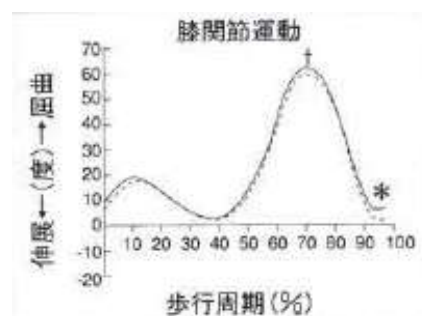


図 14 歩行時の膝関節運動

足関節

(距腿関節)：図 15

- ・踵接地は距腿関節のわずかな底屈位で起こる。踵接地直後、足関節背屈筋の遠心性制御下によって足底接地が行われる。その後、脛骨がその足部上を前へ移動するにつれ、10° までの足関節背屈が起こる。
- ・踵離地直後、足関節は底屈を始め、足趾離地直後に最大 15～20° に達する。
- ・遊脚相には足趾クリアランスのために足関節は再び底背屈中間位まで背屈する。

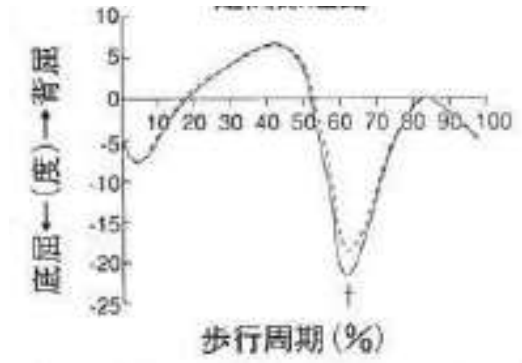


図 15 歩行時の距腿関節運動

(距骨下関節)：図 16

- ・LR 時に距骨下関節は回内と踵骨が 5° 外反する。これにより距舟関節と踵立方関節の関節軸が平行化(図 17)し、横足根関節の緩みを生じさせ、足の内部の衝撃緩衝を可能する（動的な適応機能）。
- ・MSt から TSt にて外反が 5° から約 2° に減少する。TSt における踵骨の外反の減少は、距舟関節と踵立方関節の関節軸間の角度の増加(図 18)を引き起こし、横足根関節の安定性を改善する。
- ・PSw で外反 2° の状態からニュートラル・ゼロ・ポジションになり IC までニュートラル・ゼロ・ポジションのままとなり、踵接地のための姿勢をとる。

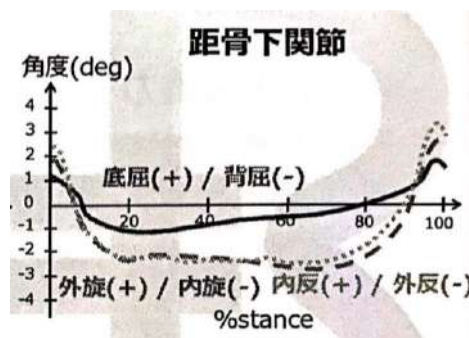


図 16 歩行時の距骨下関節運動

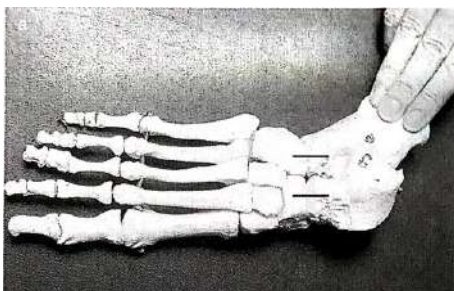


図 17 距骨外反

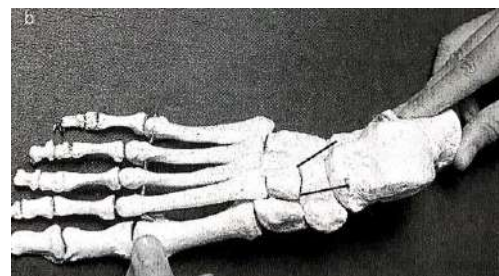
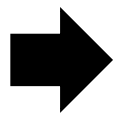
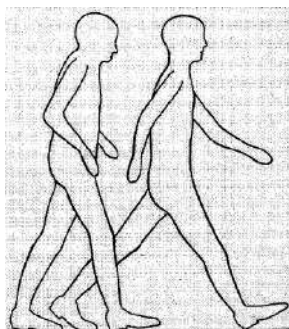


図 18 距骨外反の減少

「高齢者の特徴」

<歩行の特徴>

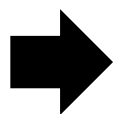


- ① 重複歩長が短い
- ② 歩隔が広い
- ③ 足関節の動きが少ない
- ④ 二重支持期が延長

図 19：高齢者の歩行の特徴

・歩行能力低下の要因

- ① 筋力低下
- ② バランス機能
- ③ 関節可動域の低下



これらが複合的に絡み合って低下していく。

「各疾患別の特徴(姿勢や歩容に関する評価や運動療法等)」

脳血管障害

＜姿勢の特徴＞

- 非麻痺側優位でバランスをとるため、側方への運動が前後方向におきかえられやすい。
- 運動の中心軸が正中軸からずれている。
- 支持基底面での重心移動は小さくなる。

＜歩行の特徴：図 20＞

- 麻痺側遊脚相では、下肢の随意性低下のため、重量が後方に残り、骨盤をひきあげて振り出しが開始されやすい。
- 麻痺側下肢の移動に対し体幹の重量でバランスをとろうとするため、支持基底面内の前方への重心移動は小さくなる。
- 麻痺側下肢の支持機能低下により、骨盤の前・側方への制御が困難になり、足部への荷重のタイミングが遅れる。
- 麻痺側足部のダイナミックな背屈運動の制御が困難になっているため、重心は踵側へ残りやすい。
- 両脚支持期では、左右への重心移動を瞬時に行うことが困難で、歩行は連続性が失われ、片脚立ちの連続動作になりやすい。

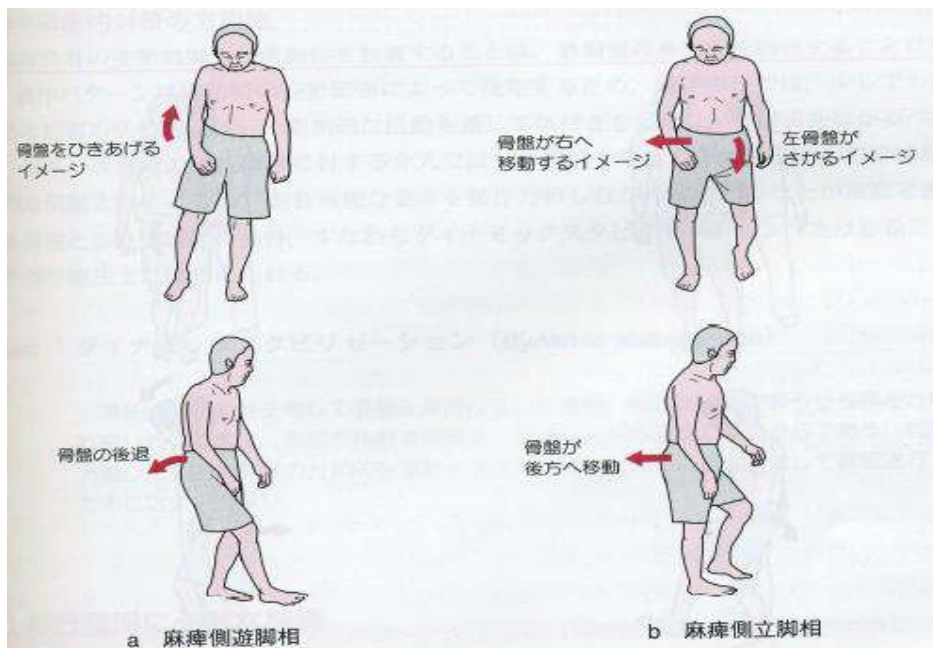
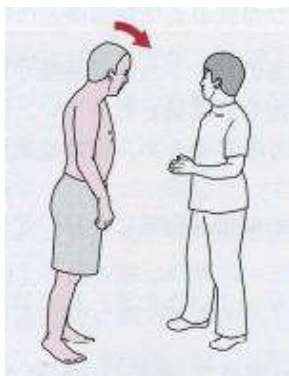


図 20：片麻痺の歩行の特徴(右片麻痺)

<評価>

① つま先立ち



体幹前傾を伴う前足部への荷重は困難で、腰椎の過伸展が強まる。下腿の前傾は少ない。

図 21：つま先立ちの評価

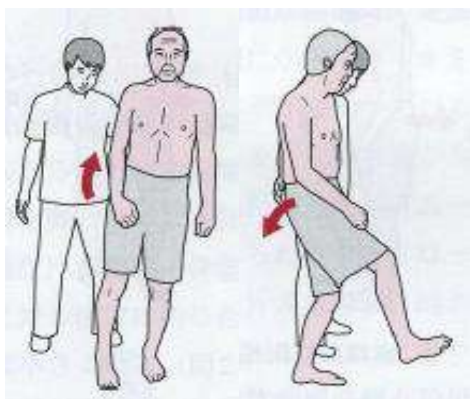
② 踵立ち



体幹を後傾することは困難で、骨盤の後退と体前傾にて踵荷重を試みるが、制動できずバランスを崩しやすい。

図 22：踵立ちの評価

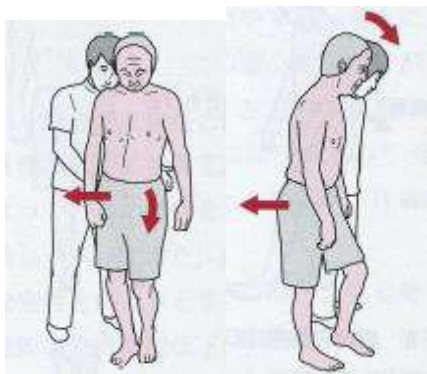
③ 非麻痺側での片脚立位



体幹を支持側へ傾斜できず、骨盤を拳上しながら後退させて下肢と体幹の重量でバランスを保持している。片脚立ちでは、非麻痺側の膝を屈曲して体幹をさらに後傾させてバランスを保持している。

図 23：非麻痺側での片脚立位の評価

④ 麻痺側での片脚立位



離床と同時にトレンデレンブルグ徴候、骨盤後傾が起きて、保持不能となる。同時に体前傾も同時に観察された。

図 24：麻痺側での片脚立位の評価

<運動療法>

①殿部を後方に引きバランス反応を引き出す

目的：正常な反応パターンを引き出す

PT の立ち位置：患者の後方に立ち、両手を患者の腹部と腰椎にあてる。

方法：患者の体重を後方に引き寄せ、体幹は両手で前方に動かして、正常な反応パターンを引き出す。その後、体重移動の範囲を大きくし、移動の速度も速くする。

注意点：患者の体重を後方に引き寄せた際に、患者は身体を伸ばしきって保持しようとする事が多く、後方に倒れてしまうので注意。

キューイング：「立った状態で、身体を後ろの方に引くので、上半身を前方に傾けながら倒れないようにバランスをとってください」

<https://youtu.be/WWy1RBKrNKA>



②後方への踏み出し

目的：歩行時の下肢伸展パターンの抑制練習 <https://youtu.be/v8XnyScZmbgbg>

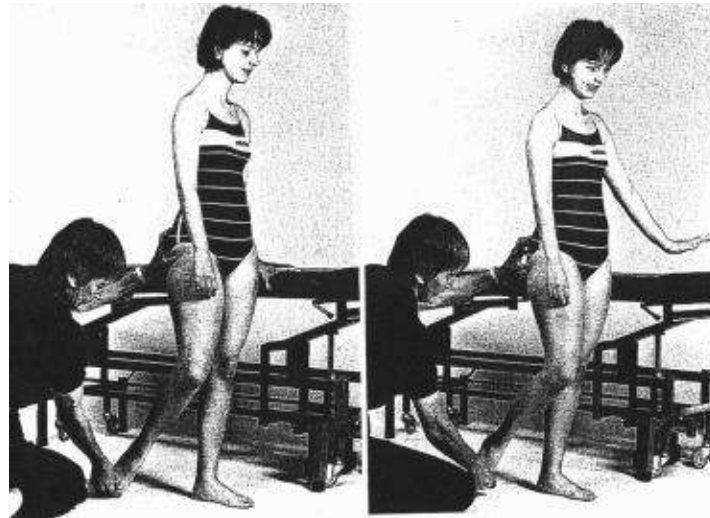
P Tの立ち位置：患者の麻痺側の骨盤を一方の手で固定し、他方の手で足趾を把持して足部をコントロールする

注意点：下肢の全体的な伸展が急激に生じないように、小さな歩幅で膝関節を屈曲させて足を後方に動かす。

キューイング：「立った姿勢から、麻痺側の膝を軽く曲げた状態で足を後方へつきます」

「この時足首が内側に向かないように、足の裏全体で床につくように接地させてください」

「後ろに足を動かす時の速さはゆっくり行うことが重要です」



腰部脊柱管狭窄症

<歩行の特徴>

・間欠性跛行(表1・図29)

→血管性と神経性に大きく分類される。

→神経性間欠跛行では、前屈で症状が改善する姿勢性因子が陽性となることが多い。

→血管性跛行では、立位のみで症状が増強することはない。

・神経性間欠跛行

→歩行により出現する自覚症状と他覚所見から、馬尾型・神経根型、混合型の3群に大別できる。この神経性間欠跛行は姿勢要素が大きく関係する。

・姿勢による硬膜外圧の違い(図30)

→L4/5高位の硬膜外圧の変化を示しているが、仰臥位では低く、座位さらに立位で上昇している。特に後屈で圧は著名に上昇し、前屈で減少する。

表1 間欠性跛行の鑑別

	血管性	神経性		
		脊髓型	馬尾型	神経根型
原因	下肢筋肉への血流障害	脊髄への血行障害	腰部脊柱管狭窄	腰椎椎間孔の狭小
主な原因疾患	閉塞性動脈硬化症 閉塞性血栓性血管炎	脊髄動静脈奇形 脊髄動脈硬化症	変形性脊椎症 変性すべり症	変形性脊椎症 分離すべり症
症状	下肢筋肉痛、冷感	下肢脱力、絞扼感	下肢異常感覚、しびれ 間欠陰部症状 sensory march	臀部や下肢疼痛、しびれ
理学所見	動脈拍動触知困難	下肢錐体路徴候	多神経根症状 アキレス腱反射低下	単神経根症状
その他	姿勢に無関係 動脈造影	姿勢に無関係 疼痛なし	腰椎後屈位で出やすい	選択的神経根ブロック



図29：間欠性跛行(日本脊椎脊髄病学会 HP より抜粋)

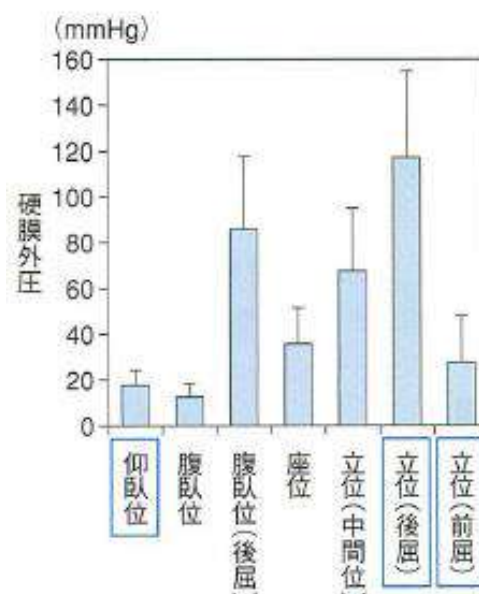


図30：姿勢による硬膜外圧の違い

<評価>

・ 脊柱アライメント評価(図 31)

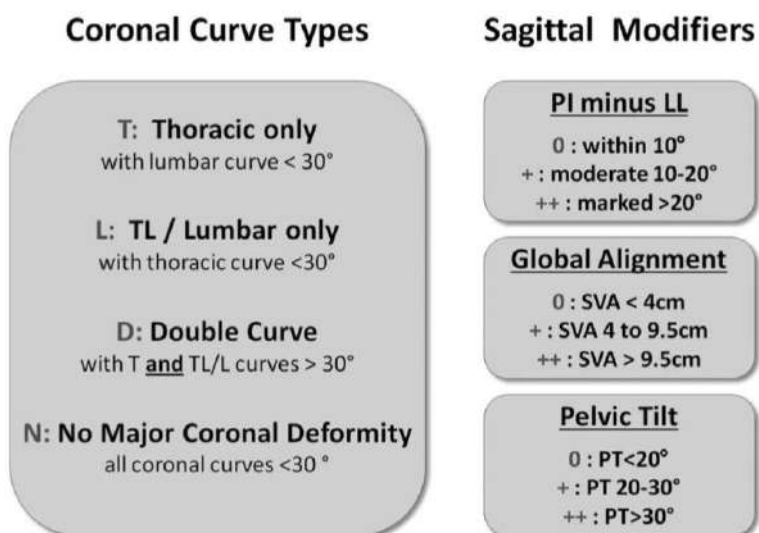


図 31：脊柱アライメント評価

・ 脊柱矢状面アライメント

脊柱矢状面アライメントを評価するための指標としては Scoliosis Research Society Schwab adult spinal deformity 分類 (SRS- Schwab 分類) の sagittal modifier が一般的に用いられる。それは患者固有の骨盤形態の指標としての pelvic incidence (PI)。PI に適合する腰椎前弯角 (lumbar lordosis, LL) の指標として PI-LL。C7 から仙骨までの脊柱アライメントの指標としての sagittal vertical axis (SVA)、骨盤後傾の指標である pelvic tilt (PT) である。

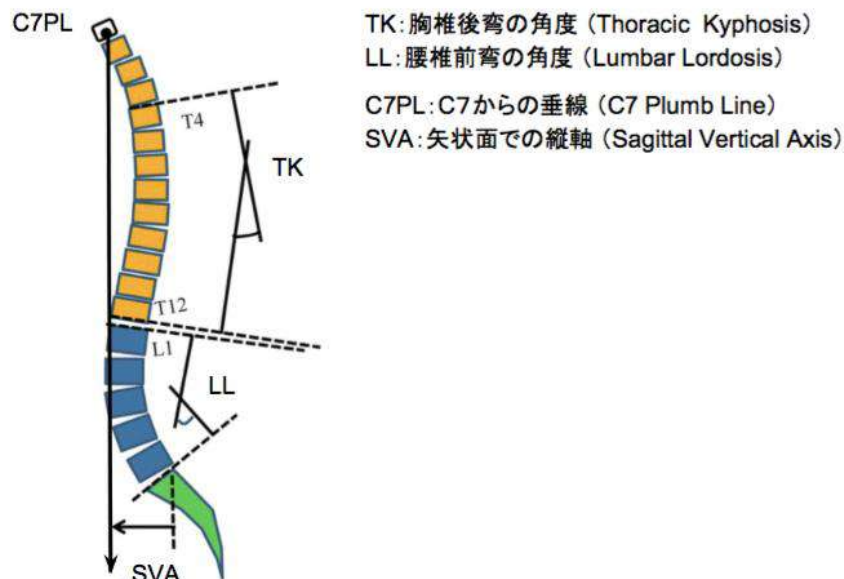
SRS- Schwab 分類では $PI-LL \geq 10$ 度、 $SVA \geq 4\text{cm}$ 、 $PT \geq 20$ 度が脊柱後弯と定義され、矢状面評価や手術加療における治療指標とされている。



LL (lumbar lordosis)

L1 上縁のラインと S1 上縁のラインのなす角。

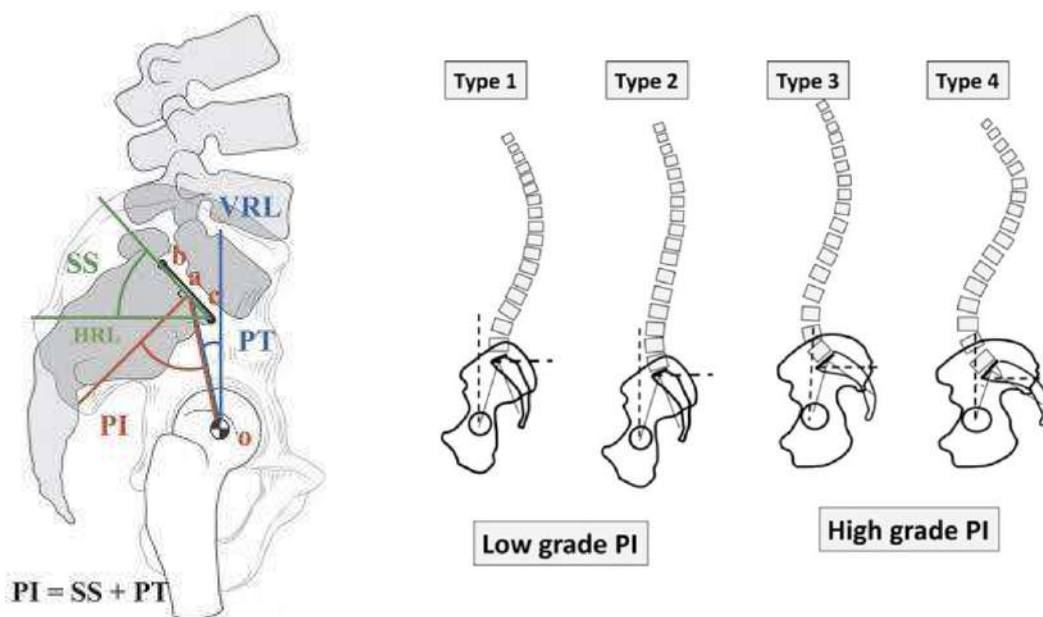
個人の理想的な腰椎前弯・LL は患者固有の PI (pelvic incidence) を元に算出する。



PI

骨盤を基準とした仙骨の傾き。姿勢に左右されず個人の固有値。

大腿骨頭から引いた地面に対する垂線 (VRL) と線分 oa のなす角。



PI-LL

腰椎後弯症の指標となり 10 度以上が後弯と定義される。腰椎後弯症矯正手術における矯正目標の簡便な指標となる。しかし、腰椎後弯症に多い低 PI (いわゆる骨盤後傾) で上位腰椎ですでに後弯となっている患者 (Roussouly 分類のタイプ I) や、胸腰椎移行部における椎体骨折に伴う後弯症の評価には適さない。LL が減少することにより PI-LL が増加すると体幹は前傾位となり腰痛が生じる。

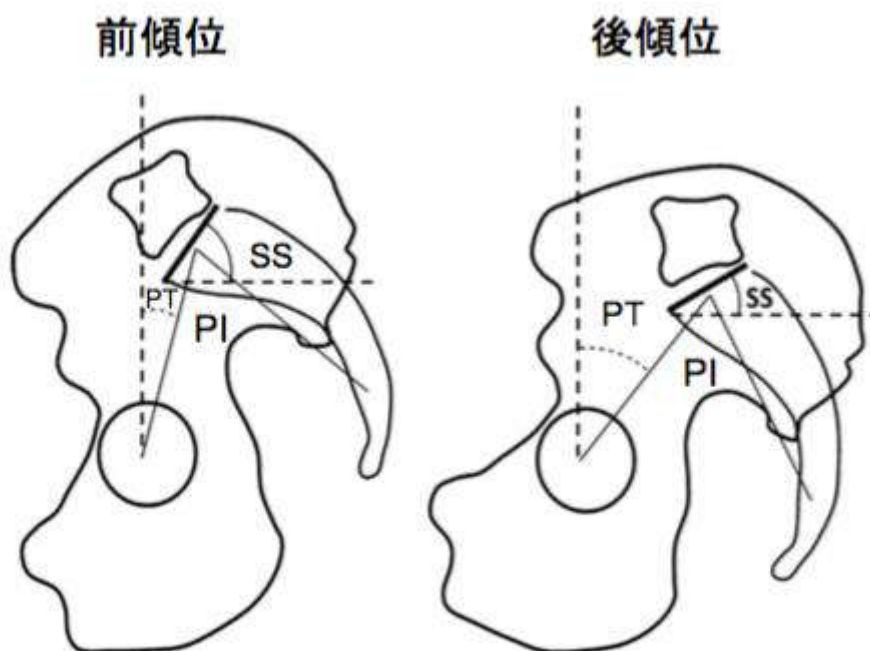
PT

骨盤後傾の指標であり、股関節の過伸展、膝関節屈曲、足関節底屈により増大する。

脊柱後弯変形による全身重心の前方化に対して、患者は PT を増加させて代償する。逆に PT の増加は、股関節以下の下肢関節による代償が必要な脊柱後弯変形の存在を示唆する。脊柱後弯変形の矯正手術においては代償のない脊柱矢状面アライメント、つまり PT の正常化が目標とされる。SRS- Schwab 分類 sagittal modifier では、PT は 20 度未満が健常とされているが、健常者による検討において PI と PT は相関しており、PT の正常値は PI により異なることに注意が必要である。

SS (sacral slope)

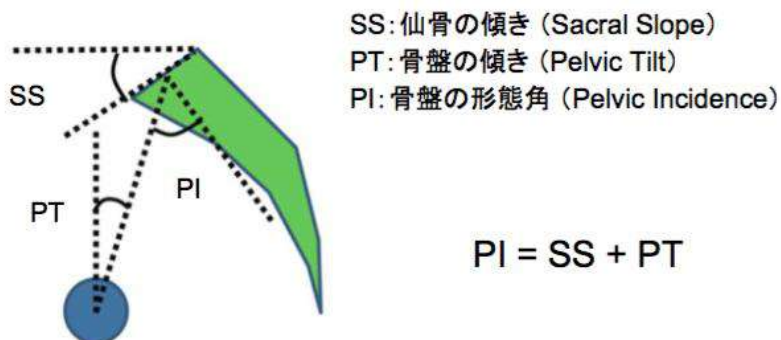
地面に対しての仙骨上縁の傾き



$$PI = SS + PT$$

脊柱後弯変形による重心の前方化に対して PT を増加させて代償する。

PI が増加すると PT が増加する。股関節の過伸展、膝関節屈曲、足関節底屈で増加。



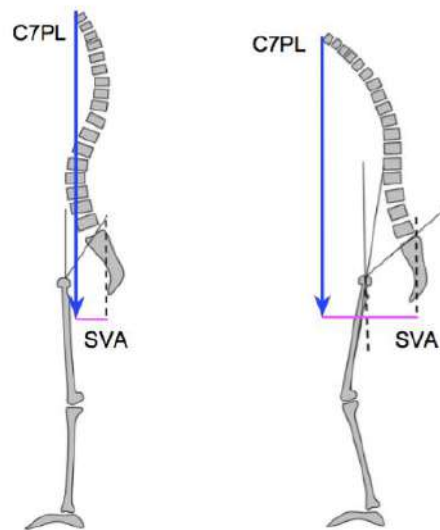
SVA

C7 から仙骨までの矢状面アライメントの指標であり、PI-LL では表れない胸椎後弯なども SVA 増加として表れる。

変形部位以外の脊柱や下肢による代償により同一患者でも変化するため、global tilt や T1 pelvic angle など姿勢の影響を受けにくい脊柱骨盤アライメントの指標が開発されている。

SVA の増加は後弯変形により脊柱の直立姿勢保持機能が障害されていることを表すが、それが腰痛の原因となることが近年よく知られるようになってきた。そのメカニズムについてはいまだ不明なことも多いが、背筋や殿筋などの筋由来の腰痛と考えられている。

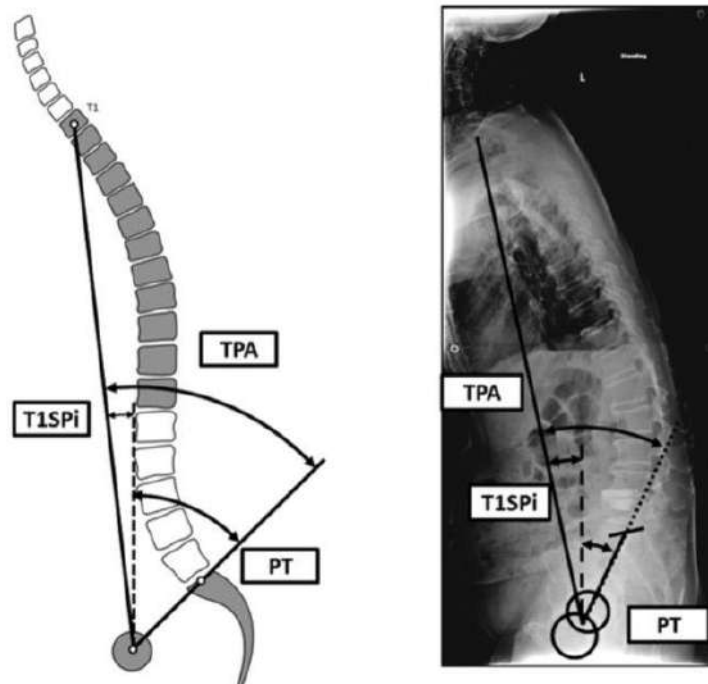
骨盤後傾（PI 増加）により SVA 低値となっている患者では、重心線が仙骨に近づくため腰痛は少ないことが多い。



TPA (T1 pelvic angle)

脊椎全体の矢状面バランスと PT（骨盤後傾）を同時に評価。

T1 椎体中央から大腿骨頭を結んだ線と PT がなす角。



・脊椎-骨盤アライメント制御機能評価

目的：腰椎前弯、骨盤前傾に作用する腸腰筋や多裂筋、拮抗する腹筋群や殿筋群が適切に機能しているか評価

方法：座位で、骨盤前傾後傾中間位にて適切な腰椎前弯を保持した座位をとる。

股関節屈曲に抵抗を加え腸腰筋の求心性収縮を促す。代償動作なくできるのであれば、腸腰筋の遠心性収縮、求心性と遠心性収縮の繰り返しの抵抗でも評価する。

キューイング

- 1「腰を丸めたり、反らしたりせずに、抵抗に負けないように太ももを上げてください」
- 2「腰を丸めたり、反らしたりせずに、抵抗に負けないように太ももをゆっくり下ろしてください」
- 3「腰を丸めたり、反らしたりせずに、抵抗に負けないように太ももを上げ下ろししてください」



開始肢位



正常



代償動作

<https://youtu.be/VOWpZKoDp54>

①腰椎後弯、骨盤後傾が出現する場合

腸腰筋や多裂筋による脊柱-骨盤アライメントの制御機能の低下が疑われる。

②腰椎前弯の増強、骨盤前傾が出現する場合

腹筋群や殿筋群の機能不全を疑う。



代償①腰椎後弯、骨盤後傾

<https://youtu.be/ItFc8maVZto>



代償②腰椎前弯、骨盤前傾

<https://youtu.be/dP-Nodx29ME>

<運動療法>

- ・運動療法で、腰椎前屈位のみを推奨すると、同一の姿勢保持となり、筋・靱帯等の軟部組織の拘縮をきたす。その結果として、不良姿勢の惹起、運動効率の低下、不要な活動エネルギーをもたらす。短時間のストレッチングとしての腰椎後屈も取り入れることも重要。
- ・立位における姿勢制御では身体重心が存在する骨盤での操作が望ましい。
- ・立位で体幹前面筋（腹筋群）を活性化出来ていない場合が多い。この場合、体幹背側のローカル筋群も活性化出来ていないと考える。
- ・姿勢、動作へのアプローチを行う前にローカル筋群の活性化をはかるエクササイズを行うことが望ましい。

・ストレッチング

①腸腰筋のストレッチ

目的：腸腰筋の柔軟性改善

方法：背臥位にて、一側股関節をベッドから下ろし、対側股関節を屈曲させる。

注意点：対側股関節を屈曲位にて行う



②恥骨筋のリラクセーション

目的：恥骨筋の筋緊張抑制

方法：背臥位にて、一方の手で骨盤を固定し、他方の手で股関節を外転させる。



③背筋群のストレッチ

目的：背筋群の柔軟性改善

方法：背臥位にて、股関節・膝関節屈曲位にて膝を抱える。



・腹筋の強化

目的：腹筋群の筋力増強

注意点：B→腰が床面から浮かないようにする。

キューイング：A→「腰の下に手を入れて、背中全体で手を押し付けるようにお腹に力を入れてください」

B→「腰の下に手を入れたまま、両膝を曲げた状態で両足を挙げてください。」

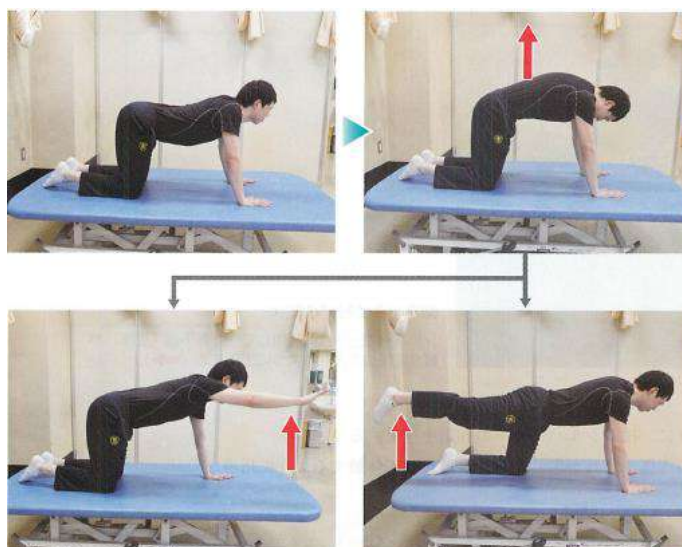


・体幹強化

目的：背筋群の筋力増強

注意点：腰椎過前弯とならないように行う。

キューイング：「四つ這いになってください。腰を丸めるように動かしてください。腰を反らないようにして片手を上に上げてください。次に。片脚を上げてください。」



https://youtu.be/Xw-LT_m0_WY



変形性股関節症

<歩行の特徴>

Trendelenburg 歩行と Duchenne 歩行

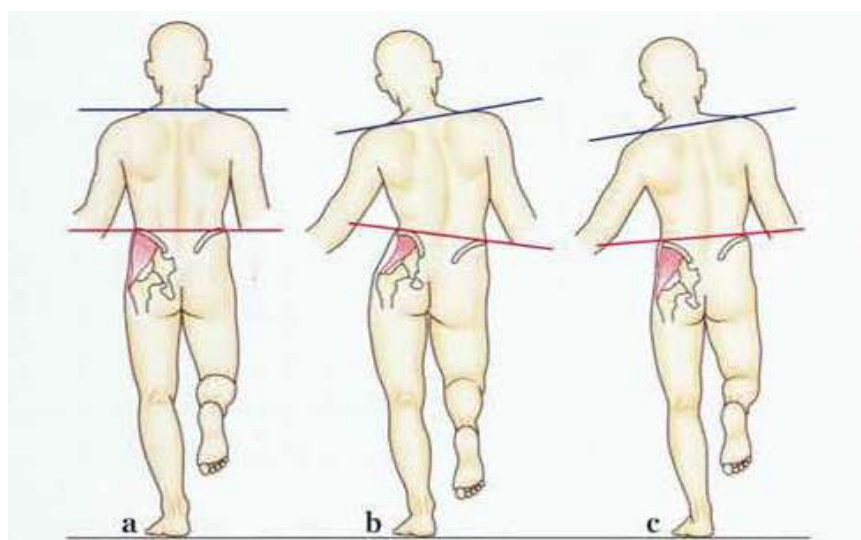
a. 正常：片脚で起立した時、股関節外転筋の力で骨盤は水平もしくは遊脚側の骨盤が少し上がって、体幹は垂直となる。

b. Trendelenburg 歩行：

股関節脱臼や外転筋力不全があると、遊脚側の骨盤が沈下する。体幹を立脚側に傾けることによりバランスを保つ。歩行時には肩が立脚側に揺れる。

c. Duchenne 歩行：

骨盤沈下なしに体幹が立脚側に揺れることがある。体幹の重心を立脚側股関節直上に移動させて、股関節に加わる合力を軽減させる生体反応である。股関節痛の患者によく見られる症状であるが、骨盤の沈下の有無を判定できないことも多い。



・逃避性跛行



- ・疼痛側の下肢の荷重による痛みを回避しようとして立脚相を短くし、反対側下肢をはやく接地する。
- ・左右の歩幅が異なり、健側の上肢が外転し歩行時の左右バランスをとる

・墜落性跛行



- ・軟性墜下性跛行：先天性股関節脱臼などで荷重時骨頭が殿筋内を上方に移動することで生じる。
- ・硬性墜下性跛行：脚長不同が有る場合、短縮側の骨盤を下降させて歩行する。一般に脚短縮が 3cm 以内であれば異常歩行は目立たない。
- ・脚長差は成人では 3 cm 以上になると、短縮側の立脚時に骨盤下降、体幹側屈、尖足位となりやすい。

・歩行時の運動力学的異常

→術後の跛行の主な原因は股関節の外転筋力の低下であり、代表的なものとしてトレンデレンブルグ跛行とデュシェンヌ跛行がある。また、他にも歩行時のさまざまな運動力学的異常を認めることがある。

- ① 股関節屈曲および伸展可動域（push off 時）の減少
- ② 立脚期の外的な股関節モーメントの減少
- ③ Push off 時の股関節伸展の減少を代償した骨盤前傾の増大
- ④ 術側への荷重不足
- ⑤ 術側の片脚支持期の減少
- ⑥ 立脚期における体幹の術側への変位
- ⑦ 立脚期の股関節内転可動域の減少

→上記のような、股関節の可動域制限や筋出力の低下、術側への荷重不足、体幹の不安定性が歩行障害につながっている。

1) 股関節の可動域制限に伴う異常歩行

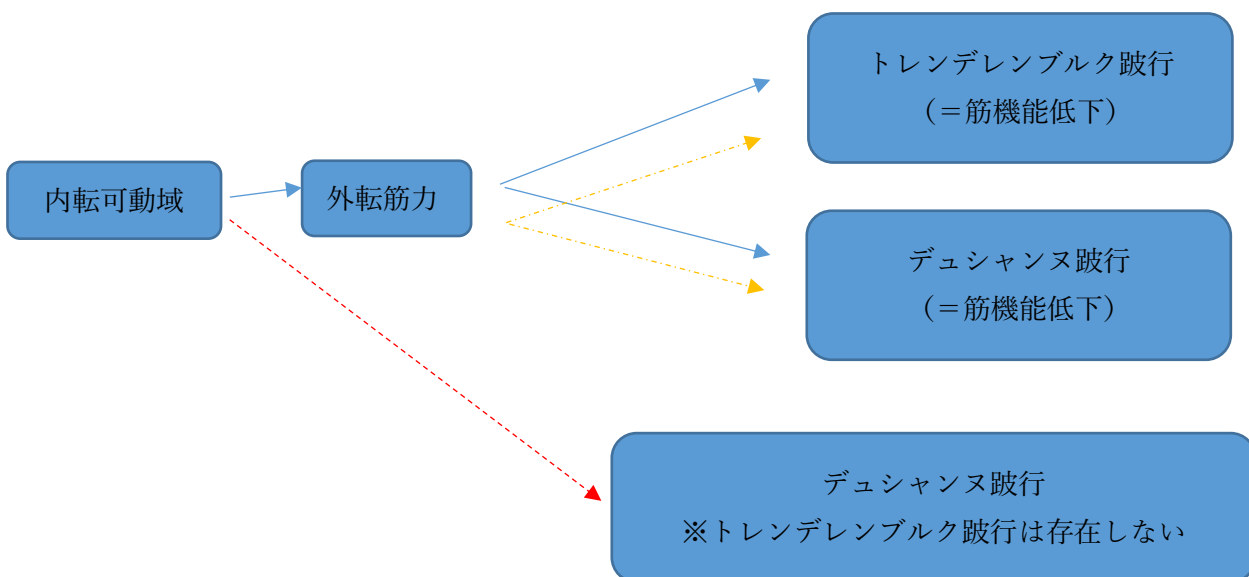
・内転制限

○デュシャンヌ歩行

股関節内転制限の場合は、立脚時に骨盤にみられる外方移動（股関節の内転）の制限を体幹の側屈で代償していると解釈できる。

一般にトレンドレンブルグ跛行は、股関節外転筋力の低下により生じる。しかし、筋力に問題がないにもかかわらず、跛行が見られるなど、実際の現象との間に不一致を感じることもある。

したがって、内転角度制限がある場合、トレンドレンブルグ跛行は出現せず、必ずデュシャンヌ跛行となる。



- ・ 伸展制限

- 伸展制限でみられる跛行

股関節屈曲拘縮では、骨盤の前後方向への動揺が大きくなり、歩幅は減少する。

立脚終期には骨盤前傾、腰椎前弯、体幹の前傾が、遊脚相の後期には骨盤後傾、腰椎の後弯、体幹の後傾が生じる。さらに、立脚終期から遊脚相には、骨盤や反対側の股関節の回旋を過剰に利用して推進する代償運動が認められる。

- 伸展制限の原因

股関節屈曲軸の前方を走行する組織は全て伸展制限の原因となるが、臨床では腸腰筋、恥骨筋が問題となることが多い。立脚終期には、股関節伸展に加え内旋位（close - packed position）となることから、関節内圧の上昇や関節包靱帯の伸張性の低下も伸展制限の原因となる。

- ・ 外転制限

股関節内転拘縮では、骨盤側方傾斜により拘縮側下肢に見かけ上の短縮を生じる。

拘縮側の立脚相は構造的脚長差の短縮側と類似したつま先歩きとなる。

<評価>

・脚長差の評価

→棘果長で測定する。ただし基本肢位で体幹と骨盤の正常なアライメント、股関節屈伸・内外転の中間位をとれることが前提となる。

※転子果長は、骨盤の上方変位などがある可能性があり有効ではない。

・バランス評価（FRT・3 mTUG など）

・歩行評価（トレンドレンブルグ徴候、デュシェンヌ徴候の有無など）

・ADL 評価（床からの立ち上がり動作、靴下着脱動作、爪切り動作など）

・片脚立位の評価

トレンドレンブルグ徴候（片脚立位）

<https://youtu.be/8ylJfxk7W9s>



<意義>

- ・トレンドレンブルグ徴候（Trendelenburg sign）は片脚立位をとらせた際に、非挙上側の股関節外転筋の筋力低下によって挙上側の骨盤が下制してくるかを調べる検査

<基本肢位>

- ・立位

<検査方法>

- ・被検者に一侧下肢の挙上をしてもらい、片脚立位をとらせる。

<判定基準>

- ・陽性：下肢挙上側の骨盤下制が認められた場合

<適応>

- ・股関節外転筋群の機能不全

<注意点>

- ・股関節外転筋群の機能不全を代償するため、下肢挙上と反対側への体幹側屈が過剰に出現するデュシェンヌ（Duchenne）徴候を認めることがある。



図 26 片脚立位における骨盤と体幹の変化

- ・姿勢、アライメント評価（背臥位・座位・立位・片脚立位）※各関節の位置や骨盤の傾きなど骨盤の機能評価
骨盤の機能評価

<https://youtu.be/DpdKWmE5-D0>



<意義>

- ・多裂筋、腸腰筋を徒手的に操作して、骨盤前傾位になれるかどうかの検査

<基本肢位>

- ・座位

<検査方法>

- ・座位の状態から、骨盤の前傾を指示しアライメントを矢状面から評価する
→ASIS,PSIS の高さをチェック

<判定基準>

- ・骨盤前傾位をとれているかどうか。

※とれていなければ、股関節または腰椎の可動性低下

<適応>

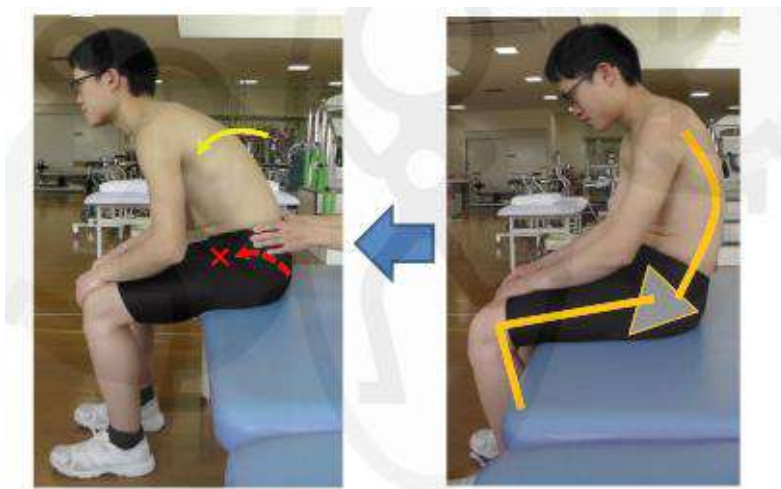
- ・多裂筋または腸腰筋の機能不全

<注意点>

- ・筋の徒手補助操作を行っても腰椎が前弯した骨盤前傾位にならない。
- ・腰椎の屈曲での代償



×



<運動療法>

- ・筋力トレーニング

「股関節外転」

目的：股関節の動きと中殿筋の収縮を獲得させる

収縮形態：求心性収縮 回数：10回×2～3セット

<立ち位置>

- ・PTは患者骨盤の背面に立つ

<触診>

- ・動作側の腸骨稜と中殿筋を触知する：○

<注意点>

- ・開始肢位では上部肩峰-大転子-外果ラインが一直線になる側臥位を取らせる
- ・骨盤挙上、回旋の代償動作に注意する
- ・腰椎前弯、股関節屈曲による外転動作を行わせない
- ・股関節外旋、足尖部からの外転動作は代償の為、注意する

<キューイング>

- ・「横向きで下の肘と膝は曲げ、上の脚は伸ばします」
- ・「骨盤は動かさずに踵から天井に向かって脚を持ち上げましょう」(→)
- ・「この時、脚が前や後ろに行ったり、腰は反らないようにしましょう」(|)

<https://youtu.be/Agncrw6pwzI>



<https://youtu.be/hJhhKR-hqko>



前額面

開始肢位



運動肢位



矢状面

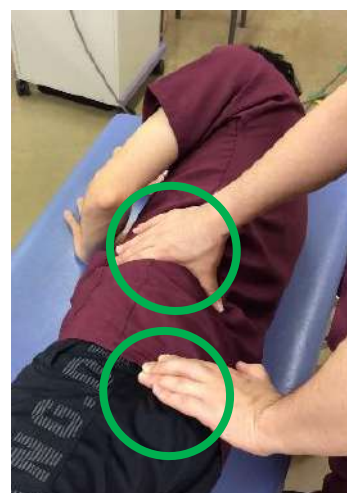
開始肢位



運動肢位



<触診>



・ kneeling（膝立ち位での骨盤シフト）

<https://youtu.be/HIYW4s50rLs>

目的：股関節の協調的な収縮の獲得、支持脚の安定化

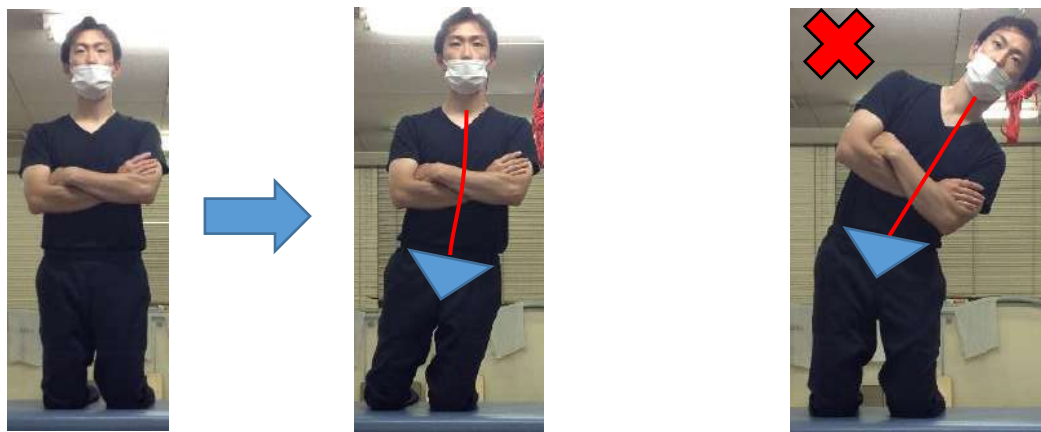
効果：Kneeling では足関節戦略（ankle strategy）が使用できないため、股関節の協調的な収縮を促すことができる

肢位：膝立ち位

キューイング：

「膝立ちになった状態から術側（図では左側）に体重をかけていきましょう。この時、体が傾いたりしないようにしましょう。」

注意点：股関節屈曲や骨盤回旋、体幹側屈などの代償動作に注意する



・ Kneeling からの half kneeling

目的：支持脚の安定化

<https://youtu.be/HWWoURrgqHc>

肢位：膝立ち位

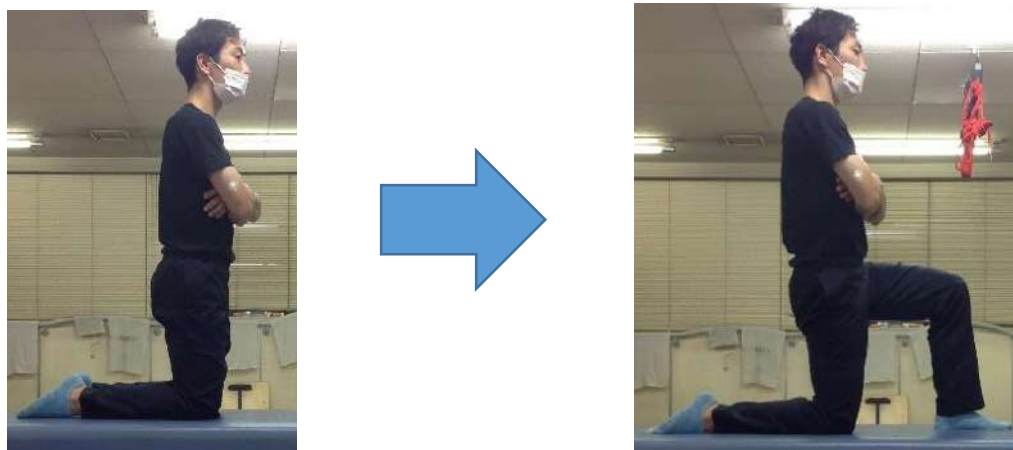
効果：kneeling からの half kneeling に肢位を変えるトレーニングを行い、さらに支持脚の安定化を図る

キューイング：

「膝立ちの状態から左脚（非術側）を一步前に出しましょう。この時、お尻が引いてきたり体が傾かないようにしましょう。」

注意点：股関節屈曲・骨盤回旋、体幹側屈などの代償動作に注意する

kneeling で荷重コントロールが行えるようになったら行う



・片脚立位での股関節外転位運動

目的：立脚中期での中殿筋収縮（遠心性収縮）の促し

肢位：立位

キューイング：

「台の上で片脚立ちになります。この状態で、体が傾かないようにして浮いている脚を外に開いていきましょう。」

術側、健側ともに行い、外転運動の速さを変化させて支持脚の安定化を図る

注意点：骨盤の挙上が起こらず体幹の側屈による代償が生じないようにする健側の骨盤が下制しないように、患側中殿筋の遠心性収縮を促す

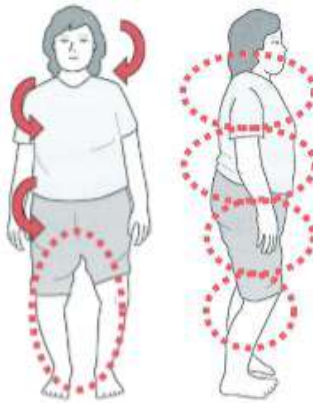
https://youtu.be/34H6PO3_rO0



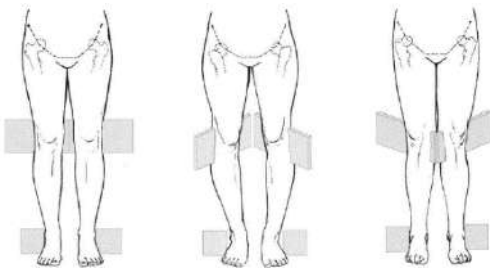
変形性膝関節症

<姿勢の特徴>

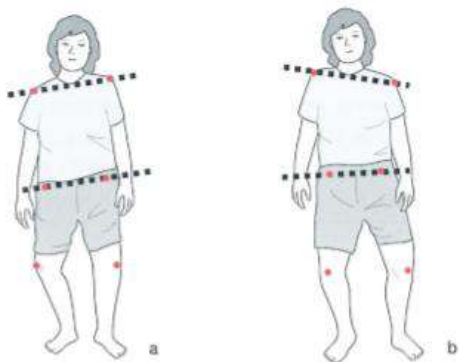
- ・ 関節可動域制限を把握し、動作との関連性を予測する。
- 膝関節の屈曲、伸展制限、特に運動時痛による制限が多い。
- 時に股関節伸展、足関節背屈、外反制限をきたす。
- 痛みをともないながら、隣接の関節の可動域にも影響する。
- ・ 姿勢、動作における左右の非対称性
- ・ 〃 前後の異常



- ・ 頭部、体幹、骨盤の傾きの有無をみる。
- ・ 膝の変形の有無を有無をみる。
- ・ 胸椎部、腰椎部の彎曲異常の有無をみる。
- ・ 股関節、膝関節の伸展状態の有無をみる。



- ・ 左→通常姿勢
- ・ 中央→下肢が後外側へ反張を呈しており、大腿は内旋、足部は回内。膝関節軸は前額面に対して内方に向いている。
- ・ 右→外反膝を呈しており、大腿は外旋、足部は回外。膝関節軸は前額面に対して外方に向いている。



前額面

左→痛みの強い膝側に(右側)に骨盤、体幹が傾き、頭部が反対側に傾きやすい。

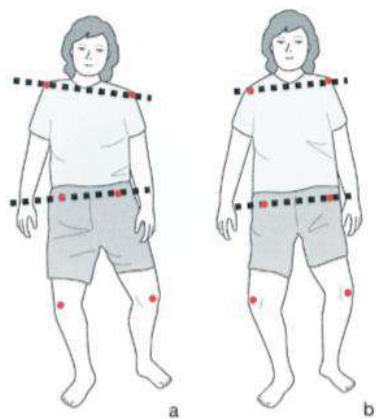
右→痛みの強い膝側(左側)に骨盤が傾き、体幹、頭部が反対側に傾きやすい。



矢状面

- ・ 胸椎部に後弯の増大(円背)と腰椎部の前彎を認めやすい。
- ・ 股関節や膝関節の伸展制限を認めやすい。

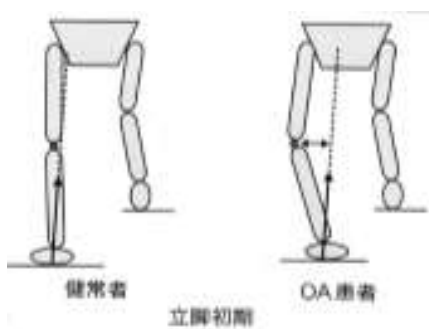
<歩行の特徴>



前額面

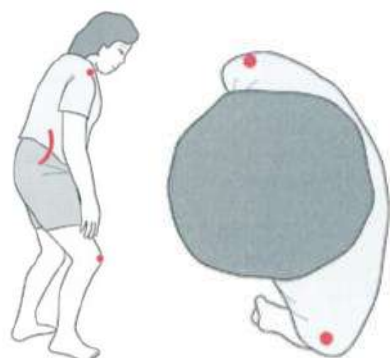
左→踵接地から立脚中期に痛みの強い膝側(右側)に骨盤が傾き、体幹、頭部は反対側に傾きやすい。

右→痛みが軽度な症例では痛みが強い膝側に骨盤、体幹が傾きやすい。



・ lateral thrust と膝関節モーメントアーム

歩行立脚期に膝関節を外側へ配列させ、下肢の内反アライメントを構築する。膝関節の外側配列は前額面のモーメントアームを長くするため、膝関節の内反ストレスが増大する。



矢状面(左図)

・ 重心が後方に位置しやすく、腰椎の前彎が増強しやすい。

水平面(右図)

・ 体幹、骨盤の回旋は少なく一体化した回旋が起こりやすい。

<評価>

①静的アライメント

・下腿アライメント（背臥位）



膝伸展位：大腿骨内・外側上顆の位置に対する脛骨内側顆、腓骨頭の位置関係

膝屈曲位：大腿骨内・外側上顆に対する脛骨粗面の位置関係

→大腿に対する下腿アライメント（内/外反、内/外旋）を把握する。

下腿外旋：

- 1.下腿外側の後方変位 → 腸脛靱帯、外側ハムストリングス、外側広筋の柔軟性↓
- 2.下腿内側の前方変位 → 腓腹筋内側頭-半腱様筋の滑走性↓、半膜様筋の柔軟性↓

・膝関節内外反（背臥位）

大腿骨内・外側上顆の位置と脛骨内側上顆と腓骨頭の位置関係で評価する。異常歩行の定着によるマルアライメントの固定化によって、内反アライメントを呈していることが多い。

・膝蓋骨（背臥位）

矢状面	上方/下方変位、前/後傾
水平面	内/外旋、内方/外方変位
前額面	膝蓋骨下端の向きで外反/内反回旋

②動的アライメント

【片脚スクワット】

矢状面上：体幹・骨盤前傾が出ているか、腰椎伸展が出ていないか。

前額面上：体幹の支持脚への側屈、骨盤傾斜・回旋が出ていないか、knee-in していないか足関節外反していないかに注意する。前額面上での骨盤傾斜角度が大きくなるほど、骨盤回旋で代償する傾向がみられる。

制限因子：足関節背屈や股関節屈曲可動域制限、体幹機能低下（多裂筋、腹斜筋、腹横筋）、股関節周囲筋、内側広筋の筋力低下

体幹を前傾させる筋（大腿直筋や腸腰筋、脊柱起立筋）とインナーユニットがバランスよく機能しているか。



[正常]



[異常]



<https://youtu.be/LZoJKFdLiM8>



<https://youtu.be/To95UZ75xgA>



<https://youtu.be/RqchpWAKY4Y>



<https://youtu.be/fukYIM5pVZc>



<運動療法の注意点>

・単関節筋と多関節筋の関係性

姿勢異常を有する多くの原因は、単関節筋が機能不全を起こし多関節筋が過剰に機能しているということが挙げられる。これは単関節筋を強化しようとしても、代償動作等で多関節筋を過剰に強める結果に陥りやすいという背景がある。これを繰り返してしまうと、いつまでも多関節優位から脱却できず、単関節筋の機能不全がより強まるものである。

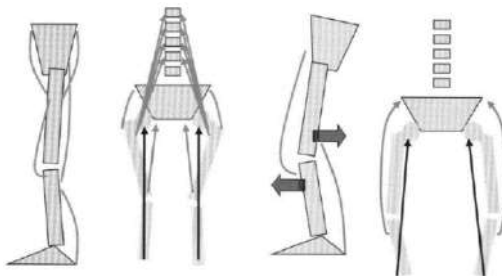


図 27 単関節筋優位と多関節筋優位での立位姿勢の比較

<運動療法>

「内側広筋 ex」

<https://youtu.be/Sp7xKdMTUj8>

目的：単関節筋としての内側広筋の筋力増強を目的とする

収縮形態：等尺性収縮 10sec 保持×10 回 2 セット 求心性収縮 20 回×2～3 セット

<立ち位置>

- ・PT は患者動作側の大腿部に対面するように位置する

<触診>

- ・内側広筋の収縮を触知する：○

<注意点>

- ・開始肢位では、骨盤前傾させない
- ・股関節中間位～内旋位の代償動作に注意する
- ・屈曲外転方向への股関節屈曲動作は代償動作のため注意する
- ・等尺性収縮では股関節屈曲角度は掌一枚程度とする
- ・求心性収縮では下肢挙上させたまま、反覆させる

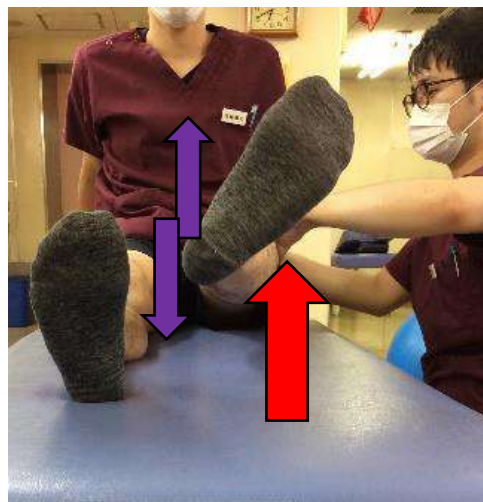
<キューイング>

- ・「ベッドの上で両膝を伸ばした状態で両手を後ろに肘を伸ばした状態で付きます。この時、動かす方のつま先は外側に向けます」()
- ・「膝を伸ばしたまま、踵を掌一枚分浮かせてその位置で 10 秒保持します」(等尺性収縮) ()
- ・「膝を伸ばしたまま、踵を掌一枚分浮かせた位置から少し脚を上げ下げします」(求心性収縮) ()

開始肢位



運動肢位



<触診>



・壁押しスクワット

目的：骨盤中間位の保持

方法：母趾球から壁を押すように意識し、寛骨前傾/水平位・下腿前傾位を保持する訓練。保持できるようになったら壁を押しながらスクワットを行う。

注意点：knee-in、体幹側屈、骨盤回旋しない

https://youtu.be/d4_cKCrJab0

キューイング：

「片方の肘を壁につけたまま、片脚スクワットの姿勢をとります」

「足の親指から壁を押すように意識しながら姿勢をキープします」

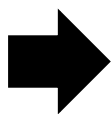
「この時、膝が内側に入らない、身体が左右に傾かないようにします」



足部疾患

<歩行の特徴>

- ・足関節捻挫



- ・疼痛側の下肢の荷重による痛みを回避しようとして立脚相を短くし、反対側下肢をはやく接地する。
- ・左右の歩幅が異なり、健側の上肢が外転し歩行時の左右バランスをとる

過度な足関節背屈モーメントにより、MS tにて COP 後方位や下腿遠位の後方位荷重。TS tにて足関節内反位での蹴り出し、COP 後方位、後半相の股関節伸展不足



過度な足関節外反モーメントにより、MS tにて COP 外方位、後方位、内反位荷重。TS tにて COP 外方位、COP 前方位、蹴り出しの内反位荷重



- ・扁平足や有痛性外脛骨

過度な足関節内反モーメントにより、MS t にて COP 内方位、COP 後方位、外反位荷重。TS t にて COP 内方位、COP 前方位、蹴り出しの外反位荷重



<歩行に重要な足部機能>

- ・足のアーチ構造(図 37)

AC：内側縦アーチ BC：外側縦アーチ

AB：横アーチ

→リスフラン関節レベルでは荷重をしても横アーチは骨性に保たれるが、中足骨頭レベルではアーチは消失する。

- ・舟状骨は足内側縦アーチの中央に位置し、足アーチのキーストーンと呼ばれている。したがって、ここにかかる負荷は大きく、運動負荷に対応できず障害を生じやすいと考えられる(図 38)。

- ・ウィンドラス機構(図 39)

→足趾が背屈することにより、足底腱膜が牽引され、縦アーチは上昇する。



図 37 足のアーチ

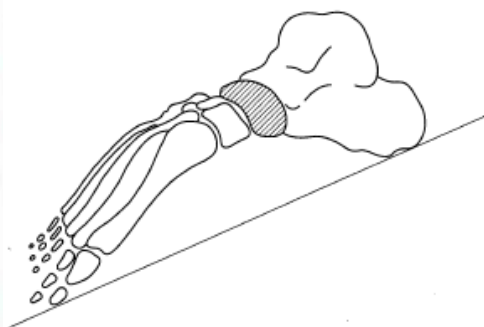


図 38 キーストーン

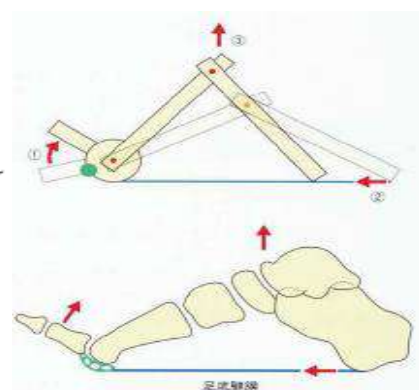
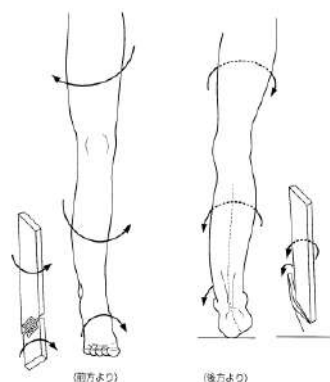


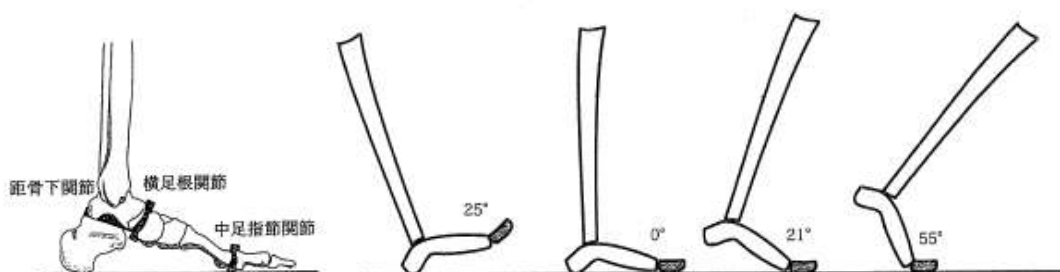
図 39 ウィンドラス機構

・歩行中の動的アライメント



歩行の立脚中期に下腿が内旋するが、そのとき足部は回内し、踵部は外反、足アーチは低下する。立脚後期から遊脚期には、逆に下腿は外旋し足部は回外し、踵部は内反、足アーチは拳上される。

- ① 距骨下関節 → 距骨下の動きは足部の他の関節の運動を修正する。
- ② 横足根関節 → 前足部接地の衝撃は吸収される。
- ③ 中足指節関節 → 5つの中足骨頭は前足部にわたり支持面を広くしている。さらに、基節骨は歩行の安定性を得るために、必要に応じて前足部の長さを調整する。



<評価>

・距腿関節

→距腿関節の適合性を評価し、不安定性の有無を確認する。

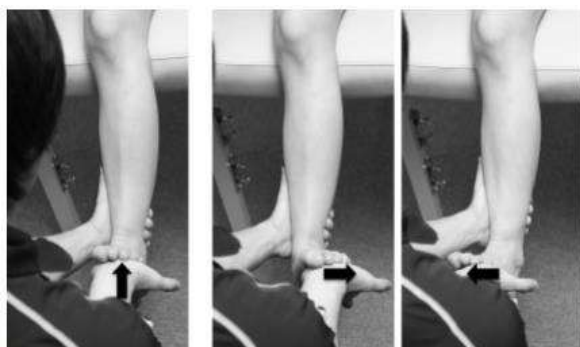


図 40 背屈位での安定性評価



図 41 距腿関節のアライメント異常と安定性



図 42 シャガみ込みによる knee-in toe-out 姿勢
→膝関節外反と足部の過度回内が強調される。

足関節と膝関節に疼痛を有する症例では足関節の背屈制限を有する場合が多い。

しゃがみ込み動作の評価

- ・前足部支持の場合、足底腱膜に対し過度の伸張ストレスが働き足底腱膜炎を助長する誘因となる。
- ・knee-in toe-out 姿勢による膝、足関節の過度の外反は後脛骨筋の過伸張による後脛骨筋炎、拇趾の外反ストレスにより外反拇趾の誘因となる。

・距骨下関節(Leg Heel angle:LHA)

方法：臥位で行う場合は、下腿を固定し、踵骨の回内外アライメントと回内可動性を評価。

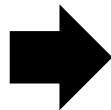
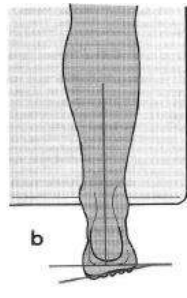
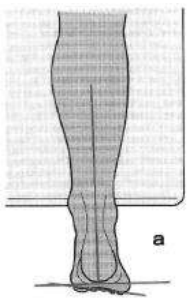
又は膝窩中央から踵骨上縁を結ぶ線を3等分した下1/3とアキレス腱中央を結ぶ線と踵骨中央から結んだ線のなす角度を測定する。

荷重位

非荷重位



・横足根関節



a. 前足部内反 b.前足部外反

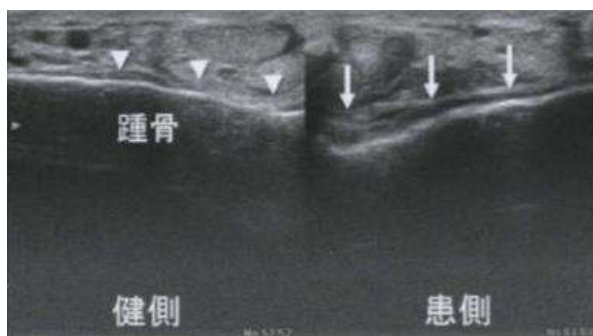
- ・可動性の評価
- ・内側の距舟関節と外側の踵立方関節の骨配列を捉える。
- ・立方骨の上下の偏位および前後の傾斜を捉える。

・内反ストレステスト

- 1) 踵骨内反（足関節中間位）→踵腓靭帯の検査
- 2) 前足部内反（足関節底屈位）→前距腓靭帯の検査

方法：足関節軽度底屈位とし、一方の手で下腿遠位部を固定し、他方の手で踵部を包み込むように把持し、足関節を内返する。

陽性：踵腓靭帯または前距腓靭帯部の疼痛の出現や、健側に比べ足部の動揺が大きくなる。



・外反ストレステスト（三角靭帯）

方法：足関節軽度底屈位とし、一方の手で下腿遠位部を固定し、他方の手で踵部を包み込むように把持し、足関節を外返する。

陽性：三角靭帯部の疼痛の出現や、健側に比べ足部の動揺が大きくなる。



荷重位での評価

方法：踵を浮かせず足関節を最大に背屈させ、膝が壁に接する位置で足尖から壁までの距離を測り左右差を比較するか、角度計を合わせて背屈角度を測定するかのどちらかで評価する。

注意点：足部の外転や膝の外反が生じないように注意。



その他(複合的な評価)

・足関節底屈位機能の評価

方法：片脚カーフレイズを行う。

ポイント：足関節を最大底屈した状態で、踵骨に対する下方へのストレスや中足部に対する回外方向へのストレスを加えて評価する。

A：踵骨に対する下方へのストレス

B：中足部に対する回外ストレス

○：底屈位を保持できている。中足部を回内させて母趾球荷重を維持できている。

×：底屈位を保持できない場合や母趾球荷重を維持できない場合は足関節底屈機能が正常でないと判断する。



<運動療法>

・荷重位でのエクササイズ

踵荷重スクワット

目的：殿筋群、大腿四頭筋(内側広筋・外側広筋)、前脛骨筋の促通

キューイング：「踵を床に押し付けながら、つま先がつかない限界まで、前方の足に体重をかけてください」



<https://youtu.be/J97NSPXy0s4>



バランストレーニング

- ・足部内側部荷重訓練 15回×2セット

方法：足部内側でセラバンドを踏み対側上肢でセラバンドを掴む、体幹は回旋しないようにし、肘を引いていく(↑)。

セラバンドの距離を変えることで負荷量を変更できる。

注意点

- ・knee in しないようにする(○)。
- ・足部は中間位 ⇒ 母趾球荷重を意識(○)
- ・体幹回旋しないようにする。

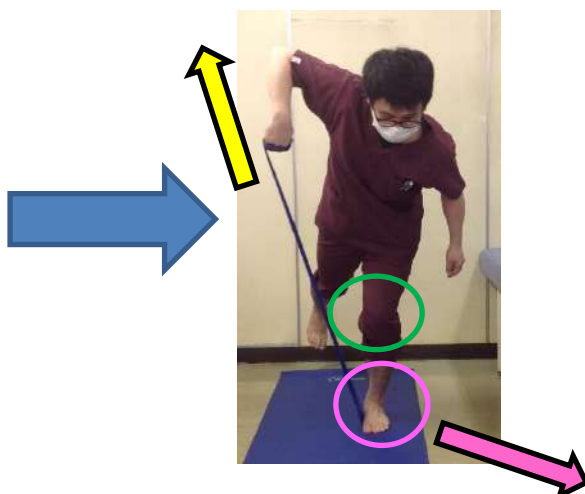
https://youtu.be/tec_LNTkB0o



<キューイング>

- ・捻挫した側の脚でセラバンドを母趾球で踏み、体を捻らないようにバランスを取りながら反対の手でゴムを引っ張ります。
- ・「この時、支えている膝が内側に入ったり、体が横に倒れないようにしましょう。」

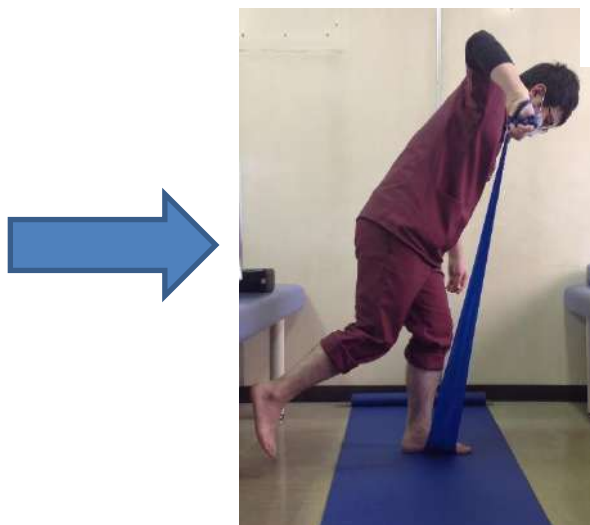
前方



母趾球荷重



側方



・タオル踏みスクワット 15回×2セット

方法：立方骨の下方に硬めに丸めたタオルを入れ、スクワット動作を行う。

注意点：母指球荷重を意識して行い、内外側縦アーチの上昇を促す。

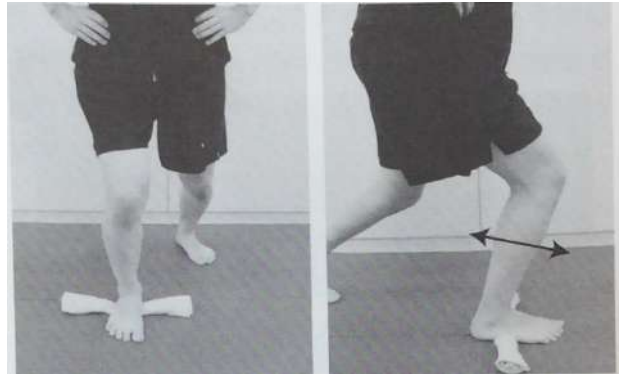
股関節内旋や骨盤の回旋が生じないように行う。

<https://youtu.be/csnLMnQcUN8>

<キューイング>

・脚を前後に開き、捻挫した側の脚の土踏まず辺りに丸めたタオルを入れ、母趾球に体重を乗せた状態でスクワット動作を行います。

・「この時、支えている膝が内側に入ったり、体が捻じれたり、横に倒れないようにしましょう。」



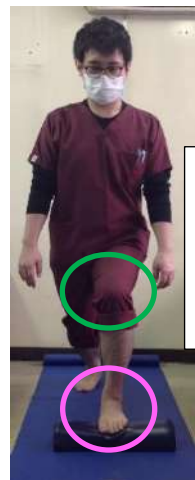
・応用 10回×2セット

方法：ハーフボールに前足部をのせ前方ランジを行う

注意点：踵部が前足部と同じ高さでランジ動作を行う。



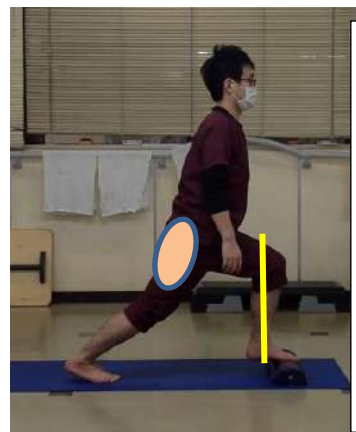
前方



- ・膝が knee-in しないように注意。
- ・母趾球荷重を意識する。



側方



- ・膝がつま先より前方に出ないように注意。
- ・殿筋を強く意識する。○ = 股関節求心位 = 大腿四頭筋を意識しすぎない

<その他(靴)>

視点を変えると、靴の機能性も効率の良い歩行には必要不可欠の物となる。靴には足部を的確な位置に固定することでアーチの低下を防ぐ効果もあり、姿勢への影響は大きい。楔状骨と立方骨を包み込むようにすると、結果的に内側縦アーチと横アーチの上昇につながる。



図 45 靴の役割とアーチの関係性

引用・参考文献

- 1) 中村隆一ら：基礎運動学,第 6 版,医歯薬出版株式会社,pp331-396,2010 年
- 2) 嶋田智明：筋骨格系キネシオロジー,第 1 版,医歯薬出版株式会社,pp547-593
- 3) 丸山仁司：ザ・歩行,第 1 版,有限会社 アイベック,pp61,2004 年
- 4) 鈴木貞興ら：下肢運動器疾患による姿勢異常に対する理学療法,理学療法 24 巻 1 号,pp231-241
- 5) 田中尚喜：履物・衣服と姿勢,理学療法 24 巻 1 号,pp30-37
- 6) 高井逸史ら：加齢による姿勢変化と姿勢制御,日本生理人類学会誌,Vol.6,No.2,2001 年 5 月,pp11-16
- 7) 隆島研吾：加齢による姿勢異常に対する理学療法,理学療法 24 巻 1 号,pp263-271
- 8) 木藤伸宏：姿勢異常と理学療法,理学療法 24 巻 1 号,pp179-187
- 9) 福井 勉：姿勢制御について,理学療法 - 臨床・研究・教育,2006,pp2-6
- 10) 月城 慶一 他：観察による歩行分析,第 1 版,医学書院, pp56-60
- 11) リハビリ memo 腰椎椎間板ヘルニアになりやすい脊椎・骨盤のアライメントとは？
- 12) 一人前の脊椎外科医を目指して 成人脊柱変形についてのまとめ