

# 下肢の荷重関節を力学的に考える ～まずは足元から～

橋本 雅至<sup>1)</sup>

1) 大阪河崎リハビリテーション大学理学療法学専攻

**キーワード:** 足部・関節弛緩性・運動連鎖

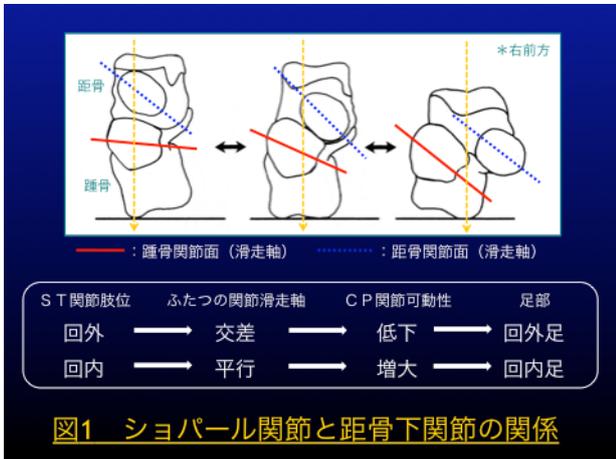
## はじめに

下肢荷重位での身体運動の際、下肢の各関節が協同して運動を行う。各関節の運動はタイミングを合わせてどのような肢位でどのように動くかは重要であるが、その運動の目的に合った機能を果たしているかも重要である。この機能は関節をまたいで力が伝達されることにより役割を果たす。この際、関節には適度の固定性が必要であり、柔軟(不安定)すぎると力が十分に伝達できず、目的を果たすことができない。この項では可動性に富み、かつ固定性も要求される下肢関節の中でも足部・足関節に着目して解説する。

## 足部・足関節と力の伝達

立位にて前足部に荷重し、床を押す運動は運動学で第2のテコの例をして紹介される。このテコの柄は剛性を有し、力を加えても変形せず、力を伝達することができ、テコの関係性が成立する。しかし、足部には多くの関節があり、それぞれに動きがある。柔軟性が高い関節では剛性が低く、力の伝達に不利になると考えられ、運動の効率性が下がる要因となる。

足部は、大きく前足、中足、後足部に分類される。それぞれの境にリスフラン関節とショパール関節があり、これらの関節は複数の関節から構成される。中でもショパール関節は後足部外反位で可動性が大きく、後足部(距骨下関節)の肢位により、その可動性(固定性)は影響を受ける<sup>1)</sup> (図1)。



## 関節弛緩性

動作と関係が深い滑膜関節は、主に靭帯と関節包により連結され、固有(静的)の安定機構を有する。動作の際は筋機能に加わり、さらに固定性を増す。靭帯や関節包などの結合組織はコラーゲン線維の組成や構造により、その伸張性が器官ごとに変わる。また個人差や性差もあり、これは個人ごとで関節固有の安定性に違いがあることを意味する。この関節の特徴を関節弛緩性(図2)として捉えて評価すると、関節の安定機能の様式が予測することができる。例えば、関節弛緩性が高い人は関節の固定性を高めて力を伝達する場面において、固有の関節安定機構(関節包、靭帯)に加えて動的安定機構(筋機能)の依存度が高まり、筋機能への過負荷が生じる。

テスト項目	判定	角度	テスト項目	判定	角度
1	左右		6		
2	左右		7		
3	左右	$\geq 15^\circ$	8	左右	$10^\circ \leq$
4	左右		9	左右	$45^\circ \geq$
5			10	左右	$5\text{cm} \geq$

- 1 母指の前腕掌側への接触(他動)
- 2 示・中・薬・小指がMP関節(手掌と指との間の関節)での背屈で前腕と平行になる(他動)
- 3 肘関節を伸展した時に $15^\circ$ 以上過伸展(反張)する(自動)
- 4 背部で左右の手指がとどく(一方は肩越しに、他方は下方から)、あるいは背部で合掌できる(自動)
- 5 両上肢を $90^\circ$ 前掌し内転した際に肘から遠位の前腕内側が接触する(自動)
- 6 立位体前屈にて手掌が床面に接地する(自動)
- 7 立位で下肢を外旋し両足部が $180^\circ$ 開く(自動)
- 8 立位で膝が $10^\circ$ 以上反張する(自動)
- 9 立位にて足関節の背屈が $45^\circ$ 以上(下腿と床面に接地した足部とのなす角が $45^\circ$ 以下)(自動)
- 10 仰臥位にて足関節を最大底屈した際の母趾と床の距離が5cm以下のもの(自動)
  - ・両側あるものは片側0.5ポイントとし全項目が可能なものは10ポイントとなる。
  - ・一般には男子で2~3ポイント、女子で3~4ポイントである。

図2 全身性関節弛緩性テスト<sup>2)</sup>

## 足部機能と床反力(外力)

足部は足底腱膜と足部アーチとの関係からトラス機構やウィンドラス機構を有する。トラス機構は足部アーチの特徴である衝撃吸収の働きであり、ウィンドラス機構は前足部で床を押して床反力を得る際に足部の剛性を高めるように働く。

しかし、この足底腱膜も結合組織であり、その伸張性は関節弛緩性と同様に個人差が認められる。特にウィンドラス機構

では踵骨に伝わった力を前足部(母趾球, 小趾球)に伝達する際に重要な働きであるが, 足底腱膜の伸張性が高いと力の伝達は減少し, 床を押して十分な床反力を得ることができない。このときの床反力は動作時の体重支持力と推進力(減速力)であり, 動作全体に影響を及ぼすこととなる。

### 身体重心と足部の関係

足部の剛性が低く, 前足部での荷重が十分でないと, 身体重心は本来の位置(骨盤内の仙骨の少し前)より後方に変位させて姿勢を保持することになる(図3)。

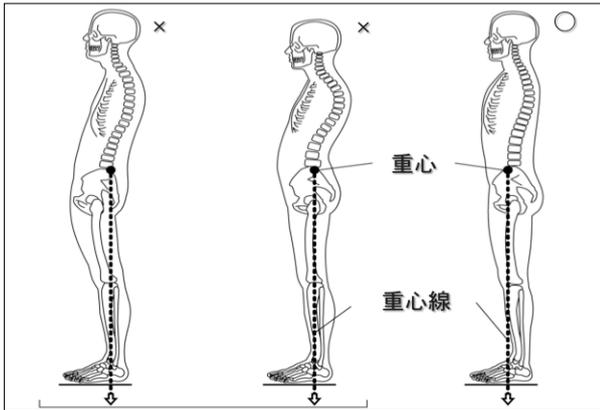


図3 重心の後方化と立位姿勢

重心が後方に変位すると, 骨盤後傾, 胸椎後弯, 反張膝や浮き趾などが見られ, 身体の前面に位置する筋の過活動が起こる。この後方重心は膝関節の伸展機構への過負荷の要因となり, 大腿四頭筋のコンディションを低下させ, 膝蓋骨周辺の障害(オーバーユース)を引き起こす要因となる。

重心位置は可視化できないため, 評価として立位にてセラピストが骨盤を持ち, 前後に体重を移動させると, 重心が後方にある立位では骨盤の後方への移動幅が著明に減少していることが確認できる。

### 足部・足関節へのアプローチ

足部機能の内, 足部剛性とそれに伴う筋機能, 関節機能について, 以下のようなポイントを例示する。



図4 足趾の筋機能トレーニング

(1) 足趾の屈曲力はMP関節の屈曲を伴った内在筋の働き

を考慮する<sup>3)</sup>(図4)。足趾の把持機能として捉えられるが, MP関節の屈曲力は立位時に足趾で床を押す力の一部であり, 床反力を得るために重要である。よって, その筋機能のトレーニングはMP関節の屈曲を伴った把持機能を促し, 足趾でのつま先立ちを行わせる。

(2) 単関節筋での足関節底屈運動の強化と前足部荷重を促す。踵をあげた状態を維持させ, 膝の上方から抵抗を加えて前足部での荷重支持力を評価することができる。また同部に重錘負荷を加えると抵抗運動が可能になる(図5)。

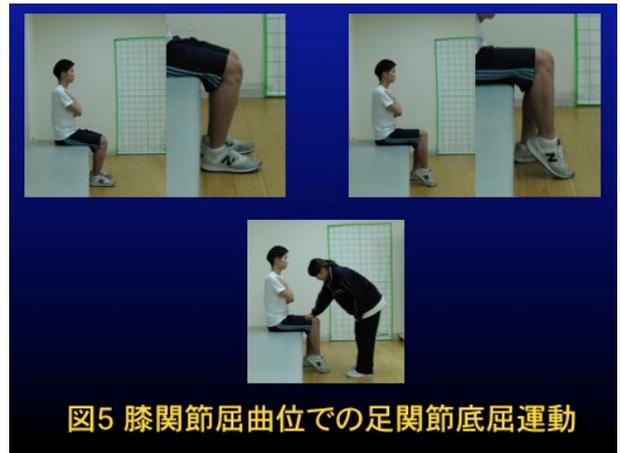


図5 膝関節屈曲位での足関節底屈運動

(3) 下肢荷重位での身体運動では, 足部・足関節の機能に足してテーピングやインソール(靴)などを使用した介入を行う。立位練習が始まると足部の剛性を高める方法として靴を適切に使用する。靴の基本構造であるシャンクやアーチバンデージの構造がある運動靴が有効である<sup>4)</sup>。脱着が簡便な履物は剛性が低く, 足部への荷重に対して身体の土台を不安定にし, 適切に床反力を得ることができず, 体重移動や推進力発揮の妨げになる場合がある。

### おわりに

身体運動では, 身体各部に伝わる力が重要であり, 関節安定機構の調整が必要である。特に下肢では足部・足関節の機能が重要な1要素であり, 積極的なアプローチが必要である。

### 文献

- 1) 橋本雅至, 他: 臨床実践 足部・足関節の理学療法(橋本雅至編), 文光堂, 2017, pp25-38
- 2) 廣橋賢次: スポーツと関節弛緩(Joint Laxity: JL). 鹿屋体育大学学術研究紀要 12: 111-115. 1994
- 3) 橋本 雅至, 他: 理学療法による overuse 障害への対応. 足部・足関節のスポーツ障害-overuse 障害の克服. 臨床スポーツ医学 31: 674-684, 2014
- 4) 橋本雅至, 他: テーピング、インソールを必要とする対象者, 歩行を診るー観察から始める理学療法(松尾善美編), 文光堂, 2011, pp. 390-408