

片脚ドロップジャンプ着地テストによる動的バランス評価

— 足圧中心軌跡長と筋力の相関 —

○木村 佳記(きむら よしのり)(PT)¹⁾, 米谷 泰一(MD)²⁾, 前 達雄(MD)²⁾, 杉山 恭二(PT)¹⁾, 佐藤 睦美(PT)³⁾,
内田 良平(MD)²⁾, 松尾 知彦(MD)²⁾, 小柳 好生(AT)⁴⁾, 小笠原 一生(AT)⁴⁾, 中田 研(MD)⁵⁾

¹⁾ 大阪大学医学部附属病院 リハビリテーション部

²⁾ 大阪大学大学院 医学系研究科 器官制御外科学

³⁾ 大阪保健医療大学 保健医療学部

⁴⁾ 武庫川女子大学 健康スポーツ科学部

⁵⁾ 大阪大学大学院 医学系研究科 健康スポーツ科学

緒 言

スポーツ外傷や術後において、競技復帰の指標として計測される評価には、筋力、柔軟性、パフォーマンス、無酸素パワー、有酸素運動能力などがあるが、神経-筋の複合機能としての動的なバランス能力の評価法は少ない。特に、ジャンプや着地といった、支持基底面の移動がある動的な運動課題で、体重心の移動を反映する足圧中心 (center of pressure : COP) の状態を計測し、復帰指標としたものは過去に報告がない。

我々は「片脚ドロップジャンプ着地テスト (single leg drop jump landing test : SDLテスト)」を考案し、再現性をもって個人の能力差を示す^{1),2)}、簡便かつ定量的な動的バランスの評価として用いている³⁾。先行研究において、SDLテストは床反力とCOP移動速度が着地後30~80msで最大になることから、神経-筋の複合機能の一つである予測的な姿勢制御機能が関与する課題であると考えられた⁴⁾。このため、動的バランスの評価は、膝関節周囲筋力の評価のみならず、膝外傷発生要因や外傷後のスポーツ復帰の指標として重要と考えている。しかし、動的バランスを筋力と同様に定量評価し、その関連について検討した報告は少ない。我々は、SDLテストによる着地後早期のCOP軌跡長は膝関節周囲筋力とは独立したバランス能力の評価指標として妥当であると仮説を立て、COP軌跡長と膝関節周囲筋力との相関を検討した。

目 的

本研究の目的は、SDLテストによるCOP軌跡長と膝関節周囲筋力との相関を検討することである。

対 象

対象は、片脚の膝関節傷害で治療中の患者26名 (男性17名、女性9名) で、健側での片脚ドロップジャンプが可能な者とした。年齢は24.2 ± 8.9歳 (男性25.5 ± 10.8歳、女性21.9 ± 5.7歳)、身長は167 ± 9.9cm (男性171 ± 9.3cm、女性160 ± 7.3cm)、体重は65.1 ± 13.4kg (男性69.6 ± 14.0kg、女性56.4 ± 6.5kg)、足長は25.0 ± 1.7cm (男性25.6 ± 1.7cm、女性24.1 ± 0.8cm)であった。被験者には研究内容を説明してデータの使用について同意を得た。

方 法

1. 運動課題

健側下肢で高さ20 cmの台から30 cm前方へ飛び降りて着地し、静止姿勢を保持するように指示した。上肢は腕組みをして体から離さないようにし、着地後は下肢の屈曲位を維持しつつ、できる限り静止するよう指示した。課題は10回実施した。

2. 計測

着地後の床反力を床反力計 (BERTEC FORCE PLATE TYPE 4060H : BERTEC Corp.) を用いて、サンプリング周波数を1200 Hzとして計測した。データの記録とCOP軌跡の算出には、我々が開発したソフト (テクノロジーサービス社製) を用いた。

膝周囲筋筋力は、等速度運動機器 (Biodex system 4-pro : Biodex Inc.) を用いて3種類の速度 (60deg/s, 180deg/s, 240deg/s) での膝屈伸筋力を測定した。

3. 解析

後半5回のデータを分析対象とした。床反力は体重で、

COP軌跡長は足長で正規化した。着地から20 msの計測値はバラつきが大きく、計測装置の感度の問題と考えられたため分析の対象外とした。バランスの指標として着地後20～200 msと20 ms～5 secのCOP軌跡長を算出した。

4. 評価項目

COP軌跡長は着地後200ミリ秒以内と5秒以内の2つをバランスの指標とし、3種類の角速度での膝伸展と屈曲筋力との関係を検討するため、これらの指標間でピアソンの積率相関係数を算出した。

結 果

COP軌跡長は、200ms以内では $57 \pm 14\%$ （足長）、5sec以内では $266 \pm 51\%$ （足長）であった。膝関節周

囲筋力は、伸展筋力は、60deg/sでは $257 \pm 40\%$ BW、180d/sでは $179 \pm 33\%$ BW、240deg/sでは $157 \pm 29\%$ BW、屈曲筋力は60deg/sでは $111 \pm 22\%$ BW、180deg/sでは $83 \pm 25\%$ BW、240deg/sでは $81 \pm 17\%$ BWであった。

バランスの指標と筋力の指標との相関は、着地早期の200ms以内のCOP軌跡長と240deg/sの膝屈筋筋力に弱い相関 ($r=0.35$) を認めるのみであり、その他のバランスの指標と膝関節周囲筋力との間に有意な相関を認めなかった(図1)。加えて、着地後5 sec以内のCOP軌跡長と全ての膝関節周囲筋力との間には有意な相関を認めなかった(図2)。

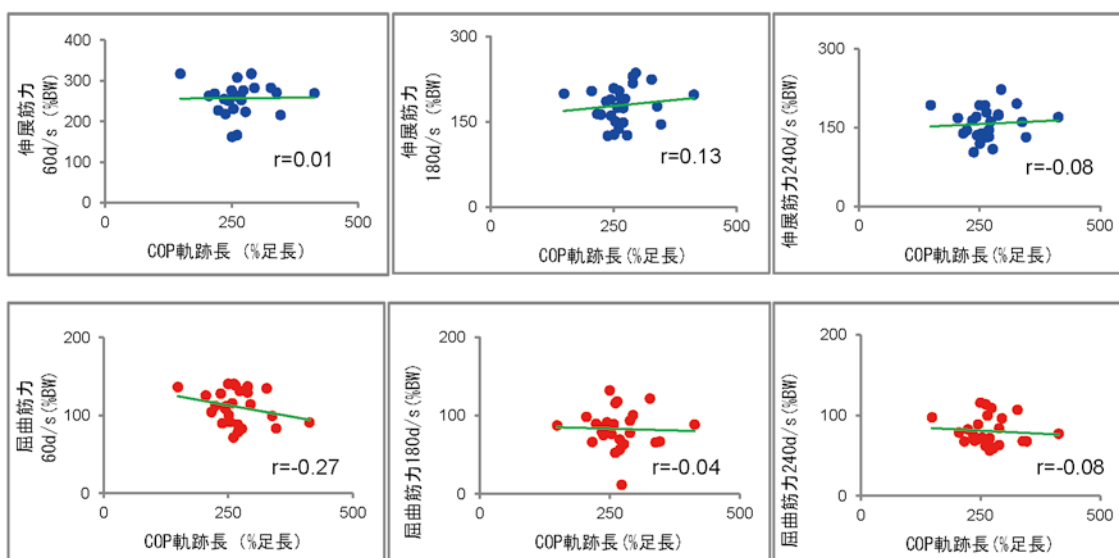


図1. 5sec以内のCOP軌跡長と筋力との関係

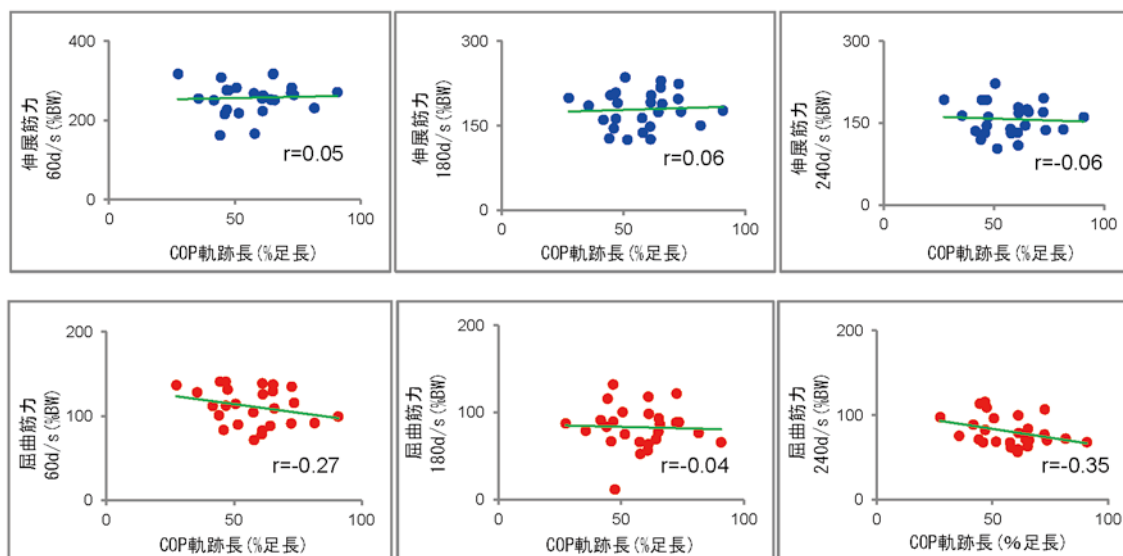


図2. 200ms以内のCOP軌跡長と筋力との関係

考 察

COP軌跡長と膝関節周囲筋力との相関を検討し、240deg/sの膝屈筋筋力と着地初期のCOP軌跡長のみが相関を示し、接地初期の急激な重心移動の制御には、ハムストリングスの高速度での収縮が関わる可能性が示唆された。しかし、その相関係数は低く、他の角速度での筋力値とCOP軌跡長との間に相関を認めなかったことから、SDLテストで評価した動的バランス能力は、膝関節周囲筋力が関与しないバランス機能を多く反映していると考えられた。SDLテストでのCOP軌跡長の患健差評価は、スポーツ外傷や術後の新たな復帰指標になり得る可能性があるかと推察された。

本研究の限界として、健側のみ、片脚での調査であるため、今回は単にSDLテストでのCOP軌跡長は膝関節周囲筋力と異なる指標であることが示唆されたにすぎない。加えて、傷害からの回復中で明らかな筋力低下を有する例では、SDLテスト自体が困難なことを臨床上経験することから、著明な筋力低下といった、筋力の状態によりバランスへの影響が変化することが推察される。今後の課題として、健常者での計測を行い、性別、年齢、競技種目、運動習慣などに分けてCOP軌跡長の分布を調査し、標準値や左右差などを明らかにしたうえで、傷害を有する症例での患健差、バランスと筋力の関係を調査し、本運動課題で復

帰指標として評価可能な内容を明らかにしていく必要がある。

結 語

SDLテストによる動的バランスの計測は、膝周囲筋筋力が関与しない機能を多く反映するため、患側との比較によりスポーツ復帰の新たな評価指標になり得る可能性がある。

参考文献

- 1) 杉山恭二, 木村佳記, 佐藤睦美, 他. 動的バランス評価方法の検討: 片脚 drop jump landingにおける重心動揺軌跡長の再現性と有用性. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌 2011; 21, 33-35.
- 2) 杉山恭二, 木村佳記, 佐藤睦美, 他. 動的バランス評価方法の提案: 片脚 drop jump 着地動作における重心動揺総軌跡長の再現性. スポーツ傷害 (J. sports Injury) 2012; 17, 40-42.
- 3) 中田研, 天野大, 杉山恭二, 他. 動的バランスに対する加速度トレーニングの効果. 臨床スポーツ医学 2013; 30 (6), 515-521.
- 4) 木村佳記, 中田研, 松尾知彦, 他. ドロップジャンプ着地による動的バランス計測: 着地直後の重心動揺軌跡解析. スポーツ傷害 (J. sports Injury) 2013; 18, 55-57.