

片脚立ち上がりテストの成績と 片脚着地時の股関節，膝関節屈曲角度， 膝関節筋力の関係

Relationships of between single-leg standing up ability, hip/knee flexion angles during single-leg landing, and knee muscle strength

上池浩一*1, 川口浩太郎*2, 大西慎太郎*3, 吉矢晋一*3

キー・ワード：single-leg standing up, single-leg landing, knee muscle strength

片脚立ち上がりテスト, 片脚着地動作, 膝関節筋力

〔要旨〕本研究は片脚立ち上がりテスト (SLST) の成績と片脚着地時の股関節，膝関節屈曲角度，膝関節筋力の関係について検討することを目的とした。整形外科的徴候のない65名に20cm台からSLSTを行わせ，可能群と不可群の2群に分類した。片脚着地動作の解析では，腸骨稜最上部(a)，大転子(b)，大腿骨外側上顆(c)，外果(d)にマーカーを貼付し，30cm台から着地動作を行わせ，側方からハイスピードデジタルカメラで撮影した。(a)(b)(c)でなす角と(b)(c)(d)でなす角から，股関節，膝関節の屈曲角度を算出し，つま先接地から最大下腿前傾時の股関節，膝関節の屈曲角度偏位量を解析パラメータとした。さらに，徒手筋力計を用いて膝90°屈曲位における等尺性膝伸展，屈曲筋力を計測し，計測項目の群間比較を行った。その結果，可能群は不可群に比べ着地時の股・膝関節屈曲角度が有意に大きかった。また，2群間で膝伸展筋力に差はなかったが，膝屈曲筋力は可能群が有意に高かった。20cm台からSLSTが可能な者は，着地時の股関節，膝関節屈曲角度が大きく，膝屈曲筋力も高いことが示唆された。

はじめに

下肢の筋力や運動機能を簡便に評価できる方法として，片脚立ち上がりテスト (single leg standing up test : SLST) がある。SLSTの成績は膝伸展筋力を強く反映し，10から20cmの高さの台からSLSTが可能であればジャンプやダッシュが可能な段階と報告されている¹⁾。我々は健常者や膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament : ACL) 再建例を対象に，異なる高さの台を用いてSLSTを行わせ，その成績による膝関節筋力，triple hop testとの関係を調査した。その結果，より低い台か

らSLSTが可能なるほど膝屈曲筋力とtriple hop testの成績が良好であった²⁻⁴⁾。

これらの結果から，SLSTの成績には膝伸展筋力のみならず膝屈曲筋力も関係し，さらにSLSTの成績とtriple hop testの成績に関係性が見出されたことから，SLSTの成績が高い者は連続した跳躍で強い踏み切りと安定した着地が行えていると考えられた。着地動作では加速された身体重心を効率よく減速させ，着地時の床反力垂直成分を低くすることが求められ，これには着地時の衝撃緩衝には膝関節屈曲角度の大きさが関係すると報告されている⁵⁻⁷⁾。

着地動作における床反力と下肢関節角度の関係については，床反力計や3次元動作解析装置を用いて報告されているが⁵⁻⁷⁾，これらの評価には高額な機器が必要となり，また特定の環境でしか実施できない。しかし，SLSTの成績により着地時の下

*1 西宮回生病院リハビリテーション科

*2 兵庫医療大学リハビリテーション学部理学療法学科

*3 西宮回生病院整形外科

Corresponding author : 吉矢晋一 (yoshiya0307@gmail.com)

肢関節角度の大きさや膝関節筋力を推定することができれば、臨床現場で簡便な評価方法になると考えられる。

本研究では、SLST の成績と片脚着地時の股関節、膝関節屈曲角度、膝関節筋力の関係について検討することを目的とした。

方法

1. 対象

対象は成人 65 名(男性 38 名, 女性 27 名, 平均年齢 24.4 ± 2.1 歳)で, 定期的に運動習慣がある者, 測定時に下肢関節疾患を有する者は除外した。測定肢は習慣的にボールを蹴る下肢とした(表 1)。本研究は西宮回生病院倫理審査委員会の承認を受けて実施した(承認番号第 53 号)。

2. single leg standing-up test

我々は、高さ 20cm の台から SLST が不可能な者は膝伸展筋力に対して膝屈曲筋力が相対的に低い、いわゆる Quadriceps Dominance を呈していることを報告した³⁾。この結果から、20cm 台を用いた SLST の成績は膝伸展筋力に対する膝屈曲

筋力を推定できる方法と考えられ、本研究においても 20cm 台を用いて SLST を行わせた。SLST は下腿軸が床面に対して約 70° になるよう座面位置を調整し、両上肢は胸の前で交差させ、体幹は軽度前屈位で着座させた。反対側の下肢は床と接しないよう前方に伸展させ、開始肢位から可能な限り反動を使わないように指示し、2 秒間立位姿勢を保持できれば試技成功とした(図 1)。SLST の結果により、可能群と不可群の 2 群に分類した。

3. 片脚着地動作

先行研究⁸⁾を参考に、対象の腸骨稜上縁(a)、大転子(b)、大腿骨外側顆(c)、外果(d)にマーカーを貼付して片脚着地動作を行わせた。先行研究では⁸⁾肩峰にマーカーを貼付して、大転子、大腿骨外側顆でなす角を股関節屈曲角度として算出しているが、体幹の屈曲の大きさにより股関節屈曲角度に影響を及ぼすことが考えられる。この影響を少なくするため、本研究では腸骨稜上縁にマーカーを貼付した。また、マーカーの貼付は同一の検者が行い、貼付部位の誤差を少なくした。高さ 30cm の台の上に片脚で立ち、両上肢は胸の前で交差させ、台から 30cm 前方に設置された目標に同側脚で着地をするよう指示した。着地姿勢は、着地時、反対側の足の位置が立脚側よりも後ろになるように規定した。着地後に反対側の脚を接地した場合、体幹等が大きく回旋した場合は失敗試技とした。3 回の試技を行わせ、対象が最も安定して着地が行えた試技を解析対象とした。着地点より 1.5m

表 1 対象の内訳

対象数	65 名 (男性 38 名, 女性 27 名)
年齢 (歳)	21.4 ± 1.1
身長 (cm)	167.7 ± 6.6
体重 (kg)	64.1 ± 9.1

mean \pm SD

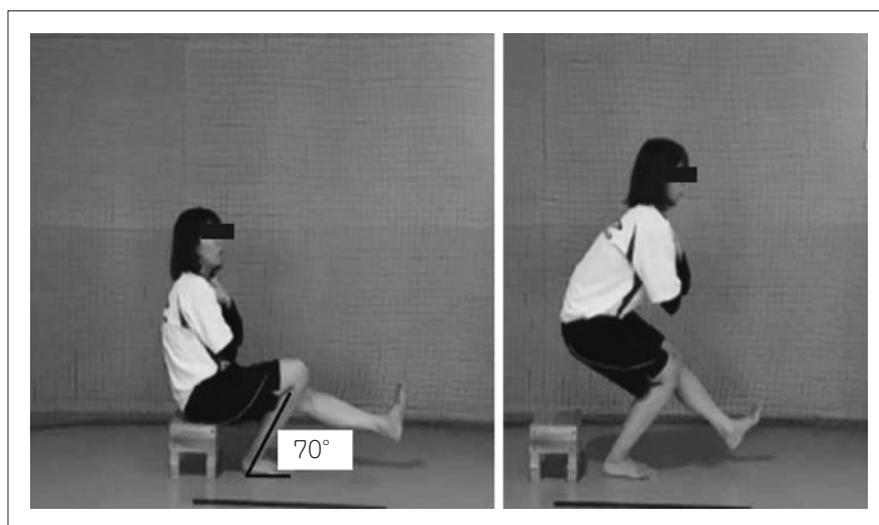


図 1 single leg standing up test (SLST)

両手を胸の前で交差させ、できるだけ反動を使わず、2 秒間立位姿勢を保持できた場合を成功試技とした。

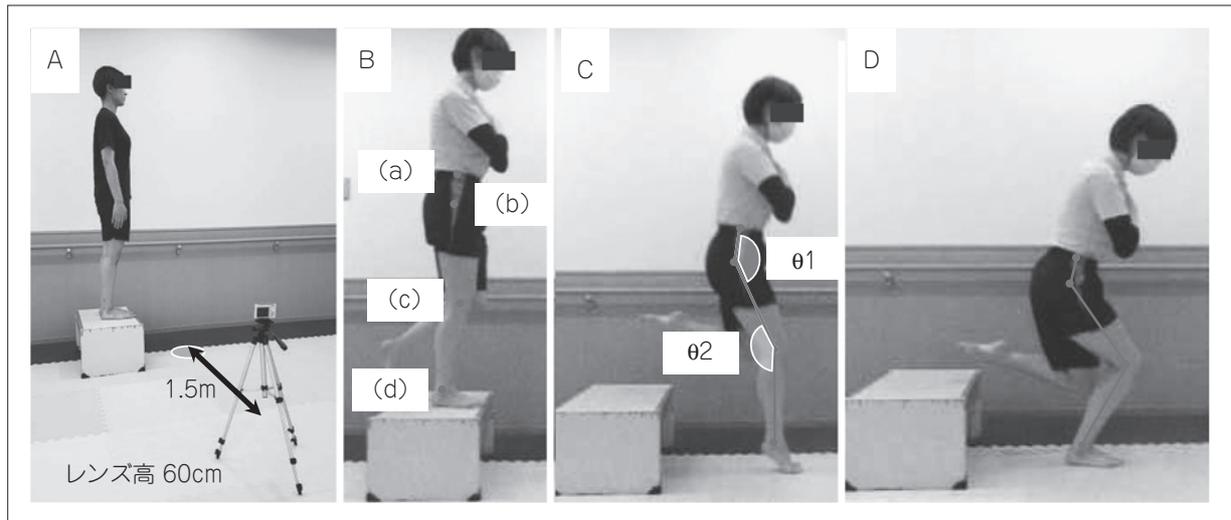


図2 測定環境と股関節、膝関節屈曲角度偏位量の算出方法

30cm 台から 30cm 前方の目標に向けて片脚着地動作を行わせ、側方から撮影した (A)。(a) 腸骨稜上縁、(b) 大転子、(c) 大腿骨外側顆、(d) 外果にマーカーを貼付し (B)、(a) (b) (c) でなす角 θ_1 と (b) (c) (d) でなす角 θ_2 として、つま先接地時 (C) と最大下腿前傾時 (D) における角度を計測した。 θ_1 、 θ_2 を 180° から減じ、つま先接地から最大下腿前傾時の偏位量を求めた。

側方にハイスピードデジタルカメラ (カシオ社製 EXILIM EZ-ZR200) を設置して、サンプリング周波数 120Hz で撮影した。カメラのレンズ高を床面から 60cm に設定し、ズームは常に最小で固定した。股関節、膝関節屈曲角度の算出方法について、パーソナルコンピューターに取り込んだ動画で、つま先接地時と床面に対して下腿前傾が最大になった時点を目視で確認した。この時点の (a) (b) (c) を結んだ線でなす角を股関節屈曲角度 (θ_1)、(b) (c) (d) を結んだ線でなす角を膝関節屈曲角度 (θ_2) として、フリー画像解析ソフト (Image J 1.52, アメリカ国立衛生研究所) を用いて計測した。計測した屈曲角度について、級内相関係数を用いてデータの信頼性を確認した。本研究では θ_1 、 θ_2 を 180° から減じ、つま先接地時と着地下腿前傾最大時の股関節、膝関節屈曲角度および、この二つの時点間における屈曲角度の偏位量を求めた (図 2)。

4. 筋力

先行研究^{9,10)}に準じて徒手筋力計 (モービィ MT-110, 酒井医療株式会社, 東京) を用いて膝関節 90° 屈曲位における等尺性膝伸展、屈曲筋力を 3 回測定した (図 3)。測定は 2 名で行い、1 名は骨盤の固定、1 名が計測を行った。測定肢位について、膝伸展筋力は座位で、被験者の上肢を体幹より後ろにつかせた。膝屈曲筋力は腹臥位で被験者にベッ

ド端を把持させた。疲労の影響を最小限にするため試技間に十分な休息を挟み、3 回の試技で最も高かった値を採用した。得られた筋力に関節中心からセンサーパッドまでの距離を乗じ、その値を体重で除した体重比膝伸展、屈曲筋力 (Nm/kg) を求めた (図 3)。

5. 統計

得られたデータの正規性について Shapiro-Wilk 検定を用いて検討し、全データともに正規性はなかった ($p=0.06$)。また、つま先接地および下腿最大前傾時の股関節および膝関節屈曲角度の信頼性については、級内相関係数を用いて検討した。つま先接地時から最大下腿前傾時における股関節、膝関節屈曲角度および解析区間における屈曲角度偏位量と、膝伸展、屈曲筋力について Mann-Whitney U 検定を用いて群間比較を行った。検定には統計解析ソフト (エクセル統計, SSRI, 東京) を使用し、有意水準は 5% とした。

結果

1. single leg standing-up test

可能群は 44 名 (男性 26 名, 女性 18 名)、不可群は 21 名 (男性 12 名, 女性 9 名) であり、2 群の内訳に有意差はなかった。SLST の成績による性別ごとの内訳についても、2 群間に有意差はなかった (表 2)。

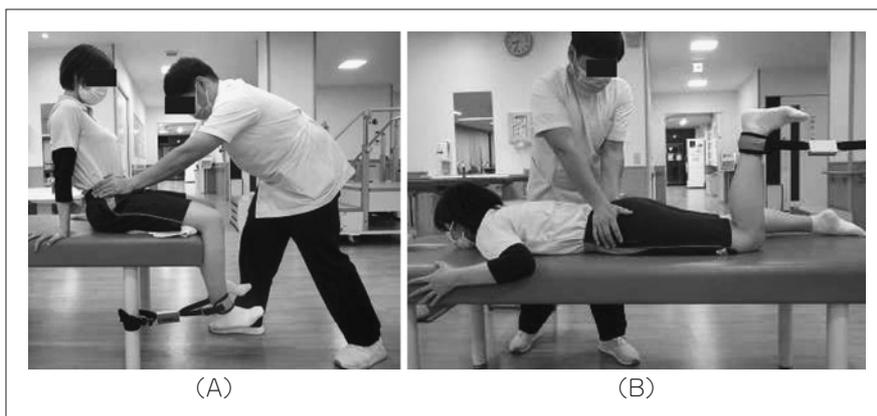


図3 膝伸展，屈曲筋力測定

徒手筋力計を用いて膝関節屈曲90°となるよう固定ベルトを調整し，センサーパッドを下腿遠位に設置した．プルモードで等尺性膝伸展（A），屈曲（B）の筋力を測定し，得られた筋力（N）に関節中心からセンサーパッドまでの距離（m）を乗じ，その値を体重（kg）で除して体重比膝伸展，屈曲筋力（Nm/kg）を求めた．

表2 2群の内訳と性別ごとの比較

	可能群（44名） 男性26名，女性18名	不可群（21名） 男性12名，女性9名	p 値
年齢（歳）	21.4±1.1	20.9±1.2	0.67
身長（cm）	168.4±6.9	167.1±5.8	0.89
体重（kg）	64.1±8.6	63.9±7.5	0.77

	男性		p 値	女性		p 値
	可能群 (26名)	不可群 (12名)		可能群 (18名)	不可群 (9名)	
年齢（歳）	21.2±1.2	21.1±1.4	0.88	21.7±1.0	20.7±1.0	0.78
身長（cm）	173.2±7.2	172.9±6.7	0.86	163.5±6.7	161.2±4.9	0.23
体重（kg）	70.1±9.9	70.1±6.8	0.98	58.2±7.4	57.7±8.2	0.34

mean ± SD

表3 計測角度の級内相関係数

	ICC (1, 1)	95% 信頼区間		ICC (2, 1)	95% 信頼区間	
	級内相関係数	下限値	上限値	級内相関係数	下限値	上限値
つま先接地時股関節屈曲角度	0.832	0.792	0.886	0.812	0.778	0.865
つま先接地時膝関節屈曲角度	0.902	0.844	0.939	0.819	0.719	0.885
最大下腿前傾時股関節角度	0.843	0.799	0.871	0.809	0.765	0.832
最大下腿前傾時膝関節角度	0.929	0.886	0.956	0.893	0.830	0.933

2. 股関節，膝関節屈曲角度および偏位量

解析区間における計測角度の信頼性について，級内相関係数を用いてデータの信頼性を確認した．いずれの解析区間においても検者内信頼性，検者間信頼性とも高く，今回行った計測法の信頼性が確認された（表3）．股関節屈曲角度について，つま先接地時では可能群 39±3°，不可群 40±2°

で2群間に有意差はなかったが(p=0.07)，最大下腿前傾時では可能群 37±2°，不可群 35±1°で可能群が有意に大きかった(p=0.04)．股関節屈曲角度偏位量は可能群 -2±0°，不可群 -5.0±1°であり，可能群が有意に少なかった(p=0.01)．膝関節屈曲角度は，つま先接地時では可能群 12±2°，不可群 13±2°で2群間に有意差はなかったが(p=0.09)，最

表 4 測定項目の群間、性別ごとの比較

	可能群	不可群	P 値
つま先接地時股関節屈曲角度 (°)	39±3	40±2	0.07
最大下腿前傾時股関節屈曲角度 (°)	37±2	35±1	0.04*
股関節屈曲偏位量 (°)	-2±0	-5±1	0.01*
つま先接地時膝関節屈曲角度 (°)	12±2	13±2	0.09
最大下腿前傾時膝関節屈曲角度 (°)	58±2	42±4	0.00**
膝関節屈曲偏位量 (°)	45±4	30±5	0.00**
膝関節伸展筋力 (Nm/kg)	1.12±0.03	1.10±0.02	0.09
膝関節屈曲筋力 (Nm/kg)	0.71±0.02	0.56±0.04	0.01*

	男性		P 値	女性		P 値
	可能群	不可群		可能群	不可群	
つま先接地時股関節屈曲角度 (°)	39±2	41±2	0.04*	38±2	38±3	0.08
最大下腿前傾時股関節屈曲角度 (°)	38±2	37±2	0.07	35±2	32±2	0.04*
股関節屈曲偏位量 (°)	-1±0	-4±1	0.02*	-3±0	-6±2	0.03*
つま先接地時膝関節屈曲角度 (°)	14±2	13±2	0.07	11±2	12±1	0.09
最大下腿前傾時膝関節屈曲角度 (°)	59±3	43±2	0.00**	56±3	41±4	0.00**
膝関節屈曲偏位量 (°)	45±3	30±3	0.00**	45±2	30±4	0.00**
膝関節伸展筋力 (Nm/kg)	1.16±0.04	1.15±0.02	0.38	1.08±0.03	1.08±0.03	0.79
膝関節屈曲筋力 (Nm/kg)	0.73±0.03	0.57±0.04	0.01*	0.70±0.02	0.54±0.03	0.01*

mean±SD * : p<0.05 ** : p<0.01

最大下腿前傾時では可能群 58±2°, 不可群 42±4° で、可能群が有意に大きかった (p=0.00)。膝関節の屈曲角度偏位量は可能群 45±4°, 不可群 30±5° あり、可能群が有意に大きかった (p=0.00)。性別ごとの比較では、男性でつま先接地時の股関節屈曲角度は不可群が有意に大きかったが (p=0.04)、股関節の屈曲偏位量は可能群が少なかった (p=0.02)。膝関節については男女ともつま先接地時の屈曲角度に有意差はなかったが (男性 p=0.07, 女性 p=0.09)、最大下腿前傾時の膝関節屈曲角度および屈曲角度偏位量は男女とも可能群が有意に大きかった (膝関節屈曲角度: 男性 p=0.00, 女性 p=0.00, 膝関節屈曲角度偏位量: 男性 p=0.02, 女性 p=0.00) (表 4)。

3. 膝伸展, 屈曲筋力

膝伸展筋力は可能群 1.12±0.03Nm/kg, 不可群 1.10±0.02Nm/kg で 2 群間に有意差はなかった (p=0.09)。膝屈曲筋力は可能群 0.71±0.02Nm/kg, 不可群 0.56±0.04Nm/kg であり、不可群の膝屈曲筋力が有意に低かった (p=0.01)。性別ごとの比較でも、膝伸展筋力は男女ともに有意差はなかったが (男性 p=0.38, 女性 p=0.79)、膝屈曲筋力は男性では可能群 0.73±0.03Nm/kg, 不可群 0.57±0.04Nm/kg, 女性では可能群 0.70±0.02Nm/kg, 不可群 0.54±0.03Nm/kg であり、男女ともに可能群が

有意に高かった (男性 p=0.01, 女性 p=0.01) (表 4)。

■ 考 察

本研究では 20cm 台からの SLST の成績と片脚着地時の股関節、膝関節屈曲角度および膝関節筋力の関係について検討し、可能群は不可群に比べ片脚着地時の股関節、膝関節屈曲角度は大きく、膝屈曲筋力が高かった。また、性別ごとの比較においても、男女とも可能群は不可群に比べ股関節、膝関節屈曲角度が大きく、膝屈曲筋力が高かった。

スポーツ動作において、片脚で動作が行われる頻度は非常に高く、特に着地動作は片脚で体重以上の荷重に耐える必要がある。この際に下肢関節や骨盤の動きにより衝撃緩衝ができなければ、関節に過剰な負荷が加わり靭帯損傷などを引き起こす可能性がある。着地時の床反力垂直成分の大きさは ACL 損傷の発生因子になりうると報告されている^{5,6)}。着地時の衝撃緩衝作用について先行研究^{7,11)}では、着地後に下肢関節屈曲運動量が大きい者は衝撃緩衝係数が小さいと報告されており、下肢関節屈曲角度が大きい着地動作は外傷を予防するうえで重要になると考えられる。

本研究では 2 群ともつま先接地時よりも下腿最大前傾時の股関節屈曲角度が小さかった。これは、

股関節伸筋による骨盤の前傾位を保持できず、着地時に骨盤が後傾したことで股関節屈曲角度が減少した可能性がある。池野ら⁷⁾は着地動作で股関節屈曲運動量が大きい者は衝撃緩衝係数が低いと報告しており、このことから、2群ともに衝撃緩衝作用の低い着地動作になると考えられる。しかし、可能群は不可群に比べ膝関節屈曲角度偏位量が大きく、可能群は膝関節屈曲を主体としながらも股関節屈曲角度の減少を抑え、着地時の衝撃は小さいと推察される。一方、不可群は膝関節屈曲角度も少ないうえに股関節屈曲角度の減少も大きいことから、衝撃が大きい着地動作になっていることが窺える。SLSTは実施する台の高さが低くなるにつれ、股関節、膝関節屈曲角度は大きくなるため、深屈曲域での下肢関節の制動が必要になる。20cm台からSLSTが可能なのは深屈曲域での動的制動能力が高く、股関節、膝関節を深く屈曲させた着地動作が可能になったと考えられる。またPaduaらは、landing error scoring systemを用いて受傷リスクの高い着地動作の評価を行っているが¹³⁾、その中で、初期接地から膝最大膝屈曲の間で膝屈曲角度が45°以下であることは、外傷発生のリスクが高い動作パターンの項目の一つとして挙げられている。本研究では、可能群はつま先接地から最大下腿前傾時の膝関節の屈曲角度偏位量は45°以上であり、Paduaらの報告¹²⁾から、外傷発生リスクの低い着地動作が行えていると考えられる。また片脚着地における膝関節屈曲角度には性差があり、男性に比べ女性が小さいと報告されているが^{13,14)}、本研究の結果から、20cm台からSLSTが可能なのは性別に影響されず着地動作での下肢関節屈曲角度の大きいことが示唆された。

SLSTの成績と膝関節筋力の関係について、膝伸展筋力は2群間に有意差はなかったが、膝屈曲筋力は可能群が有意に高く、我々の先行研究^{2,3)}と同様の結果となった。立ち上がり動作で膝関節伸筋は身体重心の上方移動に作用し、SLSTを行う台の高さが低くなるにつれ高い筋力が要求される。一方、膝関節屈筋は膝関節伸筋に拮抗して膝関節前方剪断力を抑制し、膝関節の前後安定性に関与することが考えられる。また膝関節屈筋であるハムストリングスは股関節伸展作用も有し、膝屈曲筋力の強さは膝関節の安定性に加え、股関節伸展トルクの大きさにも影響することが推察され、不可群に比べ可能群の膝屈曲筋力が高かった

と考えられる。着地時の股関節、膝関節屈曲角度と膝関節筋力の関係について、先行研究¹⁵⁻¹⁷⁾では、ハムストリングスは大腿四頭筋の収縮に拮抗して、脛骨の前方引き出し力を減少させると報告されている。また、Hustonら¹⁸⁾は、女性のハムストリングスの活動レベルの低さはACL損傷の発生因子になると報告し、相澤らは着地動作を含む連続した跳躍動作では、減速期の下肢安定化機能にはハムストリングスの筋力が重要になると報告している¹⁹⁾。さらに、大見ら²⁰⁾はACL再建後の予防介入効果について検討し、介入後は着地時の膝屈曲角度が増大し、その要因として、プログラムの実施により膝屈曲筋力が高くなったことを挙げている。本研究においても20cm台からSLSTが可能なのは困難な者に比べ膝屈曲筋力が高く、着地時の膝関節屈曲角度も大きいことから、SLSTの成績が着地動作における膝関節屈曲角度と膝屈曲筋力というACL損傷リスクに関わる二つの因子を反映する可能性が示唆された。

本研究にはいくつかの限界が存在する。まず、着地時の股関節、膝関節屈曲角度を二次元的に計測している。股関節、膝関節の屈曲角度のデータの信頼性は確認できたが、下肢回旋運動による計測誤差については完全に除去できておらず、マーカー貼付部位も含め今後の課題となる。本研究で用いた手法での股関節屈曲角度の測定は、ICCは算出したが、三次元動作解析との相関をみておらず、今後の検証が必要となる。また、膝関節筋力について、膝関節屈曲90°位での等尺性筋力を計測して検討しているため、他の計測角度での膝関節筋力とSLSTの成績、着地時の股関節、膝関節屈曲角度の関係は明らかにできていない。さらに、股関節や足関節周囲筋の筋力、着地動作における骨盤や体幹の運動について検討できていない。本研究の結果から、股関節筋力は股関節の屈曲角度偏位量に影響を及ぼす可能性があり、今後これらの筋力と着地時の骨盤や体幹、下肢関節角度の関係についての検討も必要になる。また、本研究の対象は健常者であるため、ACL再建例など膝関節外傷例において同様の結果となるかは不明であり、今後の課題になると考えられる。

結 語

本研究では20cm台からSLSTを行わせ、その可否による着地動作での股関節、膝関節屈曲角度

と膝関節筋力を比較した。20cm 台から SLST が可能な者は困難な者に比べ、着地時の膝および股関節屈曲角度は大きく、膝屈曲筋力が高かった。本研究の結果から、20cm 台からの SLST の成績は、着地時の下肢関節屈曲角度の大きさと膝屈曲筋力の強さを反映する可能性が示唆された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 村永信吾, 宮本瑠美. 下肢筋力評価—特に簡易評価(立ち上がりテスト)を中心に—. 臨床スポーツ医学. 2022; 39: 324-330.
- 2) 上池浩一, 森 孝久, 藤岡宏幸, 他. 片脚立ち上がり動作における膝屈曲筋力の重要性. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2016; 24: 415-420.
- 3) 上池浩一, 森 孝久, 藤岡宏幸, 他. 膝前十字靭帯再建術施行例における片脚立ち上がり能力と膝関節周囲筋の筋力の関連について. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2018; 26: 66-73.
- 4) 上池浩一, 森 孝久, 藤岡宏幸, 他. 膝前十字靭帯再建例における片脚立ち上がりテストの結果と跳躍系パフォーマンステストの結果との相関性. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2018; 26: 417-422.
- 5) Koga H, Nakamae A, Shima Y, et al. Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sport Med.* 2010; 38: 2218-2225.
- 6) Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sport Med.* 2005; 33: 492-501.
- 7) 池野祐太郎, 山田英司, 福田 航, 他. 膝前十字靭帯再建術後のジャンプ着地における衝撃緩衝係数と下肢関節運動の関係. 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会雑誌. 2020; 45: 802-805.
- 8) 大見頼一. 予防トレーニングによる着地動作の変化. 臨床スポーツ医学. 2019; 36: 516-521.
- 9) 山崎裕司, 長谷川輝美. 固定用ベルトを装着したダイナモメーターによる等尺性膝伸筋力の測定—検者内再現性の検討—. 高知リハビリテーション学
院紀要. 2001; 3: 7-11.
- 10) 松井将司, 竹井 仁, 市川和奈, 他. 固定用ベルトを用いたハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性筋力測定の検者内・間の信頼性—膝関節屈曲・足関節背屈・底屈・外がえし・内がえしに対して—. *J Jpan Health Sci.* 2012; 15: 41-47.
- 11) Devita P, Skelly WA. Effect of landing stiffness on joint kinematics and energetics in the lower extremity. *Med Sci-Sports Exerc.* 1992; 24: 108-115.
- 12) Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, et al. The landing error scoring system a screening tool for an anterior cruciate ligament injury - prevention program in elite youth soccer athletes. *Journal of Athletic Training.* 2015; 50: 589-595.
- 13) Huston LJ, Vibert B, Ashton-Miller JA, et al. Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. *Am J Knee Surg.* 2001; 14: 215-219.
- 14) Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, et al. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2001; 16: 438-445.
- 15) Arms SW, Pope MH, Johnson RJ, et al. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med.* 1984; 12: 8-18.
- 16) Baratta R, Solomonow M, Zhou BH, et al. Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *Am J Sports Med.* 1988; 16: 113-122.
- 17) More RC, Karras BT, Neiman R, et al. Hamstrings—an anterior cruciate ligament protagonist. An in vitro study. *Am J Sports Med.* 1993; 21: 231-237.
- 18) Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med.* 1996; 24: 427-435.
- 19) 相澤高治, 松田雅弘. 切り替えしジャンプ動作と股・膝関節屈伸筋力との関連性についての検討. 理学療法科学. 2013; 28: 547-550.
- 20) 大見頼一, 加藤宗規, 栗原智久, 他. 膝前十字靭帯再建術後の片脚着地動作, 動的バランス, 下肢筋力の非対称性に対する予防介入の効果. 理学療法科学. 2018; 33: 109-115.

(受付: 2022 年 1 月 7 日, 受理: 2022 年 6 月 9 日)

Relationships of between single-leg standing up ability, hip/knee flexion angles during single-leg landing, and knee muscle strength

Kamiike, K^{*1}, Kawaguchi, K^{*2}, Onishi, S^{*3}, Yoshiya, S^{*3}

^{*1} Department of Rehabilitation, Nishinomiya Kaisei Hospital

^{*2} Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Hyogo University of Health Sciences

^{*3} Department of Orthopedics, Nishinomiya Kaisei Hospital

Key words: single-leg standing up, single-leg landing, knee muscle strength

[Abstract] The purpose of this study was to investigate the relationships between the single-leg standing-up test (SLST), hip/knee flexion angles during single-leg landing and knee muscle strength. Sixty-five subjects without any orthopaedic symptoms were included in the study. The subjects were classified into higher and lower SLST ability groups depending on whether they could perform SLST from the 20cm level. For the kinematic analysis of landing, single-leg landing motion from a 30cm high platform was videotaped from the lateral side. Markers were attached to bony landmarks in the pelvis and lower limbs, and knee and hip flexion angles were measured on the video image. Isometric knee extensor and flexor strength were also evaluated. During the data analysis, the obtained results were compared between the groups. The comparative analyses showed that the hip and knee flexion angles on landing were significantly larger and the knee flexor strength was significantly greater in the group exhibiting higher SLST ability. These results suggest that larger hip and knee joint flexion angles on single-leg landing and higher knee flexor strength are associated with superior performance in the SLST.