

## 膝前十字靭帯再建術後における片脚垂直跳びテストを用いた筋力推定式の有用性

やまが整形外科 リハビリテーション科

小杉 峻 桑坪憲史 河野公昭 村橋喜代久 村橋淳一  
勇島 要 田口 毅 野田英伯 渡邊和樹 鈴木実緒

やまが整形外科

山賀 寛 山賀 篤

朝日大学歯学部附属村上記念病院 整形外科

塚原隆司 河合亮輔

国際医療福祉大学 成田保健医療学部 理学療法学科

河野健一

### 【はじめに】

等速性膝伸展筋力は、膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament : ACL) 再建術後のリハビリテーションにおいて筋力の回復程度を示すと同時に競技復帰の指標として重要な因子である。しかし、等速性膝伸展筋力を測定するには高価な機器が必要であり、簡易的に測定が可能な指標から筋力を推定できることには意義がある。当院では、ACL 再建術後症例に対して等速性膝伸展筋力測定に加え、パフォーマンステストとして片脚垂直跳び (以下 ジャンプ) テストを実施している。先行研究において膝伸展筋力はジャンプ高と有意な相関関係があることが明らかにされている<sup>1)</sup>。我々の調査においても、ACL 再建術後 6 ヶ月の患側膝伸展筋力体重比 (以下 患側膝伸展筋力) とジャンプ高の関連性を調査し有意な相関関係が認められ、ジャンプ高の値から術後の筋力を推定できる可能性が示唆された<sup>2)</sup>。しかし、ジャンプのようなパフォーマンステストは簡易的ではあるが総合的能力の評価であるため、ジャンプ高のみから膝伸展筋力を推定するには限界があり、交絡因子として年齢や性別などの患者属性が与える影響を考慮する必要がある。また、筋力は半月板縫合術後に低下すると報告されている<sup>3)</sup>。さらに、ACL 再建術に加え、半月板縫合術を施行した症例では、術後に免

荷が必要となり抗重力筋である大腿四頭筋の廃用性筋力低下も生じる。従って、当該症例では、筋力低下を生じやすくさらに回復しにくい可能性がある。つまり、ジャンプ高だけでなく患者属性や合併症の有無を踏まえることで、より妥当性の高い患側膝伸展筋力推定式を導き出すことができると仮説を立てた。

そこで本研究では、膝伸展筋力と有意な相関関係が認められているジャンプ高を活用し、患者属性、合併症の有無と合わせて ACL 再建術後 6 ヶ月における患側膝伸展筋力の推定式を作成し、筋力推定におけるジャンプテストの有用性を明らかにすることを目的とした。

### 【対象と方法】

#### a) 対象

平成 24 年 6 月から平成 27 年 12 月の間に当院関連病院にて ACL 再建術を施行し当院でリハビリテーションを実施した 302 名のうち、術後 6 ヶ月に膝伸展筋力測定とジャンプテストを実施した 137 名 (平均年齢 20.1±7.6 歳、男性 52 名、女性 85 名) とした。対象者の選択基準は、膝屈筋腱を用いた初回 ACL 再建術を施行した者とした。

本研究を実施するにあたり、対象者には研究の趣旨と方法について十分説明を行い、同意を得て行った。

Key words : 膝前十字靭帯再建 (anterior cruciate ligament reconstruction), 片脚垂直跳び (one legged vertical jump), 筋力推定 (muscle strength prediction)

b) 測定項目

1) 患者属性

患者属性として、年齢、性別、体重、合併症(半月板縫合術・切除術)の有無を測定およびカルテ記録から情報を得た。

2) 膝伸展筋力

膝伸展筋力は、BIODEX SYSTEM3(Biodex medical inc, NY, USA)を用いて求心性等速度運動にて角速度 60deg/sec で5回測定し、得られた最大トルク値を体重比に換算(ft-lbs/BW)した。

3) ジャンプ高

ジャンプテストは、デジタル式垂直跳び測定器ジャンプ MD(竹井機器工業社製, 日本)を用いて3回測定し最高値を採用した。方法としては片脚静止立位の状態から膝関節屈曲させ上肢の反動も利用し最大努力で垂直方向へジャンプする。安全性を考慮し両脚着地とした(図1)。



図1: ジャンプテスト

片脚静止立位の状態から膝関節屈曲させ上肢の反動も利用し最大努力で垂直方向へ跳躍する。安全性を考慮し両脚着地とした。

c) 統計学的解析

術後6ヶ月の患側膝伸展筋力を従属変数とし患側ジャンプ高、患者属性(年齢、性別、体重)、合併症の有無を独立変数とする重回帰分析(Stepwise法)にて重回帰式を算出した。統計処理にはSPSS(ver.22.0J)を使用し、有意水準を1%とした。

【結果】

患者属性や各測定項目を表1に示す。また、従属変数を患側膝伸展筋力、独立変数を患側ジャンプ高( $\beta = 0.544$   $p = 0.0001$ ), 体重( $\beta = -0.293$   $p = 0.0001$ ), 性別( $\beta = -0.314$   $p = 0.0001$ )とした重回帰分析の結果の適合度が最もよく、重相関係数(R)=0.72, 決定係数( $R^2$ )=0.51, 自由度決定済み決定係数(adjusted  $R^2$ )=0.50であった(表2)。重回帰式は、患側膝伸展筋力(ft-lbs/BW)=68.34+(1.55×患側ジャンプ高) - (0.43×体重) - (11.29×男性:0, 女性:1)であった。

年齢(歳)	20.1±7.6
性別(男/女:名)	52/85
体重(kg)	61.3±11.8
合併症(有/無)	73/64
膝関節伸展筋力(ft-lbs/BW: %)	健側 93.2±15.1 患側 74.1±17.5
ジャンプ高(cm)	健側 29.7±6.5 患側 25.4±6.1

Date are mean±SD

表1: 患者属性と測定結果

	偏回帰係数	標準誤差	標準化偏回帰係数	t	p値	95%信頼区間
定数	68.34	11.054		6.182	0.0001	46.475~90.205
患側ジャンプ高	1.551	0.204	0.544	7.594	0.0001	1.147~1.955
体重	-0.434	0.112	-0.293	-3.881	0.0001	-0.655~-0.213
性別	-11.286	3.104	-0.314	-3.636	0.0001	-17.425~-5.147
重相関係数(R)	0.72					
決定係数( $R^2$ )	0.51					
自由度決定済み係数(adjusted $R^2$ )	0.50					

表2: 患側膝伸展筋力を従属変数、患側ジャンプ高・体重・性別を独立変数とした重回帰分析の結果

重回帰式: 患側膝伸展筋力(ft-lbs/BW)=68.34 + (1.55×患側ジャンプ高) - (0.43×体重) - (11.29×男性:0, 女性:1)

**【考察】**

本研究では、ACL 再建術後 6 ヶ月の患側膝伸筋筋力に影響を及ぼす因子として体重と性別にて調整した患側ジャンプ高が抽出された。垂直跳びにおけるジャンプ高は、離地時の垂直方向への初速度によって決定され、その初速度を決めるのは下肢伸展パワーにより生じた地面反力の力積である<sup>4)</sup>。下肢伸展筋の中でも大腿四頭筋は筋断面積が大きく筋線維長も長いことからジャンプにおけるパワー発揮やトルク発生に強く関与することが考えられる。さらに本研究で患側ジャンプ高と患者属性から作成した患側膝伸筋力推定式は、自由度決定済み係数 0.5 以上、有意水準 1% で重回帰式の当てはまりは有意であり推定式の有用性が認められた。以上より高価な測定機器を保有しない施設において ACL 再建術後の患側膝伸筋力の推定にあたり、ジャンプテストが有用と考えられ、加えて体重と性別にて調整をかけることの重要性が示唆された。

今後、競技復帰や競技動作の実施許可の目安として現在頻用されている膝伸筋力健患比と本研究で導き出した膝伸筋力推定式の関係性を検証し、併存妥当性を明らかにすることでより実用性の高い指標になると考える。また、ACL 再建術後の筋力回復に影響を与える他因子をさらに独立変数に加えて解析し、筋力推定式の決定係数を高め、筋力推定式の有用性を追跡していくことが課題となる。

**【結語】**

ACL 再建術後症例を対象に筋力推定におけるジャンプテストの有用性について検討した。ACL 再建術後 6 ヶ月の患側膝伸筋力推定において、体重と性別にて調整をかけたジャンプテストが有用であることが示唆された。

**【文献】**

1) 村本名史, 栗田泰成, 高根信吾ほか. 大学女子バレーボール選手における跳躍高および等速性膝関節筋力の関係. バレーボール研究 2014 ; 16(1) : 4-6.

2) 小杉峻, 河野公昭, 村橋喜代久ほか. 膝前十字靭帯再建術後の片脚垂直跳びテストの有用性. 東海スポーツ傷害研究会会誌 2016 ; Vol.34.

3) 黒仁田武洋, 鎌谷由真, 弓永久哲. 半月板損傷患者一例における半月板縫合術前と術後の運動単位の興奮性の変化と筋力との関連性. 理学療法科学 2014 ; 29(6) : 1033-1038.

4) 甲斐義浩, 村田伸, 相馬正之ほか. 垂直跳びにおける下肢筋力の貢献度-男女の特性比較-. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy 2013 ; 3 (3) : 19-112.