

前十字靭帯再建術後の膝関節屈筋群における筋力発揮について ～スポーツレベル別の検討～

医療法人慈和会吉田整形外科病院 リハビリテーション科
丹羽雄大

中京大学 スポーツ科学部 スポーツ健康科学科
光山浩人

【はじめに】

前十字靭帯再建術 (ACLR) において,半腱様筋 (ST) 腱や薄筋腱を用いた semitendinosus-gracilis (STG) 法の術後には膝関節屈曲筋力低下の報告が散見される.また ACLR 後の競技復帰の前には,等速性運動を用いた最大トルクの健患比が,競技復帰の一指標とされている.しかし競技においては,短時間でトルクを発揮する能力が必要となる.我々は,0.18 秒トルク発揮率を,短時間でトルクを発揮する能力の指標として用い,加速時間とともに,膝関節伸筋群における検討を行ってきた¹⁾²⁾が,屈筋群における検討は行っていなかった.今回,STG 法を用いて行われた ACLR 後患者の膝関節屈筋群の筋力発揮には,スポーツレベル (SL) 別に差があるのかを調査することを目的に検討した.

【対象】

2013 年 7 月から 2017 年 7 月までの間に,同一術者よって STG 法を施行し,術後約 7 ヶ月に筋力測定が可能であった 41 名を対象とした.これらを田中らの報告³⁾を元に C1 (運動しない,趣味レベル下級),C2 (趣味レベル上級,地方大会レベル),C3 (全国大会レベル,プロ) の SL 別に分けた.各 SL 別の内訳は表 1 に示す.

	C1	C2	C3	有意差
年齢 (歳)	29.3 ± 9.3	20.3 ± 7.7	19.7 ± 5.8	*,**
身長 (cm)	169.7 ± 6.5	165.4 ± 9.3	167.1 ± 8.5	N.S
体重 (kg)	68.0 ± 10.3	59.5 ± 13.2	61.2 ± 8.3	N.S
BMI (kg/m ²)	23.5 ± 2.8	21.6 ± 3.7	21.9 ± 2.4	N.S

* : C1 と C2 ** : C1 と C3 N.S : no significant

表 1 : スポーツレベル別対象詳細

Key words : 前十字靭帯再建術 (Anterior cruciate ligament reconstruction) ,
筋力発揮 (Muscle contraction) , スポーツレベル (Sports levels)

【方法】

Biodex System3 (Biodex 社製) を用い, 術後約 7 ヶ月に等速性膝関節屈曲運動を角速度 60 度 / 秒 (deg/s) と 180deg/s で測定した. 測定の膝関節角度は最大自動伸展位を 0 度とし, そこから屈曲 90 度までとした. 測定項目のうち, 術側の最大トルクを健側で除した最大トルク健患比を算出した. さらに測定開始から角速度に達するまでに要した時間を表す加速時間を抽出し, 測定開始から 0.18 秒時点のトルクを最大トルクで除した値を 0.18 秒トルク発揮率として算出した. なお統計学的検討には統計ソフト R (Ver:3.3.3) を用いて, 一元配置分散分析または, Steel-Dwass test を実施し, 有意水準は 5% 未満とした.

【結果】

結果を表 2 に示す. 加速時間の 60deg/s の測定において, 術側の C2 と C3 の間のみ有意差を認めた. それ以外は有意差を認めなかった.

【考察】

最大トルクの健患比の考察として, STG 法の術後平均 8 ヶ月の症例を男女に分けた検討³⁾で, 男性の 180deg/s にて C1 と C2 が, 女性の 60deg/s にて C1 と C2 に有意差を認めたとしている. 今回は, SL が高いほど健患比が高い傾向であったが, 有意差が認められないため, 性別や測定時期毎の検討が必要であると考えられた. 加速時間については, 我々の伸筋群の先行研究²⁾では, 60deg/s において C1 の約 84ms に対して C2 と C3 はともに約 31ms で明らかな差を認めており, C1 と C2, C1 と C3 に有意差を認めていた. 屈筋群においては C1 の数値は伸筋群と同じような明らかな遅延は認めなかったが C1 と C2 はそれぞれ C3 に対しては遅延していた. 0.18 秒トルク発揮率の伸筋群での検討³⁾では, 加速時間と同じように C1 が低い傾向があった. 屈筋群では C3 に対して C1 と C2 は低値を示す傾向はあったが有意差を認めなかった. 当院のハムストリングへの OKC トレーニングは, 倉持らの報告⁴⁾を参考に, 12 週前後から開始している. トレーニング開始当初は, 自動屈曲角度が約 90° 屈曲で Flexion lag を認める症例が多い. これはハムストリングスの筋形態の影響があると考えられる. 大腿二頭筋と半膜様筋が半羽状構造であるのに対し, 採取した ST 腱は紡錘構造である⁵⁾. さらに大腿二頭筋, 半膜様筋それぞれのモーメントアームは屈曲 75 ~ 100°, 80°

	測定側	角速度	C1	C2	C3	有意差
最大トルク健患比 (%)		60deg/sec	74.5 ± 17.8	84.0 ± 18.5	85.8 ± 19.9	N.S
		180deg/sec	84.4 ± 22.1	89.9 ± 14.7	95.3 ± 11.4	N.S
加速時間 (msec)	術側	60deg/sec	42.5 ± 15.4	44.4 ± 9.6	36.2 ± 9.6	C2とC3 (p=0.03)
		180deg/sec	83.3 ± 21.0	85.6 ± 16.7	74.6 ± 18.1	N.S
	健側	60deg/sec	36.7 ± 10.7	42.5 ± 11.3	34.6 ± 11.3	N.S
		180deg/sec	75.8 ± 23.5	78.1 ± 22.6	66.2 ± 19.8	N.S
0.18秒トルク発揮率 (%)	術側	60deg/sec	82.7 ± 12.3	81.1 ± 13.5	86.3 ± 7.8	N.S
		180deg/sec	92.4 ± 3.7	91.7 ± 8.9	94.2 ± 5.6	N.S
	健側	60deg/sec	82.1 ± 14.5	73.6 ± 18.9	86.3 ± 9.9	N.S
		180deg/sec	93.3 ± 6.0	94.2 ± 5.3	93.9 ± 7.6	N.S

表 2: 結果

で最大となった後、深屈曲位では低下し、STは最大屈曲位にてモーメント値も最大値となる⁶⁾と言われており、伸展位からの初期屈曲は速い収縮に適した半羽状構造の特徴を反映した結果であると考えられる。また今回の測定は伸展位からの浅い屈曲角度で測定されているため、採取腱の筋力発揮を詳細に確認するには、屈曲角度を増やした中で測定することが必要となると考えられる。さらにSLによる差異は、トレーニングによる影響も考えられた。トレーニングプロトコルの後半で行うアジリティトレーニングは膝関節の浅い屈曲角度で早い収縮を用いることが多い。SLの高い症例ほど競技復帰が目標で、順調にプロトコルを進められることが多く、トレーニングの進行度の影響も考えられた。

【結語】

STG法を用いたACLRを行った術後7ヶ月の筋力発揮についてSL別に検討した。加速時間の術側の60deg/secにおいてC2とC3のみ有意差が認められた。採取腱の筋力発揮に対する影響を測定するには深屈曲を用いた測定も含めて検討することが必要と考えられた。

【文献】

- 1) 丹羽雄大, 松本優, 松本裕司, 他. 前十字靭帯再建術後の膝関節伸筋群における最大トルクと筋力発揮速度の関係について. 東海スポーツ傷害研究会 2018; 36: 15-17.
- 2) 丹羽雄大, 光山浩人. 前十字靭帯再建術後の筋力発揮速度について-スポーツレベル毎の検討-. JOSKAS 2018; 43: 130-131.
- 3) 田中龍太, 今屋健, 藤島理恵子, 他. 膝前十字靭帯再建術後における競技復帰時期の膝筋力の検討-性別・スポーツレベルを考慮した目標値-. 日本臨床スポーツ医学会誌 2016; 24: 51-57.
- 4) 倉持梨恵子, 櫻井敬晋, 福林徹. ACL再建術後の筋力回復に影響する因子. 関節外科 2011; 30: 47-52.
- 5) 西野章江, 牧原由紀子, 福林徹. 膝屈曲筋腱を使用したACL再建術の膝深屈曲位における筋力低下. 臨床スポーツ医学 2005; 22: 273-281.

- 6) Herzog, W, Read, L.J. Lines of action and moment arms of the major force-carrying structures crossing the human knee joint. J. Anat 1993; 182: 213-230.