

ACL再建術後の下肢・体幹運動機能評価

— Star excursion balance testを用いて —

行岡病院 リハビリテーション部理学療法科

横谷祐一郎 (PT)・小川 卓也 (PT)・松尾 高行 (PT)・椎木 孝幸 (PT)

大阪電気通信大学大学院 医療福祉工学科

小川 卓也 (PT)・木村 佳記 (PT)・田中 則子 (PT)・小柳 磨毅 (PT)

大阪大学医学部附属病院 リハビリテーション部

木村 佳記 (PT)

大阪保健医療大学 保健医療学部

境 隆弘 (PT)

行岡病院 スポーツ整形外科

中川 滋人 (MD)

大阪府立大学 総合リハビリテーション学部

史野 根生 (MD)

はじめに

片脚支持で対側下肢を様々な方向へ移動（リーチ）し、そのリーチ距離により評価を行う star excursion balance test (SEBT)¹⁾ は、支持脚の動的バランスの評価として用いられている。SEBTの先行研究として、ACL損傷例は健常者と比較して、前方・外側方・後内側方・内側方へのリーチ距離が有意に低値を示すとの報告がある²⁾。SEBTは荷重下での下肢機能の評価として有用であるが、ACL再建膝を対象とした報告はなく、支持脚の関節角度・速度・重心の位置変化などの動態についての定量的評価も行われていない。

Bodenら³⁾ は、脛骨プラトーが後傾した体幹後傾位はACL損傷のリスクが高い姿勢であると報告している。SEBTの中でも後方重心位となる前方リーチ姿勢の制御は、体幹後傾の制御と下腿前傾の促通に結びつくため、再受傷予防のために重要な運動機能と考えられる。

本研究の目的は、ACL再建膝を対象に前方リーチの動態を定量的に評価し、下肢・体幹運動機能の回復を明らかにすることである。

対象および方法

1. 対 象

片側ACL再建膝20例を対象とした。男性9名、女性11名、年齢は 23.2 ± 9.4 歳、身長は 166.9 ± 10.3 cm、体重は 65.4 ± 13.9 kgであった。術式はShinoら^{4),5)}の方法による半腱様筋腱を用いた3重束再建術10例（以下ST群）および膝蓋腱を用いた長方形骨トンネル再建術10例（以下BTB群）であった。術後はVelcro strap式の膝伸展位装具で軽度屈曲位に固定し、固定期間はBTB群が10日間、ST群が14日間であった。その後関節可動域訓練を開始し、術後14日から1/3荷重、21日から2/3荷重、28日から全荷重とした。運動については、ジョギングは3ヶ月、ジャンプは5ヶ月、競技復帰は6ヶ月、コンタクトスポーツは8ヶ月から、それぞれ許可した。

2. 方 法

2-1. 運動課題

前方リーチは、支持脚の屈伸運動に伴い、遊脚側下肢を前方へリーチして立位に戻る一連の動作とした。ACL再建術後24週時点で評価を行い、体幹を可能な限り後方へ倒し、最大速度かつ最大リーチ距離にて、連続5回ずつ健

常側と再建側の両脚で実施した。

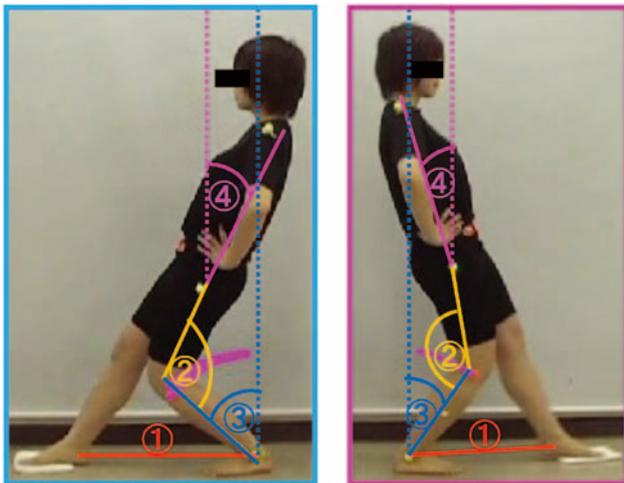
2-2. 評価指標

最大リーチ時の健常側と再建側の動態を、2次元動画解析ソフト（東総システム社製 ToMoCo-Lite）を用いて解析した。評価指標は、リーチ距離、膝関節屈曲角度および角速度、下腿前傾角度、体幹後傾角度とし、健常側と再建側の動態を比較した。また、術式間での比較も行った。統計処理は、対応のあるt検定を用い、有意水準は5%未満とした。

結 果

1. 健常側と再建側の比較（図1）

再建側は健常側と比較して、リーチ距離（健常側、再建側：55.1 ± 13.9, 50.8 ± 10.6cm）、膝関節の屈曲角度（67.2 ± 10.8, 56.3 ± 8.2°）および角速度（100.1 ± 32.3, 80.5 ± 26.7°/s）、下腿前傾角度（46.0 ± 6.3, 40.5 ± 4.0°）、体幹後傾角度（20.5 ± 10.4, 17.7 ± 11.8°）の全評価指標において、有意に減少していた（表1）。



a. 健常側

b. 再建側

図1. 健常側と再建側の比較

再建側は下腿の前傾や体幹の後傾が減少した

- ①リーチ距離
- ②膝関節屈曲角度および角速度
- ③下腿前傾角度
- ④体幹後傾角度

表1. 健常側と再建側の比較

	健常側	再建側	p-value
リーチ距離 [cm]	55.1 ± 13.9	50.8 ± 10.6	0.004
膝角速度 [deg/sec]	100.1 ± 32.3	80.5 ± 26.7	<0.001
膝屈曲角度 [deg]	67.2 ± 10.8	56.3 ± 8.2	<0.001
下腿前傾角 [deg]	46.0 ± 6.3	40.5 ± 4.0	0.001
体幹後傾角 [deg]	20.5 ± 10.4	17.7 ± 11.8	0.005

2. 術式間での比較

全評価指標において、ST群とBTB群の間に有意差は認めなかった（表2）。

表2. ST群とBTB群の比較

	ST群	BTB群	p-value
リーチ距離 [cm]	55.0 ± 11.8	47.1 ± 8.4	0.164
膝角速度 [deg/sec]	90.1 ± 30.5	72.1 ± 21.3	0.342
膝屈曲角度 [deg]	59.6 ± 9.6	53.5 ± 5.8	0.173
下腿前傾角 [deg]	40.8 ± 3.8	40.3 ± 4.5	0.964
体幹後傾角 [deg]	11.3 ± 14.7	23.3 ± 3.9	0.064

結 論

健患較差の要因

ACL再建膝における前方リーチでは、全評価指標において術後24週を経過しても患側側差が見られた。ST群とBTB群で術式による統計学的有意差は認めなかったこと、我々の先行研究において大腿四頭筋力とこれらの評価指標には明らかな相関はなかったことから⁶⁾、大腿四頭筋筋力の他に姿勢制御に関与する要因が存在する可能性が示唆された。同時期に行った後方リーチや、側方リーチにおける評価指標はいずれも健側と差が無かったことから^{7), 8)}、術後24週時には支持脚の股関節伸筋や外転筋力、膝関節の固有感覚等は回復していると考えられた。そこで、前方リーチの姿勢制御に重要な役割を果たしていると考えられる体幹後傾を制御する腸腰筋や腹筋群などのcore muscle、および下腿の後傾を制御する足関節の背屈筋群と底屈筋群などの筋力低下が健患較差の要因ではないかと推察された。

これらの筋群の筋力低下は臨床評価においても散見されるため、早期の筋力回復が再発予防に重要である。前方リーチ動作をさらに長期的に評価し、原因追究するとともに、再発予防の観点から、再建膝が健常側と同等の機能を獲得することを、練習や競技への復帰条件とするべきであると考えられた。

結 語

1. ACL再建膝における前方リーチの動態を評価した。
2. 前方リーチは、術後24週で再建側のリーチ距離、膝関節屈曲角度および角速度、下腿前傾角度、体幹後傾角度が健常側に比べて有意に低下していた。
3. 後方重心位の姿勢制御を改善するためのリハビリテーションの改良が必要であると考えられた。

参考文献

- 1) Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of Star-Excursion Test in assessing dynamic balance. J Orthop Sports Phys

- Ther 1998 ; 27 : 356 - 360.
- 2) Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, et al. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *The Knee* 2009 ; 16 : 149 - 152.
 - 3) Boden BP, Breit I, Sheehan FT. Tibiofemoral Alignment : Contributing Factors to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 2381 - 2389.
 - 4) Shino K, Nakata K, Nakamura N, et al. Anatomic ACL reconstruction using two double-looped hamstring tendon grafts via twin femoral and triple tibial tunnels. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2005 ; 15 : 130 - 134.
 - 5) Shino K, Nakata K, Nakamura N, et al. Rectangular tunnel double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft to mimic natural fiber arrangement. *Arthroscopy* 2008 ; 24 : 1178 - 1183.
 - 6) 椎木孝幸, 小柳磨毅, 小川卓也ほか. ACL再建術後における前方レッグリーチの運動特性. 保健医療学学会第1回学術集会抄録集2010
 - 7) 横谷祐一郎, 小柳磨毅, 小川卓也ほか. ACL再建術後における後方レッグリーチの経時的变化. *体力科学* 2009 ; 58 (6) : 754.
 - 8) 小川卓也, 小柳磨毅, 横谷祐一郎ほか. ACL再建術後における側方レッグリーチの経時的变化. *体力科学* 2009 ; 58 (6) : 754.