

前十字靭帯再建術後ランニング開始基準としての Forward Step Down Testの有用性

○梨本 智史(なしもと さとし) (PT)¹⁾, 佐藤 卓 (MD)²⁾, 地濃 勇介 (PT)¹⁾, 渡邊 博史 (PT)³⁾, 杉戸 裕一 (PT)¹⁾, 古賀 良生 (MD)⁴⁾, 大森 豪 (MD)⁵⁾, 遠藤 和男 (MD)⁵⁾, 鳴海 賢太郎⁶⁾

¹⁾ JA 新潟厚生連新潟医療センター リハビリテーション科

²⁾ JA 新潟厚生連新潟医療センター 整形外科

³⁾ JA 新潟厚生連三条総合病院 リハビリテーション科

⁴⁾ 二王子温泉病院 整形外科

⁵⁾ 新潟医療福祉大学 健康科学部

⁶⁾ アルケア株式会社 医工学研究所

目 的

膝前十字靭帯（以下ACL）再建術後のランニング開始基準の評価は、BIODEXやCYBEXのような大型筋力測定器を用いた膝伸展筋力が基準とされることが多いが、評価の簡便性に欠ける。

一方、近年半月板縫合術後のランニング開始基準の評価として、Forward Step Down Test (FSDT) が、報告されている^{1)~2)}。FSDTは20cm台から非支持脚を降段させ、支持脚の制御能力を評価する方法であり、支持脚から非支持脚への緩徐な体重移動が良いとされる。荷重下での評価方法であり、ACL再建術後早期での評価も可能であると考えられる。

そこで本研究の目的はACL再建術後ランニング開始基準について下肢筋力測定訓練器（以下QTM）を用いたFSDTの有用性を検討することとした。なお本研究におけるランニングとは、術後はじめの走行動作と定義する。

方 法

●対 象

当院にてACL再建術を施行されたのべ32例とした。内訳は表1に示す通りである。

●測定項目

1. 筋力測定

BIODEX System 4 (BIODEX社製)にて等速性膝伸展筋力60deg/sと180deg/sを測定し、最大トルクの患健比を算出した。

2. QTMでのFSDT

i) QTMの概要³⁾ (図1)

QTMは本体部に歪みゲージが内蔵され、円筒部にかか

表1. 対象者の内訳

年齢	23.5±8.6 歳
性別	男性 9 例 女性 23 例
術式	長方形型骨付き膝蓋腱による再建術 22 例 半腱様筋腱による解剖学的二重束再建術 10 例
評価時期 (術後経過)	4 か月 22 例 5 か月 2 例 6 か月 8 例



図1. QTMの外観

本体部に歪みゲージが内蔵され、円筒部にかかる圧縮力をデジタル評価できる機器である。

る圧縮力をデジタル評価できる機器である。重量約3.4kgと携帯が可能である。本研究では、円筒部を取り外し、床面にQTMを置いて使用した。

ii) FSDT測定 (図2)

20cm台から非支持脚を床面のQTMにできるだけ緩徐におろした際の非支持脚における荷重量の経時的変化を測定した。開始姿勢は閉脚、両上肢を組んだ姿勢とした。非支持脚の荷重が体重の50%に達するまでの時間 (T50) を

結 果

計測し、その患健比（T 50患健比）を算出した（図3）。測定は十分な練習を実施したのちに、左右各1回ずつ行った。



図2. QTMでのFSDT測定

QTMは円筒部を取り外し、床面に置いて使用した。20cm台から非支持脚を床面のQTMにできるだけ緩徐におろした際の非支持脚における荷重量の経時的変化を測定した。

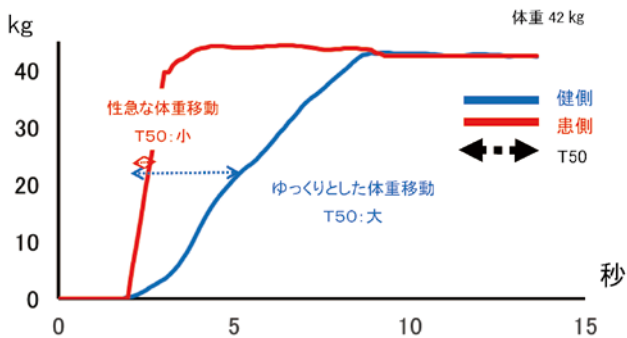


図3. T 50に関して パフォーマンス不良例
非支持脚の荷重が体重の50%に達するまでの時間（T 50 ←……→）を計測し、その患健比（T 50患健比）を算出した。健側はゆっくりと支持脚で荷重をコントロールできるが、患側では支持脚でコントロールできず急激に荷重してしまう。

●検 討

1. T 50患健比の中央値（69%）で群わけし、69%以上を改善群、それ未満を遅延群とした。一般に用いられているランニング開始基準（膝伸展筋力患健比60%以上）の達成者の割合を群間で比較した。統計学的検討は χ^2 検定を用い有意水準は5%とした。
2. ランニング基準に対するT 50患健比のカットオフ値をより正確に算出するため、ROC曲線を用い、膝伸展筋力患健比60%可否判別におけるT 50患健比のカットオフ値、感度、特異度を算出した。有意水準は5%とした。

改善群は年齢：22.5 ± 9.2歳 性別：男性5例 女性17例、術式：BTB 14例 ST 8例、遅延群は年齢：25.8 ± 6.8歳 性別：男性4例 女性6例、術式BTB 8例 ST 2例であり、群間差はなかった。ランニング開始基準達成者の割合は改善群で15/16名（94%）、遅延群7/16名（44%）で、改善群が有意に大きかった（図4）。

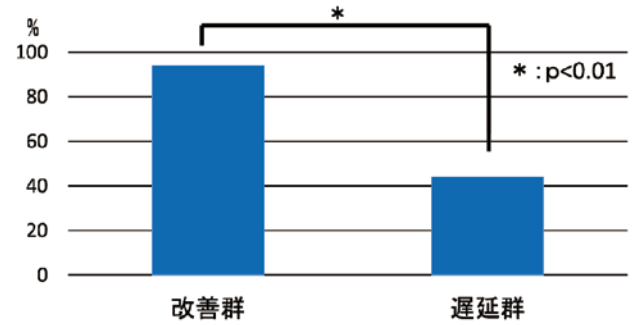
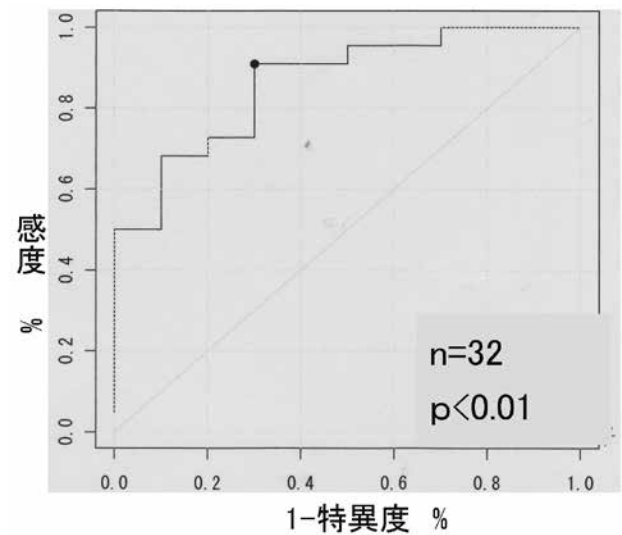


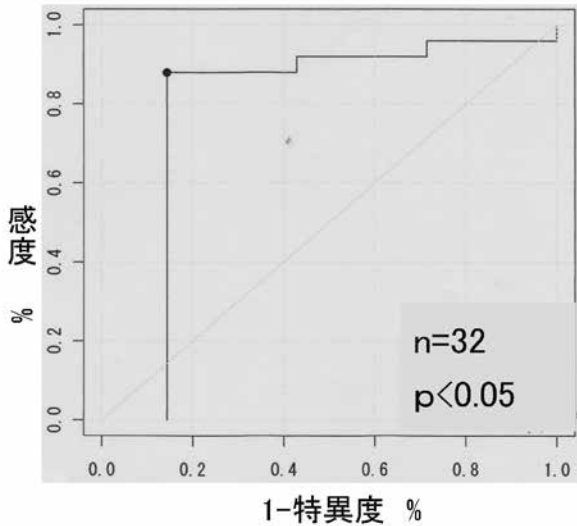
図4. 改善群・遅延群の基準達成割合
基準達成者の割合は改善群で15/16名（94%）、遅延群7/16名（44%）で群間差を認めた。

60deg/sにおけるカットオフ値は45%で感度90.9%、特異度70%であった。180deg/sにおけるカットオフ値は同じく45%で感度88%、特異度78.9%であった（図5、6）。



カットオフ値	45.0%
感度	90.9%
特異度	70.0%

図5. 60deg/sにおけるカットオフ値、感度、特異度



カットオフ値	45.0%
感度	88.0%
特異度	78.9%

図6. 180deg/sにおけるカットオフ値, 感度, 特異度

考 察

ACL再建術後のランニング開始時の膝伸展筋力, 筋力基準は種々報告されており, Paessler⁴⁾は術後3か月での膝伸展筋力患健比が65%, 櫻井, 清水は等尺性膝伸展筋力患健比が60~70%^{5)~6)}としている. また, ランニング開始時の膝伸展筋力患健比は52.3~65.8%⁷⁾, 63.7~72.8%⁸⁾であったとする報告も見られる. それらから, 本研究ではBIODEX膝伸展筋力患健比60%をランニング開始基準として設定し検討した. その結果, T50のカットオフ値は45%で感度88~91%, 特異度70~79%と評価法として十分な精度を有する結果(いずれも $p < 0.05$)が示された. QTMでのFSDTで, 患側のT50が健側の半分以上の時間であれば, ランニングに必要な膝伸展筋力を有していることが示唆される.

ACL再建後術後早期の筋力評価の問題点を考えると, 前方剪断力の観点から膝伸展筋力測定が難しいこと, BIODEXなどを使用し等尺性筋力を測定する報告^{5)~6)}もあるが, 測定の簡便性に欠ける. 今回のQTMでのFSDT測定はCKCのため安全であり, 術後早期に実施可能で,

簡便, 客観的である. 術後3~4か月程度まではQTMでのFSDTで, 術後4か月以降はBIODEXなどで評価を行うと, よいのではないかと考えている.

今後の課題として, ランニング立脚期での膝関節最大屈曲角度は45°と報告されており⁹⁾, FSDTにおいて制御が困難となる膝関節角度と, ランニング立脚期で要求される膝関節角度との比較等を行っていきたいと考えている.

ま と め

- ACL再建術後のランニング開始基準としてFSDTによる評価の有用性について検討した.
- ランニング開始基準に対するQTMでのFSDT評価のカットオフ値はT50患健比で45%であり, 感度88~91%, 特異度70~79%であった.
- QTMでのFSDTは簡便・客観的CKC評価であり, ACL再建術後早期におけるランニング開始基準の評価として有用であると考えられる.

参考文献

- 1) Cavanaugh JT, Killian SE. Rehabilitation following meniscal repair. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2012; (5): 46-58.
- 2) Cavanaugh JT, Stump TJ. Forward step down test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000; 30(1): A-46.
- 3) 縄田厚, 穂丸舞, 岩寄徹治他. セッティング式筋力測定・訓練器による膝伸展筋力と筋力発揮パターンの解析. *運動・物理療法* 2008; 19(4): 279-284.
- 4) Paessler HH, Mastrokalos DS. Anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons, bone patellar tendon, or quadriceps tendon-graft with press-fit fixation without hardware. A new and innovative procedure. *Orthop Clin North Am.* 2003; 34(1): 49-64.
- 5) 櫻井敬晋, 福林徹. 前十字靭帯再建術後の筋力回復とスポーツ復帰. *臨床スポーツ医学* 2011; 28(1): 55-61.
- 6) 清水結, 鈴川仁人. バスケットボールにおける膝前十字靭帯再建術後のアスレティックリハビリテーション(復帰期). 宗田大編. *復帰をめざすスポーツ整形外科*. 東京: 株式会社メジカルビュー社; 2011. p 117-122.
- 7) Hess T, Duchow J, Roland S et al. Single-versus two-incision technique in anterior cruciate ligament replacement: influence on postoperative muscle function. *Am J Sports Med.* 2002; 30(1): 27-31.
- 8) Feller JA, Webster KE. A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2003; 31(4): 564-73.
- 9) 谷川英徳. ランニングのバイオメカニクス. *臨床スポーツ医学* 2014; 31(9): 824-829.