

## 5. 骨つき大腿四頭筋腱を用いた解剖学的長方形骨孔前十字靱帯再建術は、スポーツ復帰に有用か？

米谷泰一\*, 鈴木秀和\*, 宮崎 亮\*, 阪本将希\*

田中綾香\*, 田中雄大\*, 松川優樹\*, 下村和範\*

草野雅司\*, 辻井 聰\*, 濱田雅之\*

### ●はじめに

「機能は形態に従う：Form Ever Follows Function」の通り、正常の形態・構造を模倣・再獲得することが、前十字靱帯（ACL）断裂に対する治療の基本方針と考えている。解剖学的骨性指標（Anatomical bony Landmark Strategy）のもと靱帯付着部内に長方形骨孔を作成する解剖学的長方形骨孔 ACL 再建術（Anatomic rectangular tunnel ACL reconstruction：ART-ACLR）は、円形骨孔法に比べ、正常 ACL の線維走行と生体力学の再現に優れ、正常と同等の制動を最小限の初期張力で獲得可能であり、移植腱への負担が軽減される術式である。骨つき膝蓋腱（BTB）での臨床成績も良好と報告されているが、BTB は膝前面痛（AKP）の合併による悪影響が懸念される。

近年、骨つき大腿四頭筋（QTB）は、従来の屈筋腱（HAM）、BTB と同等の臨床成績であり、AKP は低率とされる。しかし、術式やリハビリプロトコールの統一した比較研究に加え、ART 法での比較研究は乏しい。

本シンポジウムのテーマである「スポーツ復帰」は、「再断裂」と密接に関係している。復帰許可時点での再断裂リスクの検討は必要不可欠であり、身体能力ならびに移植腱の成熟度の関与が指摘されているが不明な点も多い。

以上の背景から、ART 法・リハビリプロトコールを同一とした①Shimomura が報告した、我々の臨床成績比較、②症例数を増やした 230 例の再断裂率、③活動性の高い（Tegner activity scale：TAS 7 以上）のスポーツ復帰と再断裂、④MRI 画像と再断裂の関連を、BTB と QTB で比較した。

### ●手術式

全例 ART-ACLR を outside-in 法で行い、BTB は膝蓋腱中央から幅 10mm 全層で採取した。QTB は幅 10mm にて第三層を残した分層と 10×15 mm 大の骨片を採取した。

### ●術後リハビリスケジュール

術後 3 ヶ月：ジョギング、4 ヶ月：ランニング、5 ヶ月：ダッシュ、6 ヶ月：段階的な競技練習の開始、8~10 ヶ月：フル復帰を許可している。

術後 6 ヶ月時の練習参加基準は、1：フロントプランク・スパインブリッジ・コペンハーゲンプランク 3 種での左右差の消失、2：Single leg hop で左右差が無く、knee in（診察室で撮影した slow motion にて）が無い事、3：Tuck jump 連続 10 回で左右差と knee in（診察室で撮影した slow motion にて）が無い事、としている。

上記身体機能評価に加え、術後 6 ヶ月時の MRI 画像にて 2 項目を評価している。外傷なく移植腱が狭小する早期移植腱不全（Early Graft Failure：EGF）は、ACL 移植腱全体を描出した T2 強調・

\* 大阪中之島整形外科

Corresponding author: 米谷泰一 (yonechanosk@gmail.com)

表1 早期移植腱不全と活動度：骨つき膝蓋腱（BTB）vs 骨つき大腿四頭筋腱（QTB）  
TAS : Tegner activity scale

	早期移植腱不全	全243例		TAS $\geq$ 7	TAS<7
BTB	5.8% (4/69)	P=0.09	4.2% (2/48)	P=0.58	9.5% (2/21)
QTB	1.7% (3/174)		2.4% (3/126)	P=0.50	0% (0/48)

P=0.02\*

P=0.56

表2 高輝度変化と活動度：骨つき膝蓋腱（BTB）vs 骨つき大腿四頭筋腱（QTB）  
TAS : Tegner activity scale

	高輝度変化なし	全244例		TAS $\geq$ 7	TAS<7
BTB	42.9% (30/70)	P=0.001*	43.8% (21/48)	P=0.001*	42.9% (9/21)
QTB	13.2% (23/174)		14.3% (18/126)		10.2% (5/49)

斜矢状断像にて脛骨骨孔付近での移植腱の凹み（狭小）と定義し、（Tanaka Y, Yonetani Y et al. JOS 2022）移植腱面積の半分以上で高輝度を認められる症例を「輝度変化あり」と定義した。

## ●結果

①BTBとQTB臨床比較：134例（BTB 70例、QTB 64例）(Shimomura, Yonetani et al. OJSM 2024)

術中計測した移植腱の平均断面積は、BTB 27.7 mm<sup>2</sup>、QTB 42.0 mm<sup>2</sup>と、有意にQTBが太く、術後患者立脚方評価（IKDC, KOOS）、膝制動性（平均KT患健差：BTB 0.24mm, QTB 0.31mm）、再断裂率（BTB 10%, QTB 3.1%）にて有意差を認めなかった。

AKP（BTB 17.1%, QTB 4.7%）は、有意にQTBで低値であり、PROMに関与していた。

②術後2年時の再断裂比較：陳旧例を除いた230例（BTB 96例、QTB 134例）で術後2年の再断裂を再調査したが、有意差は認めなかった

（BTB 9.4%, QTB 4.5%）。

③術後1年時のスポーツ復帰率と再断裂：163例（BTB 65例、QTB 98例）

上記検討は、非アスリート症例を含むため、TAS7以上の群でスポーツ復帰と再断裂の検討を行った。

術後1年以内のスポーツ復帰（BTB 86%, QTB 86%）に差を認めなかった。再断裂率は、術後1年時 BTB 9.3%, QTB 4.1%と、QTBが有意に低値であった。

④術後6ヶ月時のMRI画像

### A-1：EGFと活動度

TAS7以上で、QTBで低い傾向はあるものの有意差を認めなかった。TAS7未満では有意にQTBが低率であった（表1）。EGF有り群において、明らかな制動不良を認めなかった。

### A-2：EGFと再断裂

EGF症例で再断裂を認めなかった。

### B-1：高輝度変化と活動度

活動度に関わらず、発生率に変化を認めないが、

表 3 再断裂率と高輝度変化：骨つき膝蓋腱 (BTB) vs 骨つき大腿四頭筋腱 (QTB)

		高輝度変化	
		あり	なし
BTB	あり	8.7% (3/30) P=0.87	2.6% (1/39) P=0.19
	なし	10% (2/23) P=0.006*	0.7% (1/151) P=0.30

QTB は BTB より低率であった (表 2).

#### B-2 : 高輝度変化と再断裂

高輝度変化の有無での再断裂率は、移植腱間に差は認めなかった。BTB では高輝度あり群で再断裂率が高い傾向はあるものの、有意差は認めず、QTB では高輝度変化あり群で有意に再断裂率が高かった (表 3)。

#### ●まとめ

QTB を用いた ART-ACLR は、BTB と同等のスポーツ復帰率を示し、AKP の発生率、再断裂率、移植腱の高輝度変化発生率が低率であった。QTB はスポーツ復帰に有用な移植腱の一つである。