

自家骨付き膝蓋腱を用いた ACL 再建術後 10 年後に生じた膝蓋腱断裂に 対して膝蓋腱再建術および ACL 再々建術を 行った 1 例

Late patellar tendon rupture 10 years after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autograft: a case report

富原朋弘*, 谷内政俊*, 瀧上順誠*
金子寛之*, 島田永和*

キー・ワード : Patellar tendon rupture, anterior cruciate ligament, bone-patellar tendon-bone autograft
膝蓋腱断裂, 前十字靭帯, 骨付き膝蓋腱

〔要旨〕 自家骨付き膝蓋腱（以下 BTB）は、膝前十字靭帯（以下 ACL）再建術において術後ハイレベルスポーツへの復帰を望む若年者を中心に広く用いられている。自家 BTB による ACL 術後の膝蓋腱断裂は稀であり、その多くは術後早期に生じることが多いとされている。本研究では、自家 BTB を用いた ACL 再建術後 10 年後に生じた膝蓋腱断裂の 1 症例（27 歳 男性）対して、同側の骨付き大腿四頭筋腱にて膝蓋腱を再建および同側の半腱様筋腱を用いて ACL 再々建術を行った症例を報告した。膝蓋腱断裂が生じるまで無症状であったこと、膝蓋腱断裂時 MRI 所見で断裂周囲組織の腫脹が少なかったこと、膝蓋腱再建術時の所見では膝蓋腱断裂部は連続性のある脆弱な癒痕様組織であったことなどから、緩徐な膝蓋腱変性によって初回 ACL 再建術後 10 年後に膝蓋腱断裂が発生したと考えられる。

緒言

ACL 再建術において、自家 BTB は、骨性成分を有するため骨トンネル内の早期骨性癒合や、移植腱としての伸長が少ないことなどの利点を持つことから、術後のスポーツ復帰率が高く、再断裂率も低いため特に若年者で広く用いられている¹⁾。

一方、自家 BTB 使用による ACL 再建術後合併症は稀であるが、膝蓋骨骨折、膝蓋腱断裂、膝蓋骨亜脱臼、膝伸展機能の減弱や膝前面痛などが報告されている²⁾。そのうち、膝蓋腱断裂の発生率は自家 BTB による ACL 再建術後 0.06%~0.24% と非常に稀であり³⁻⁵⁾、その断裂の殆どは、ACL 再建術後 6 ヶ月以内に生じている^{3,4,6,7)}。

今回、自家 BTB を用いた ACL 再建術後 10 年で生じた膝蓋腱断裂に対して、同側の自家骨付き大腿四頭筋による膝蓋腱再建術および 2 期的に ACL 再々建術を行った症例を経験したので報告する。

症例

27 歳 男性。主訴：右膝の疼痛および膝自動伸展不可能

既往症：特記すべき既往症はない（喫煙歴無し）

17 歳時、他院にて両膝自家 BTB を用いた ACL 再建術を受けた。その後も運動時などに両膝不安定性が残存していた。初回 ACL 再建術後 10 年後、階段を下る際に踏み外し右膝を捻って受傷。右膝の疼痛あり、当院受診となる。

当院初診時、右膝の疼痛とともに膝自動伸展が

* 運動器ケアしまだ病院整形外科

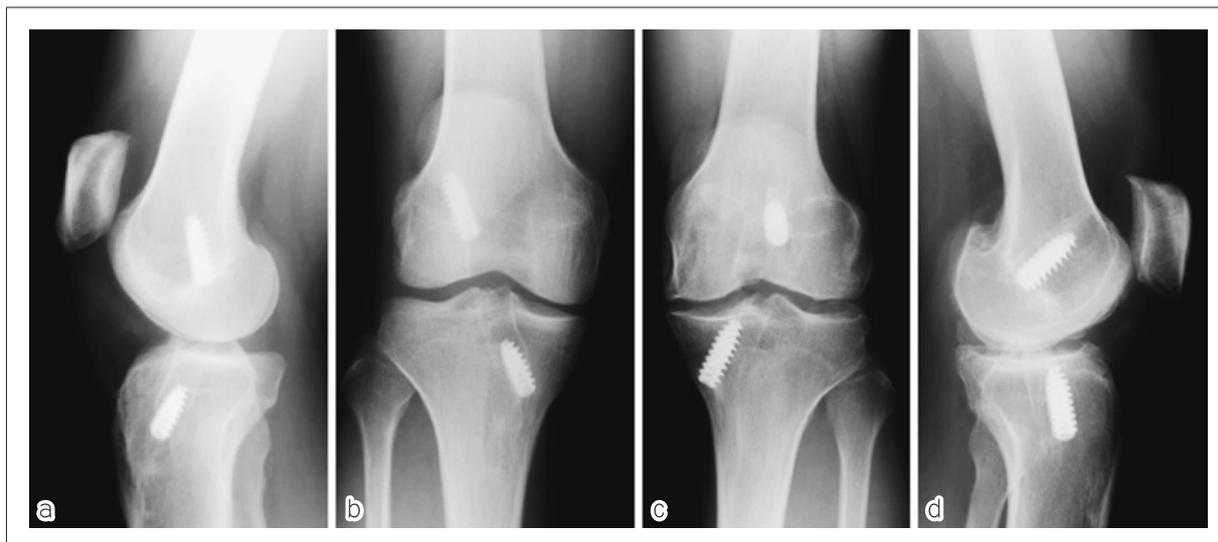


図 1 初診時レントゲン像

a) 右膝側面像 b) 右膝正面像 c) 左膝正面像 d) 左膝側面像



図 2 当院初診時右膝 MRI 矢状断像
膝蓋骨下極付近での膝蓋腱断裂を認める (白矢印)

不可能であった。右膝蓋骨下極付近に圧痛および Lachman test, N-test 陽性であった。初診時レントゲン像において、両膝とも移植腱 BTB を大腿骨・脛骨において Interference screw で固定されており、右膝蓋骨は左膝と比べて高位であった (Insall-Salvati ratio : 右膝 1.55, 左膝 1.21) (図 1)。初回 ACL 大腿骨骨孔位置は、大腿骨外顆後方軟骨上縁より高位 (非解剖学的位置) に設置されていた。また左膝では変形性膝関節症性変化がみられていた (Kellgren-Lawrence 分類 grade2)。右膝 MRI では、膝蓋腱は膝蓋骨下極付近で連続性はあるものの、遠位部よりも線状に細くなっており断

裂が示唆され、膝蓋骨高位を伴っていた。膝蓋腱断裂部位レベルでの皮膚陥凹像があり、周囲組織の腫脹は少なかった (図 2)。右膝 ACL 再建術後の ACL 不全を伴った右膝蓋腱断裂と診断した。術後合併症 (感染や膝可動域制限など) の可能性や骨トンネル内への骨移植の必要性などを考慮し、膝蓋腱再建術および 2 期的に ACL 再々建術を予定した。

全身麻酔下での膝蓋腱再建術時の所見は、膝蓋腱の連続性はみられたが、膝蓋骨下極付近で脆弱な癒痕様組織となっており緊張はなかった (図 3-a)。膝蓋骨下極付近の癒痕様組織を除去後、膝蓋腱中央から遠位部の健全組織を温存し (図 3-b)、同側の骨付き大腿四頭筋腱を用いて膝蓋腱を再建した。骨付き大腿四頭筋腱の骨プラグに Ethibond (Ethicon) 糸を通し、腱成分端付近には Ethibond 糸で baseball glove suture を行なった。次に、膝蓋骨 (下極付近) および脛骨粗面に骨溝を作成した。膝蓋骨骨溝から膝蓋骨近位、内外側縁 3 方向へ骨付き大腿四頭筋腱の骨プラグに通した Ethibond 糸を膝蓋骨内に通過させ、大腿四頭筋腱の骨プラグ成分を膝蓋骨骨溝に固定した。膝屈曲 20 度にて膝蓋骨上縁と大腿骨関節軟骨上縁の位置を参考に、高位になっていた膝蓋骨を整復し、骨付き大腿四頭筋腱を緊張させながらその腱成分を脛骨骨溝に Ethibond 糸と Mitek G2 アンカー (Mitek) を用いて固定した。温存させていた膝蓋腱中央から遠位部の健全組織も Ethibond 糸で baseball

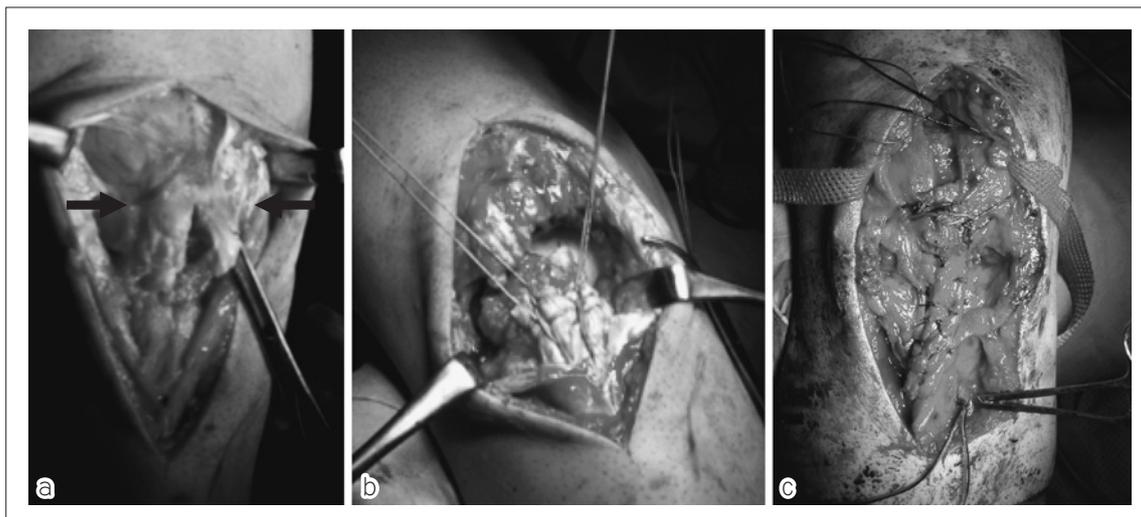


図3 右膝蓋腱再建術時所見

- a) 膝蓋腱は膝蓋骨下極付近で、脆弱な癒痕様組織となっていた。(黒矢印)
 b) 断裂部の癒痕様組織を除去および中央から遠位の健全膝蓋腱組織を温存
 c) 骨付き大腿四頭筋腱を用いて膝蓋腱再建術および Leeds-Keio 人工靭帯による補強を行った。

glove suture を行い、Ethibond 糸を経膝蓋骨的に膝蓋骨上縁付近で結紮し、膝蓋腱健全組織を近位部へ引き上げ、大腿四頭筋腱と側々縫合を行った。その後、Leeds-Keio 人工靭帯(ユフ精器)による補強術を追加した(図 3-c)。また麻酔下でも Lachman test, N-test 陽性であり、初回自家 BTB で再建された再建 ACL は関節鏡視下で弛緩していたため、大腿骨・脛骨側の Interference screw を抜去し、それぞれの骨トンネル内骨欠損部位に腸骨移植を行った。

骨付き大腿四頭筋腱による膝蓋腱再建術後翌日から膝可動域訓練を開始し、膝蓋腱再建術後 2 ヶ月で膝自動伸展可能となった。

膝蓋腱再建術後 10 ヶ月後に同側の半腱様筋腱を用いて single bundle ACL 再々建術を行った。新しい大腿骨骨孔は、大腿骨外顆後方軟骨を指標にして出来る限り後方、かつその骨孔上縁が大腿骨外顆後方軟骨上縁に一致させるように Transportal 法にて作成した。脛骨骨孔は、解剖学的付着部内で出来る限り前方かつ内側に設置出来るよう、術中ガイドピンを刺入後、移植腱の直径も考慮し、膝伸展位におけるガイドピン位置を内視鏡および術中レントゲンで確認後作成した。移植腱固定は、大腿骨側：エンドボタン CL、脛骨側：Double Spike Plate (Smith and Nephew) を用いた。ACL 再々建術時、半月板の変性はあったが、明らかな半月板断裂はなかった。また軟骨損傷に

関しては、大腿骨内顆に Outerbridge 分類 grade 3 の軟骨損傷と他部位の関節内軟骨も grade2 の損傷がみられた。術後 1 週間のニーブレス固定、術後 1 週から部分荷重開始し、6 週間で全荷重、術後 4 ヶ月でジョギングなどを許可した。

最終調査時(膝蓋腱再建術後 35 ヶ月、ACL 再々建術後 25 ヶ月後)では、右膝自動伸展可能、膝関節可動域 0-140 度であり(図 4)、骨付き四頭筋腱使用後の合併症(膝蓋骨骨折や大腿四頭筋断裂など)や膝蓋骨高位 (Insall-Salvati ratio: 右膝 1.10) はなく(図 5)、Lachman, Pivot shift test とともに陰性であり、レクリエーションレベルのスポーツ活動など可能となった。

考 察

自家 BTB を用いた ACL 再建術後の合併症として、膝蓋腱断裂は稀であり、Benner ら⁴⁾は 5364 例中、13 例 (0.24%) に膝蓋腱断裂が生じたとしている。またその発生時期は ACL 術後急性期に発生することが多いとされている^{3,4,6,7)}(表 1)。Nixon ら⁸⁾の報告では、BTB 採取部の MRI での輝度や組織学的所見は術後 2 年でほぼ健全組織と同等になるとされている。したがって、本症例のように術後 3 年以上経過して膝蓋腱断裂が発生することは非常に稀であり、Mickelsen ら⁹⁾は ACL 術後 3 年 7 ヶ月後の 1 例、Marumoto ら¹⁰⁾は術後 3 年と 6 年で発生した遅発性膝蓋腱断裂 2 例を報告して

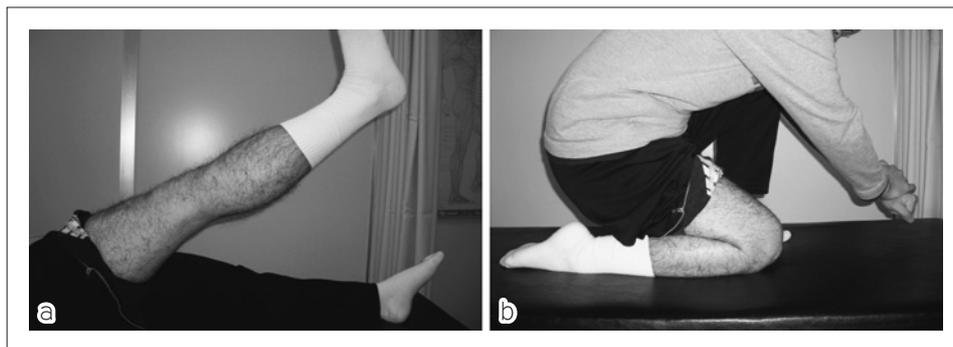


図 4 右膝蓋腱再建術後 35 ヶ月 (ACL 再々建術後 25 ヶ月) での診察所見
a) 膝伸展 b) 膝屈曲

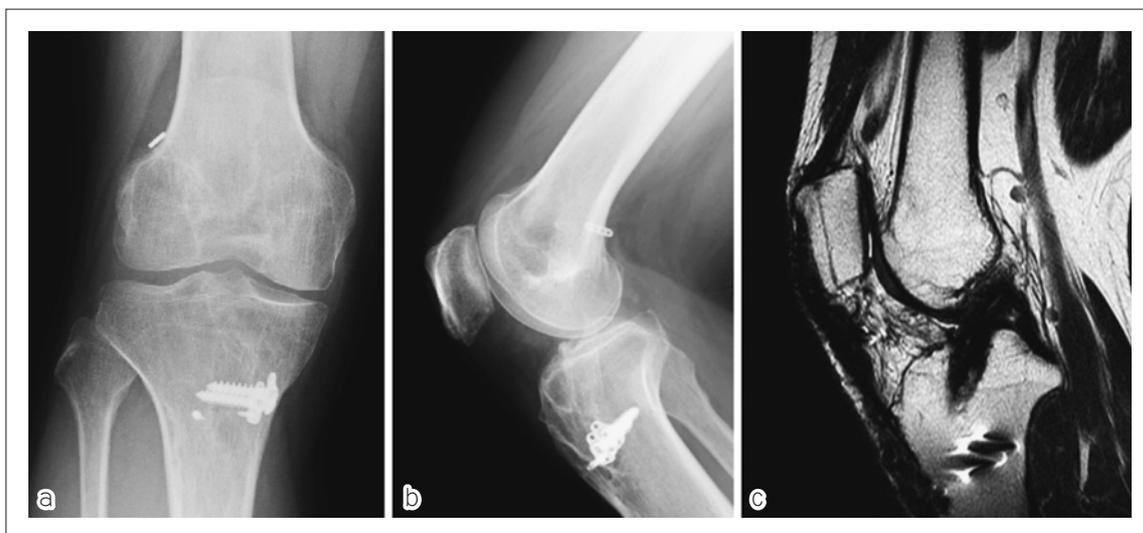


図 5 右膝蓋腱再建術後 35 ヶ月 (ACL 再々建術後 25 ヶ月) での画像所見
a) 右膝レントゲン正面像 b) 右膝レントゲン側面像 (屈曲位) c) 右膝 MRI 矢状断像

表 1 自家 BTB を用いた ACL 再建術後の膝蓋腱断裂の報告と本症例の比較

著者	症例数	初回 ACL 再建術から膝蓋腱断裂までの期間	膝蓋腱断裂時年齢	性別	初回 ACL 再建時、移植腱採取部閉鎖の有無
Busfield et al. ⁶⁾	1 例	3 日	39 歳	女	有
Benner et al. ⁴⁾	13 例	平均 18.5 日	平均 28.8 歳	男 9 例, 女 4 例	有
Lee et al. ³⁾	1 例	4 週	42 歳	男	有
Bonamo et al. ⁷⁾	2 例	3.5 ヶ月 8 ヶ月	22 歳 22 歳	男 男	有 有
Mickelsen et al. ⁹⁾	1 例	3 年 7 ヶ月	32 歳	男	有
Marumoto et al. ¹⁰⁾	2 例	3 年 6 年	15 歳 15 歳	女 男	無し 無し
本症例	1 例	10 年	27 歳	男	不明

いる。

自家 BTB による ACL 再建術後の膝蓋腱断裂の原因として、外傷や術後早期リハビリなどとしているものもあるが⁴⁾、Bonamo ら⁷⁾は、1) 移植腱

採取部閉鎖後の過緊張による近位部腱の局在性壊死、2) 腱容量減少後の残存腱の張力喪失、3) 遺残組織への血行不良などが関与していると提唱している。過去の報告例においても、移植腱採取部

症例報告

閉鎖後の膝蓋腱断裂例が報告されている^{3,4,6,7}。また、Marumotoら¹⁰は、過去の膝蓋腱断裂症例の多くがMarshall/MacIntosh法によるものであったため、残存する腱への血行障害や直接的な手術侵襲が影響している可能性を指摘するとともに、彼らが経験したACL術後3年以上で生じた遅発性膝蓋腱断裂の15歳若年者2例は膝蓋腱が断裂するまで無症候性であり、緩徐に生じた無血行性変性が遅発性膝蓋腱断裂の原因としている。本症例においても、初回ACL再建時のBTB採取方法は不明であるが、1)膝蓋腱断裂が生じるまで無症状であった、2)膝蓋腱断裂時MRI所見で断裂周囲組織の腫脹が少なかった、3)膝蓋腱再建術時の所見では膝蓋腱断裂部は連続性のある脆弱な癒痕様組織であったことなどから、緩徐な膝蓋腱変性によって初回ACL再建術後10年に膝蓋腱断裂が発生したと考えられる。

本症例において、膝蓋腱再建術とともに2期的ACL再々建術を行った。ACL再建術後膝不安定性残存と膝蓋腱断裂の関連性について、Mickelsenら⁹は、Pivot shift test陽性で、再建ACLの部分的損傷を伴った遅発性膝蓋腱断裂2例を報告している。一方でBusfieldら⁶は、健側膝の自家BTBを採取し術後3日後に健側膝の膝蓋腱断裂が生じたことから、膝不安定性は膝蓋腱断裂と関係はなく、術後BTB採取膝への過負荷や手術侵襲が影響しているとしている。従って本症例において、膝不安定性残存が膝蓋腱断裂に影響したかは不明であるが、膝関節機能温存のため、ACL再々建術が必要であったと考える。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Gifstad T, Foss OA, Engebretsen L, et al. Lower risk of revision with patellar tendon autografts compared with hamstring autografts: A registry study based on 45,998 primary ACL reconstructions in Scandinavia. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 2319-2328.
- 2) Frank RM, Mascarenhas R, Haro M, et al. Closure of patellar tendon defect in anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft: systematic review of randomized controlled trials. *Arthroscopy.* 2015; 31: 329-338.
- 3) Lee GH, McCulloch P, Cole BJ, et al. The incidence of acute patellar tendon harvest complications for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2008; 24: 162-166.
- 4) Benner RW, Shelbourne KD, Urch SE, et al. Tear patterns, surgical repair, and clinical outcomes of patellar tendon ruptures after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med.* 2012; 40: 1834-1841.
- 5) Milankov Ziva M, Semnic R, Miljković N, et al. Reconstruction of patellar tendon rupture after anterior cruciate ligament reconstruction: a case report. *Knee.* 2008; 15: 419-422.
- 6) Busfield BT, Safran MR, Cannon WD. Extensor mechanism disruption after contralateral middle third patellar tendon harvest for anterior cruciate ligament revision reconstruction. *Arthroscopy.* 2005; 21: 1268.
- 7) Bonamo JJ, Krinick RM, Sporn AA. Rupture of the patellar ligament after use of its central third for anterior cruciate reconstruction. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66: 1294-1297.
- 8) Nixon RG, SeGall GK, Sax SL, et al. Reconstitution of the patellar tendon donor site after graft harvest. *Clin Orthop Relat Res.* 1995; 317: 162-171.
- 9) Mickelsen PL, Morgan SJ, Johnson WA, et al. Patellar tendon rupture 3 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a central one third bone-patellar tendon-bone graft. *Arthroscopy.* 2001; 17: 648-652.
- 10) Marumoto JM, Mitsunaga MM, Richardson AB, et al. Late patellar tendon ruptures after removal of the central third for anterior cruciate ligament reconstruction. A report of two cases. *Am J Sports Med.* 1996; 24: 698-701.

(受付：2021年7月20日、受理：2022年2月14日)

Late patellar tendon rupture 10 years after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autograft: a case report

Tomihara, T. *, Taniuchi, M. *, Takigami, J. *
Kaneko, H. *, Shimada, N. *

* Department of Orthopaedic Surgery, Shimada Hospital, 100-1 Kashiya, Habikino 583-0875, Japan

Key words: Patellar tendon rupture, anterior cruciate ligament, bone-patellar tendon-bone autograft

[Abstract] Patellar tendon rupture following anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R) using a bone-patellar tendon-bone (BTB) autograft is a rare complication that usually occurs within six months after ACL-R. We report a case of late patellar tendon rupture 10 years after ACL-R using a BTB autograft in this study. Based on the clinical course after primary ACL-R, MRI findings after the patellar tendon rupture, and intra-operative findings at the patellar tendon reconstruction, slow avascular degeneration process in remaining patellar tendon could lead to late patellar tendon rupture after primary ACL-R using a BTB autograft.