

前十字靭帯損傷

田中 忍¹⁾

Anterior Cruciate Ligament Injury

Shinobu TANAKA

Key words : Anterior cruciate ligament, Calcium phosphate hybridization, incidence

キーワード：前十字靭帯，リン酸カルシウムの修飾，発生率

1. はじめに

自身が最も自分を表現できる場がスポーツであり、より高いレベルを目指して日々活動している最中に、ケガで休まなければならない姿を見るのは心苦しい。本人は、一日でも早くケガをする前と同じレベルで活動に復帰することを望んでいる。

膝の前十字靭帯損傷は、観血的治療が選択されると受傷から復帰までに半年以上を要する。現在は、手術が改良されたことやリハビリテーションを段階的に実施することで、スポーツ復帰が不可能ではなくなった。それでも、学生にとって半年以上競技から遠ざかるというのは非常に長い。

本稿では、まず膝前十靭帯損傷の概要、次に安全な早期復帰に向けた試みの紹介、そして最後に本学の学生における膝前十靭帯損傷の実態について報告する。

2. 膝前十十字靭帯損傷の概要

膝関節には、内・外側副靭帯と前・後十字靭帯が存在し、損傷が多いのは前十字靭帯および内側副靭帯である。前十字靭帯は、大腿骨に対する過度な脛骨の前方変位および回旋を制御しており、断裂すると疼痛のみでなく膝関節の不安定性を誘発する。また、断

裂した不安定な状態で未処置のまま放置すると、半月板等の他の膝関節支持組織に二次的な障害を誘発することもある。

損傷の発生頻度は高く、アメリカでは年間10万件、日本では2-3万件とされている。損傷の原因は、急激な減速やジャンプ動作などが多く、スポーツでは、サッカー、アメリカンフットボール、ハンドボール、バスケットボール、アイスホッケーなどが多い。

前十字靭帯は、解剖学的に血流の乏しい関節内に位置しており、断裂部を縫合しても満足な結果を得られないため、他の組織と入れ替える再建術が行われる。術式や移植片材料は、現在もまだ理想的な一つの方法に絞られていない状態が続いている。主要な方法は、骨付き膝蓋靭帯を用いる方法(BTB法)と半腱様筋および薄筋腱を多重折りする方法(STG法)で、どちらも損傷膝と同側の膝から採取する。どちらの方法にも、それぞれメリットとデメリットがある。

BTB法は、移植片の両端が骨組織であり、移植片と移植片を固定する骨孔は骨同士で修復される。そのため両者の修復は骨のリモデリング過程に沿ってなされ、リハビリテーションを進行する際の目安と出来ることや、将来的にも解剖学的に安定した状態で修復することが予測される方法である。1990年に

1) スポーツ学部

Shelbourne et al. は、BTB法による再建術後、3—4ヶ月でスポーツ活動に復帰することを目指すリハビリテーションプログラム (accelerated rehabilitation ; 加速リハ) を提唱し、早期競技復帰を願うスポーツ選手には非常に優れた方法と思われた。しかし、その後加速リハやBTB法による術後に骨孔の拡大や移植片の緩み、移植片を採取した膝前面の疼痛や膝関節伸展制限などの合併症が報告されている。

一方、STG法は、軟組織の腱を硬組織の骨に固定する方法であり、移植腱と骨の修復に要する期間および機序は、完全には明らかにされていない。そのため、BTB法で再建した場合と比較すると、リハビリテーションや日常生活およびスポーツ活動への復帰がやや遅延することや、移植腱と骨界面に形成された線維性介在物により移植片の緩みが生じ、これが原因となって関節内に炎症を誘発することが懸念される。しかし、移植片の採取に伴う合併症はほとんど見られないことから、トップレベルのスポーツ選手ではSTG法で行われることが多くなっている。

3. 早期復帰に向けた試みの紹介

主要な二つの前十字靭帯再建術のメリット

を活かし、より安全で早期に競技復帰をするため、STG法の腱と骨孔の界面にリン酸カルシウム化合物を修飾することを試みた。生体では、多くの場合埋入された材料は免疫系の作用を受け、異物として線維性皮膜に包囲され排除される。しかし、リン酸カルシウム化合物は、静的条件下で骨内に埋入すると、材料周囲に形成された骨と材料が直接結合する性質 (骨伝導能) を有する生体活性セラミックスである。既に、医療現場ではリン酸カルシウム化合物の骨伝導能を活かし、骨欠損部の充填剤や人工関節の金属表面へのコーティング剤などに利用されている。

リン酸カルシウム化合物を添加する方法

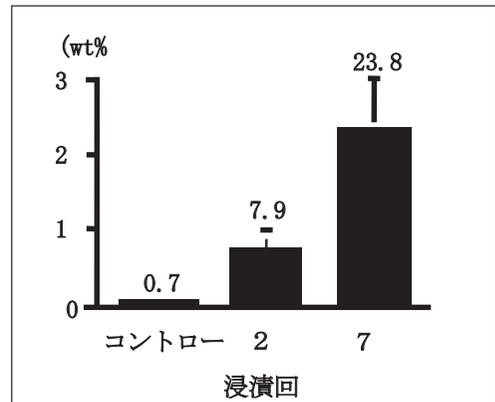


図1. 無機物含有量

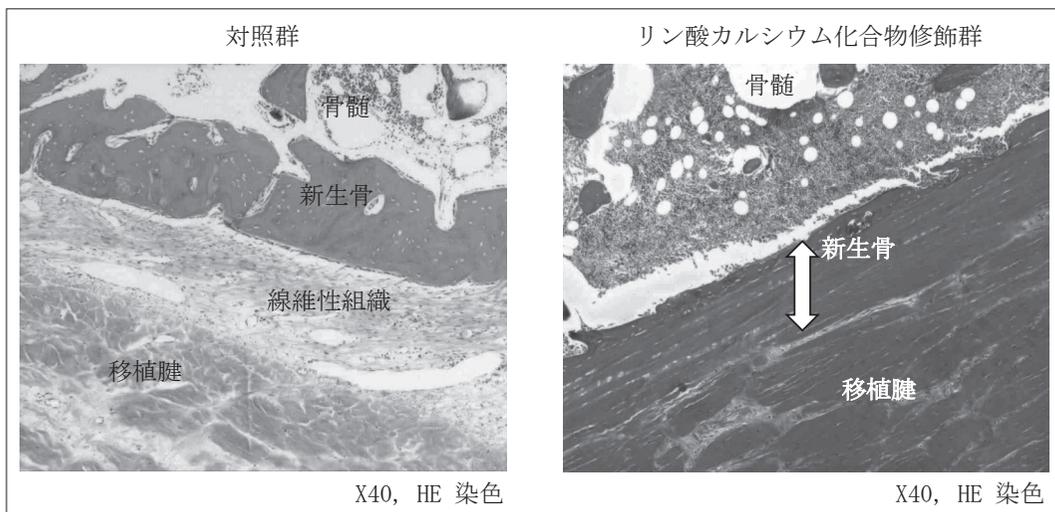


図2. 骨孔と移植腱の界面

は、高温高圧環境で噴射する方法が一般的であった。生体腱に対しては実施ができないため、腱をカルシウム溶液とリン酸溶液に一定時間交互に浸し、腱の内部でリン酸カルシウム化合物を形成させる方法（交互浸漬法）を実施し、生体腱にリン酸カルシウム化合物を析出することを確認した（図1）。また、実験動物を用いた研究では、リン酸カルシウム化合物を修飾し骨孔に固定すると、界面に線維組織の介在なく骨と直接結合するという結果を得た（図2）。

4. 本学の学生における膝前十字靭帯損傷の実態

2010年から2015年までに、本学の部活動・正課授業・学校行事にて前十字靭帯を損傷し、保険請求のあった学生を調査した（表1）。6年間で42件の報告があり、平均すると毎年約7件発生している。この間の総在籍者数（7,8931人）から算出した1,000人・1年間あたりの発生率は0.89件であった。Miyasaka et al. が実施した、アメリカでの検診参加者を対象とした報告は0.36であることから、高い発生率であることが伺える。42件の男女比は、男性：女性で18件：24件であり、期間中の学生数男性5,906人：女性1,988人より発生率を算出すると、男性0.51件：女性2.01件（1,000人・1年間あたり）と諸家の報告に見られるように女性の方が高かった。

表1. 本学の前十字靭帯損傷発生数と男女比

年	前十字靭帯損傷数 (件)	男女比 (男：女) (人)
2010	8	(3：5)
2011	10	(5：5)
2012	5	(4：1)
2013	7	(3：4)
2014	5	(1：4)
2015	7	(2：5)
合計	42	(18：24)

損傷原因となった活動内容は、部活動が36（以下男：女で表示. 17：19）件と最も多く、

内訳は試合8（5：3）件、練習26（11：15）件、不明2（1：1）件であった。受傷時のスポーツは、サッカーが最も多く11（5：6）件、バスケットボール10（4：6）件、バレーボール4（0：4）件が上位であった。

大学生の四年間は、長いようで短い。在学中に前十字靭帯を損傷すると、本学のようなスポーツ系大学では、授業で実技や実習を行うため、部活動のみでなくさまざまな点で支障が起きる。まずは、損傷を未然に防ぐためにできることを模索していきたい。また、今回の調査では、損傷前と同様の競技レベルで復帰できているかについて調べることはできなかった。もし不幸にも損傷してしまった場合、早期に安全に元の競技レベルで復帰できるよう支援していきたい。

実態調査には、本学の小松猛教授および保健管理センターの深尾喜穂子氏・三山浩子氏にご協力頂いた。

参考・引用文献

- Frank CB, Jackson DW (1997) The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg., 79A : 1556-1576.
- 福林徹, 蒲田和芳 (2008) ACL損傷予防プログラムの科学的基礎. ナップ: 東京.
- 金 鉉敏, 宮路史明, 小久保正 (1997) 人工骨創製の新技术: バイオミメティック法. 人工臓器, 26(5) : 934-942.
- Johnson RJ, Beynon BD, Nichols CE, Renstrom AFH (1992) The treatment of injuries of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg., 74A : 140-151.
- Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, Hirshman P (1991) The incidence of knee ligament injuries in the general population. Am J Knee Surg., 4 : 3-8.
- 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, ACL損傷ガイドライン策定委員会 (2007) 前十字靭帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン. 南光堂: 東京.

- Segawa H, Omori G, Koga Y (2001) Long-term results of non-operative treatment of anterior cruciate ligament injury. *Knee*, 8 : 5-11.
- Sgaglione NA, Warren RF, Wickiewicz TL, Gold DA, Panarriello RA. Primary repair with semitendinosus tendon augmentation of acute anterior cruciate ligament injuries (1990) *Am J Sports Med.*, 18 : 64-73.
- Shelbourne DS, Gray T (1997) Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine- year followup. *Am J Sports Med.*, 25 (6) : 786-795.
- Tanaka S, Sakane M, Tanaka J, Yamaguchi I, H Shimojo, Kato K, Tateishi T, Miyanaga Y (2000) *Key Engineering Materials*, 192-195 : 479-482.
- Taguchi T, Muraoka Y, Matsuyama H, Kishida A, Akashi M (2001) Apatite coating on hydrophilic polymergrafted poly(ethylene) films using an alternate soaking process. *Biomaterials*, 22 : 53-58.