

抗生物質封入ハイドロキシアパタイトブロックを使用した 前十字靭帯再再建術の1例

武田 芳嗣 岩目 敏幸 高砂 智哉
藤井 幸治 成瀬 章 小川 貴之

徳島赤十字病院 整形外科

要 旨

前十字靭帯再建術後の感染例に、抗生物質を封入したハイドロキシアパタイトブロック (HAb) を使用して再再建を行った症例を報告する。症例は18歳、男性。既往歴としてアトピー性皮膚炎がある。ソフトボールで受傷後約4ヶ月目に薄筋腱・半腱様筋腱を使用して一重束再建を行ったが、術後14日目に黄色ブドウ球菌 (MSSA) による感染を生じた。一旦は鏡視下 debridement と抗生物質の全身投与で沈静化したが、術後10週で再燃したため、移植腱と内固定材料を抜去し、持続洗浄を行った。感染は沈静化したものの膝の不安定感が持続するために、再再建術を予定したが、全身のアトピー性皮膚炎が強く、手術による再感染が危惧された。抗生物質の長期間局所持続投与と拡大した骨孔の充填を目的に、抗生物質を封入したHAbを健側から採取したハムストリング腱に装着し、2重束再建を行った。現在、術後18ヶ月で、感染を生じることなく経過し、前方不安定性は消失してサッカーなどを行っている。本法は、感染のリスクを有し、骨移植を必要とするほどの骨孔拡大を生じた症例に対する再再建術法として有用であると考えた。

キーワード：前十字靭帯再再建術，化膿性膝関節炎，ハイドロキシアパタイト，抗生物質

はじめに

前十字靭帯再建術後の感染はまれな合併症であるが^{1), 2)}、いったん発症すると単なる洗浄や debridement のみで沈静化することは少なく、せっかく再建した移植腱を固定材料とともに抜去せざるをえないことが多い^{3)~5)}。そのような症例に対して再再建術を行う場合、すでに骨孔が拡大していることが多く⁶⁾、その場合はいったん自家骨移植を行い、拡大した骨孔を閉鎖してから二期的に再再建術を行う必要がある^{3), 7), 8)}。また、その症例がもともと感染に対するリスクを有している場合、そのリスクに対する対策も考慮しなければいけない。

我々は、アトピー性皮膚炎をもつ症例で、一重束再建後に感染を生じた症例に対し、感染予防と拡大した骨孔の補填を目的として、移植腱に抗生物質を封入したハイドロキシアパタイトブロック (以下 HAb) を逢着し、一期的に二重束再建を行った症例を経験したので報告する。

症 例

18歳 男性

【既往歴】

小児期よりアトピー性皮膚炎があり、他院皮膚科に通院中

【現病歴】

ソフトボールの試合中、ベースランニングで左膝が過伸展され受傷した。他医にて前十字靭帯損傷と診断され、受傷後3ヶ月で当科に紹介された。患部を含め全身にアトピー性皮膚炎による湿疹を認めたが、かかりつけ医より細菌感染はないとの返答を得たため、2週間後に手術を行った。手術は薄筋腱と半腱様筋腱をそれぞれ2重折りとして一重束再建を行った。大腿骨側は1時半の位置に骨孔 (径9mm) を作成し、CL-Endobutton (Smith and Nephew Endoscopy Inc. Andover, Mass) にて固定した。脛骨側は付着部中央に骨孔 (径11mm) を作成し、Graft tension system (Smith and Nephew Endoscopy Inc. Andover, Mass) にて固定した。術後12日目に退院したが、そ

の2日後に左膝の疼痛と腫脹，発赤，熱感が出現した。術後感染と診断し，当日，創部の debridement と鏡視下滑膜切除術を行った。移植腱には明らかな損傷所見は認めなかったため，内固定材料および移植腱は抜去しなかった。起炎菌は黄色ブドウ球菌（MSSA）であり，抗生物質の点滴投与を行い，再手術後52日目に退院した。しかし，その1週間後に熱発および局所の炎症所見が再燃し，翌日当科に再入院となり，同日，手術を行った。今回も移植腱は明らかな損傷所見は認めなかったが，脛骨側内固定材料とともに抜去した。術後2週間の持続洗浄を行い，6週目より全荷重歩行を開始し，7週で退院となった。

その後，感染の再燃はなく，大学生活に復帰した

が，日常生活動作でも膝くずれを生じるようになり，再再建術を希望するようになった。アトピー性皮膚炎は軽快しておらず，皮膚からの再感染の可能性が否定できず，また脛骨側の骨孔の拡大がみられ，これに対して補填する必要もあったため，抗生物質を封入したHAbを移植腱に組み合わせ，再再建術を行うこととした（図1）。

【再再建術】⁹⁾（図2）

初回再建術後，17ヶ月で再再建術を行った。術前の画像診断で大腿骨孔の著しい拡大がなかったため（図1c），2重束再建を行うこととした。移植腱は健側の薄筋腱・半腱様筋腱を採取し，前内側束（以下AMB）には半腱様筋腱を2重折りとし，後外側束（以下PLB）



a；単純x線正面像



b；単純x線側面像

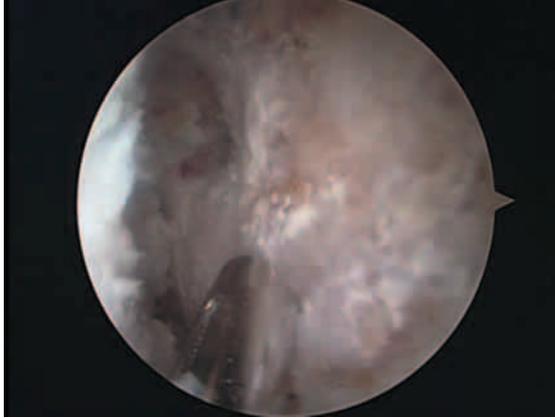


c；3D-CT 大腿骨孔



d；3D-CT 脛骨骨孔

図1 再再建術前画像



a ; 大腿骨側後外側束骨孔作成のためのドリルガイド設置. 後方にみえるのは前回の大腿骨骨孔



b ; バンコマイシンを封入して移植腱に逢着したハイドロキシアパタイトブロック



c ; 再建前内側束



d ; 再建後外側束

図2 手術所見

は薄筋腱を2重折りとして使用した. 術前画像診断どおり (図1 d), 脛骨側の骨孔は拡大していたが, 大腿骨側は拡大していなかった. 先にPLB用の骨孔を作成した. PCLの前方6mmに径6mmの脛骨骨孔を作成し, 大腿骨孔はYasudaら¹⁰⁾の方法に準じ, 90°屈曲位で最下点から6mm上方 (解剖学的には前方) に径5.5mmの骨孔を作成した.

AMB用の脛骨骨孔は元の骨孔を利用したが, 径が12mmあったため, 2重折りとした半腱様筋腱に, 塩酸バンコマイシン (VCM) を封入した径10mmのHAb (Bonaceram P, オリンパス 東京) を2個, 吸収糸にて逢着した. この際, 関節腔内の骨孔間の距離を測定し, 脛骨骨孔内にHAbが位置するように逢着した. 大腿骨側は骨孔径が9mmであったので, HAb

は装着しなかった. 移植腱の固定は, 初回と同様に大腿骨側はCL-Endobuttonにて, 大腿骨側はGraft tension systemにて固定した.

【術後経過】

感染を再発することなく, 術後15日目で退院した. 1ヶ月間の免荷歩行の後, 全荷重歩行を開始し, 4ヶ月目からランニングを許可した. 術後20ヶ月の現在, 感染の再燃はない. 最終診察時, 可動域制限はなく, Lachman testは陰性, Pivot shift testはgrade 1 (glide), 最大引き出しによるKT-2000の患健側差は2.4mmであった. IKDC objective scoreはBで, サッカー, インラインスケートを行っている. 3D-CTにても骨孔拡大はみられず, HAbと骨孔壁とは癒合しているように見える (図3).



a; 単純 x 線正面像



b; 単純 x 線側面像



c; 3 D-CT 脛骨骨孔正面像



d; 3 D-CT 脛骨骨孔側面像

図3 術後画像（術後18ヶ月）

考 察

感染による前十字靭帯再再建術後に、感染が再燃したとの報告はあまりみられない^{3),4)}。ただ、感染に対するリスクが存在する場合、元の感染が再燃することはいくつか、新たな感染を生じる可能性は残る。本例でも、初回手術と同じ程度の湿疹が術野に多数存在しており、再手術がためられた。

抗生物質を封入した HAb 充填法は、高濃度の抗生物質を長期間、局所に投与が可能であり、骨髓炎に対する治療法として優れた成績が報告されている^{11),12)}。Saito ら¹¹⁾は、生体内に留置した HAb を、感染が沈静化したあとに摘出し、その徐放効果を検討した。その結果、HAb 内に留置されたバンコマイシンは術後1

ヶ月で72%、3ヶ月で90%速やかに徐放されるが、術後12ヶ月経過した時点でも最小有効濃度を維持していたと報告している。われわれも、数回の持続洗浄やセメントビーズ留置にもかかわらず沈静化しなかった MRSA 大腿骨・脛骨骨髓炎に対し、本法を行い、1回の治療で感染を沈静化し荷重歩行が可能となった症例を経験している¹³⁾。今回は、感染が持続している状態に留置したわけではないので、この1例をもって効果があったとは言えないが、感染リスクのある症例に対する感染予防法として、選択肢のひとつとなりうると思う。

さらに本法は、単に感染予防のみならず、再再建術に際し問題となる骨孔拡大に対する欠損の充填を同時に行えたことに意義があると考えている。前十字靭帯再再建術を行うにあたり、すでに著しい骨孔拡大を生

じている場合、まず骨移植を行い、骨移植後数ヶ月後に、再再建術を行う二次的手術が推奨されている^{3), 7), 8)}。しかし、侵襲の大きさや時間的損失を考えた場合、一次的に手術が行えれば、それにこしたことはない。Battaglia と Miller¹⁴⁾は、凍結乾燥同主骨を骨孔内に挿入して骨孔を閉鎖し、目的とする部位にドリリングを行って一次的に再再建術を行う方法を報告している。しかし、本症例のように、骨孔が理想的位置に作られている場合、ドリリングの径が小さくても、移植同主骨を破壊してしまう危険性がある。その点、我々の方法では、骨孔拡大に対し骨孔側で対処するのではなく、移植腱側で対処するので、HAb の最大径である15mm 程度までの骨欠損には十分対処可能であると考えられる。

今回の再再建術は、二重束再建で行った。二重束再建は従来の一重束再建に比べより解剖学的に近似した靭帯を再建することになり、生体工学実験での有用性のみならず、臨床例においてもより良好な成績が報告されている¹⁰⁾。当科でも両術式の前向き比較研究において、有意に良好な前方制動性が得られ、また回旋安定性も優れた傾向にあることを報告している⁹⁾。一重束再建膝に対する二重束再建での再再建術に関しては、渉猟し得た限りでは Zantop と Petersen¹⁵⁾の報告があるのみである。しかし彼らが報告した4例は、いずれも大腿骨骨孔が12時付近に作られた vertical graft に対して行ったもので、大腿骨側の解剖学的位置に2つの骨孔を作成することに関しては、1次手術と全く同様に行える症例ばかりであった。さらに脛骨側は初回手術時の脛骨付着部後方部に作られた骨孔を利用した単一ソケットとなっており、厳密な意味では解剖学的二重束再建とは言い難い。本例では採取した半腱様筋腱が非常に太くて長く元の大腿骨孔径である9mm になったため、そのままAMB用の骨孔として利用できた。もし大腿骨孔が10mm以上の骨孔拡大を生じているならば、移植腱の大腿骨側にもHAbを装着することも可能である。PLB用の骨孔は、初回手術が malposition に作成されていない限り、全く新しい骨孔として作成が可能である。脛骨側は骨孔が拡大しているため、関節内でのPLB用骨孔の開口部は元の骨孔と連続したが、AMBがHAbを含めて12mmと大きいため、後方に移動することはなく大きな問題とはならなかった。

本法の問題点としては、先ず材料費が上げられる。

今回用いたHAbは、償還価格で1個32,300円であり、2個使用したので64,600円かかったことになる。ただしこれらは材料費として請求できるため、直接患者や医療機関の負担にはならない。また骨移植をして二次的に手術を行ったり、感染を生じて再手術を要したりすることを考えれば、決して高いものではないといえる。第2点としては、今回用いたHAbに封入できる抗生物質は最大50mm³までであり、長期的に有効濃度の抗生物質が徐放されるとはいえ、膝関節全体に十分な局所濃度が保たれているかは疑問であり、今後検討を要すると思われる。

まとめ

一重束前十字靭帯再建術後に感染を生じた症例にたいし、感染予防と拡大した骨孔への補填を目的に、抗生物質を封入したHAbを移植腱に逢着し、一次的に二重束再建を行った症例を報告した。本法は、感染のリスクを有し、骨移植を必要とするほどの骨孔拡大を生じた症例に対する再再建術法として有用であると考えた。

文 献

- 1) Judd D, Bottoni C, Kim D et al: Infections following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 22: 375-84, 2006
- 2) McAllister DR, Parker RD, Cooper AE et al: Outcomes of postoperative septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 27: 562-70, 1999
- 3) Burks RT, Friederichs MG, Fink B et al: Treatment of postoperative anterior cruciate ligament infections with graft removal and early reimplantation. *Am J Sports Med* 31: 414-8, 2003
- 4) Kurokouchi K, Takahashi S, Yamada T et al: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*-induced septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 24: 615-7, 2008
- 5) Matava MJ, Evans TA, Wright RW et al: Septic arthritis of the knee following anterior cruciate ligament reconstruction: results of a

- survey of sports medicine fellowship directors. *Arthroscopy* 14 : 717–25, 1998
- 6) Iorio R, Vadala A, Di Vavo I et al: Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction in patients with post-operative septic arthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16 : 921–7, 2008
 - 7) Carlisle JC, Parker RD, Matava MJ: Technical considerations in revision anterior cruciate ligament surgery. *J Knee Surg* 20 : 312–22, 2007
 - 8) Thomas NP, Kankate R, Wandless F et al: Revision anterior cruciate ligament reconstruction using a 2-stage technique with bone grafting of the tibial tunnel. *Am J Sports Med* 33 : 1701–9, 2005
 - 9) Takeda Y, Sato R, Ogawa T et al: In vivo magnetic resonance imaging measurement of tibiofemoral relation with different knee flexion angles after single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy* in press
 - 10) Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H et al: Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy* 22 : 240–51, 2006
 - 11) Saito T, Takeuchi R, Hirakawa K et al: Slow-releasing potential of vancomycin-loaded porous hydroxyapatite blocks implanted into MRSA osteomyelitis. *J Biomed Mater Res* 63 : 245–51, 2002
 - 12) Yamashita Y, Uchida A, Yamakawa T et al: Treatment of chronic osteomyelitis using calcium hydroxyapatite ceramic implants impregnated with antibiotic. *Int Orthop* 22 : 247–51, 1998
 - 13) 岩目敏幸, 高砂智哉, 浜田大輔, 他: 膝関節破壊を伴う大腿骨・脛骨 MRSA 骨髄炎に対する抗生剤封入ハイドロキシアパタイト充填法の治療経験. *中部整災誌* 51 : 177, 2008
 - 14) Battaglia TC, Miller MD: Management of bony deficiency in revision anterior cruciate ligament reconstruction using allograft bone dowels: surgical technique. *Arthroscopy* 21 : 767, 2005
 - 15) Zantop T, Petersen W: Double bundle revision of a malplaced single bundle vertical ACL reconstruction: ACL revision surgery using a two femoral tunnel technique. *Arch Orthop Trauma Surg* 128 : 1287–94, 2008

Double-bundle anterior cruciate ligament revision surgery using antibiotic-loaded hydroxyapatite blocks —A case report—

Yoshitsugu TAKEDA, Toshiyuki IWAME, Tomoya TAKASAGO,
Koji FUJII, Akira NARUSE, Takayuki OGAWA

Division of Orthopaedic Surgery, Tokushima Red Cross Hospital

Hydroxyapatite blocks (HAb) can be used for local delivery system for the sustained release of antibiotics. We reported a case underwent the anatomical double-bundle anterior cruciate ligament (ACL) revision surgery using antibiotic-loaded HAb after improved septic arthritis. A 18-year-old man who has been suffered from atopic dermatitis for a long period underwent single-bundle ACL reconstruction using hamstring tendons. Two weeks after surgery, he presented with persistent swelling and pain of the left knee. Arthroscopic debridement with joint lavage was performed on the same day, but the arthritis was recurred 8 weeks after the arthroscopic debridement. The graft and hardware were removed, and continuous joint irrigation was performed. Although the septic arthritis was improved, he complained of knee instability on activity of daily life. Since severe atopic dermatitis was persisted, he was seemed to have a potential risk of infection for revision ACL surgery. We performed the double-bundle ACL reconstruction using hamstring tendons with Vancomycin-loaded HAb 18 months after the initial ACL surgery. At the final evaluation 18 months after revision surgery, the maximum KT-2000 side-to-side difference was 2.4 mm and no persistence of sepsis was observed. ACL revision surgery using antibiotic-loaded HAb has advantage for preventing infection and simultaneously filling enlarged bone tunnels.

Key words: Septic Arthritis, Revision ACL reconstruction, Hydroxyapatite block, Antibiotic

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 14:105–111, 2009
