

Kết quả bước đầu phẫu thuật 2 thì tái tạo lại dây chằng chéo trước

Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Quốc Dũng, Mai Đức Việt, Mai Đức Thuận, Lê Hanh

Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Từ khóa:

Khớp gối, dây chằng chéo trước, tái tạo, tái tạo lại, giai đoạn.

Địa chỉ liên hệ:

Nguyễn Anh Tuấn,
Bệnh viện Trung ương Quân đội 108
Số 1, Trần Hưng Đạo, Hai Bà Trưng,
Hà Nội
Điện thoại: 0973 554 290
Email:
drtuanguyenanh@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/10/2021

Ngày duyệt: 30/10/2021

Ngày chấp nhận đăng:
23/11/2021

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Nghiên cứu này nhằm đánh giá kết quả bước đầu, đồng thời rút ra một số nhận xét về chỉ định và kỹ thuật phẫu thuật tái tạo dây chằng chéo trước (DCCT) 2 thì.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Gồm 12 người bệnh (NB) được phẫu thuật 2 thì tái tạo lại DCCT tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108, từ tháng 1 năm 2016 đến tháng 4 năm 2021. Các triệu chứng, dấu hiệu và chức năng khớp gối đánh giá theo thang điểm Lysholm và IKDC. Đánh giá di lệch ra trước của mâm chày so với xương đùi lượng giá bằng máy KT-1000. Thời điểm 6 tháng sau phẫu thuật thì đầu, các NB được đánh giá tình trạng liền xương ghép bằng phim cắt lớp vi tính (CT).

Kết quả: Tại thời điểm theo dõi cuối cùng, có sự cải thiện rõ rệt về chỉ số nghiệm pháp lâm sàng và thang điểm Lysholm, IKDC. Có 8/12 NB có thể trở lại các hoạt động thể thao giống như trước khi phẫu thuật, 3 NB đã thay đổi chơi những môn thể thao nhẹ nhàng hơn, và 1 NB không thể chơi thể thao trở lại.

Kết luận: Kết quả bước đầu thu được là rất khả quan, tuy nhiên điểm hạn chế của nghiên cứu là cỡ mẫu còn nhỏ, cần có những đánh giá với cỡ mẫu lớn hơn. Với chỉ định chính xác, lập kế hoạch trước mổ tỉ mỉ và lựa chọn kỹ thuật phù hợp, thì kết quả của phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì chắc chắn mang lại hiệu quả cao.

Initial results of two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction

Nguyen Anh Tuan, Nguyen Quoc Dung, Mai Duc Viet, Mai Duc Thuan, Le Hanh

108 Military Central Hospital

Abstract

Introduction: This study aims to evaluate the initial results and comment on some factors on indications and surgical techniques of two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR).

Patients and methods: Including 12 patients (10 men and 2 women) who underwent two-stage ACL reconstruction

surgery at 108 Military Central Hospital, from January 2016 to April 2021. Evaluation of knee function according to Lysholm and IKDC scale. Evaluation of anterior displacement of the tibial plateau relative to the femur evaluated by the KT-1000 machine. MRI confirmed the ACL rupture in all the patients. CT examinations were performed at 6 months after bone grafting.

Results: At the last follow up, there was a marked improvement in clinical test scores and Lysholm, IKDC scale. There was 8 of 12 patients had returned to the preoperative sport activity level, three had changed to lower non-impact sports, and one had given up any sport activity.

Conclusions: The initial results obtained are very positive, however, the limitation of the study is the small sample size, which requires evaluation with a larger sample size. With precise indications, proper preoperative planning and operative-technique selection, two-stage revision ACLR can achieve favorable outcomes.

Keywords: Knee, Anterior cruciate ligament, Reconstruction, Revision, Stage.

Đặt vấn đề

Phẫu thuật tái tạo dây chằng chéo trước (DCCT) không ngừng gia tăng về số lượng trong những năm gần đây và đạt khoảng 200.000 ca hàng năm tại Mỹ [10]. Khi con số này tiếp tục tăng cao, thì đồng nghĩa với đó là tỷ lệ tái tạo lại DCCT cũng tăng theo, dao động từ 4,1 đến 13,3% của phẫu thuật tái tạo DCCT lần đầu [13].

Các phẫu thuật tái tạo lại DCCT được chia thành 2 nhóm chính là phẫu thuật 1 thì và phẫu thuật 2 thì. Phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì về quy trình cơ bản bao gồm thì đầu là ghép xương vào các đường hầm cũ quá rộng hoặc đặt sai vị trí và thì 2 là tiến hành tái tạo lại DCCT sau đó một thời gian khi mà xương ghép đã liền trong các đường hầm [9]. Nhóm người bệnh (NB) phải thực hiện làm 2 thì chiếm tỷ lệ khá nhỏ, chỉ khoảng 8 - 9% tổng số các trường hợp phải phẫu thuật tái tạo lại, nhưng đây thách thức [6].

Hiện nay theo y văn thì việc đánh giá kết quả phẫu thuật tái tạo lại DCCT chủ yếu vẫn là so sánh với các phẫu thuật tái tạo DCCT lần đầu. Trong khi phẫu thuật tái tạo lại DCCT 1 thì thường cho kết quả khả quan, tuy nhiên còn khá ít các báo cáo về kết quả tái tạo lại DCCT 2 thì. Xuất phát từ các thực tiễn nêu trên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm đánh giá kết quả bước đầu và nhận xét một số yếu tố về chỉ định, kỹ thuật phẫu thuật tái tạo DCCT 2 thì.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Gồm 12 NB (10 nam và 2 nữ) được phẫu thuật 2 thì tái tạo lại DCCT tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108, từ tháng 1 năm 2016 đến tháng 4 năm 2021. Độ tuổi trung bình 29,1 (từ 19 - 42). Thời gian theo dõi sau phẫu thuật trung bình 2,7 năm, tối thiểu 6 tháng, dài nhất là 5 năm.

Tiêu chuẩn lựa chọn

Bao gồm những NB mất vững khớp gối sau chấn thương mà trước đó đã được phẫu thuật tái tạo DCCT.

Tiêu chuẩn loại trừ

Những NB thoái hoá khớp gối nặng (khe khớp gối hẹp trên 50%), tổn thương nhiều dây chằng (góc sau ngoài, dây chằng bên), biến dạng trục chi do gãy xương trước đó, những trường hợp có bệnh lý tim mạch, tâm thần kinh kết hợp.

Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu

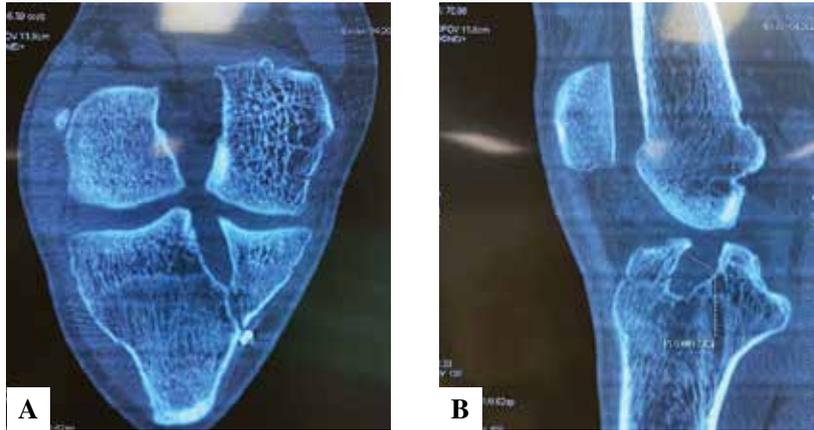
Nghiên cứu tiến cứu, can thiệp lâm sàng, theo dõi dọc, không nhóm chứng.

Các bước tiến hành nghiên cứu

Đánh giá NB trước phẫu thuật: Đánh giá trước phẫu thuật về tình trạng mất vững khớp gối bằng các nghiệm pháp ngăn kéo trước, Lachmann và Pivot-shift. Đánh giá chức năng khớp gối theo thang điểm Lysholm và IKDC. Đánh giá di lệch ra trước

của mâm chày so với xương đùi lượng giá bằng máy KT-1000. Chụp cộng hưởng từ (MRI) xác định mất tín hiệu mảnh ghép DCCT. Chụp X-quang loại trừ gãy xương, đánh giá thoái hoá khớp và những biến dạng trục khớp. Hiện nay, phim chụp cắt lớp vi tính

(CT) vẫn được xem là tiêu chuẩn vàng để đo kích thước đường hầm xương. Trong đó lát cắt coronal và sagittal có giá trị cao nhất (Hình 1). Cách đo được tính theo đường vuông góc với trục của đường hầm xương tại điểm rộng nhất.



Hình 1. Hình ảnh chụp CT: coronal (A) và sagittal (B) cho thấy sự mở rộng của đường hầm xương chày trong trường hợp tái tạo DCCT thất bại. Các phép đo được thực hiện vuông góc với trục của đường hầm tại điểm rộng nhất (Nguồn: từ NB nghiên cứu)

Kỹ thuật phẫu thuật: Thì đầu sẽ tiến hành lấy bỏ mảnh ghép cũ, làm sạch các đường hầm lõi cầu đùi và mâm chày, ghép xương vào các đường hầm bằng

mảnh ghép xương mào chậu tự thân (Hình 2 - A, B). Sau đó 6 tháng sẽ tiến hành làm thì 2 tái tạo lại DCCT bằng mảnh ghép gân bánh chè tự thân (Hình 2 - C).



Hình 2. Hình ảnh làm sạch (A) và ghép xương vào các đường hầm cũ qua nội soi (B); thì 2 tái tạo lại DCCT bằng mảnh ghép gân bánh chè tự thân (C) (Nguồn: từ NB nghiên cứu)

Quy trình phục hồi chức năng sau phẫu thuật: Phục hồi chức năng sau giai đoạn ghép xương thì đầu có những điểm tương đồng với các quy trình tái tạo DCCT tiêu chuẩn. Trọng tâm phục hồi chức năng ban đầu là tập trung vào phục hồi biên độ vận động thụ động khớp chày - đùi và khớp chè - đùi, phục hồi sức

manh cơ tứ đầu đùi, đồng thời kiểm soát và giải quyết tình trạng sưng nề, tràn dịch khớp gối.

Đánh giá NB sau phẫu thuật: Đánh giá tại các thời điểm 6 tháng sau phẫu thuật thì 1 ghép xương và 6 tháng, 1 năm, tại thời điểm theo dõi cuối cùng sau phẫu thuật thì 2 tái tạo lại DCCT. Các triệu chứng,

dấu hiệu và chức năng khớp gối đánh giá theo thang điểm Lysholm và IKDC. Đánh giá di lệch ra trước của mâm chày so với xương đùi lượng giá bằng máy KT-1000. Thời điểm 6 tháng sau phẫu thuật thì đầu, các NB được đánh giá tình trạng liền xương ghép bằng phim CT.

Phân tích và xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng thống kê y học dựa trên phần mềm SPSS 20.0. Các biến liên tục được mô tả dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

Kết quả

Ở thì phẫu thuật đầu, đường kính đường hầm xương trung bình đo được là 10,4 mm (trong khoảng từ 8 - 11 mm). Xương ghép được lấy với đường kính và chiều dài lớn hơn so với đường hầm tương ứng là 1 mm và 1,5 mm.

Bảng 1: Đặc điểm nhóm NB nghiên cứu (n = 12)

Đặc điểm	Kết quả
Tuổi lúc phẫu thuật tái tạo lại DCCT	29,1 (19 - 42)
Thời gian giữa 2 lần tái tạo DCCT	27 tháng (5 - 52)
Thời gian từ khi được chẩn đoán đứt lại DCCT đến khi phẫu thuật tái tạo lại DCCT	6,8 tháng (4 - 9)
Thời gian theo dõi	2,7 năm (0,5 - 5)

Tại thời điểm theo dõi cuối cùng, có sự cải thiện rõ rệt về chỉ số nghiệm pháp lâm sàng và thang điểm Lysholm, IKDC (Bảng 2). Có 8/12 NB có thể trở lại các hoạt động thể thao giống như trước khi phẫu thuật, 3 NB đã thay đổi chơi những môn thể thao nhẹ nhàng hơn, và 1 NB không thể chơi thể thao trở lại.

Bảng 2: Kết quả lâm sàng và chức năng khớp gối (n = 12)

Chỉ số	Trước phẫu thuật	Sau phẫu thuật
KT-1000	7,4 mm (3 - 10)	3,1 mm (1,3 - 3,8)
Lachmann	Độ II: 7 NB Độ III: 5 NB	9 NB có nghiệm pháp Lachmann bình thường và 3 NB lỏng khớp độ I ở thời điểm TD cuối
Pivot-shift	Độ I: 2 Độ II: 4 Độ III: 6	Âm tính: 10 Độ I: 2
IKDC	8 C, 4 D	10 A và B, 2 C
Lysholm	65,4 (48 - 82, SD: 7,9)	90,2 (72 - 100, SD: 7,9)

Sau phẫu thuật thì đầu 6 tháng, kết quả chụp CT cho thấy đã có sự liền xương hoàn toàn vào trong đường hầm (Hình 3).



Hình 3. Hình ảnh liền xương các chốt xương ghép vào đường hầm trên phim chụp CT sau ghép xương 6 tháng (Nguồn: từ NB nghiên cứu)

Bàn luận

Kết quả bước đầu

Tại thời điểm theo dõi cuối cùng, có sự cải thiện rõ rệt về chỉ số nghiệm pháp lâm sàng và thang điểm Lysholm, IKDC (Bảng 2). Không có biến chứng nào được ghi nhận bao gồm gãy xương, đứt lại, tổn thương mạch máu hoặc nhiễm khuẩn.

So sánh kết quả thu được trong nhóm nghiên cứu của chúng tôi với một số báo cáo về kết quả phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì thể hiện trong bảng dưới đây (Bảng 3). Kết quả bước đầu thu được là rất khả quan, tuy nhiên điểm hạn chế của nghiên cứu là cỡ mẫu còn nhỏ, cần có những đánh giá với cỡ mẫu lớn hơn.

Bảng 3: So sánh kết quả lâm sàng của nhóm nghiên cứu với một số nghiên cứu khác

Năm	2005	2013	2016	2017	2018	2021
Tác giả	Thomas [11]	Franceschi [4]	Uchida [12]	Mitchell [7]	Diermeier [2]	Nhóm NC
Mức độ tin cậy	III	IV	IV	III	III	
Nước	Anh	Italy	Nhật	Mỹ	Đức	VN
Mẫu (n)	49	30	10	49	44	12
Tuổi TB	35,4	29,1	28,0	30,4	30,5	29,1
Xương ghép	Mào chấu	X. chày	Mào chấu	Đồng loại	Mào chấu	Mào chấu
TG theo dõi	6,2 năm	6,7 năm	≥ 2 năm	3,1 năm	33,9 tháng	2,7 năm
Kết quả	IKDC: 61,2, KT-1000: 1,36 mm	Lysholm: 90,2, trở lại thể thao: 66,7%	Các nghiệm pháp mất vững âm tính, Lysholm: 96,6	Tỷ lệ đứt lại: 6,1%, Lysholm: 77	Lysholm: 77,2, IKDC: 69,0, Tegner: 4,1	IKDC: 10 A và B, 2 C; Lysholm: 90,2 (72-100, SD: 7,9)

Một số nhận xét về chỉ định và kỹ thuật

Chỉ định

Trong nghiên cứu của chúng tôi tất cả NB được chỉ định phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì lí do đường hầm xương bị mở rộng hoặc đường hầm cũ đặt sai vị trí. Đây cũng là những chỉ định chính để thực hiện phẫu thuật tái tạo DCCT 2 thì bao gồm kích thước đường hầm xương bị mở rộng, đường hầm cũ đặt sai vị trí, hạn chế biên độ vận động khớp gối, nhiễm khuẩn hoạt động, tổn thương sụn chêm, biến dạng trục khớp gối, và tổn thương sụn khớp kết hợp hoặc có tình trạng lỏng khớp gối do tổn thương các dây chằng khác.

Chúng tôi nhận thấy vị trí và kích thước đường hầm là những yếu tố quan trọng nhất để đi đến quyết định phẫu thuật 2 thì, bởi những đường hầm

xương đã bị mở rộng có thể gây khó khăn khi đặt và cố định mảnh ghép [1], [11]. Vị trí đường hầm cũ khi đã đặt sai sẽ gây cản trở việc đặt đường hầm ở vị trí mới, khi đó có thể làm giảm độ chính xác của đường hầm mới khiến độ ổn định của mảnh ghép kém hơn và làm tăng nguy cơ thất bại [11].

Theo các tài liệu y văn đã được báo cáo trước đây, phẫu thuật 2 thì nên thực hiện khi kích thước đường hầm vượt quá ngưỡng 10 - 15 mm. Tuy nhiên, ngưỡng tuyệt đối về kích thước đường hầm mở rộng là bao nhiêu để thực hiện phẫu thuật tái tạo lại 1 thì vẫn chưa được thống nhất. Battaglia và Miller [1] khuyến cáo nên thực hiện ghép xương cho những trường hợp các đường hầm có kích thước 10 - 15 mm.

Yoon và cs. [14] đánh giá trên 88 NB thực hiện tái tạo lại DCCT 1 thì. Các NB này được chia thành

2 nhóm (nhóm A là những trường hợp đường hầm có đường kính < 12 mm và nhóm B > 12 mm). Tại thời điểm theo dõi trung bình sau mổ 7,9 năm, tác giả nhận thấy các chỉ số điểm lâm sàng không có sự khác biệt đáng kể giữa hai nhóm này. Tuy nhiên, kết quả có sự vượt trội ở nhóm A so với nhóm B về các nghiệm pháp lâm sàng như Lachmann và Pivot-shift.

Ghép xương

Trong nghiên cứu của chúng tôi tất cả NB đều được ghép xương bằng mảnh ghép xương mào chậu tự thân. Ghép xương tự thân bằng mảnh ghép xương mào chậu hoặc diện trước mâm chày vẫn được coi là tiêu chuẩn vàng cho quá trình liền xương bởi đặc tính tái tạo xương của các mảnh ghép này. Trên lâm sàng, nhiều tác giả đã báo cáo kết quả rất khả quan khi thực hiện tái tạo lại DCCT 2 thì bằng cách sử dụng nguồn xương ghép tự thân này [3], [11].

Thomas và cs. đánh giá mức độ lỏng khớp gối sau tái tạo DCCT 2 thì sử dụng xương ghép là mào chậu tự thân thấy kết quả tương đương so với tái tạo DCCT lần đầu, sự cải thiện về các chỉ số lâm sàng khá rõ rệt. Nhưng việc lấy xương mào chậu tự thân rõ ràng là một can thiệp xâm lấn hơn nhiều so với xương đồng loại và có thể đối diện với nguy cơ không đủ nguồn xương ghép [11].

Việc sử dụng xương ghép đồng loại sẽ tránh phải lấy xương từ người bệnh nhưng lại phải đối diện với nguy cơ mắc các bệnh truyền nhiễm. Để làm giảm thiểu nguy cơ này, thông thường nguồn xương ghép được khử trùng. Tuy nhiên, các phương pháp khử trùng hiện nay (chiếu tia gamma hoặc hấp diệt trùng), thì được cho rằng có ảnh hưởng đến cấu trúc cũng như chất lượng của nguồn ghép.

Thời gian thực hiện tái tạo lại DCCT

Thời gian tối ưu và sớm nhất để thực hiện tái tạo lại DCCT thì 2 cho đến nay vẫn chưa có cơ sở rõ ràng và chưa thống nhất giữa các chuyên gia. Thông thường, các tác giả khuyến cáo, thì 2 tái tạo lại DCCT sau thì đầu ghép xương trung bình từ 4 - 6 tháng là đủ để quá trình liền xương ghép vào trong các đường hầm [11], nhưng khoảng thời gian này là khá dài khiến khớp gối trong tình trạng mất vững và vì thế có thể làm tăng nguy cơ tổn thương sụn chêm, sụn khớp và teo cơ.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, các NB đều được tái tạo lại DCCT sau lần phẫu thuật ghép xương thì đầu 6 tháng, khi mà chụp CT cho thấy đã có sự liền xương hoàn toàn vào trong các đường hầm.

Để đánh giá quá trình lành xương ghép, thông thường các tác giả sử dụng phim X-quang. Một số tác giả khác kết hợp chụp thêm phim CT sau khoảng thời gian ghép xương từ 3 - 5 tháng [1], [3], [4], [12]. Thomas và cs. tiến hành chụp CT ở thời điểm tối thiểu 4 tháng sau ghép xương để đánh giá liền xương ghép vào trong đường hầm mâm chày. Họ quan sát thấy sau thời gian trung bình khoảng 5,8 tháng là đủ cho quá trình liền xương [11]. Uchida và cs. [12] báo cáo trên 10 NB (4 nữ, 6 nam, tuổi trung bình là 28) đã được ghép xương trước khi tái tạo lại DCCT. Theo đó, nhóm nghiên cứu thực hiện đánh giá quá trình liền xương ghép bằng chụp CT tại các thời điểm 3, 12, 24 tuần sau khi ghép xương. Với kết quả thu được, tác giả khuyến cáo thời điểm thực hiện tái tạo lại DCCT an toàn là 24 tuần (6 tháng) sau khi ghép xương vào các đường hầm bằng mảnh ghép xương mào chậu tự thân.

Lựa chọn mảnh ghép và phương pháp cố định

Trước đây đã từng có một cuộc tranh luận kéo dài về việc liệu nên sử dụng chất liệu mảnh ghép từ nguồn tự thân hay đồng loại cho tái tạo lại DCCT. Cho đến nay câu trả lời vẫn mang hướng mở tùy thuộc vào mảnh ghép đã được sử dụng cho lần mổ đầu tiên. Tuy nhiên, nhiều tác giả thích sử dụng mảnh ghép gân tự thân để cho lần tái tạo lại này khi có thể. Trong nghiên cứu của chúng tôi, các NB đều được tái tạo lại DCCT bằng mảnh ghép gân bánh chè tự thân. Theo kết quả một nghiên cứu đa trung tâm, nguy cơ đứt lại mảnh ghép sau khi đã tái tạo lại ở nhóm NB dùng mảnh ghép gân tự thân thấp hơn 2,78 lần so với nhóm dùng mảnh ghép gân đồng loại [5]. Noyes và cs. cũng đồng quan điểm cho rằng mảnh ghép bằng gân đồng loại không nên là lựa chọn đầu tay cho phẫu thuật tái tạo lại [8]. Trong trường hợp không đủ nguồn gân tự thân, họ khuyến cáo nên tạo hình tăng cường khu trước ngoài để làm giảm nguy cơ đứt lại mảnh ghép khi sử dụng mảnh ghép gân đồng loại.

Việc cố định mảnh ghép đảm bảo an toàn là rất quan trọng. Do bản chất xương yếu hơn bình thường sau ghép xương và việc đường hầm bị mở rộng, vì thế phẫu thuật viên luôn cẩn thận chú ý đến các phương pháp cố định mảnh ghép và thậm chí phải cố định kép trong tất cả các ca phẫu thuật tái tạo lại. Việc bắt chèn vít không chỉ nén mảnh ghép vào trong đường hầm chính các vít này còn làm mở rộng thêm các đường hầm. Khi nhận thấy cố định bằng vít không đảm bảo độ vững chắc, có thể làm quen và cân nhắc sử dụng cố định bằng nút treo ở đầu trung tâm và all-inside ở đầu ngoại vi [3]. Tuy nhiên trong nghiên cứu của chúng tôi nhận thấy với mảnh ghép xương bánh chè tự thân thì cố định hai đầu bằng vít chèn là đủ độ vững chắc.

Kết luận

Ở những người bệnh trẻ tuổi và có nhu cầu hoạt động thể lực cao thì nhu cầu tái tạo lại DCCT sau thất bại lần tái tạo đầu là tất yếu. Phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì được cân nhắc trong các trường hợp đường hầm bị mở rộng, nhiễm khuẩn, biến dạng trục khớp gối, tổn thương sụn chêm hoặc sụn khớp gối. Kỹ thuật phẫu thuật 2 thì thường khó khăn hơn và yêu cầu cao hơn so với phẫu thuật tái tạo lần đầu hoặc tái tạo lại 1 thì, và kết quả nhận được thường ít khả quan hơn, đặc biệt ở những NB có nhu cầu hoạt động thể lực cao. Tuy nhiên, với chỉ định chính xác, lập kế hoạch trước mổ tỉ mỉ và lựa chọn kỹ thuật phù hợp, thì kết quả của phẫu thuật tái tạo lại DCCT 2 thì chắc chắn mang lại hiệu quả cao.

Tài liệu tham khảo

1. Battaglia T.C., Miller M.D. (2005). Management of bony deficiency in revision anterior cruciate ligament reconstruction using allograft bone dowels: surgical technique. *Arthroscopy*, 21:767.
2. Diermeier T., Herbst E., Braun S., Saracuz E., Voss A., Imhoff A.B. et al (2018). Outcomes after bone grafting in patients with and without ACL revision surgery: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*, 19:246.
3. Erickson B.J., Cvitanovich G., Waliullah K., Khair M., Smith P., Bach B.J. et al (2016). Two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics*, 39: e456–464.
4. Franceschi F., Papalia R., Del Buono A., Zampogna B., Diaz Balzani L., Maffulli N. et al (2013). Two-stage procedure in anterior cruciate ligament revision surgery: a five-year follow-up prospective study. *Int Orthop*, 37:1369–1374.
5. MARS Group (2014). Effect of graft choice on the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction in the Multicenter ACL Revision Study (MARS) Cohort. *Am J Sports Med*, 42:2301–2310.
6. MARS Group, Wright R.W., Huston L.J., Spindler K.P., Dunn W.R., Haas A.K. et al (2010). Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med*, 38:1979–1986.
7. Mitchell J.J., Chahla J., Dean C.S., Cinque M., Matheny L.M., LaPrade R.F. (2017). Outcomes after 1-stage versus 2-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 45:1790–1798.
8. Noyes F.R., Barber-Westin S.D., Roberts C.S. (1994). Use of allografts after failed treatment of rupture of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 76:1019–1031.
9. Noyes F.R., Barber-Westin S.D. (2006). Anterior cruciate ligament revision reconstruction: results using a quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Am J Sports Med*, 34:553–564.
10. Ohly N.E., Murray I.R., Keating J.F. (2007). Revision anterior cruciate ligament reconstruction: timing of surgery and the incidence of meniscal tears and degenerative change. *J Bone Joint Surg Br*, 89:1051 - 1054.
11. Thomas N.P., Kankate R., Wandless F., Pandit H. (2005). Revision anterior cruciate ligament reconstruction using a 2-stage technique with bone grafting of the tibial tunnel. *Am J Sports Med*, 33:1701–1709.
12. Uchida R., Toritsuka Y., Mae T., Kusano M., Ohzono K. (2016). Healing of tibial bone tunnels after bone grafting for staged revision anterior cruciate ligament surgery: a prospective computed tomography analysis. *Knee*, 23:830–836.
13. Van Eck C.F., Schkrohowsky J.G., Working Z.M., Irrgang J.J., Fu F.H. (2012). Prospective analysis of failure rate and predictors of failure after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with allograft. *Am J Sports Med*, 40:800–807.
14. Yoon K.H., Kim J.S., Park S.Y., Park S.E. (2018). One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: results according to preoperative bone tunnel diameter: five to fifteen-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 100:993–1000.