

골-슬개건-골을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술시 이식물-터널 길이의 부조화를 줄이는 방법

경상대학교 의과대학 정형외과학교실

조세현 · 박형빈 · 하성진

The Resolving Method of Graft-Tunnel Mismatch in Arthroscopic ACL Reconstruction Using Bone-Patellar Tendon-Bone Graft

Se-Hyun Cho, M.D., Hyung-Bin Park, M.D., and Sung-Jin Ha, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine,
Gyeong-Sang National University, Chinju, Korea*

ABSTRACT : Purpose : The purpose of this study is to prevent the graft-tunnel mismatch by measuring the patellar tendon length, intertunnel distance, tibial tunnel length and by obtaining appropriate tibial bone block length.

Materials and Methods : Authors analyzed 15 patients who had taken the anterior cruciate ligament reconstruction from March 1997 to June 1999. Tibial guide was always set on the "endo" 40° position (Acufex, MA, USA).

We measured the following indices, intertunnel distance(X), tibial tunnel length(T), patellar tendon length(N), tibia bone plug length(Y). Both of the femoral tunnel length(F) and the patellar bone plug length(P) were made in 25mm. The appropriate tibial bone plug length was simply calculated by subtracting the patellar tendon length from the sum of the intertunnel distance and the tibial tunnel length($Y = X + T - N$).

Results : The average indices were as follows : the intertunnel distance(X) was 23.4 ± 1.4 mm, the tibial tunnel length(T) was 43.6 ± 1.7 mm, the patellar tendon length was 40 ± 2.4 mm, and the tibia bone plug length was 27 ± 2.4 mm.

Conclusion : In authors' endoscopic technique, establishment of individually determined optimal tibial bone plug length, based on total tunnel length and patellar tendon length could prevent the problem of graft-tunnel mismatch.

KEY WORDS : Anterior Cruciate Ligament, Bone-Patellar Tendon-Bone, Graft-Tunnel Mismatch

서 론

1936년 Campbell이 전방십자인대 재건술을 처음 도입한 이래 수술 수기에 있어 많은 발전을 거듭하여, 현재 골-슬개건-골을 이용한 관절경적 재건술이 보편화된 표준 술식으로 받아들여지고 있다¹²⁾. 관절경적 재건술의 초기에는 경골 터널과 대퇴 터널을 각각 다른 경로를 이용하여 만드는 이중 절개법(two incision technique)이 사용되었으나 최근에는 경골측

Address reprint requests to

Se-Hyun Cho, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine,
Gyeong-Sang National University,
#92 Chilam-dong, Chinju, Kyong-sangnam-do, 660-780, Korea
Tel : 82-591-750-8100, Fax : 82-591-755-8365

에 하나의 수술 창상을 이용하여 경골 및 대퇴골 터널을 만들고 이를 통해 골-슬개건-골을 간섭나사못으로 고정하는 관절경적 단일 절개법(single incision technique)이 발전되어 널리 시행되고 있다^{3,5,8,9)}.

단일 절개법은 이식물을 대퇴골 터널과 경골 터널에 일직선상에 위치하도록 고정하므로 이식물에 가해지는 전단력이 적고, 정확하게 이식물을 위치시킬 수 있으며, 슬후 이환율이 낮고, 미용상 우수하며, 빠른 재활을 기대할 수 있다는 장점이 있다⁴⁾. 반면 수술상 문제점의 하나로는 터널간 길이와 슬개건 길이의 차이에서 기인한 이식물-터널 길이 부조화가 발생하는 것이다⁵⁾.

저자들은 각 환자들의 터널간 길이, 경골 터널 길이, 슬개건 길이를 측정 한 후 이에 맞춰 경골 골편의 길이를 조절하여 채취함으로써 이식물과 터널 길이의 부조화를 극복했던 저자들의 경험을 소개하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1997년 3월부터 1999년 6월까지 2년 3개월 동안 경상대학병원 정형외과학교실에서 자가 골-슬개건-골을 이용하여 관절경하 전방십자인대 재건술을 시행한 15명의 환자를 대상으로 하였다. 남자가 12명, 여자가 3명이었으며, 수술 당시 나이는 20세에서 47세까지로 평균 28세였다. 손상으로부터 재건술까지의 기간은 최단 6개월에서 최장 10년으로 평균 2년 6개월이었다. 손상 원인으로 스포츠 손상이 12례(80%), 교통사고가 3례(20%)였다. 15례 중 5례가 단독 손상이었고 10례(66.6%)에서 동반 손상이 있었다. 동반 손상으로는 내측 반월상연골 파열 5례(33.3%), 내측 측부인대 파열 3례(20%), 외측 반월상연골 파열 1례(6.6%), 외측 측부인대 파열 1례(6.6%)였다.

수술방법은 관절경적 단일 절개법을 사용하였으며, 슬관절 90도 굴곡상태에서 거위발(pes anserius)의 상연(superior margin)보다 1cm 근위부와 경골 결절(tibial tubercle)의 내연(medial margin)에서 1.5cm 후방이 만나는 교차점에서 경골 터널 가이드(tibial tunnel guide, Acufex, MA, USA)의 각도를 경골 고평부(plateau)와 40°각도를 이루는 endoposition으로 고정하여 경골 터널을 만들었고 경골 터널을 통하여 대퇴골 터널을 만든 다음 전체 터널 길이를 측정 한 후 이에 맞춰 골-슬개건-골을 채취하였다. 터널간 길이(X), 경골 터널 길이(T), 슬개건 길이(N) 및 경골 골편 길이(Y)를 측정하였고 슬개골 골편 길이(P)와 대퇴골 터널 길이(F)는 공히 25mm로 일치되게 조정하였다(Fig. 1)(Fig. 2). 심부측정계기(depth gauge)를 이용하여 전체 터널 길이 및 경골 터널 길이(T)를 측정 한 후 전체 터널 길이에서 대

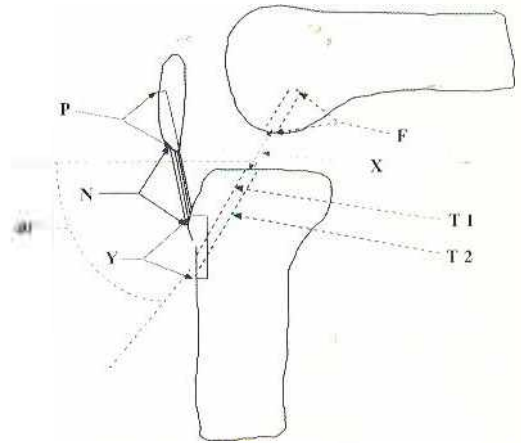


Fig. 1. Tibial guide was set on the "endo" 40° position. We measured the following indices, intertunnel distance(X), tibial tunnel length(T), patellar tendon length(N), tibial bone plug length(Y). Both of the femoral tunnel length(F) and the patellar bone plug length(P) were made in 25mm.

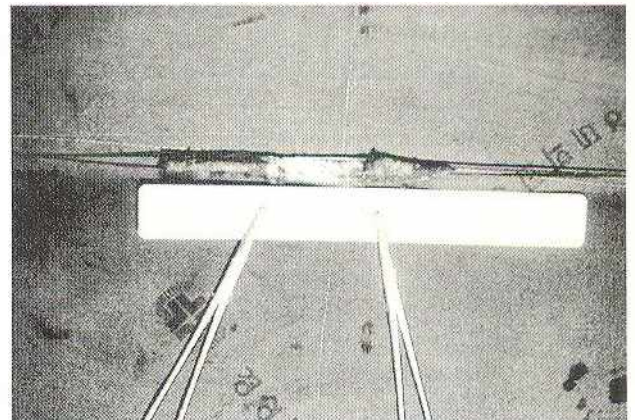


Fig. 2. The bone-patellar tendon-bone autograft was harvested and the tibial bone plug length was accommodated according to the total tunnel length.

퇴 터널 길이와 경골 터널 길이를 뺀 값으로 터널간 길이를 계산하였다. 저자들은 슬개골 골편을 대퇴 터널의 후연에 위치하도록 고정하였고 경골 골편은 경골 터널의 전연에 위치하도록 고정하였으므로 전체 터널 길이 및 경골 터널의 길이는 터널 상연과 하연 길이의 중간값을 택하였고 경골 골편의 길이는 경골 터널 길이와 터널간 길이를 합한 후 슬개건 길이를 뺀 단순 공식 즉, $Y=X+T-N$ 으로 계산하였다.

결 과

평균 슬개건 길이는 40 ± 2.4 mm (35-45mm)였고, 평균 터널간 길이는 23.4 ± 1.4 mm (19-26mm)였으며, 평

Table 1. The patellar tendon length, the intertunnel distance, the tibial tunnel length and the tibial bone block length

Pt.	N *	X †	T1 ‡	T2 §	T ‖	Y ¶
1	37	22	37	49	43	30
2	40	24	41	48	44.5	28.5
3	45	24	35	47	41	20
4	41	23	41	51	46	28
5	35	20	38	45	41.5	26.5
6	41	23	42	48	45	27
7	45	25	36	50	43	23
8	38	19	42	50	46	27
9	38	25	36	49	42.5	29.5
10	44	23	40	54	45	24
11	42	26	34	55	44.5	28.5
12	40	25	38	54	46	31
13	40	24	39	49	44	28
14	35	25	30	51	40.5	30.5
15	39	23	34	46	40	24
Mean ± S.D	40 ± 2.4	23.4 ± 1.4	37.5 ± 2.8	49.7 ± 2.2	43.6 ± 1.7	27 ± 2.4

Pt.: patient, N *: patellar tendon length, X †: intertunnel distance,
 T1 ‡: superior tibial tunnel length, T2 §: inferior tibial tunnel length.
 T ‖: tibial tunnel length(T=T1+T2/2), Y ¶: tibial bone plug length

균 경골 터널 길이는 43.6 ± 1.7mm (40-46mm) 였다. 적절한 평균 경골 골편 길이는 27 ± 2.4mm (20-30.5mm)였으며 15례 모두에서 견고한 간섭나사 고정에 필요한 최소길이인 20mm이상의 경골 골편을 얻을 수 있어 간섭 나사 고정의 안정성에는 문제가 없었다 (Table 1).

고 찰

관절경하 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술은 이식물의 장력이 우수하고 골과 골사이의 간섭나사를 이용한 견고한 고정력으로 슬후 빠른 재활이 가능하므로 전방 십자 인대 재건술의 표준 술식으로 알려져 있다. 최근 Olszewski 등¹⁰⁾은 골-슬개건-골을 이용한 관절경하 전방십자인대 재건술시 대퇴골 터널 입구에 슬개골 골편과 슬개건의 경계부위를 정확히 위치할 것을 강조하였다. 이 수거는 간섭나사 고정시 이식물의 관찰이 용이하고 대퇴골 터널내에서 이식물의 마찰을 예방할 수 있다고 하였다. 반면 이식물의 경골 골편이 상대적으로 원위부로 이동하여 경골 골편의 돌출을 초래하는 단점이 있다. 이를 해결하기 위한 다양한 방법들을 소개하면, 슬픽건, 종골건, 대퇴근막장근 등의 다른 이식물을 선택하는 방법, staple이나 나사못(suture lie over a post)을 이용하여 고정 방법을 달리하는 방법, 경골 터널내에서 골편의 길이를 20

mm 이하로 고정하는 방법, 이식물을 근위 방향으로 후퇴(proximal graft recession)시켜 고정하는 방법, 이식물을 꼬아서 길이를 짧게한 후 간섭나사못으로 고정하는 방법 및 경골측 터널을 원래보다 더 수직으로 만들어 경골터널의 길이를 길게하는 방법 등이 알려져 있다¹²⁾. 하지만 다른 이식물을 선택하는 방법은 이미 골-슬개건-골의 이식물을 만들어 놓은 후에는 사용할 수가 없어 유효성이 적으며, staple이나 나사못을 이용하여 고정할 경우는 단일 부하-실패점사(single load-to-failure test)에서는 고정 강도가 간섭나사와 유사하나 주기적 부하-실패점사(cyclic load-to-failure test)에서는 고정 강도가 약하다는 단점이 있다¹¹⁾. 경골 터널내에서 골편의 길이를 20mm 이하로 고정하는 방법은 그 고정 강도가 약화된다¹³⁾. 이식물을 근위방향으로 후퇴 시키는 방법은 대퇴골 측으로 터널을 길게 연장해 이식물을 더 밀어 넣고 고정하는 방법으로 이식물의 변형률(strain)을 변화시킬 뿐 아니라 대퇴골측 터널 입구에서 이식물의 감압 마모(impingement wear)를 일으키고 간섭나사못을 이식물과 평행하게 위치시키기가 어렵다. 이식물을 꼬아서 길이를 짧게한 후 간섭나사못으로 고정하는 방법은 실험상 이식물의 강도를 높이고, 긴장도(tensile force)를 줄일 수 있다는 장점이 알려져 있으나 장기 추시한 임상 결과는 아직 보고된 바가 없다. 경골측 터널을 원래보다 더 수직으로 만드는 방법은 터널의

길이는 길어지나 슬관절을 90도로 굽혔을 경우 경골 터널을 통해 대퇴골의 등장점을 정확히 위치시키기 어려운 단점이 있다.

이식물-터널 부조화 문제를 해결하기 위한 이상적인 경골 터널 길이를 결정하는 방법으로 Kenna 등⁸⁾은 "이식물의 총길이 -50mm" 방법을 Olszewski 등¹⁰⁾은 "슬개건 길이 +2mm" 방법을 제안하였고 Miller 등⁷⁾은 경골 터널 가이드의 각도를 "슬개건 길이 +7°"로 할 것을 주장하였다. 하지만 이들 방법은 이식물의 길이에 따라 경골 터널 길이가 간접적으로 결정되므로 터널간 길이를 직접 반영할 수 없고 경골 터널의 시작 부위에 따른 경골 터널 길이의 변화 또한 반영하지 못하므로 이식물-터널 부조화가 발생할 수 있다.

이에 저자들은 경골 터널 가이드를 40도로 미리 고정하고 경골 및 대퇴골 터널을 완성한 후, 심부측도계를 이용하여 정확한 전체 터널 길이를 측정하고 이에 맞는 이식물의 길이를 경골 골편의 길이로 조절함으로써 이식물-터널 길이 부조화를 극복하려 하였다. 저자들의 경우 경골 터널 길이는 40mm에서 46mm로 평균 43.6±1.7mm였고, 경골 골편의

길이는 20mm에서 30.5mm로 평균 27±2.4mm였으며 모든 예에서 이식물-터널 길이의 부조화는 없었다. 이상적인 경골 터널 길이에 관하여 Shaffer 등¹²⁾은 경골 터널 길이가 30mm 보다 짧으면 상대적으로 이식물이 길어 경골 터널내에서 20mm 미만의 골편이 존재하므로 견고한 고정이 불가능하다고 하였고, Kenna 등⁸⁾은 경골 터널 길이가 55mm보다 길 경우 슬관절을 90도로 굽혔을 때 경골 터널을 통한 대퇴골의 등장점 확보가 어렵고, 터널의 시작이 거위발(pes anserinus)을 침범하기 때문에 통증을 유발할 수 있으며, 경골축에 가까워질수록 관절면측 경골터널 후벽(the posterior aspect of the intraarticular opening)에 이식물이 막힐 수 있다고 하였다. 저자들의 경우 경골 터널의 길이는 40mm에서 46mm로 이상적인 경골 터널 길이를 얻을 수 있었다.

저자들의 방법을 사용할 경우 슬개건의 길이는 터널간 길이와 경골터널 길이를 합한 값에 20mm(경골 골편의 최소 고정 길이)를 빼 값보다 짧아야 경골 터널 내에 20mm 이상의 경골 골편을 고정할 수 있다. 공식으로 표현하면 다음과 같다.

$$N \leq X+T-20 : \text{안정 고정}$$
$$N > X+T-20 : \text{불안정 고정}$$

저자들의 결과에 따르면 슬개건 길이가 45mm를 초과하면 경골 골편의 길이가 20mm 보다 짧아 고정이 불안정 할 수 있으나 저자들의 경우는 전례에서 45mm 이하로 간섭나사고정에 문제가 없었다.

결 론

자가 골-슬개건-골을 이용한 관절경적 단일 절개법으로 전방십자인대 재건술시 터널의 길이를 측정할 후 이식물의 길이를 원위부에 부착된 경골 골편의 길이로 조절함으로써 이식물의 경골 골편이 경골 터널 내에서의 함몰 또는 돌출되는 것을 방지할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Feagin JA and Curl WW : Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow up study. *Am J Sports Med*, 7:305-313, 1991.
- 2) Fowler BL and DiStefano VJ : Tibial tunnel bone grafting ; A new technique for dealing with graft-tunnel mismatch in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 14:224-228, 1998.
- 3) Good L, Odensten M and Gellquist J : Precision in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand*, 58:658-661, 1987.
- 4) Harner CD, Marks PH, Fu FH, Irrgang JJ, Silby MB and Mengato R : Anterior cruciate ligament reconstruction : Endoscopic versus two-incision technique. *Arthroscopy*, 10:502-512, 1994.
- 5) Hessler RC : A uni-tunnel technique for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Techniques in Orthop*, 2:52-59, 1988.
- 6) Kenna B, Simon TM, Jackson DW and Kurzweil PR : Endoscopic ACL reconstruction: A technical note on tunnel length for interference fixation. *Arthroscopy* 10:228-230, 1993.
- 7) Miller MD and Hankin DT : The "N + 7 rule" for tibial tunnel placement in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 12:124-126, 1996.
- 8) Noyes FR, Bassett RW, Grood ES and Butler DL : Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg*, 62-A:687-695, 1980.
- 9) Odensten M and Gellquist J : A modified technique for anterior cruciate ligament(ACL) surgery using a new drill guide for isometric positioning of the ACL. *Clin Orthop*, 213:154-158, 1986.
- 10) Olszewski AD, Miller MD and Ritchie JR: Ideal tibial tunnel length for endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 14:9-14, 1998.

11) Patlos LE, Chert J, Rosenberg TD and Bech CL :
Anterior cruciate ligament reconstruction with
autografts. *Clin Sports Med*, 10:469-485, 1991,
12) Shaffer B, Gow W and Tibone JE : Graft-tunnel

mismatch in endoscopic anterior cruciate ligament
reconstruction : A new technique of intraarticular
measurement and modified graft harvesting.
Arthroscopy, 9(6):633-646, 1993.

초 록

목 적 : 각 환자의 슬개건 길이, 터널간 길이, 경골 터널 길이, 경골 골편의 길이를 측정하여 이식물과 터널 길이의 부조화를 예방하는 수기를 찾고자 하였다.

대상 및 방법 : 1997년 3월부터 1999년 6월까지 골-슬개건-골을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행 받았던 환자 15례를 대상으로 하였다. 수술시 Tibial Tunnel Guide의 각도는 40°(Acufex, MA, USA)로 고정하였으며, 터널간 길이(X), 경골 터널 길이(T), 슬개건 길이(N), 경골 골편 길이(Y)를 측정하였다. 대퇴골 터널 길이(F)와 슬개골 골편 길이(P)는 공히 25mm로 일치시켰다. 터널 길이 부조화를 예방하기 위해 임의적으로 조절이 용이한 경골 골편의 길이는 경골 터널 길이와 터널간 길이를 합하여 슬개건 길이를 뺀 단순 공식($Y=X+T-N$)으로 계산하였다.

결 과 : 대상환자에게 측정한 지표들의 평균값은 터널간 길이(X) 23.4±1.4mm, 경골 터널 길이(T) 43.6±1.7mm, 슬개건 길이(N) 40±2.4mm, 경골 골편 길이(Y) 27±2.4mm였다.

결 론 : 저자들의 방법은 터널의 총길이를 측정한 후 이식물의 총길이를 경골 골편 길이로 조절함으로써 경골터널 내에서의 이식물-터널 길이 부조화를 방지할 수 있었다.

색인단어 : 전방십자인대, 골-슬개건-골, 이식물-터널 부조화