



슬개골 분쇄골절에서 삼중 장력대 강선 고정술의 임상 결과: 기존 장력대 강선 고정술과의 비교

오현철 · 윤한국 · 하중원 · 박상훈[✉] · 이성우

국민건강보험 일산병원 정형외과

Clinical Outcomes of Triple Tension Band Wirings in Comminuted Patellar Fracture: A Comparison with Conventional Tension Band Wiring

Hyun-Cheol Oh, M.D., Han-Kook Yoon, M.D., Joong-Won Ha, M.D.,
Sang Hoon Park, M.D.[✉], Sungwoo Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Health Insurance Service Ilsan Hospital, Goyang, Korea

Received December 1, 2023
Revised December 12, 2023
Accepted January 4, 2024

✉Correspondence to:

Sang Hoon Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery,
National Health Insurance Service Ilsan
Hospital, 100 Ilsan-ro, Ilsandong-gu,
Goyang 10444, Korea
Tel: +82-31-900-0340
Fax: +82-31-900-0343
E-mail: almania@nhimc.or.kr

Financial support: None.
Conflict of interests: None.

Purpose: This study devised triple tension band wirings (TTBW) fixation in patients with comminuted patella fractures to compare the clinical result of TTBW with that of tension band wiring (TBW).

Materials and Methods: This study was conducted on 91 patients who had undergone surgery diagnosed with acute patella fracture from January 2011 to December 2016. The study included 51 double TBW patients (Group 1) and 40 patients with TTBW (Group 2).

Results: Five out of 51 cases had a loss of reduction and fixation failure in Group 1, and no failure of fracture formation healing occurred in Group 2. Nonunion was noted in one case in Group 1 and no case in Group 2. Eight K-wire migration cases were observed in Group 1, which was not observed in Group 2. Six patients in Group 1 underwent revisional surgery. No patients in Group 2 had a reoperation. As a result of a one-year follow-up after the operation, the mean range of motion of the knee joint in groups 1 and 2 was $128.3^{\circ} \pm 11.3^{\circ}$ and $127.9^{\circ} \pm 10.8^{\circ}$, respectively. The Lysholm's scores for groups 1 and 2 were 90.8 ± 4.2 and 90.3 ± 3.8 points, respectively, which was not statistically significant.

Conclusion: TTBW is a helpful technique for the surgical treatment of comminuted patella fractures. The TTBW method has less reoperation due to nonunion and fixation failure. After a one-year follow-up, the clinical results were similar to the conventional TBW method.

Key Words: Patellar fracture, Knee, Tension band wiring

서 론

슬개골 골절의 경우 골절된 관절면의 해부학적 정복과 조기 관절운동이 골절치유 및 관절기능 회복에 매우 중요하며, 4 mm 이상의 골절편의 분리, 3 mm 이상 관절면의 전위

가 있을 때 관혈적 정복 및 내고정 등의 수술적 치료가 필요하다.¹⁻¹⁰⁾ 일반적으로 슬개골 골절에는 횡골절이 많아, 장력대 강선 고정(tension band wiring, TBW), 환상 강선 고정(cerclage wiring) 등의 방법이 널리 수술적 치료에 적용되고 있다.^{2-6,8-12)} 특히 슬개골의 관절면이 단순골절일 때 시행

하여 관절이 움직일 때 발생하는 장력을 압박력으로 바꾸어 주는 효과로 안정성을 부여해주어 좋은 결과를 보고하고 있다.^{2-6,10-13)}

하지만 소골편이 많은 분쇄골절일수록 예후 및 치료 결과가 좋지 않은 것으로 보고하고 있고, 이를 줄이기 위해 더욱 견고한 내고정술을 시행하는 것을 원칙으로 하고 있다.¹³⁻¹⁵⁾ 그래서 TBW와 환상 강선 고정을 동시에 시행하거나, 이 외에도 추가적인 나사못 고정, mesh plate 등의 방법이 널리 제시되고 있다.^{2-5,10-14)}

우리는 슬개골 골절에서 소골편을 동반한 경우 견고한 내고정술을 위해 기존의 TBW 및 환상 강선 고정을 시행하는 방법을 변형하여 삼중 장력대 강선 고정방식(triple tension band wirings, TTBW)을 고안하여 수술을 진행하였으며, 이 임상적 결과에 대해서 기존의 TBW 및 환상 강선 고정 방식을 동시에 사용한 군과 비교하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본원에서 2011년 1월부터 2016년 12월까지 급성 슬개골 골절로 진단 받고 수술 받은 196명의 환자를 대상으로 조사하였다. 본 연구는 본원 임상윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았으며, 후향적 의무기록 연구로 환자 서면동의서는 IRB에 의해 면제받았다. 이 중에서 횡골절에 1 cm 이상 크기의 골편이 3개 이상인 소골편을 동반한 골절, AO/OTA classification 34-C2형, 34-C3형에 해당되는 것이 확인되어 수술 받은 102명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 하였다.⁸⁾ 이 중 18세 미만, 이전에 수술을 받았거나(3예), 인대의 손상이 있는 경우(1예), 다른 수술을 함께 시행 받은 경우(1예), 기존 타병원 수술 이후 불유합 환자(2예), 감염 환자(1예)의 경우는 제외하였다. 그리고 수술 이후 최소 1년 뒤까지 추시 관찰이 되지 않는 환자(3예)도 제외하여, 최종적으로 91명의 수술 받은 환자를 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 방법

모든 수술은 본원의 숙련된 2명의 술자에 의해 진행되었다. 앙와위(supine position)에서 전신마취하에 지혈 압박대를 착용하고 슬개골 부위를 종절개(longitudinal incision)하

고, 심부 근막(deep fascia)을 노출시켰다. 주변부의 혈종을 제거하고 골절 부위를 노출시킨 후, C-arm 등을 이용하여 골절편의 해부학적 정복을 시행하고, 이후 2.0 mm K-강선(Synthes)을 골절면에 최대한 수직으로 고정하였다. TBW군의 경우 K-강선 2개, TTBW군의 경우 K-강선 3개를 이용하여 고정하였다. TBW군에서는 환상 강선 고정도 같이 시행하였다. 이후 슬관절 굴곡 15°인 상태 및 대퇴사두건 및 슬개건의 긴장을 줄인 상태에서 TBW 방법으로 고정하였고, TTBW 방법의 경우 K-강선 3개 중 각각 2개의 간격마다 TBW 방법으로 고정하였다(Fig. 1).

이후 슬관절을 신전 및 굴곡하여 골절 정복의 안정성을 확인하고, 수술을 마쳤다.

3. 수술 후 관리

수술 이후 2주간 석고 부목을 고정한 후, 2주 이후에는 능동적 슬관절 운동 및 완전 체중부하를 허용하였다. 골유합은 방사선학적으로 골주가 통할 때로 정의하였으며, 수술 직후, 1개월, 2개월, 3개월, 1년의 추시 관찰을 통하여 골유합을 확인하였다. 추시 기간 중 유합이 되기 전 골절편의 정복이 소실되는 경우 정복이 실패된 것으로 정의하였다.

4. 통계 분석

통계 분석은 SPSS 통계 분석 프로그램(ver. 13.0; SPSS Inc.)을 이용하여 이루어졌다. 연속형 자료는 평균과 표준편차로 기술하였고, 이산형 자료는 도수로 기술하였다. 통계적 차이는 paired *t*-test (demographic data), 카이제곱 검정 (postoperative results), Mann-Whitney test (clinical outcome)를 사용하였고, 연속 변수 검정에 대해서는 Wilcoxon rank sum test를 사용하였다. 모든 통계적 차이는 유의수준



Fig. 1. Triple tension band wirings.

Table 1. Demographic Factors

Parameter	Group 1 (TBW+ cerclage wiring) (n=51)	Group 2 (TTBW) (n=40)	p-value
Age (yr)	68.1±18.3	67.2±20.1	0.08
Sex, male/female	20/31	16/24	>0.99
Body mass index (kg/m ²)	26.3±3.8	26.4±3.9	0.14
AO/OTA classification type 34-C2/34-C3	40/11	31/9	>0.99

Values are presented as mean±standard deviation or number only. TBW: tension band wiring, TTBW: triple tension band wirings.

0.05하에서 진행하였다.

결 과

1. Demographic data

1군은 일반적인 TBW 및 환상 강선 고정을 시행한 환자군으로 총 51명, 2군은 TTBW를 시행 받은 환자군으로 총 40명이었다. 두 군의 환자는 평균 68.1세(범위 45–83세), 67.2세(범위 42–82세)로 통계적 유의성은 없었고, 남녀 간의 차이도 없었다. 두 군 간의 체질량지수(body mass index)도 통계적 유의성이 없었으며(p=0.14), 추시 기간에서도 차이가 없었다(Table 1).

2. Postoperative results

1군 환자에서 골절편 정복의 실패(loss of reduction, fixation failure)가 51예 중 5예 있었고 2군에서는 골절편 정복의 실패가 없어, TTBW군이 골절편 정복에 있어 더욱 우수한 결과를 보였다. 불유합은 1군에서 1예, 2군에서 없었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 1군에서 K-강선의 전이(wire migration)가 8예, 2군에서는 관찰되지 않았으며 두 군 간 유의한 차이를 보였다. 이로 인해 1군에서는 6예에서 재수술(revisional surgery)을 시행하였고, 2군 환자에서는 재수술 예가 없었다. 재수술은 이전에 고정하였던 K-강선 등을 제거한 후 다시 골절편을 정복하여 고정하는 방법으로 시행하였다. 이 외 감염 등의 주요 합병증은 두 군 모두에서 발생하지 않았으며, 내고정물을 제거한 환자 수는 1군 41예, 2군 31예였으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

수술 이후 1년 추시 결과 1군에서는 슬관절 평균 운동 범

Table 2. Postoperative Results

Parameter	Group 1 (TBW cerclage wiring) (n=51)	Group 2 (TTBW) (n=40)	p-value
Fixation failure (loss of reduction)	5 (9.8)	0 (0)	<0.05
Nonunion	1 (2.0)	0 (0)	0.63
Wire migration	8 (15.7)	0 (0)	<0.05
Infection	0 (0)	0 (0)	>0.99
Revisional surgery	6 (11.8)	0 (0)	<0.05
Hardware removal after 1 year	41 (80.4)	31 (77.5)	>0.99

Values are presented as number (%). TBW: tension band wiring, TTBW: triple tension band wirings.

Table 3. Clinical Outcomes at the 1-Year Follow-Up

Parameter	Group 1 (TBW+ cerclage wiring) (n=51)	Group 2 (TTBW) (n=40)	p-value
ROM at the 1-year follow-up (°)	128.3±11.3	127.9±10.8	0.11
Lysholm score	90.8±4.2	90.3±3.8	0.07

Values are presented as mean±standard deviation. TBW: tension band wiring, TTBW: triple tension band wirings.

위가 128.3°±11.3°, 2군에서는 127.9°±10.8°였으며 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 임상적 결과로 Lysholm 점수를 비교해보면 1군은 90.8±4.2점, 2군은 90.3±3.8점이었으며 통계적으로 유의하지 않았다(Table 3).

고 찰

골절편이 많은 골절일수록 예후 및 치료 결과가 좋지 않아, 이를 방지하기 위해 우리는 기존의 TBW와 환상 강선 고정 방법을 변형한 TTBW를 고안하여 수술을 진행하였으며, 이 임상적 결과는 기존의 TBW 고정 방식과 비교했을 때 TTBW 수술 방법이 수술 이후 견고한 고정력을 갖고 골유합을 얻는데 더욱 도움이 되었다. 수술 이후 1년간 추시 결과 별다른 합병증이 없이 골유합을 얻을 수 있었고, 이후 Lysholm 점수와 슬관절 운동 범위에 있어서도 차이가 없이 호전됨을 알 수 있었다.

슬개골 골절의 경우 대개 TBW의 수술 방법으로 고정하는 경우가 많으나, pin migration, 불유합, 골절편 정복의 실패 등으로 인해 재수술을 받는 경우도 많이 보고되고 있다.^{1–5,9–12)}

본 연구 결과는 소골편을 동반한 슬개골의 골절로 수술이 필요할 경우, TBW 및 환상 강선 고정 수술 방법에 비해 TTBW의 수술 방법에 장점이 있는 것으로 시사하고 있다.

결국 슬개골 골절의 수술적 치료에서 좋은 결과를 얻기 위해서는 정확한 골절편의 정복과 견고한 고정력을 갖는 것이 좋을 것으로 보고하고 있다.^{2,3,6,9,12)} 그러므로 견고한 고정력을 얻기 위해 많은 수술 방법이 소개되고 있으며, TBW의 경우 가장 대표적으로 널리 쓰이는 수술 방법 중 하나다.^{1-4,9-13)} 하지만 TBW 수술 기법 또한 K-강선의 전위와 골절편 정복의 소실, 고정물의 해리와 자극 증상, 분쇄가 심한 전위된 골절에서는 골유합 실패 등이 문제가 될 수 있다.^{1-3,13-15)} 때문에 골절편의 고정 방법에 대해 다양한 임상적, 생역학적 연구가 진행되고 있는데, TBW 단독 수술 방법보다 TBW에 환상 강선 고정을 하는 방법이 더욱 견고한 고정을 얻을 수 있는 것으로 보고하고 있다.^{2,5,10-13)} 이는 단단한 고정력을 얻을수록 좋은 임상적인 결과를 보일 수 있는 것을 시사하고, 생역학적으로 modified TBW 방법이 환상 강선 고정술보다 좋은 고정력을 얻는 방법으로 소개가 되고 있다.^{7,9,11-13)}

때문에 이후에도 슬개골 골절, 특히 분쇄골절에 있어서 좋은 고정력을 얻기 위해 cannulated screw를 이용하여 고정을 시행하는 등의 방법들이 지속적으로 소개되고 있다.¹⁰⁻¹³⁾

이에 저자들은 TTBW 수술 방법을 고안하여, 이를 통해 전방 장력대 강선 고정술을 3개의 K-강선 간에 각각 1차례씩 3차례 시행하였고, 골절편의 정복 소실을 방지할 수 있었다.

생역학 연구에서 슬개골 골절에 대한 고정력은 TBW가 가장 높고, 환상 강선 고정술이 낮은 것으로 보고되고 있는데¹⁶⁾ 저자들이 개량해서 고안한 TTBW의 경우 TBW에 비해 좋은 임상적 결과를 보여, 슬개골 유합에 도움이 되며 골편이 많은 골절에 있어서도 유용하게 사용될 수 있었다.

TTBW는 추가적인 고정을 시행함으로써 골절면을 더욱 단단하게 고정할 수 있었으며, 불균등한 고정 혹은 고정의 위치에 따른 내측 혹은 외측으로의 벌어짐 현상을 방지할 수 있었을 것으로 생각된다. 또한 이는 이전에 소개되었던 방법들에 비해 비교적 낮은 숙련도의 술자도 시행할 수 있는 방법이다. 다만, 추후 이에 대한 생역학 연구를 통해서 검증이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 이 연구는 후향적 연구로 진행되었고, 그로 인한 표본선정 편파(selection bias)의 위험이 있다. 또한 수술 실패로 인한 재수술의 예가 적어 통계적인 유의성이 떨어지는 단점이 있다. 수술 이후 슬개골의 운동 범위와 Lysholm 점수 외 다른 임상적인 결과에 대한 비교

분석이 없는 것도 문제점이라 할 수 있다. 또한 복합골절 AO/OTA classification 34-C2형, 34-C3형 이외의 골절에 대한 연구가 포함되지 않았다.

하지만 임상적 결과 및 예후가 상대적으로 좋지 않은 소골편을 동반한 슬개골의 골절에서 TTBW 수술 기법을 통해서 더욱 견고한 고정을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

결론

본 연구에서는 소골편을 동반한 슬개골 골절의 수술적 치료를 시행할 때 TTBW 수술 방법이 수술 이후 골유합 및 고정의 실패에 따른 재수술이 적었고, 수술 후 1년 추시 결과를 보았을 때는 임상 결과에서도 기존의 TBW 방법에 비해 차이가 없었다. 그래서 TTBW 수술이 소골편을 동반한 슬개골 골절의 유용한 술기로 생각된다.

요약

목적: 슬개골 분쇄골절에서 TTBW를 고안하여 수술을 진행하였으며 TBW와의 결과를 비교하였다.

대상 및 방법: 본원에서 2011년 1월부터 2016년 12월까지 숙련된 2명의 술자에 의해 수술 받은 91명의 환자를 대상으로 하였다. TBW군의 경우 K-강선 2개, TTBW군의 경우 K-강선 3개를 이용하여 고정하였으며, TBW군은 51명, TTBW군은 40명이었다.

결과: TBW군에서는 골절편 정복의 실패가 5예, TTBW군에서는 0예로, TTBW군이 골절편 정복에 있어 더욱 우수한 결과를 보였다. 불유합은 TBW군에서 1예, TTBW군에서는 없었다. TBW군에서는 K-강선의 전이가 8예 있었고, TTBW군에서는 관찰되지 않았다. 술 후 1년 추시 결과 TBW군의 슬관절 평균 운동 범위와 Lysholm 점수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

결론: 슬개골 분쇄골절에서 TTBW 수술 방법이 골유합 및 고정의 실패에 따른 재수술이 적었고 임상 결과에서도 기존의 TBW 방법에 비해 차이가 없어 좋은 수술 방법으로 생각된다.

색인 단어: 슬개골 골절, 슬관절, 장력대 강선 고정

ORCID

오현철, <https://orcid.org/0000-0003-4490-5154>

윤한국, <https://orcid.org/0000-0002-8425-0693>
하중원, <https://orcid.org/0000-0002-2924-0513>
박상훈, <https://orcid.org/0000-0002-9085-6667>
이성우, <https://orcid.org/0009-0001-9890-5603>

References

- Melvin JS, Mehta S: Patellar fractures in adults. *J Am Acad Orthop Surg*, 19: 198–207, 2011.
- Boström A: Fracture of the patella. A study of 422 patellar fractures. *Acta Orthop Scand Suppl*, 143: 1–80, 1972.
- Levack B, Flannagan JP, Hobbs S: Results of surgical treatment of patellar fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 67: 416–419, 1985.
- Egol K, Howard D, Monroy A, Crespo A, Teiwani N, Davidovitch R: Patella fracture fixation with suture and wire: you reap what you sew. *Iowa Orthop J*, 34: 63–67, 2014.
- Schuett DJ, Hake ME, Mauffrey C, Hammerberg EM, Stahel PF, Hak DJ: Current treatment strategies for patella fractures. *Orthopedics*, 38: 377–384, 2015.
- Carpenter JE, Kasman R, Matthews LS: Fractures of the patella. *Instr Course Lect*, 43: 97–108, 1994.
- Berg EE: Open reduction internal fixation of displaced transverse patella fractures with figure-eight wiring through parallel cannulated compression screws. *J Orthop Trauma*, 11: 573–576, 1997.
- AO Surgery Reference [Internet]. Davos, AO Foundation: 2018 [cited 2022 Mar 5]. Available from: <http://www.aosurgery.org/>
- Schaafsma F, Verbeek J, Hulshof C, van Dijk F: Caution required when relying on a colleague's advice; a comparison between professional advice and evidence from the literature. *BMC Health Serv Res*, 5: 59, 2005.
- Smith ST, Cramer KE, Karges DE, Watson JT, Moed BR: Early complications in the operative treatment of patella fractures. *J Orthop Trauma*, 11: 183–187, 1997.
- Tian Y, Zhou F, Ji H, Zhang Z, Guo Y: Cannulated screw and cable are superior to modified tension band in the treatment of transverse patella fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 469: 3429–3435, 2011.
- Wang CX, Tan L, Qi BC, et al: A retrospective comparison of the modified tension band technique and the parallel titanium cannulated lag screw technique in transverse patella fracture. *Chin J Traumatol*, 17: 208–213, 2014.
- Lin T, Liu J, Xiao B, Fu D, Yang S: Comparison of the outcomes of cannulated screws vs. modified tension band wiring fixation techniques in the management of mildly displaced patellar fractures. *BMC Musculoskelet Disord*, 16: 282, 2015.
- Lefaivre KA, O'Brien PJ, Broekhuysen HM, Guy P, Blachut PA: Modified tension band technique for patella fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*, 96: 579–582, 2010.
- Nagaraja S, Couse TL, Guldberg RE: Trabecular bone microdamage and microstructural stresses under uniaxial compression. *J Biomech*, 38: 707–716, 2005.
- Weber MJ, Janecki CJ, McLeod P, Nelson CL, Thompson JA: Efficacy of various forms of fixation of transverse fractures of the patella. *J Bone Joint Surg Am*, 62: 215–220, 1980.