



만성 족관절 불안정성을 가진 환자군에서 변형 브로스트롬 술식과 봉합 테이프를 추가한 술식 간의 결과 비교

곽희철, 정수환, 김정환, 박대현, 추혜정*, 김대유

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실, *영상의학교실

Comparison of the Modified Bröstrom Repair Technique with and without Augmentation Using Suture Tape for Chronic Ankle Instability

Heui-Chul Gwak, Soo-Hwan Jung, Jung-Han Kim, Dae-Hyun Park, Hye-Jung Choo*, Dae-Yoo Kim

Departments of Orthopedic Surgery and *Radiology, Busan Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Busan, Korea

Purpose: The modified Broström repair (BR) technique has yielded good outcomes in patients with chronic ankle instability. This study compared clinical and radiological outcomes between two groups of patients who underwent modified BR or lateral ligament augmentation using suture tapes (ST).

Materials and Methods: Seventy-seven patients (ST group [n=47], BR group [n=30]; body mass index <math><26.61\text{ kg/m}^2</math>; mean age,

Results: FAOS, AOFAS, FAAM, and VAS scores improved in both groups at final follow-up (ST,

Conclusion: The ST group demonstrated comparable clinical but better improvement in mechanical stability and FAOS sports scores than the BR group.

Key Words: Chronic ankle instability, Ligament augmentation, Suture tape

서론

외측 발목 염좌는 정형외과 환자에서 가장 많이 발생하는 손상으로, 등산 및 레저스포츠 활동 증가로 발생 빈도가 높아지고 있다. 외측 발목 염좌 환자는 대부분 비수술적 치료 방법으로 치료되지만, 일부에서는 만성 족관절 불안정성이 나타난다.¹⁻⁴⁾ 만성 족관절 불안정성에 대한 여러 가지 술식들 중, 변형 Broström 술식은 현재까지도 가장 많이 사용되고 있으며 결과 역시 우수하다고 보고되고 있다.²⁻⁴⁾

Received December 1, 2021 Revised January 27, 2022

Accepted January 27, 2022

Corresponding Author: Soo-Hwan Jung

Department of Orthopedic Surgery, Busan Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, 75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 47392, Korea

Tel: 82-51-890-6257, Fax: 82-51-892-6619, E-mail: osdin3@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3847-3642>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2022 Korean Foot and Ankle Society.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

술 후 지속되는 발목 불안정성과 감염 등과 같은 변형 Broström 술식의 단점들이 보고되고, 족관절 불안정성의 수술적인 치료에 있어 기술적인 발전이 이루어지면서^{1,5)} 새로운 대안으로 비 흡수성 봉합 테이프(nonabsorbable suture tape)가 등장하였다.⁶⁻⁸⁾ 그러나 이에 대한 후향적인 장기 추시 결과에 대한 비교 연구 결과는 많이 없는 상태이다. 저자들은 기존의 고전적인 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가(augmentation)한다면 만성 족관절 불안정성을 가진 환자에서 우수한 임상적 및 방사선학적 결과를 보일 것이라 가정하고, 만성 족관절 불안정성에 있어 기존의 변형 Broström 술식과 변형 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가한 결과를 비교하고자 한다.

대상 및 방법

본 연구는 사전에 저자들의 연구기관 내 윤리위원회 승인을 얻었다(IRB no. 19-0155). 2014년 1월부터 2017년 7월까지 환자 77명(남자 26명[33.7%], 여자 51명[66.4%]; body mass index <26.61 kg/m²)에 대해 최소 2년 이상의 추시가 가능한 만성 족관절 불안정성으로 수술적 치료를 받은 환자군에 대해서 후향적 연구를 진행하였다(Table 1). 수술은 동일한 한 명의 정형외과 전문의가 시행하였으며, 최종 77명의 환자의 평균 나이는 30.7±11.0세(17~39세)이며, 평균 추시 기간은 34.0±12.0개월(24~59개월)이었다. 변형 Broström 술식은 30예(39.0%), 변형 Broström 술식과 비 흡수성 봉합 테이프의 사용은 47예(61.0%)였다. 수술의 적응증으로는 (1) 족관절에 대한 주관적인 불안정을 호소하는 환자로, 6개월 이상 반복적인 발목 염좌 수상력이 있거나 통증을 호소한 경우, (2) 반대 측 족관절과 비교했을 때 내반 부하 검사(varus stress test) 시 명확한 족관절 불안정성이 확인되었거나, 이학적 검사 시 족관절 외측 인대 부위의 압통이 확인된 경우로 하였다. 만성 족관절 불안정성 이외의 동반된 병변이 있는 경우는 술 전 이학적 검사 및 일반 방사선 검사, 자기공명영상 검사를 통하여 확인하였고, 골연골 병변 또는 비골

건 문제가 동반된 경우 등은 단순 관절경적 활액막 절제술 또는 변연 절제술로 처리가 가능한 경우만 연구 대상에 포함시켰다. (1) 육체 노동자 혹은 운동 선수, (2) 기능적 불안정성(functional instability), 주관적인 느낌의 발목 불안정성을 호소하거나 고유 체위 감각(proprioceptive) 및 신경근 결손(neuromuscular deficits)으로 인한 반복적인 발목의 염좌가 있는 환자는 연구 대상에서 제외하였다(Fig. 1).

1. 변형 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가한 술식(ST 그룹)

필요 시 전내측 또는 전외측 삽입구를 이용하여 관절경적 활액막 절제술 또는 변연 절제술을 시행하였다. 전 거비 인대(anterior talofibular ligament)의 주행 경로를 따라 피부 절개를 가하였다. 거골 경부에 있는 전 거비 인대의 부착부(footprint)에서 SwiveLock biocomposite 봉합 나사(suture anchor, 4.75 mm in diameter; Arthrex, Naples, FL, USA)를 봉합 테이프(FiberWire suture tape, Arthrex)를 이용하여 거골의 체부 쪽으로 삽입하였다. 다음으로 바늘에 연결하여 관절낭을 통과시켰다(Fig. 2A). 이후 비골에 드릴 구멍을 만들고 봉합 테이프를 추가하였다. 마지막으로 관절낭과 전 거비 인대를 봉합하고 하 신전 지대(inferior extensor retinaculum)를 당겨 외과의 골막과 관절낭에 봉합하여 보강시켰

Table 1. Demographics

| Classification | Group (n=77) | | p-value |
|----------------|-----------------|-----------------|---------|
| | ST group (n=47) | BR group (n=30) | |
| Sex | | | 0.041 |
| Female | 27 | 24 | |
| Male | 20 | 6 | |
| Age (yr) | 31.00±15.00 | 29.33±12.01 | 0.61 |

Values are presented as number only or mean±standard deviation. Statistical significance was defined at the 5% (p<0.05) level. ST: suture tapes, BR: Broström repair.

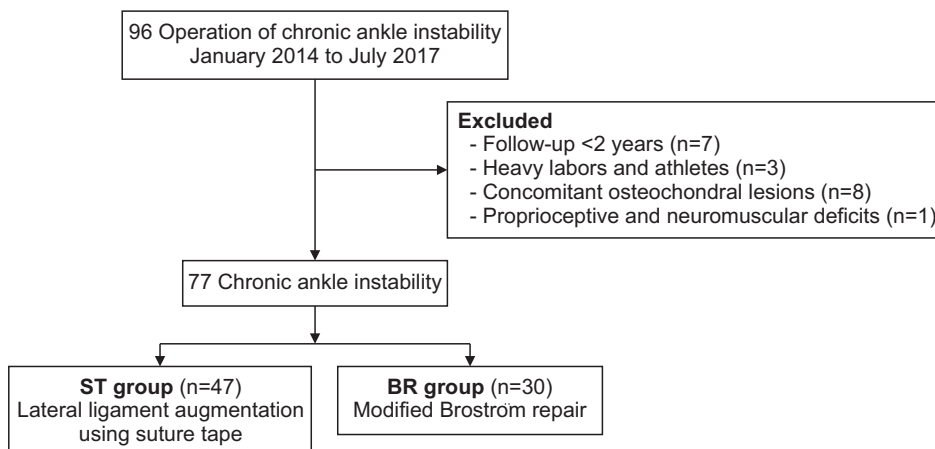


Figure 1. Patients flow chart.

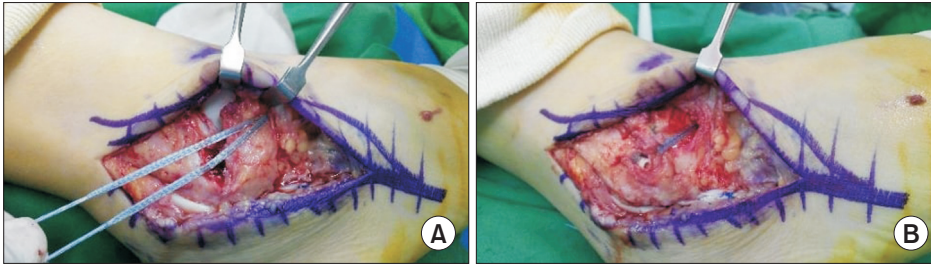


Figure 2. Intraoperative photographs. (A) The first drill hole is made at the footprint of the anterior talofibular ligament (ATFL) on the talus. The talus is drilled at 45° to the sagittal plane with the foot in a neutral position. (B) The second drill hole is drilled at the footprint of the ATFL on the fibula.

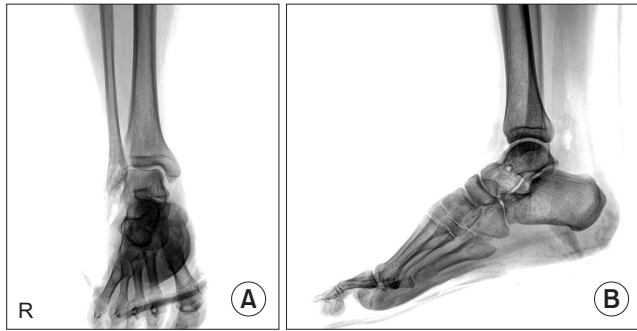


Figure 3. Accurate suture anchor position and ankle stability are confirmed using (A) anteroposterior and (B) lateral view of plain radiograph.

다. 이때 비골건과의 충돌을 일으키지 않도록 위치를 확인하며 주의하였다. 최대한 긴장을 준 상태에서 봉합 테이프를 고정하였으며 이때 족관절의 위치는 중립 굴곡과 5° 외반을 유지하였다. 남은 봉합 테이프는 봉합 나사 위치에서 잘라 제거하였다(Fig. 2B). 피하조직과 피부를 봉합하여 수술을 마무리하였다. 정확한 삽입 위치와 족관절의 안정성은 수술 중 C-arm을 촬영하여 확인하였다(Fig. 3).

2. 변형 Broström 술식(BR 그룹)

필요 시 전내측 또는 전외측 삽입구를 이용하여 관절경적 활액막 절제술 또는 변연 절제술을 시행하였다. 전 거비 인대의 주행 경로를 따라 피부 절개를 가하였다. 하 신전 지대를 확인하고 주변을 박리하여 움직이게 하였다. 관절낭을 절개하여 전 거비 인대와 중비 인대를 확인하고 절개하였다. 이후 비골 외과의 전방 및 원위 경계로부터 골막을 박리하여 근위부로 견인하였다. 전 거비 인대와 중비 인대의 이완된 부분을 일부 절제한 뒤 겹쳐서 봉합(imbrication)하고 하 신전 지대를 당겨서 보강하여 봉합하였다. 인대 봉합 시에는 족관절을 중립 굴곡, 5° 외반 위치에서 인대 봉합을 시행하였고 피하조직과 피부를 봉합하여 수술을 마무리하였다.⁹⁾

3. 재활 및 수술 후 관리

술 후 2주간 단하지 부목 고정 및 목발 사용하여 견딜 수 있을 정도의 체중부하 상태를 유지하였다. 술 후 2주부터 목발 보조기를 이용하여 관절 가동 범위(range of motion) 운동과 함께 부분 체중부하를 시작하였고, 4주차에 비골 근 강화 운동과 고유 감각 훈련을 시

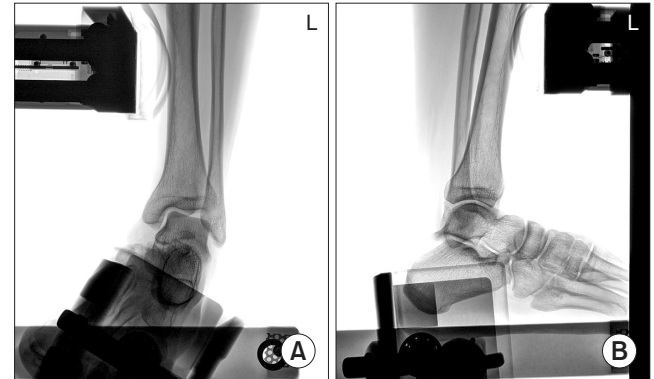


Figure 4. Mechanical stability was evaluated using the varus stress test (A) and anterior drawer test (B), measured using the Telos device (Telos GmbH, Marburg, Germany) at 150 N.

작하였다. 수술 이전의 운동 상태 정도의 활동은 술 후 3개월째 부하 방사선 검사 및 이학적 검사를 통하여 족관절의 안정성이 확인된 경우에만 허용하였다. 77명의 환자가 사전에 약속된 시기(술 후 6개월, 1년, 2년)에 맞추어 추시를 시행하였으며, 마지막 추시인 수술 후 2년째 임상적 결과와 방사선학적 검사를 시행하였다. 이에 맞추지 못한 환자의 경우 우선으로 연락을 취하여 동의를 구하고, 내원하여 재평가를 시행하였다.

4. 임상적 및 방사선학적 평가 지표

Foot and Ankle Outcome Score (FAOS),¹⁰⁾ American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS),^{11,12)} Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) score,¹³⁾ Sefton grading system,⁴⁾ 그리고 visual analogue scale (VAS) 점수¹⁴⁾를 이용하여 수술 전후 임상적 평가를 시행하였다. FAOS, AOFAS, FAAM, VAS 점수는 술 전, 최종 추시(술 후 24개월) 시점에서 측정하였다. FAOS는 자가 평가 방식이며, 총 42개의 문항 내에 통증, 기타 증상, 일상 생활 정도, 스포츠 활동, 삶의 질의 5그룹의 평가 척도로 구성되어 있다. AOFAS는 발목과 족 후부에 대한 평가로 통증 40점, 기능 50점, 정렬 10점의 세 가지 항목으로 구성되어 있으며 총 100점으로 계산한다. FAAM은 일상 생활과 관련된 21문항 및 스포츠 활동과 관련된 21문항으로 평가한다. Sefton grade는 최종 추시 시에 활용하며 excellent, good, fair, poor의 척도로 구분한다. 본 연구에서는 Sefton

grade로 평가 시 good 또는 excellent로 평가된 경우 만족스러운 결과를 보인 것으로 평가하였다. 통증에 대한 정도를 평가하기 위하여 0에서 10까지의 VAS 점수를 사용하여 평가하였다. 이때 0점은 통증 및 불편감 없이 수행을 할 수 있는 것으로, 10점은 운동의 수행 시 심한 통증 및 불편감이 있는 경우로 정하였다. 기계적인 안정성의 경우 전방 전위 방사선 검사(anterior drawer test)와 내반 부하 검사를 이용하여 평가하였다. 측정은 Telos equipment (Telos GmbH, Marburg, Germany)를 이용하여 150 N의 동일한 부하를 가하여 시행하였으며, 술 전과 최종 추시 시에 각각 검사하였다(Fig. 4). 거골 경사각(talar tilt angle)과 거골 전방 전위 정도(anterior talar translation)는 2명의 정형외과 전문의와 1명의 영상의학과 전문

문의가 독립적으로 측정하였으며 2회 측정 후 평균한 값을 평가에 이용하였다. 거골 경사각은 거골의 상부 관절면과 경골 관절면 사이의 각을 측정하였고, 거골 전방 전위 정도는 경골 관절면의 후방 경계에서 거골까지의 가장 가까운 거리를 측정하였다. 관찰자 간 신뢰도(inter-observer reliability)는 거골 경사각과 전방 전위 정도에서 각각 급내상관계수(intraclass correlation coefficients, ICCs) 0.752~0.914, 0.814~0.925로 양호(good) 및 우수(excellent)의 결과를 보였다.

5. 통계분석

임상적 및 방사선학적 결과를 비교하기 위하여 통계적인 분석을 시행하였다(IBM SPSS version 19.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA). 각각의 항목에 대해서 변형 Broström 술식의 수술 전후의 결과 비교를 위해 paired t-test, 비 흡수성 봉합 테이프를 추가한 술식의 수술 전후 비교를 위해 Wilcoxon signed-rank test를 사용하였다. 두 그룹 간의 비교는 t-test를 사용하였다. 다만 성별(sex)에 대해서는 chi-square test를 사용하였고 $p < 0.05$ 를 통계적으로 유의하다고 판단하였다. 신뢰도(reliability)를 평가하기 위해 ICC를 분석하였으며 < 0.5 , poor (불량); $0.5 \sim 0.75$, fair (보통); $> 0.75 \sim 0.9$, good (양호); 그리고 > 0.9 , excellent (우수)로 해석하였다.

결 과

1. 변형 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가한 술식(ST 그룹)

수술 전과 최종 추시에서 임상적 결과는 모든 항목에서 유의하게 향상되었다($p < 0.001$). 술 전후로 AOFAS, VAS, FAAM, FAOS total 점수의 증가 값은 각각 26.1 ± 6 , -1.5 ± 0.3 , 17 ± 0.4 , 29.7 ± 5 로 나타났다($p < 0.001$) (Table 2). Sefton grade를 이용한 평가에서는 최종 추시 시 excellent 15예, good 28예 결과를 보여 91.5%에서

Table 2. Comparison of the Clinical Outcomes Between the Two Groups

| Variable | ST group | BR group | p-value |
|----------------------|-----------|-----------|---------|
| AOFAS | | | |
| Preoperative | 67±8 | 64±7 | 0.372 |
| Final follow-up | 93±2 | 93±3 | 0.971 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| VAS | | | |
| Preoperative | 3±1 | 3.1±0.5 | 0.386 |
| Final follow-up | 1.5±0.7 | 1.2±0.7 | 0.04 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAAM | | | |
| Preoperative | 71±4.1 | 67.5±5.4 | 0.019 |
| Final follow-up | 88.1±4.5 | 83.3±4.8 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS total | | | |
| Preoperative | 61.4±10.2 | 60.7±10 | 0.749 |
| Final follow-up | 91.1±5.2 | 91.3±5.4 | 0.854 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS pain | | | |
| Preoperative | 80.9±4.9 | 64.9±7.2 | <0.001 |
| Final follow-up | 93.2±1.7 | 88.6±1.3 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS symptoms | | | |
| Preoperative | 74±4.5 | 57±6.1 | <0.001 |
| Final follow-up | 93.9±3 | 85.53±3.4 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS ADL | | | |
| Preoperative | 67.4±8.6 | 45.3±7.4 | <0.001 |
| Final follow-up | 94.3±1.5 | 90.3±1.1 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS sports | | | |
| Preoperative | 46±8.2 | 27.3±5.9 | <0.001 |
| Final follow-up | 90.3±3.2 | 76.6±4.2 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| FAOS QOL | | | |
| Preoperative | 68.9±5.3 | 53±4 | <0.001 |
| Final follow-up | 95.1±1 | 92.8±0.8 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |

Values are presented as mean±standard deviation.

ST: suture tapes, BR: Broström repair, AOFAS: American Orthopedic Foot and Ankle Score, VAS: visual analogue scale, FAAM: Foot and Ankle Ability Measure, FAOS: Foot and Ankle Outcome Score, ADL: activities of daily living, QOL: quality of life.

Table 3. Evaluation of Sefton Grading System in Two Groups

| Sefton grading system | ST group (n=47) | BR group (n=30) |
|---|-----------------|-----------------|
| Excellent | 15 | 8 |
| Full activity including strenuous sport. No pain, swelling, or giving way | | |
| Good | 28 | 19 |
| Occasional aching only after strenuous exercise. No giving way or feeling of apprehension | | |
| Fair | 4 | 3 |
| No giving way but some remaining apprehension, especially on rough ground. | | |
| Poor | 0 | 0 |
| Recurrent instability and giving way in normal activities, with episodes of pain and swelling | | |

ST: suture tapes, BR: Broström repair.

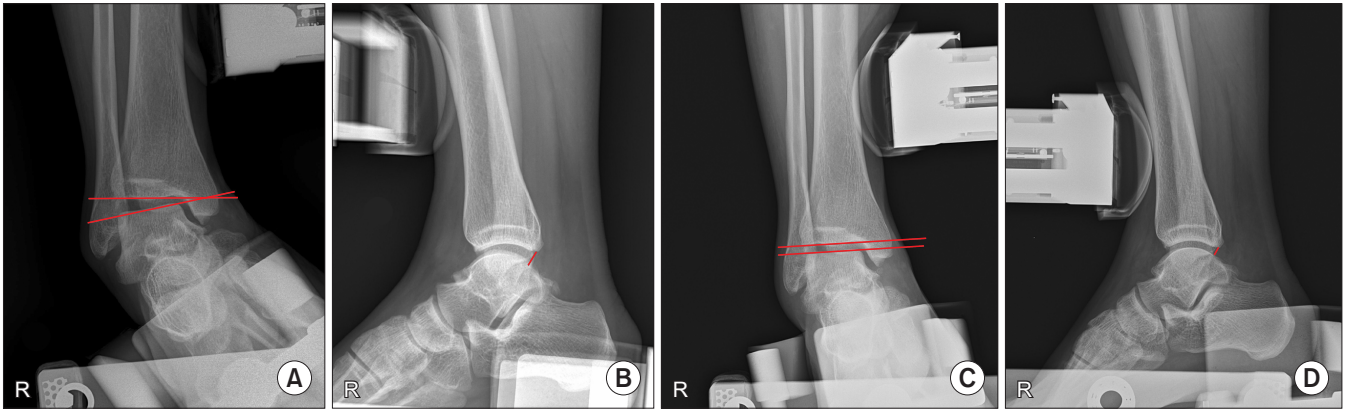


Figure 5. Stress radiograph of a 33-year-old male patient. Radiograph showing the preoperative finding of (A) talar tilt angle and (B) anterior talar translation 11.4°, 12.52 mm respectively. (B) Radiograph showing the postoperative finding of (C) talar tilt angle and (D) anterior talar translation 3.4°, 4.93 mm respectively.

만족할만한 기능적 결과를 얻었다(Table 3).

수술 전과 최종 추사에서 방사선 결과도 모든 항목에서 유의하게 향상되었다. 거골 경사각 및 거골 전방 전위 정도의 감소 값은 각각 평균 $7.6^{\circ} \pm 1.2^{\circ}$, 10.5 ± 1.8 mm로 나타났다($p < 0.001$) (Fig. 5, Table 4). 수술 후 합병증으로는 창상 감염이 4예, 신경 자극이 4예씩 관찰되었으며 상처 부위에 국소 감염 1예는 항생제 요법과 상처 관리로 성공적으로 치료되었다.

2. 변형 Broström 술식(BR 그룹)

수술 전과 최종 추사에서 임상적 결과는 모든 항목에서 유의하게 향상되었다($p < 0.001$). 술 전후로 AOFAS, VAS, FAAM, FAOS total의 증가 값은 각각 29 ± 4 , -1.9 ± 0.9 , 15.8 ± 0.6 , 30.6 ± 4.6 로 나타났다($p < 0.001$) (Table 2). Sefton grade를 이용한 평가에서는 최종 추시 시 excellent 8예, good 19예의 결과를 보여 90.0%에서 만족할만한 기능적 결과를 얻었다(Table 3).

수술 전과 최종 추사에서 방사선 결과도 모든 항목에서 유의하게 향상되었다. 거골 경사각 및 거골 전방 전위 정도의 감소 값은 각각 평균 $4.9^{\circ} \pm 1.1^{\circ}$, 7.9 ± 1.5 mm로 나타났다($p < 0.001$) (Table 4). 수술 후 합병증은 창상 감염 1예, 신경 자극 2예(완치), 피부 자극 6예(4예에서 불편함을 호소하였고 2예에서 매듭 제거)가 있었다.

3. 두 그룹 간의 임상적 및 방사선학적 비교 결과

최종 추사에서 VAS, FAAM, FAOS의 하위 항목($p = 0.04$, < 0.001 , < 0.001)에서 두 그룹 모두 술 전에 비해 향상된 결과를 보였지만 의미 있는 차이는 없었다(Table 2). 하지만 FAOS sports 항목의 점수에서 봉합 테이프 추가 술식이 변형 Broström 술식에 비해(90.3 ± 3.2 vs. 76.6 ± 4.2 , $p < 0.001$) 유의하게 점수가 높았다(Table 2).

방사선학적 결과 비교에서는 봉합 테이프 추가 술식이 변형 Broström 술식에 비해 거골 경사각($7.6^{\circ} \pm 1.2^{\circ}$ vs. $4.9^{\circ} \pm 1.1^{\circ}$, $p < 0.001$)과 거골 전방 전위 정도(10.5 ± 1.8 mm, 7.9 ± 1.5 mm,

Table 4. Evaluation of Mechanical Stability through Stress Radiographs

| Variable | ST group | BR group | p-value |
|---------------------------------|----------|----------|---------|
| Talar tilt angle (°) | | | |
| Preoperative | 13.1±1.6 | 9.3±1.5 | <0.001 |
| Final follow-up | 5.5±0.4 | 4.4±0.4 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |
| Anterior talar translation (mm) | | | |
| Preoperative | 16.3±2.9 | 10.1±2.2 | <0.001 |
| Final follow-up | 5.8±1.1 | 2.2±0.7 | <0.001 |
| p-value | <0.001 | <0.001 | |

Values are presented as mean±standard deviation.

ST: suture tapes, BR: Broström repair.

$p < 0.001$)에서 모두 더 큰 폭의 유의한 감소(change)를 보였다 (Table 4).

고 찰

외측 발목 염좌 이후의 만성 족관절 불안정성은 정형외과적으로 흔한 질환 중 하나이고, 수술적 치료 방법으로 많은 술식들이 소개되고 있지만 가장 적합한 술식에 대해서는 논란의 여지가 있다. Karlsson과 Lansinger¹⁵⁾는 Broström 술식과 유사한 해부학적 봉합의 결과 87%의 환자가 6년 추사에서 우수한 결과를 보였다고 보고하였다. 변형 Broström 술식은 외측 인대들을 해부학적 위치로 봉합하는 과정이다. 이는 주로 발목 강화 또는 재활을 포함하는 보존적 치료에도 불구하고 불안정성이 남아 있는 환자들에서 주로 사용된다. Huang 등¹⁶⁾은 32예의 만성 발목 불안정성 환자를 대상으로 변형 Broström 술식의 결과를 보고하였다. 최종 추사에서 16예 매우 만족, 10예 만족, 3예 양호를 나타냈다. Hassan 등¹⁷⁾도 21예의 변형 Broström 술식의 후향적 고찰을 통해 임상적 결과를 보고하였다. 15예(71.4%) 매우 우수, 3예(14.3%) 우수, 1예(4.8%)에서 양호한 결과를 보고하였다. Coetzee 등¹⁸⁾은 81예(남자 30명, 여자 51명)의

변형 Broström 술식에 봉합 테이프를 추가한 술식의 추시 결과를 보고하였다. AOFAS 평균 점수는 94.3, 79.0%의 환자에서 FAAM Sports 항목의 점수가 90점 이상을 나타냈다.

변형 Broström 술식 또는 봉합 테이프 추가 술식의 만족스러운 결과에 대한 여러 보고가 있어 왔지만, 장기 추시 결과에 대한 보고들 중 임상적 및 방사선학적 결과와 함께 변형 Broström 술식과 변형 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가하여 사용한 술식 간의 비교 연구는 많이 없었다. 본 연구의 결과는 비 흡수성 봉합 테이프를 추가한 술식이 변형 Broström 술식에 비해 비슷한 임상적 결과를 보이지만, 족관절의 기계적 안정성을 더 큰 폭으로 회복시키고, FAOS sport 점수가 높은 것으로 나타났다. Xu 등¹⁹⁾은 변형 Broström 술식군 25예와 봉합 테이프 추가 술식군 28예의 임상적 및 방사선학적 결과를 보고하였다. 최소 2년 추시 관찰에서 변형 Broström 그룹에 비해 봉합 테이프 그룹에서 FAAM sport와 total FMM 점수에서 유의하게 높은 결과를 보고하였다. 반면 Cho 등²⁰⁾도 변형 Broström 술식군 27예와 봉합 테이프 추가 술식군 28예의 임상적, 방사선학적 비교 결과를 보고하였는데 2년 이상의 추시에서 두 그룹 간의 유의한 차이는 보이지 않았다. Li 등²¹⁾은 2년 이상 추시한 무작위 비교연구(randomized comparative study) 연구들을 포함한 체계적 고찰의 결과를 보고하였다. AOFAS, FAOS, FAAM, 거골 경사각, 전방 전위 정도, 합병증에서 두 그룹 간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

두 그룹 간의 결과 비교에서, 봉합 테이프 추가 술식 그룹이 FAOS sports 항목의 점수가 유의하게 더 높았다는 점과($p < 0.001$), 술 전 후로 거골 경사각과 전방 전위 정도의 차이(change)가 더 큰 폭으로 감소($p < 0.001$) 하였다는 결과가 다른 연구들과는 다른 본 연구의 차별점이라고 저자들은 생각한다.

Viens 등⁸⁾은 봉합 테이프 추가 술식의 생체역학적 연구의 결과를 보고하였는데 정상적인 전 거비 인대와 봉합 테이프의 최대 부하 장력(load to failure)은 각각 154.0 ± 63.7 N, 315.5 ± 66.8 N으로 나타났다. 또한 Schuh 등²²⁾도 봉합 테이프 술식이 변형 Broström 술식에 비해서 최대 부하 각도(angle at failure)와 최대 부하 토크(failure torque)가 더 크다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 수술 이후에 전 거비 인대가 치유(healing)되는 동안 봉합 테이프가 족관절에 안정성을 주어 보호 역할을 하는 것으로 생각된다. 이러한 이유로 본 연구에서도 봉합 테이프 추가 술식 그룹에서 더 높은 FAOS sports 점수와 큰 폭의 방사선학적 변화의 차이를 보였다고 저자들은 생각한다.

또한, 두 군 모두에서 90% 정도의 환자들은 2년 이후의 추시 결과 Sefton scale에서 Good - Excellent의 결과를 보였다. 나머지 좋지 않은 결과를 보인 이유는 봉합의 실패, 감염, 또는 족관절의 퇴행성 변화 때문인 것으로 보인다.

기존 변형 Broström 술식의 단점은 적절한 질과 양의 인대조직이

남아 있어야 봉합이 가능하며 이는 불안정성의 잔존으로 이어질 수 있다는 점이다.^{23,24)} 또한 봉합 매듭에 의한 피부 자극을 합병증 중 하나로 들 수 있다. 이는 보다 견고한 봉합을 위하여 봉합을 더 많이 시행할수록 피부 자극의 합병증이 증가하는 경향이 있기 때문이다.²⁵⁾ 또한 인대 봉합의 경우 시간이 지남에 따라서 신장(elongation)되는 경향이 있다는 보고도 있으나,²⁶⁾ 본 연구에서는 2년의 추시 결과 거골 경사각과 거골 전방 전위 정도가 증가하거나 불안정성의 재발은 호소한 환자는 없었다.

비 흡수성 봉합 테이프의 장점 중 한 가지는 봉합 매듭 등에 의한 피부 자극이 적다는 것이다. 본 연구에서는 변형 Broström 술식에서는 6예, 봉합 테이프 추가 술식에서는 4예로 나타났다.

반면, 비 흡수성 봉합 테이프의 단점으로 기계적 파손, 이물반응(foreign body reaction), 만성 염증반응, 감염 등의 합병증이 보고되고 있지만,²⁵⁾ 본 연구에서 사용한 봉합 테이프는 관절낭 외부에 위치하여 비교적 합병증이 적은 것으로 생각된다. 하지만 흡수 테이프 소재에 대한 장기 추시 연구가 필요할 것이다. 그리고 재수술 시에는 기존 봉합 나사 및 봉합 테이프의 제거가 문제가 될 수 있는데, 해결책으로 금속 봉합 나사보다는 흡수성 나사를 사용하는 것이 도움이 될 것이라고 생각한다. 또한 기계적 안정성이 장기 추시 관찰에도 유지될지에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 제한점으로 봉합 테이프가 생물학적(biologic healing)으로 얼마나 족관절에 안정성을 부여할 수 있는지에 대해서는 확인하지 않았다는 점이 있다. 이에 대해서 향후 조직학적, 자기공명영상 검사, 이차적 관절경적 소견을 통한 확인 과정이 필요할 것이다. 또한 적은 케이스의 후향적인 연구라는 점에 있어 추가적으로 전향적인 무작위 비교연구(randomized comparative study)가 앞으로 필요하겠다. 그리고 변형 Broström 술식군과 봉합 테이프군의 사례수가 각각 30예와 47예이고, 봉합 테이프 군에서 남자 환자의 수가 더 많은 점 등이 선택 편향(selection bias)으로 작용할 수 있기 때문에 표본의 크기와 남자 환자의 수를 늘려야 할 것으로 생각된다. 저자들은 본 연구의 임상적, 방사선학적 결과를 바탕으로 하여 봉합 테이프를 이용한 인대 보강이 족관절의 불안정성에 기계적 안정성을 회복시켜주고 이는 만족스러운 기능을 회복시키는 데 도움을 줄 것이라고 생각한다. 또한 변형 Broström 술식에 비해 우수한 기계적 안정성은 추가적인 손상(recurrent sprain)을 방지하는 효과 또한 있어 장기적이고 점진적 기능 회복에 도움이 될 것이라고 생각한다.

결론

변형 Broström 술식에 비 흡수성 봉합 테이프를 추가하여 사용한 술식은 만성 족관절 불안정성을 가진 환자들에게 효과적인 수술적 치료 방법 중 하나가 될 수 있다고 생각한다. 본 술식은 변형 Broström 술식에 비해 비슷한 임상적 결과를 보이지만 족관절의 기

계적 안정성을 더 큰 폭으로 회복시키고, FAOS sport 점수가 높았으며 술 후 피부 자극, 반흔 형성이 덜한 장점이 있다. 그러나 수술 후 시간이 경과함에 따라서 점진적인 신장이 일어날 가능성을 배제할 수 없으므로 기계적인 족관절 안정성에 대한 장기적인 추시 결과와 봉합 테이프 술식의 적절한 적응증에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

ORCID

Heui-Chul Gwak, <https://orcid.org/0000-0003-1062-0580>

Jung-Han Kim, <https://orcid.org/0000-0002-6201-5895>

Dae-Hyun Park, <https://orcid.org/0000-0001-5763-9372>

Hye-Jung Choo, <https://orcid.org/0000-0003-3941-6989>

Dae-Yoo Kim, <https://orcid.org/0000-0002-6273-7337>

REFERENCES

1. Cho BK, Kim YM, Kim DS, Choi ES, Shon HC, Park KJ. Comparison between suture anchor and transosseous suture for the modified-Broström procedure. *Foot Ankle Int.* 2012;33:462-8. doi: 10.3113/FAI.2012.0462.
2. Karlsson J, Bergsten T, Lansinger O, Peterson L. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:581-8.
3. Li X, Killie H, Guerrero P, Busconi BD. Anatomical reconstruction for chronic lateral ankle instability in the high-demand athlete: functional outcomes after the modified Broström repair using suture anchors. *Am J Sports Med.* 2009;37:488-94. doi: 10.1177/0363546508327541.
4. Sefton GK, George J, Fitton JM, McMullen H. Reconstruction of the anterior talofibular ligament for the treatment of the unstable ankle. *J Bone Joint Surg Br.* 1979;61:352-4. doi: 10.1302/0301-620X.61B3.113415.
5. Cho BK, Kim YM, Kim DS, Choi ES, Shon HC, Park KJ. Outcomes of the modified Brostrom procedure using suture anchors for chronic lateral ankle instability: a prospective, randomized comparison between single and double suture anchors. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:9-15. doi: 10.1053/j.jffas.2012.10.004.
6. Clanton TO, Viens NA, Campbell KJ, LaPrade RF, Wijdicks CA. Anterior talofibular ligament ruptures, part 2: biomechanical comparison of anterior talofibular ligament reconstruction using semitendinosus allografts with the intact ligament. *Am J Sports Med.* 2014;42:412-6. doi: 10.1177/0363546513509963.
7. Giza E, Shin EC, Wong SE, Acevedo JI, Mangone PG, Olson K, et al. Arthroscopic suture anchor repair of the lateral ligament ankle complex: a cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2013;41:2567-72. doi: 10.1177/0363546513500639.
8. Viens NA, Wijdicks CA, Campbell KJ, LaPrade RF, Clanton TO. Anterior talofibular ligament ruptures, part 1: biomechanical comparison of augmented Broström repair techniques with the intact anterior talofibular ligament. *Am J Sports Med.* 2014;42:405-11. doi: 10.1177/0363546513510141.
9. Hu CY, Lee KB, Song EK, Kim MS, Park KS. Comparison of bone tunnel and suture anchor techniques in the modified Broström procedure for chronic lateral ankle instability. *Am J Sports Med.* 2013;41:1877-84. doi: 10.1177/0363546513490647.
10. Roos EM, Brandsson S, Karlsson J. Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot Ankle Int.* 2001;22:788-94. doi: 10.1177/107110070102201004.
11. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, mid-foot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53. doi: 10.1177/107110079401500701.
12. Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg.* 2007;46:65-74. doi: 10.1053/j.jffas.2006.12.002.
13. Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Foot Ankle Int.* 2005;26:968-83. doi: 10.1177/107110070502601113.
14. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health.* 1990;13:227-36. doi: 10.1002/nur.4770130405.
15. Karlsson J, Lansinger O. Chronic lateral instability of the ankle in athletes. *Sports Med.* 1993;16:355-65. doi: 10.2165/00007256-199316050-00006.
16. Huang B, Kim YT, Kim JU, Shin JH, Park YW, Kim HN. Modified Broström procedure for chronic ankle instability with generalized joint hypermobility. *Am J Sports Med.* 2016;44:1011-6. doi: 10.1177/0363546515623029.
17. Hassan S, Thurston D, Sian T, Shah R, Aziz A, Kothari P. Clinical outcomes of the modified Broström technique in the management of chronic ankle instability after early, intermediate, and delayed presentation. *J Foot Ankle Surg.* 2018;57:685-8. doi: 10.1053/j.jffas.2017.12.003.
18. Coetzee JC, Ellington JK, Ronan JA, Stone RM. Functional results of open Broström ankle ligament repair augmented with a suture tape. *Foot Ankle Int.* 2018;39:304-10. doi: 10.1177/1071100717742363.
19. Xu DL, Gan KF, Li HJ, Zhou SY, Lou ZQ, Wang Y, et al. Modified Broström repair with and without augmentation using suture tape for chronic lateral ankle instability. *Orthop Surg.* 2019;11:671-8. doi: 10.1111/os.12516.
20. Cho BK, Park JK, Choi SM, SooHoo NF. A randomized comparison between lateral ligaments augmentation using suture-tape and modified Broström repair in young female patients with chronic ankle instability. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:137-42. doi: 10.1016/j.fas.2017.09.008.
21. Li H, Zhao Y, Chen W, Li H, Hua Y. No differences in clinical outcomes of suture tape augmented repair versus Broström repair surgery for chronic lateral ankle instability. *Orthop J Sports Med.* 2020;8:2325967120948491. doi: 10.1177/2325967120948491.
22. Schuh R, Benca E, Willeger M, Hirtler L, Zandieh S, Holinka J, et al. Comparison of Broström technique, suture anchor repair, and tape augmentation for reconstruction of the anterior talofibular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:1101-7. doi: 10.1007/s00167-015-3631-7.
23. Girard P, Anderson RB, Davis WH, Isear JA, Kiebzak GM. Clini-

- cal evaluation of the modified Brostrom-Evans procedure to restore ankle stability. *Foot Ankle Int.* 1999;20:246-52. doi: 10.1177/107110079902000407.
24. Sammarco GJ, Idusuyi OB. Reconstruction of the lateral ankle ligaments using a split peroneus brevis tendon graft. *Foot Ankle Int.* 1999;20:97-103. doi: 10.1177/107110079902000205.
25. Cho BK, Park KJ, Kim SW, Lee HJ, Choi SM. Minimal invasive suture-tape augmentation for chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2015;36:1330-8. doi: 10.1177/1071100715592217.
26. Kirk KL, Campbell JT, Guyton GP, Parks BG, Schon LC. ATFL elongation after Brostrom procedure: a biomechanical investigation. *Foot Ankle Int.* 2008;29:1126-30. doi: 10.3113/FAL.2008.1126.