

원위 경비 인대 결합 고정 긴장도와 기간이 나사못 제거 후 이개 및 임상 증상에 미치는 영향

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

배서영 · 손수인 · 성민규

The Impacts of Fixation Tightness and Duration on the Remnant Syndesmotic Widening and Clinical Symptom after Removal of Screws

Su-Young Bae, M.D., Ph.D., Su-Een Sohn, M.D., Min-Kyu Seong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: We aimed to analyze the effect of fixation tightness of the syndesmotic screw and its indwelling period on the recurrence of the syndesmosis widening after screw removal and the clinical outcomes.

Materials and Methods: Forty consecutive patients with acute syndesmotic injury were retrospectively reviewed. The tibiofibular clear space is measured by digitalized measurement tool on serial radiographs. We analyzed the effect of time from trauma to fixation, syndesmotic screw indwelling duration, and fixation methods. Residual symptoms at the last follow up were evaluated. The student t-test, correlation test, and chi-square test were used for statistical analysis.

Results: Eighteen ankles (45%) had recurrent syndesmosis widening (greater than 5% compared to the contralateral side). Seven patients had pain and five had limitation of motion in the ankle joint. Fixation tightness had significant effect on reducing the recurrence while the severity of the initial widening, time to fixation, and duration of fixation did not affect the outcome.

Conclusion: Tight fixation of syndesmotic screw is essential for achieving final syndesmotic stability and reducing recurrence.

Key Words: Syndesmosis, Widening, Rupture, Fixation, Recurrence

서 론

Received: July 14, 2013 Revised: November 2, 2013
Accepted: November 12, 2013

• **Corresponding Author: Su-Young Bae**
Department of Orthopedic Surgery, Inje University Sanggye Paik Hospital, 1342, Dongil-ro Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea
Tel: +82-2-950-1399 Fax: +82-2-950-1397
E-mail: youngos@paik.ac.kr

족근 관절 경비 인대 결합의 손상은 관절의 불안정성, 만성적 통증과 부종, 외상후 관절염 등을 가져올 수 있어 정확한 정복과 수술적 치료가 중요하게 여겨지는 손상이다.¹⁻³⁾ 하지만 적절한 치료 방법에 있어서 아직까지 확립된 수술 및 수술 후 관리의 방법이 없고 고정 나사

못의 수, 고정 피질골의 개수, 고정 위치나 방법, 나사못의 제거 시기, 체중 부하의 허용 여부 등에서 많은 이견들이 있다.^{1,4-10)} 저자들은 최근 원위 경비 관절 손상으로 진단되어 나사못 고정수술을 통한 수술적 치료를 시행하였던 환자들을 대상으로 고정 방법 및 고정 기간과 방사선학적 측정 인자들이 잔존하는 원위 경비 이개 (diastasis) 정도나 통증 혹은 부종과 운동 제한 등 임상 증상에 어떠한 상호 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2009년부터 2012년까지 본원에서 급성 원위 경비 인대 손상을 진단받아 나사못 고정술 및 일정 기간 후 나사못 제거술을 시행받고 추시했던 40명의 환자들을 대상으로 하였다. 내과 골절, 외과 골절, 후과 골절, 양과 골절 등 족관절 과간 골절에 동반된 경비 인대 손상 또는 단독 원위 경비 인대 결합 손상의 환자만을 대상으로 하였고, 원위 경골의 골절, 필론 골절 또는 족근골 골절을 동반한 경우는 제외하였다. 수상 직후, 나사못 고정술 직후, 나사못 제거 직후, 그리고 최종 추시에

서의 족관절 전후면 사진과 환자 의무 기록을 본원 연구 윤리 심의 위원회 승인 하에 후향적으로 검토하여 연구를 진행하였다.

나사못 고정술 시행 여부는 마취하에 골절부에 대한 견고한 고정 후 2011년 고안되어 발표된 바 있는 외회전 부하 검사를 이용하여 안정성을 검사하여¹¹⁾ 원위 경비 관절이 불안정하다고 판단되면 원위 경비 관절 직상방에 하나 혹은 두 개의 나사못 삽입하였고, 가능한 한 근위 및 원위 피질골을 모두 관통하도록 노력하였다. 수술 후 약 5주간 단하지 석고 고정을 시행하였으며, 석고 제거 이후 체중 부하 기립은 허용하되 단하지 보조기 착용 하에 목발을 이용한 비체중 부하 보행을 시키고, 전 체중 부하 보행은 나사못을 제거한 후 허용하는 방법으로 치료하였다.

2. 연구 방법

1) 방사선학적 지표의 측정

수상 직후 및 나사못 고정 직후에 수상 측 족관절 비체중 부하 전후방 방사선 사진을 이용하여 경골-비골 간격(tibiofibular clear space)을 성장 정지선에서 후경골 결절의 외연과 비골의 내연 사이의 간격으로 측정하였다(Fig. 1A, B). 각각의 값은 의료 영상 저장 전송

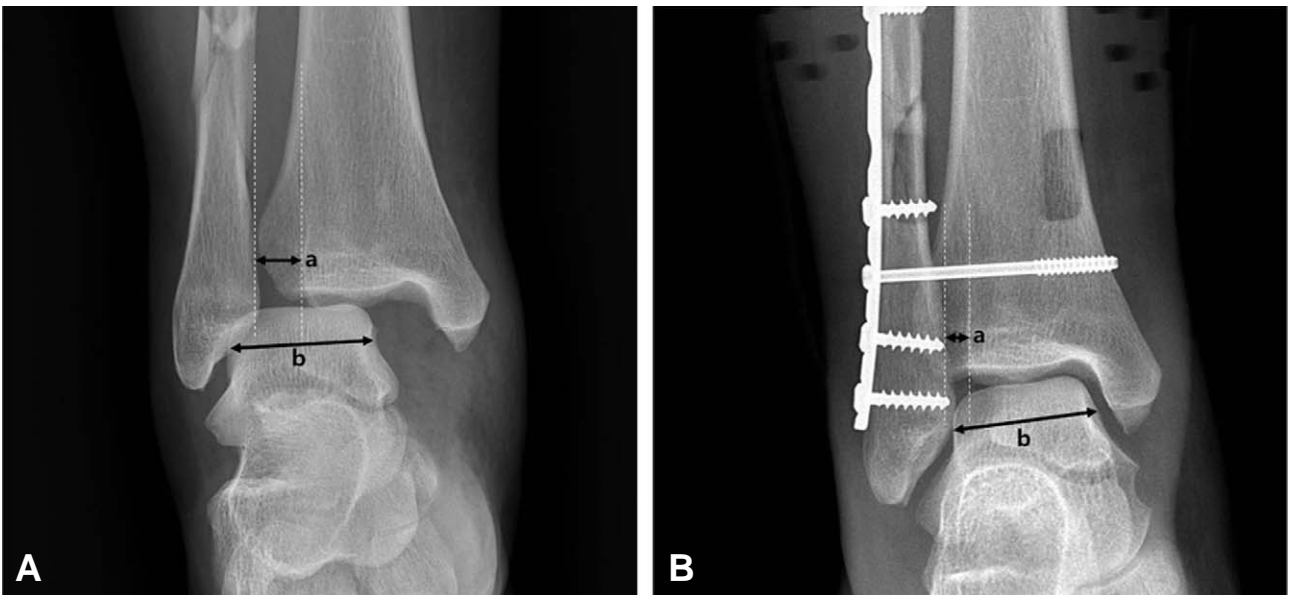


Figure 1. Measurement of tibiofibular clear space by the ratio to the width of talar dome (a/b), on initial (A) and postoperative (B) anteroposterior view to compensate magnification and digitalized measurement tool errors.

시스템 측정 도구 자체의 오차 혹은 확대 배율로 인한 오차를 보정하기 위해 동일 사진에서의 거골 원개 너비 (width of talar dome)로 나누어 비율로 변환하여 기록하였다. 거골 원개 너비는 전후방 사진에서 거골의 내측과 외측 피질골이 수직에 가까운 위치에서의 폭을 측정하였다(Fig. 1A, B).

나사못 제거 수술 직후 및 최종 추시에서의 측정은 양측 족관절 체중 부하 전후방 사진을 이용하여 위와 같은 동일한 방법으로 측정하되 건측의 값 역시 측정, 기록하였다. 나사못 제거 수술 직후 및 최종 추시에서의 잔존 이개 정도는 건측의 경골-비골 간격에 대한 환측의 간격의 백분율로 계산하여 기록하였다.

2) 고정 방법 및 기간의 조사

원위 경비 관절을 고정한 나사못의 개수, 고정된 경골 측 피질골의 개수 및 수상으로부터 고정 수술까지의 기간, 나사못 고정 수술로부터 제거까지의 기간을 일수로 확인하였다. 고정 긴장도(tightness)는 수술 직후 전후방 방사선 사진에서 건측 경골-비골 간격에 대한 환측 간격의 백분율로 계산하여 표시하였으며 그 값이 작을수록 원위 경비 관절 고정 압박력이 큰 것을 의미한다.

3) 임상 증상의 평가

의무 기록을 검토하여 나사못 제거 후 최종 추시 때 시행한 신체 검사에서 원위 경비 인대 부위의 압통, 족



Figure 2. Anteroposterior weight bearing radiograph of both ankle showing remnant syndesmotic widening of right ankle (left side in the figure) at 3 months after removal of screw.

관절의 부종 및 통증, 관절 운동의 제한 여부를 확인하여 기록하였다.

4) 원위 경비 관절 잔존 이개의 평가

최종 추시에서 계산한 잔존 이개 정도가 105% 이상인 경우, 전 체중 부하를 시행한 후 측정된 경골-비골 간격이 건측에 비하여 5% 이상 증가한 것으로 측정된 경우 잔존하는 이개가 존재하는 것으로 판단하였다(Fig. 2).

5) 통계학적 분석

최종 추시에서 잔존 증상이 있는 군과 없는 군, 잔존 이개가 있는 군과 없는 군 사이에 방사선학적 지표 및 고정 방법과 기간에 있어 유의한 차이가 있는지 t-검정 ($p < 0.05$)을 통해 알아보았다. 최초 이개 정도, 고정 긴장도, 고정 기간 등과 잔존 이개의 정도와의 관계를 알아보기 위해 상관 분석(correlation test)을 시행하였으며 잔존 이개 여부와 각 잔존 증상 사이의 관계를 교차분석(Chi-square test)을 통해 알아보았다 (Statistical Analysis System, version 9.1, SAS institute, Cary NC).

결 과

1. 측정 및 기록 결과

경골-비골 간격의 평균 값은 수상 당시 $0.18 (\pm 0.07)$, 나사못 고정 후 $0.09 (\pm 0.03)$, 나사못 제거 시 $0.13 (\pm 0.03)$, 최종 추시에서 $0.14 (\pm 0.04)$ 였다. 평균 고정 긴장도(tightness)는 $73 (\pm 32)\%$, 나사못 제거 수술 후 잔존 이개 정도는 $99 (\pm 1)\%$ 였고 최종 추시에서는 $104 (\pm 19)\%$ 였다. 마지막 추시에서 105% 이상의 이개를 보인 경우는 18례(45%)였다.

나사못은 1개를 사용하여 고정한 경우는 24례였고, 2개를 사용한 경우는 16례였다. 경골측 피질골은 1개 고정한 경우가 17례(42.5%), 2개 고정 17례(42.5%), 3개 고정이 6례(15%)였다. 수상 후 고정까지 걸린 시간은 평균 2.6일(범위; 0~10)이었고, 평균 나사못 고정 기간은 79.3일(범위; 43~169)이었다.

최종 추시에서 원위 경비 인대 부위 압통을 호소한 경우는 1례, 족관절 부종은 7례(17.5%), 통증이 잔존

하는 경우 7례(17.5%), 관절 운동의 제한을 보인 경우는 5례(12.5%)였다(Table 1).

2. 통계 분석 결과

1) 잔존 이개 및 증상 유무에 따른 분석 (independent t-test)

잔존 이개가 있는 군은 나사못 고정 긴장도와 통계적으로 유의($p=0.08$)하였다. 이 때의 평균 고정 긴장도

는 이개가 없는 군이 $61.4(\pm 25.00)\%$, 있는 군이 $87.5(\pm 33.83)\%$ 였다. 통증이 남은 군은 수상 당시의 경골-비골 간격의 정도와 통계적으로 유의($p=0.04$)하였으나, 이 때 수상 당시 경골-비골 간격의 평균은 통증이 없는 군은 $0.19(\pm 0.070)\%$ 이고 있는 군은 $0.13(\pm 0.035)\%$ 였다. 관절 운동의 제한을 보이는 군에서 나사못 제거 수술 직후 이개의 평균치는 제한이 있는 군에서 $87(\pm 24.17)\%$ 이고 없는 군은 $101.7(\pm 17.10)\%$ 이었지만 통계학적으로 유의하지 않았다(Table 2).

Table 1. Fixation Methods and Residual Symptoms

Parameters	No. of cases
No. of screws	
one	24
two	16
total	40
Secured tibial cortices	
one	17
two	17
three	6
total	40
At last follow up	
residual widening	18
tenderness	1
pain	7
swelling	7
limitation of motion	5

2) 상관 분석 결과

나사못 고정 수술 후 경골-비골 간격은 나사못 제거 후의 경골-비골 간격 및 최종 추시에서의 간격과 유의한 상관 관계(상관 계수: 0.581, 0.545)를 보였으며, 또한 나사못 제거 및 최종 추시에서의 긴장도와도 상관 관계(상관 계수: 0.489, 0.395)를 가졌다. 나사못 제거 후의 경골-비골 간격은 최종 추시에서 관찰된 간격 및 고정 긴장도와 유의한 상관 관계(상관 계수: 0.870, 0.464)를 가졌다(Table 3).

3) 잔존 이개 및 잔존 증상 간의 관계

카이 제곱 검정에서 잔존 이개 유무는 관절 운동 제한유무와 통계학적으로 유의한 관계를($p=0.04$) 보였으나, 통증이나 부종의 발생 유무와는 유의한 상관성이

Table 2. Results from Comparing Mean Value of Each Parameter along Residual Symptoms and Remnant Clear Space Widening by Independent t-test

Parameters	p-value			
	Remnant CS widening	Limitation of motion	Pain	Swelling
Initial CS [†]	0.541	0.796	0.039*	0.791
Postop CS	0.112	0.132	0.457	0.667
Fixation tightness	0.008*	0.199	0.578	0.795
CS after removal	0.170	0.150	0.831	0.578
CS compared to contralateral after removal	0.000*	0.076	0.737	0.501
CS at follow up	0.007*	0.142	0.584	0.107
CS compared to contralateral at Follow up	0.000*	0.111	0.591	0.661
Time to fixation	0.341	0.199	0.754	0.628
Fixation duration	0.860	0.696	0.579	0.960
No. of screws	0.449	0.726	0.509	0.540
Secured tibial cortices	0.179	0.693	0.232	0.468

[†] CS : tibiofibular clear space

* Significant at $p<0.05$

없었다. 통증 유무는 부종 발생 유무와 통계학적으로 유의한 관계를($p=0.01$) 보였다. 잔존 이개의 유무와 관절 운동의 유무는 잔존 임상 증상과 통계학적 관계가 없었다. 압박은 한 명의 환자에게서만 측정되어 검정을 시행하지 않았다(Table 4).

고 찰

원위 경비 인대 결합은 족관절의 안정성에 있어 매우 중요한 구조물로 원위 비골의 내측면과 경골의 비골 구, 이를 지지하는 전, 후 하 경비 인대, 하 횡 인대, 골간 인대 및 골간 막으로 구성된다.^{1-4,12} 원위 경비 인대 결합의 손상은 족관절 골절 뿐 아니라 단순 염좌 환자에서도 약 1~11%¹³에서 동반되는 비교적 흔한 손상인 반면 정확한 정복 및 격자의 유지가 이루어지지 않으면 부종과 통증이 지속되거나 족관절의 불안정성을 일으킬 수 있고, 족관절 격자의 유지 실패는 외상성 관절염을 유발하기도 한다.¹⁴⁻¹⁷ 따라서 원위 경비 인대 손상이 진단되면 정확한 정복의 유지를 위해 나사못 고정 등의 수술적 치료를 시행하는 것이 일반적으로 받아들여지는 치료 원칙이다.

수술적 치료의 필요성에는 별다른 이견이 없으나 관통 나사못을 이용한 고정 수술에서 나사못의 수와 크기

및 재료, 고정 피질골의 수, 고정 시 족관절 위치, 고정 기간, 나사못 제거의 필요성 등에 대해서는 논란이 있어 각각의 인자에 대한 임상적 연구들이 많이 보고되었다.¹⁸⁻²⁴ 국내에서도 원위 경비 인대 고정술 유무에 따른 임상 결과나^{16,23} 관통 나사의 위치에 관한 연구²⁴ 등은 이루어져 있으나 나사못 고정 기간 및 고정 방법과 실제 이들이 가져오는 결과에 대한 연구는 이루어진 바 없다. 기존의 연구들 대부분의 관건은 고정 나사의 수나 위치, 고정 기간 등에 관한 것들인데 반해 본 연구의 주된 관점은 고정 긴장도, 즉 얼마나 단단히 조여 고정했는가와 고정 나사못을 얼마나 오래 유치시켰는가가 임상 증상이나 잔존 이개 여부에 실제로 미치는 영향과 나사못을 제거한 후 체중 부하 보행을 하면서 어떤 변화가 생기는가를 관찰하는 것이었다.

본 연구에서 잔존 이개를 정의하기 위해 건축의 경골-비골 간격에 대한 환측의 경골-비골 간격이 5% 이상 벌어진 경우 잔존 이개가 존재한다고 정의하였는데, 이는 관찰자 및 측정 도구 등에 의한 측정 오차 범위를 고려하여 정의한 것이다.

본 연구에서 원위 경비 이개가 잔존하는 환자군에 비해 잔존하지 않는 환자군에서 유일하게 유의한 인자는 나사못 고정 수술 시 원위 경비 고정 긴장도였다. 즉, 처음 나사못 고정 수술 시에 압박력을 충분히 가하여

Table 3. Result of Correlation Analysis

Parameter	Correlation coefficient
Initial CS [†]	
Postop CS	0.082
After removal CS	0.098
Follow up CS	0.214
Postop CS	
Initial CS	0.082
After removal CS	0.581*
Follow up CS	0.545*
After removal CS	
Initial CS	0.098
Postop CS	0.581*
Follow up CS	0.870*
Follow up CS	
Initial CS	0.214
After removal CS	0.545*
Postop CS	0.870*

[†] CS: tibiofibular clear space

* Significant at $p<0.01$

Table 4. Result of Chi-square Test

Parameter	p-value
Remnant widening	
Limitation of motion	0.040*
Pain	0.617
Swelling	0.130
Limitation of motion	
Remnant widening	0.040*
Pain	0.639
Swelling	0.639
Pain	
Remnant widening	0.617
Limitation of motion	0.639
Swelling	0.011*
Swelling	
Remnant widening	0.130
Limitation of motion	0.639
Pain	0.011*

* Significant at $p<0.05$

고정 긴장도를 높게 한 경우에는 추후에 잔존 이개가 남을 가능성이 낮았다. 잔존 이개는 족관절의 불안정성을 유발하여 장기적인 족관절 이상을 초래할 수 있는 요인이므로 그 발생을 예방하기 위해 나사못 고정 시 원위 경비 인대 관절을 충분히 압박하는 것이 필요하다고 판단된다.

기존의 연구에서는 과도한 압박에 의해 격자가 좁아지는 경우에는 관절 운동의 제한이 발생할 가능성에 대한 우려가 있기 때문에 나사못 고정 시에 족관절을 최대 족배 굴곡 위치²⁰⁾ 또는 중립위¹⁾에서 하도록 권하였지만 한편에서는 족저 굴곡 상태에서 원위 경비 인대를 고정한 후에도 족배 굴곡 또는 최대 족배 굴곡 제한이 관찰되지 않아 과도한 압박이라는 개념 자체에 의문을 제시한 보고도 있었다.²¹⁾ 본 연구에서 잔존 이개와 관절 운동 제한 사이의 교차분석 결과 유의하게 ($p=0.04$) 나타났지만, 실제 측정에서 족배 운동은 최저 15도 이상, 족저 굴곡은 최저 30도 이상 가능하게 측정되었다. 또한 T-검정을 이용한 평균치 비교에서 관절 운동의 제한 여부와 나사못 고정 후 경비 관절 간격이나 나사못 고정 긴장도와는 유의한 관계를 보이지 않는 것(각각 $p=0.132$, $p=0.199$)으로 나타났다. 실제로 원위 경비 고정 나사못을 다소 과도하게 고정했다고 판단되던 증례(Fig. 3)에서도 나사못 제거 및 체중 부하 후 경비 관절 간격은 정상으로 회복되어 고정 긴장도가 관절 운동 제한에 실제로 영향을 미치는가에 대해서는 추가적

인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

다만 통계학적 유의성 여부를 차치하고 본 연구 결과를 근거로 한다면, 적절한 고정 긴장도를 잔존 이개 발생 유무와 관절 운동 제한 유무에 따른 평균값을 통해 추론할 수 있다(Table 2). 즉 이개가 관찰되지 않는 평균 고정 긴장도인 $61(\pm 25)\%$, 이개가 관찰되는 군의 평균 긴장도인 $87(\pm 33)\%$, 관절 운동 제한이 없는 군의 평균인 $75(\pm 25)\%$, 관절 운동 제한이 있는 군의 평균인 $57(\pm 32)\%$ 를 근거로 운동 제한을 유발하지 않으면서 이개의 잔존도 남기지 않는 적절한 긴장도는 건측의 약 61%에서 75%정도 사이의 값으로 추정할 수 있다. 즉 건측의 원위 경비 관절의 간격에 비해서는 항상 과한 고정(overtightening)이 필요하며 약 25~39%의 압박률이 적절한 압박 고정의 정도이고 50% 이상으로 압박 긴장도를 높이면 운동제한을 남길 수 있으므로 주의를 요한다고 할 수 있겠지만 이에 대해서는 추 후 통계학적 근거가 충분할 정도의 대규모 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서 관통 나사못은 2개를 사용하여 고정하는 것을 원칙으로 하였으나 외과 골절로 인해 금속판 고정을 요하는 경우에는 관통 나사못을 삽입할 수 있는 적절한 위치 선정의 어려움으로 인해 불가피하게 한 개의 나사만을 사용한 경우(24례, 60%)가 있었다. 나사못의 개수는 잔존 이개 또는 증상의 발생과는 통계학적 연관성이 없었고, 경골 측 피질골의 고정 개수 또한 상

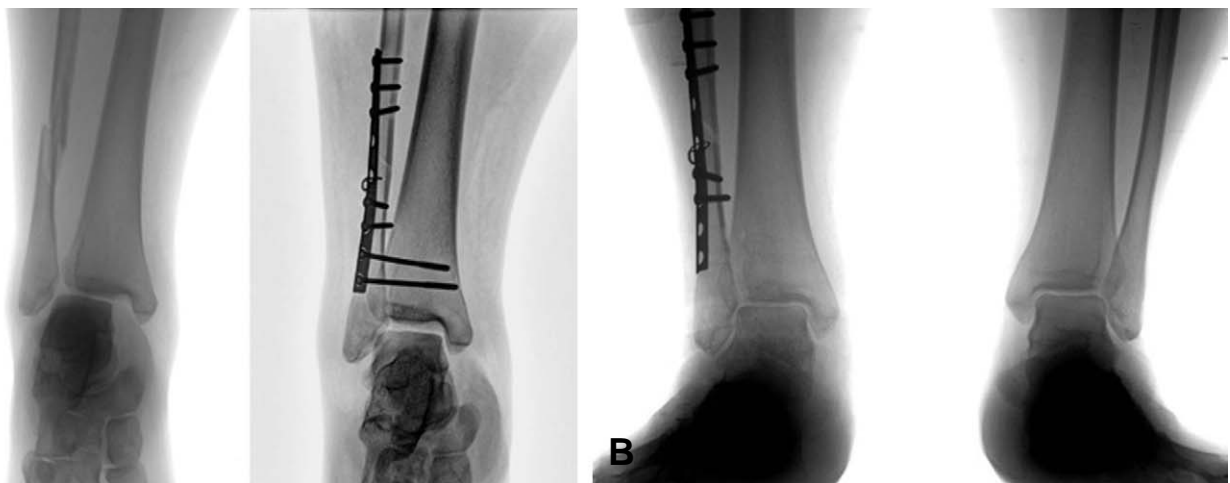


Figure 3. (A) Anteroposterior radiographs of the right ankle at initial visit showed syndemoid widening (left). Syndesmotic space was fixed with 2 screws and tightened maximally (right). (B) Clear space was measured almost same with contralateral side after removal of screws at 3 months after the initial surgery.

기 지표들과 연관성은 관찰되지 않았다. 적절한 고정 기간은 대개 12주로 권유하지만^{1,18,19,22)} 충분한 고정 및 정복 실패의 위험을 고려하여 4개월²⁾ 혹은 6개월⁷⁾을 주장하기도 한다. 본 연구에서 나사못의 제거 시기는 고정 수술 후 12주를 기준으로 하였으나 환자의 개인 사정에 따라 변동이 있었다. 평균 고정 기간은 79.3일 (약 11주)이었으며 범위는 43~169일로 비교적 다양하였으나 잔존 이개의 유무 또는 임상 증상유무와는 통계학적 유의성이 없었고, 잔존하는 이개 정도와의 연관성도 관찰되지 않았다. 따라서 고정 기간은 기존의 연구 결과들에서 주장했던 것 만큼 치료 결과에 중요한 요소가 되지 않을 수 있다는 것이 본 연구자들의 판단이다. 즉 환자의 경과에 따라 나사못 제거 시기를 유동적으로 결정하여도 무방하다고 생각하며 나사못의 개수, 피질골의 고정 개수 역시 충분한 고정 긴장도를 얻을 수 있다면 그리 중요하지 않은 요소라고 할 수 있다.

본 연구 결과에서 유의한 요소였던 통증의 잔존과 최초 이개 정도는 실제 그 평균 값에서는 최초 이개 정도가 심하면 오히려 통증이 남지 않는 것으로 관찰되어 통증의 요소에 원위 경비 인대 손상 외에 동반된 골절 혹은 관절 내외측 인대 등의 동반 손상 등이 영향을 주는 것이 아닌지 의문을 가지게 되었다. 잔존하는 통증과 부종은 상관관계가 있으나 이 증상들이 이개의 잔존이나 운동 제한 등과는 뚜렷한 관계가 없었던 교차 분석의 결과 또한 통증이나 부종 잔존이 원위 경비 인대 손상 환자에서 임상 결과의 지표로 가치 있는 요소인지 재고가 필요할 것으로 판단되는 근거라고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 나사못 고정 수술 직후에는 환측의 비 체중 부하 방사선 사진으로 지표를 측정할 반면 최종 추시의 방사선 사진은 양측 체중 부하 사진을 사용함으로써 두 사진 사이에서 측정 지표의 비교 시에 차이가 발생할 수 있다는 점이다. 이는 나사못 고정 수술 직후에는 환측의 전 체중 부하를 금지해서 체중 부하 사진을 얻을 수 없었고 건측은 비 체중 부하 사진을 전례에서 얻지 못했기 때문에 이를 보완하기 위해 최종 이개의 판정은 양측 체중 부하 사진을 이용하여 결정하였고 수술 직 후 압박 정도는 불가피하게 건측의 체중 부하 사진에 대한 비율로 측정하였다. 따라서 체중 부하에 의한 경골-비골 간격의 정상적 증가를 고려하지 못해 수술 시 압박 정도가 과하게 평가될 수 있다는 제한이 있다.

또한, 최종 추시에서 잔존하는 임상 증상이 동반된 골절 또는 인대 손상 등에 의한 증상과 병합되어 나타날 수 있다는 제한점이 있는데 이는 향후 단독 원위 경비 결합 손상 환자들만을 대상으로 한 연구가 가능해 진다면 이 요소를 보정할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

원위 경비 인대 결합의 손상에서 관통 나사못 삽입을 이용한 고정 치료 시에 원위 경비 관절고정의 긴장도가 높을수록, 즉 건측에 비하여 비골-경골 간격이 더 좁아지는 위치까지 압박하는 것이 잔존 이개 발생을 예방하는 방법이며 나사못의 고정 기간이나 고정 나사못의 개수 등은 치료 결과에 중요한 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Lee GB. Ankle syndesmotom injury. *J Korean Fract Soc.* 2007;20:282-90.
2. Miller AN, Paul O, Boraiah S, Parker RJ, Helfet DL, Lorich DG. Functional outcomes after syndesmotom screw fixation and removal. *J Orthop Trauma.* 2010;24:12-6.
3. Ramsey P, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:356-7.
4. Dattani R, Patnaik S, Kantak A, Srikanth B, Selvan TP. Injuries to the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:405-10.
5. Hoiness P, Stromsoe K. Tricortical versus quadricortical syndesmosis fixation in ankle fractures: a prospective, randomized study comparing two methods of syndesmosis fixation. *J Orthop Trauma.* 2004;18:331-7.
6. Kukreti S, Faraj A, Miles JN. Does position of syndesmotom screw affect functional and radiological outcome in ankle fractures? *Injury.* 2005;36:1121-4.
7. Manjoo A, Sanders DW, Tieszer C, MacLeod MD. Functional and radiographic results of patients with syndesmotom screw fixation: implications for screw removal. *J Am J Orthop Trauma.* 2010;15:330-9.
8. McBryde A, Chiasson B, Wilhelm A, Donovan F, Ray T, Bacilla P. Syndesmotom screw placement: a biomechanical

- analysis. *Foot Ankle Int.* 1997;18:262-6.
9. **Miller RS, Weinhold PS, Dahners LE.** Comparison of tricortical screw fixation versus a modified suture construct for fixation of ankle syndesmosis injury: a biomechanical study. *J orthop Trauma.* 1999;13:39-42.
 10. **Stuart K, Panchbhavi VK.** The fate of syndesmotic screws. *J Am J Orthop Trauma.* 2011;15:330-9.
 11. **Bae SY, Chung HJ, Oh SC.** Evaluation of intraoperative stress radiologic tests for syndesmotic injuries. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2011;15:22-6.
 12. **Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, Lestini WF, Hurwitz SR.** Mechanical considerations for the syndesmosis screw. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;10: 325-30.
 13. **Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH.** Syndesmosis sprains of the ankle. *Foot Ankle.* 1990;10: 325-30.
 14. **Clarke HJ, Michelson JD, Cox QG, Jinnah RH.** Tibio-talar stability in bimalleolar ankle fractures: a dynamic in vitro contact area study. *Foot Ankle Int.* 1991;11:222-7.
 15. **Close JR.** Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1956;8A:761-81.
 16. **Park SY, Park SW, Hahn SB, Jung WK, Choi KS, Lee SH.** Syndesmosis injury associated with the Weber type B lateral malleolar fracture. *J Korean Orthop Assoc.* 2008;43: 359-65.
 17. **Rasmussen O, Tovborg-Jensen I, Boe S.** Distal tibiofibular ligaments. Analysis of function. *Acta Orthop Scand.* 1990;10: 325-30.
 18. **Gwak HC, Kwon YW.** Ankle syndesmotic injury. *J Korean Soc Foot Surg.* 2011;15:187-94.
 19. **Jordan TH, Talarico RH, Schuberth JM.** The radiographic fate of the syndesmosis after trans-syndesmotic screw removal in displaced ankle fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2011;15: 330-9.
 20. **Needleman RL, Skrade DA, Stiehl JB.** Effect of the syndesmotic screw on ankle motion. *Foot Ankle.* 1989;10:17-24.
 21. **Tornetta P, Spoo JE, Reynolds FA, Lee C.** Overtightening of the ankle syndesmosis: is it really possible? *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:492-7.
 22. **Zalavras C and Thordarson D.** Ankle syndesmotic injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15:330-9.
 23. **Lee DY.** Comparative analysis for syndesmotic fixation vs non-syndesmotic fixation of distal tibiofibular diastasis. *J Korean Fract Soc.* 1998;11:585-90.
 24. **Park HK, Moon SS.** Ideal insertion position of ankle syndesmosis screw. *J Korean Soc Foot Surg.* 2002;6:60-5.