

불유합된 종골 전방돌기 골절편에 대한 절제술

한국체육대학¹, 을지대학교 의과대학 을지병원 족부 족관절 정형외과², 이경태 정형외과³

김상훈¹ · 김진수² · 양기원² · 김용훈² · 박영욱³ · 제갈혁³ · 이흥섭² · 이경태³

Surgical Excision of Symptomatic Non United Fragment of Anterior Process Fractures of the Calcaneus

Sang-Hoon Kim, PhD¹, Jin-Su Kim, MD, PhD², Ki-Won Young, MD, PhD², Yong-Hoon Kim, MD², Young-Uk Park, MD³, Hyuk Jaegal, MD³, Hong-Seup Lee, MD², Kyung-Tai Lee, MD, PhD³

¹Korea National Sport University, ²Surgery of Foot and Ankle, Eulji General Hospital, Eulji University, College of Medicine, Seoul, ³KT Lee's Foot and Ankle Clinic, Seoul, Korea

A fracture of the anterior process of the calcaneus has been considered unusual injury. A clinically missed diagnosis is often, that had gone on to non united fragment. Particularly if the patient has calcaneocuboid pain and disability, and that early excision of the fragment is usually advisable. There were 12 cases with performing the simple excision. The fracture characteristics were analyzed by Degan's classification; type 1 was 1case (8.3%), type 2 was 6 cases (50.0%) and type 3 was 5 cases (41.7%); and their morphology; elongation was 3 cases (50.0%) and fragmentation 3 cases (50.0%). And, the pre and post operative American Orthopedic Foot and Ankle Society midfoot score and visual analog scale was evaluated; 66.0 and 5.8 was significantly improved to 90.1 ($p=0.007$) and 2.2 ($p=0.003$), respectively. Postoperative Excellent and good satisfaction with possible return to previous sports activity was 10 cases (83.3%). Conclusively, simple excision of non united fragment of anterior process of the calcaneus is a successful clinical option.

Key Words: Anterior process of calcaneus, Non united fragment, Excision

서 론

종골에 발생하는 골절은 매우 다양하다. 단순 관절 외 골절, 거골하 관절을 침범하거나, 종골 높이가 단축되는 복합 골절 혹은 작은 골절편만을 가지기도 한다. 작은 골절편을 가지는

골절 중에서 종골의 전방 돌기(anterior process of the calcaneus)에 단독으로 발생하는 경우가 1904년 Morel¹⁾에 의해서 처음 보고되었고, 이런 종골의 전방 돌기 골절은 전체 종골 골절의 약 0-7.5%로 알려져 있다²⁻⁶⁾. Degan 등⁷⁾은 종골의 전방 돌기 골절을 급성기에 진단한 경우 단하지 석고 고정으로 평균 5.4주에 골 유합을 얻을 수 있다고 하였으며, 조기 진단의 중요성을 강조하였다. 그러나, 종골의 전방 돌기에 발생하는 골절은 크기가 작고, 증상이 모호한 경우가 많아서, 진단이 힘들다^{2,8)}. 일반적으로 종골의 전방 돌기골절은 발목의 내반 손상에 의해 발생하므로 단순 발목 염좌로 판단되어 진단을 정확히 하지 못하는 것에서 그 원인을 찾을 수가 있다⁹⁾. 적절한 고정 치료를 받지 못한 경우 진구성 골절(old fracture) 혹은

Received: December 8, 2011 Revised: February 23, 2012

Accepted: March 5, 2012

Correspondence: Jin-Su Kim, MD, PhD

Surgery of Foot and Ankle, Eulji Medical Center, Eulji University College of Medicine, 14 Hangeulbiseok-gil, Nowon-gu, Seoul 139-711, Korea

Tel: +82-2-970-8561, Fax: +82-2-974-8259

E-mail: jins33@hanmail.net

불유합(non-united fragment)으로 진행되어 만성적인 통증을 가진 상태로 진단을 받게 된다. 종골의 전방 돌기 불유합은 빈도가 적어서, 방사선학적 소견이나 치료 방법에 대하여 적은 증례로만 보고되어 있다. 그리고, 종골의 전방 돌기 불유합의 치료로서 단순절제술을 시행한 후에도 지속적으로 통증을 호소하는 경우가 보고되고 있어서 주의를 요한다⁷⁾. 본 연구에서는 타 연구들과 비교하여 많은 수인 12명의 종골의 전방 돌기 불유합 환자를 후향적으로 조사하여, 종골의 전방 돌기 불유합의 형태와 절제술 후의 임상적인 결과를 보고하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

1999년 11월부터 2010년 10월까지 진찰 소견 및 방사선학적 검사상 종골의 전방 돌기의 불유합으로 진단하고 수술을 시행한 12명의 환자를 대상으로 하였고, 후향적 연구를 의무 기록 및 방사선학적 소견을 통해 진행하였다. 남자가 11명, 여자가 1명이었으며, 우측이 8예, 좌측이 4예였다. 환자의 평균 연령은 20.3세(범위, 15-26세)였으며, 외상력 이후 종골의 전방 돌기 골절을 진단하는 데까지 평균 11.2개월(범위, 6-24개월)이 소요되었다. 가장 중요한 진단적 진찰 소견은 압통이 전거비 인대의 거골 부착부보다 전방으로 1 cm 부위, 즉 종골동이라고 불리는 위치와 종골-입방골 관절면의 상방에 있는 것이다. 이 압통이 있는 경우에는 방사선사진상 골절을 확인하고, 필요시 추가적인 방사선검사를 시행하였다. 비스테로이드 소염제와 물리치료 등 비수술적 치료를 6주 이상 시행하여도 반응하지 않는 경우에 골절편을 절제하는 수술을 시행하였다. 수술 후 평균 44개월(범위, 15-120개월)의 추시가 가능하였다. 환자

의 직업은 현역 군인이 6명, 태권도 및 축구선수가 각각 2명, 투수 및 일반인이 각각 1명이었다. 환자 모두가 발목 접질리는 내반 손상을 입었다고 답했다.

2. 수술 방법

족부 족관절 차단술(foot and ankle block)을 수술 전 30분에 시행하였고, 환자를 양와위로 눕힌 뒤, 동측 둔부에 모래주머니를 피어서 하지가 내회전되도록 하였다. 종골의 전방 돌출부를 촉진하여, 발바닥과 평행하게 1.5 cm의 피부 절개를 가하였다. 피하 절개 시 비복 신경의 분지를 주의하여 젖히고, 단족지 신전근(extensor digitorum brevis)을 절개하고 상하로 젖히면서 종골-입방골 관절과 종골의 전방 돌기 불유합 골절편을 노출시켰다. 골절편의 완전한 절제를 시행하였다. 이 때 골절편이 종골 거골동(sinus tarsi)으로 깊게 위치하고, 분절화(fragmentation)되어 있는 경우에도 모든 조각을 제거하는 것을 원칙으로 하였다(Fig. 1). 골절편을 제거하고 나면 이분 인대(bifurcate ligament)가 부분 혹은 완전 절단되므로 그 결손부위는 남겨둔 채, 피하 봉합만을 시행하였다. 단 하지 석고고정을 2주간 시행하였고, 이 후 탈착식 족관절 보조기를 약 6주간 착용시켰다. 통증이 없어지면, 바로 체중 부하를 허용하였고, 족관절 주변 근육 강화 훈련을 권장하였으며, 수술 후 2개월에 일상 생활에 복귀가 가능하였고, 조깅을 허용하였다.

3. 평가 방법

모든 증례에서 족부 전후면, 측면, 내측 및 외측 사면상 촬영을 시행하였으며, 4명의 환자에서 방사선 동위원소 검사, 4명의 환자에서 컴퓨터단층촬영, 2명의 환자에서 자기공명영상을 촬영하였다. 방사선동위원소검사 및 자기공명영상에서 종골의 전방 돌기 골절편의 음영 증가를 확인하였다(Fig. 2).

환자의 방사선학적인 평가는 손상 기전을 예측할 수 있는

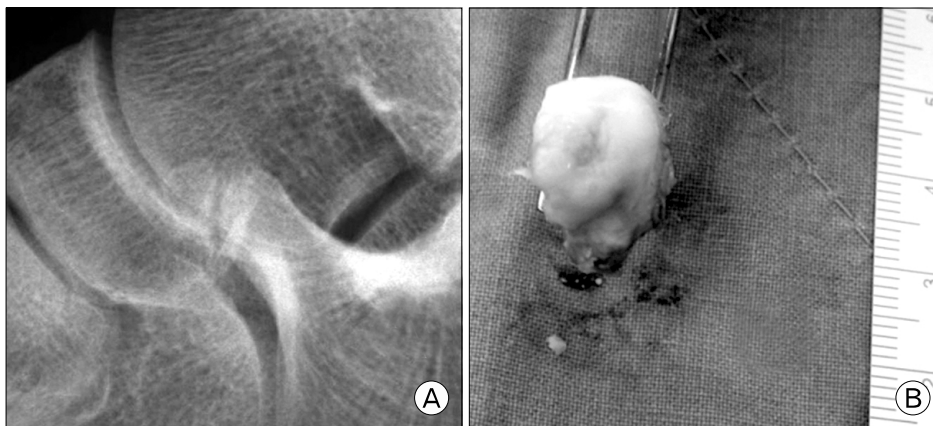


Fig. 1. Old anterior process fracture of calcaneus in a 22-years-old male. (A) Elongated morphology, Degan's classification type II. (B) The excised non united fracture fragment.



Fig. 2. Bone scan and magnetic resonance T1 weighted image is helpful for decision of a surgical excision. A typical hot uptake is demonstrated at the area of anterior process of calcaneus (A), and a bone marrow edema in the fragment (B).

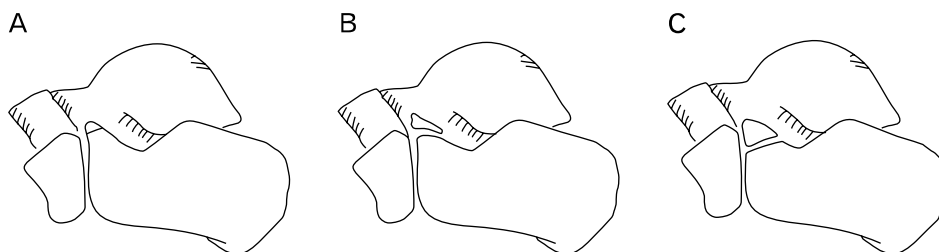


Fig. 3. Degan reported three fracture types. Type I is an undisplaced fracture, usually involving only the tip of the process (A). Type II is a displaced fracture that does not involve the articular surface (B). Type III is a large displaced fragment that involves the calcaneo-cuboid joint (C).

Degan의 분류방법⁷⁾에 따라서, 제1형을 종골의 전방 돌기 골절편이 전위되지 않고 종골의 전방 돌기의 끝부분에만 골절이 있는 것, 제2형을 골절편의 전위가 발생하였으나 그 골절선이 종골-입방골 관절을 침범하지 않은 경우, 제3형을 골절편의 크기가 크고 전위가 일어나서 그 골절선이 종골-입방골 관절을 침범한 경우로 나누었다(Fig. 3). 컴퓨터단층촬영이나, 자기공명영상을 촬영할 수 있었던 6예에서 종골의 전방 돌기가 골절되어 변형이 되면서 종골-입방골 관절보다 전방으로 2 mm 이상 연장된 연장형(elongation)과, 골절편이 두개 이상 분절된 분절형(fragmentation)을 형태학적으로 구분하여 확인하였다(Figs. 4, 5). 종골의 전방 돌기가 연장된 것은 골절 이후 유합이 되지 않을 경우 이분 인대의 견인에 의하여 골편이 전방으로 전위되므로 종골-입방골 관절보다 앞으로 연장된 형태로 보기 때문이다. 또한, 종골-주상골의 골유합증(calcaneo-navicular coalition)이 있는 경우에도 이와 유사하게 연장되어 보이는 경우가 있으므로 이에 대한 감별을 요한다¹⁰⁾. 분절형의 경우에는 이분 인대의 단순 견열 골절이 아니라 감입골절 혹은 이분 인대, 전방 거골종골 골간 인대(anterior talocalcaneal interosseous ligament [IOL], cervical ligament)에 의한 복합 견열 골절로

의심할 수 있다. 종골-주상골 골유합증이 있는 경우는 골유합부를 완전히 절제하는 것이, 분절형의 경우에는 분절된 절편을 모두 절제하는 것이 임상적 호전을 위하여 중요하므로 후향적으로 이 특징적인 소견을 재분류하였다.

방사선학적으로 Degan의 분류방법에 따라 제1형이 1예(8.3%), 제2형이 6예(50.0%) 및 제3형이 5예(41.7%)였다. 형태적으로 연장형이 3예(50%), 분절형이 3예(50%)였다. 종골-주상골 골유합증에 의해서 골절이 발생할 수 있는 것으로 알려져 있으나, 족부의 내측 사면촬영에서 종골-주상골 골유합증의 방사선 소견인 종골-주상골 지대(calcaneo-navicular bar)나 퇴행성 골낭종을 동반한 골성유합(synostosis with degenerative cyst) 등의 소견은 모든 증례에서 없었다. 그러나, 실제로 많은 종골의 전방 돌기 골절이 종골-주상골 골유합증과 동반되며, 모든 증례에서 컴퓨터단층촬영이나 자기공명영상을 촬영하지 못하여서 본 연구대상의 일부에서는 종골-주상골 골유합증을 동반한 종골의 전방 돌기 골절의 가능성을 배제할 수는 없었다. 동반 병변으로 1예의 거골-종골 유합증과 1예에서 만성 족관절 불안정증이 진단되었다(Table 1).

임상적인 평가는 수술 전후에 미국족부족관절학회의 중족-

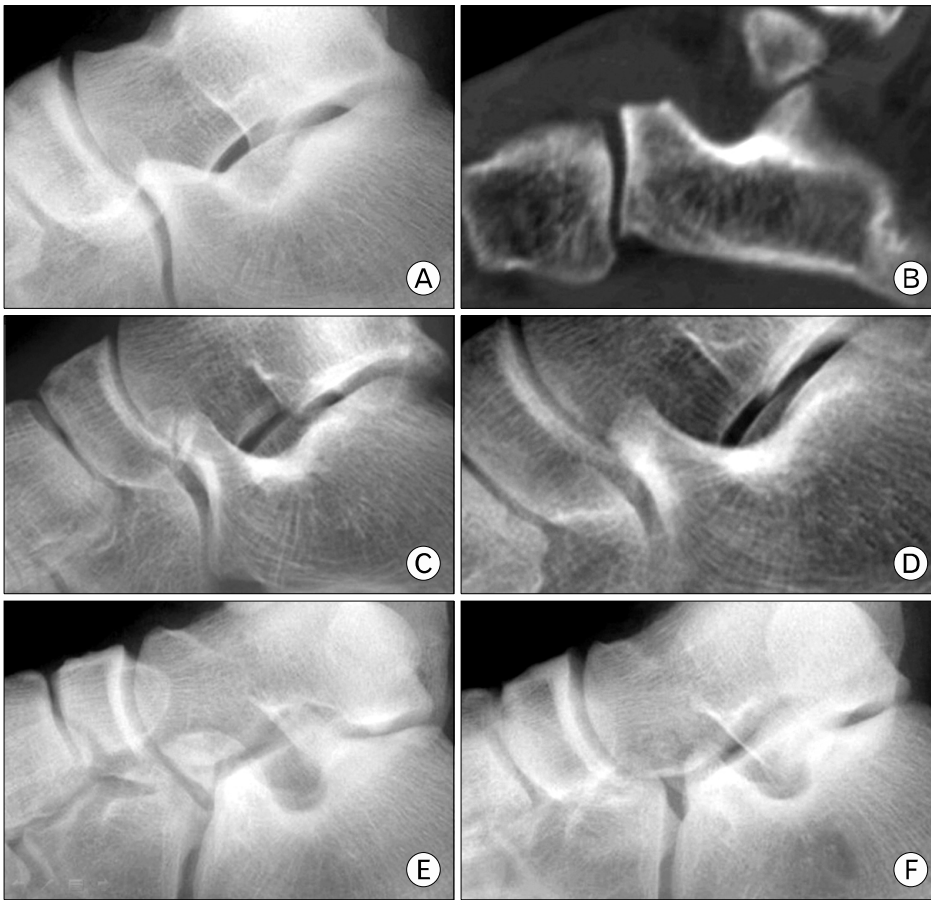


Fig. 4. This radiographs show the Degan's classification. (A) and (B) is type I, (C) and (D) is type II, (E) and (F) is type III. Left is preoperative radiographs. Right is postoperative radiographs.

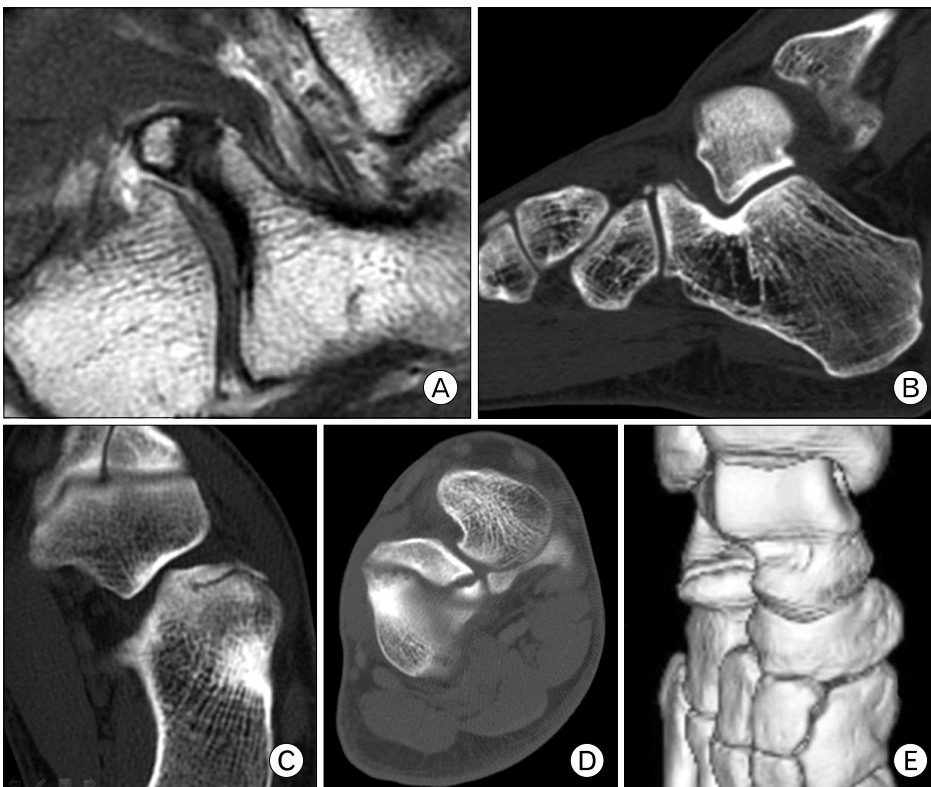


Fig. 5. This radiographs show the morphologic identification. (A) is an elongated type of anterior process of calcaneus. (B) and (C) belong in the fragmentation group. (D) and (E) are not fragmented, but the fracture fragment is not limited to the bifurcate ligament attachment site, expand a deeper anterior interosseous ligament attachment site.

Table 1. Demographic data: non united fracture of anterior process of calcaneus

No.	Sex	Age	side	Occup	Dx	Degan	Mor	Pre AOFAS	Post AOFAS	Pre VAS	Post VAS	RTS	Sati	Etc.	FU
1	M	22	Rt	Soldier	21	2	E	55	100	7	2	Yes	E	CAI	18
2	M	25	Rt	Soldier	11	2	F	60	90	6	2	Yes	E		18
3	M	21	Rt	Soldier	9	2	E	70	100	6	1	Yes	E		17
4	M	26	Lt	Soldier	12	3	F	61	90	5	2	Yes	E		17
5	M	24	Rt	Soldier	6	3	E	60	95	5	1	Yes	E		23
6	M	22	Rt	Soldier	10	2		66	85	5	2	Yes	G	Neuro praxia	15
7	F	16	Lt	RC	2	2		72	70	6	5	No	F	TC coalition	90
8	M	18	Lt	Soccer	12	3		75	100	5	0	Yes	E		56
9	M	18	Rt	TKD	12	3		65	90	6	3	Yes	G		48
10	M	19	Rt	Pitcher	24	1	E	75	73	6	5	No	P	post-op hematoma	36
11	M	17	Rt	Soccer	6	3		60	90	7	2	Yes	E		120
12	M	15	Lt	TKD	9	2		73	98	6	1	Yes	E		80

Occup: occupation, Dx: diagnostic period from initial trauma (month), Mor: morphology, Pre: preoperative, Post: postoperatively, AOFAS: American Orthopedic Foot and Ankle Society Midfoot Score, VAS: visual analog scale, RTS: return to the previous sports, Sati: satisfaction, E: excellent, G: good, F: fair, P: poor, FU: follow-up period, RC: recreational occupation, TKD: TaeKwonDo, TC: talo-calcaneal.

족부 점수(American Orthopedic Foot & Ankle Society Mid-foot Score, AOFAS)¹⁰⁾, 통증 시각 점수(visual analog scale, VAS)를 측정하였고, 수술의 만족도는 최종 추시에서 아주 만족, 만족, 보통, 나쁨으로 구분하였다. 그리고, 발생한 합병증이 있는지를 조사하였다. 수술 전과 추시상 임상적 결과의 비교는 SPSS ver. 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 비모수 검정법인 Wilcoxon signed ranks test를 시행하였다. Degan의 분류법에 의한 2형과 3형 간 수술 후 임상결과비교는 Mann-Whitney test로 시행하였다. 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

임상적으로 평균 AOFAS는 수술 전 66.0 (standard deviation [SD] 6.9; 55-75점)점에서 수술 후 90.1 (SD 10.0; 70-100점)로 의미 있게 증가하였으며($p=0.005$), 평균 VAS도 수술 전 5.8 (SD 0.7; 5-7)에서, 수술 후 2.0 (SD 1.5; 0-5)로 의미 있게 감소하였다($p=0.002$). 만족도는 아주 만족이 8예(66.7%), 만족이 2예(16.7%), 보통이 1예(8.3%), 불만족이 1예(8.3%)로, 아주 만족 및 만족이 83.3% (10/12명)였다. Degan의 분류법에 따라서 1예였던 1형을 제외하고, 2형과 3형간의 임상적인 결과의 비교에서는 최종 추시의 평균 AOFAS ($p=0.931$)와 평균 VAS ($p=0.792$)에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

수술 전 활동으로 완전한 복귀가 가능하였던 경우가 10예로 83.3%였으며, 합병증으로 일시적 신경증상이 1예, 수술 후

혈종이 1예 있었으나 최종 추시상 모두 회복되었다. 만족도가 보통 이었던 1예는 거골-종골 골유합증(talo-calcaneal coalition)을 가진 일반인 환자로 절제 후에도 활동량이 많은 날에는 해당부위의 통증을 호소하였다. 불만족한 결과를 보인 1예는 투수로서 수술 후 창상에서 혈종이 발생하여, 흉터 및 부종이 남았던 환자로, 최종 추시상 운동으로 복귀하지 못하고, 일상 활동만 하고 있었으며, 활동량이 많은 날 통증이 있다고 하였다. 절제수술 후에는 수술 창상의 섬유화와 수술 이후 통증 관리가 필요할 것으로 생각이 된다.

고 찰

종골의 전방돌기는 해부학적 골성 표지자(bony landmark)로 전방 부위, 전방 몸체, 전방 종골, 전상방모서리, 전방 구순(anterior portion of calcaneus, anterior body of calcaneus, anterior calcaneus, anterosuperior corner of calcaneus, anterior lip of calcaneus) 등 여러 용어로 영상의학과와 정형외과에서 쓰여지고 있었다. 골절의 형태에 대한 분류가 정교해지면서, 1991년 Wulker 등¹¹⁾이 명확하게 분류한 종골의 부위 중 하나인 종골의 전방돌기를 사용하도록 주장하였고, 현재는 이 명칭이 해부학적 임상적 중요성과 함께 적절한 용어로 사용되어 지고 있다¹²⁾. 임상적으로 종골의 전방 돌기의 골절은 단순 방사선 사진에서 진단을 하지 못하는 경우가 많아서 환자가 발목 염좌를 주소로 내원했을 때 촉진해야 하는 주요 부위이다. 본 연구에서도 모든 환자가 발목 염좌 병력이 있었고 평균 11.2개월이 지난

후 진단을 받을 수 있었다. 이 부위에 오래된 통증이 있다면, 종골의 전방 돌기 골절을 의심해야 하며, 단순측면 방사선사진보다 사면상을 약 15° 상향, 후향으로 비추어 찍는(directed 10° to 15° superior and posterior to the middle of the foot) 것이 진단에 용이한 것으로 알려져 있다⁷⁾. 최근에는 컴퓨터단층촬영이나, 자기공명영상을 이용하여 보다 정확한 진단이 가능하게 되었으며, 손상 직후 이러한 종골의 전방 돌기골절이 의심될 경우에는 적극적이고 철저한 방사선 검사를 통하여 평가를 시행하고 이러한 검사 결과에서 급성 종골의 전방 돌기골절이 진단된 경우에는 적절한 고정치료만으로도 충분히 골유합의 가능성을 높일 수가 있다⁷⁾.

종골의 전방 돌기골절의 발생 기전은 흔히 족저 굴곡 혹은 첨내반 변형력(plantarflexion, equinovarus injury)에 의한 것과 발이 강력한 족배굴곡(dorsiflexion injury)에 의한 2가지로 알려져 있다. 전자는 일반적으로 발목 염좌가 발생하는 내반 및 내전 외력(inversion-adduction)에 의해서, 이분 인대에 의한 견열 골절이 발생하는 것이며 염좌 골절(a sprain fracture)로 불리기도 한다^{13,14)}. 후자는 발목이 족배굴곡 및 외번(dorsi-flexion-eversion)되면서 종골의 전방 돌기가 압박(nutcracker)되어 골절이 되는 것이다¹⁵⁾. Degan 등⁷⁾은 이런 기전을 바탕으로 형태학적인 분류를 3가지로 시행하였고, 제1, 2형의 경우가 전자에 해당하고, 제3형의 경우에는 후자의 경우에 해당하는 것으로 보았다. 그러나, 본 연구에서는 제3형의 경우에도 모두 내반에 의한 발목 염좌에 의해 발생하였다. Jahss와 Kay²⁾의 신선 사체 연구에서 수작업으로 발목을 꺾어서 이분 인대를 파열 시켜본 결과에서는 골편이 작게 발생하거나 단일 이분 인대 파열만 일어나는 것으로 보고하여 종골의 전방 돌기는 해부학적으로 이분 인대뿐 아니라 전방 거골종골 골간 인대 및 하방 신전지대(inferior extensor retinaculum)가 종골의 상방부에 부착하고, 그 강도 역시 이분인대에 비하여 강력하기 때문에 심한 발목 염좌 시에 안정성에 기여도가 큰 IOL이 골절편을 부착한 상태로 견열 골절이 발생하면, 제3형 골절이 발생할 수 있으리라 예상하였다. 그래서, 본 연구에서의 Degan 3형 및 분절군은 이런 IOL 견열 골절의 의한 손상으로 생각된다(Fig. 5D, 5E).

불유합된 종골의 전방 돌기 골절에 대한 결과로, Degan 등⁷⁾의 7명 중 5명(71.4%)에서 단순절제수술을 시행한 후 만족한 결과를 얻었다고 하였고, 대부분의 증례 보고에서도 통증이 회복되는 것으로 보고하고 있다^{8,16,17)}. 이들의 보고 중에서 결과가 좋지 않았던 2예는 수상 후 진단하기까지 22개월, 24개월 걸렸던 환자였으며, 2년과 2.8년 추시상에서 통증이 남아있

었고, 방사선 분류상 제3형의 골절로 관절염이 이미 진행을 하여 절제술을 시행하고 나서도 통증이 남아 있는 것으로 분석하여, 제3형이 의미 있는 예후 인자로 지적하였다. 본 연구에서는 제3형 5명에서 4명이 아주 만족, 1명이 만족한 결과를 보여 주었고, 제3형 자체가 통증을 더 많이 일으키는 것으로 보여지지는 않았다. 그러나, 본 연구의 제3형은 모두 12개월 이내에 발견된 경우여서 관절증으로 진행하기 전에 발견하여 수술한 경우로 진단이 최대한 빠른 시간 내에 되어야 한다는 것에 동의한다. 또한, 분절화가 관찰된 경우(Fig. 5B, 5C)는 조각이 남아 있지 않도록 족근동 깊은 부위까지 정확한 박리를 통해서 모든 분절을 제거함으로써 통증의 지속을 막을 수 있을 것으로 생각된다. 종골-주상골 골유합으로 인한 종골의 전방 돌기의 스트레스 골절이 발생한 증례¹⁶⁾가 유합 부위를 제거하고, 남은 종골의 전방 돌기 골절편을 내고정으로 치료한 후 AOFAS가 1년 추시에서 97점으로 회복된 것이 임상적 점수 평가가 포함된 유일한 증례이다. 본 연구에서는 평균 AOFAS가 최종 추시에서 90.1로 회복되었으며, 만족한 군에서는 평균 94점으로 회복되었다.

일부 저자에서는 보존적 치료를 시행한 진구성 종골의 전방 돌기 골절의 28%가 통증이 1년 내에 저절로 사라지는 경우도 있음을 보고하였고, 증상이 발생하여 나빠지는 경우가 아니라면 수술을 하지 않고 석고고정 등 고정치료를 시행하는 것을 권유하였다^{7,18)}. 그리고, 단순절제술 후에도 초기 수 개월간은 통증이 남아 있어서 회복되는데 일정기간이 소요될 수 있음을 주지하고 절제술의 적응증을 지속되는 통증과 함께 방사선동위원소검사의 양성 소견 혹은 자기공명영상에서의 골 부종 등의 소견이 관찰될 경우를 절제술의 적응증으로 판단하고 이에 대하여 수술적 치료를 시행하도록 해야 할 것이다.

본 연구는 후향적으로 이루어지고, 일부의 환자에서는 임상적 점수를 기억을 재생해서 작성되었기에 그 정확도는 떨어진다. 그리고, 환자수가 충분히 많지 않고 증례의 추시 기간이 다양하고 일률화시킬 수 없었으며 논란의 여지가 있는 수술적 치료법을 골유합(osteosynthesis)을 시키는 방법이나 비수술적 요법 등과 비교한 결과가 아니라서 치료 결과의 우수성을 증명하기는 어렵다는 제한점이 있다.

결론적으로, 불유합된 종골의 전방 돌기 골절 12예를 분석하여 Degan의 분류법에 따르면 제1, 2, 3형이 각각 18.3%, 50%, 41.7%를 차지하였고, 종골의 전방 돌기 골절의 연장형과 분절형이 각각 3예씩 관찰되었다. 본 연구에서는 이런 분류법에 관계없이 불유합된 종골의 전방 돌기 골절에 대해서 분절된 절편을 포함한 모든 골편을 철저히 절제하여 만족할 만한

결과를 보였다.

참 고 문 헌

1. Morel J. Varietes Anatomique et Prognostic des Fractures du Calcaneum. Lyon: 1904.
2. Jahss MH, Kay BS. An anatomic study of the anterior superior process of the os calcis and its clinical application. *Foot Ankle* 1983;3:268-81.
3. Petrover D, Schweitzer ME, Laredo JD. Anterior process calcaneal fractures: a systematic evaluation of associated conditions. *Skeletal Radiol* 2007;36:627-32.
4. Warrick CK, Bremner AE. Fractures of the calcaneum, with an atlas illustrating the various types of fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1953;35:33-45.
5. Duddy RK, Donahue WE Jr, Cavolo DJ. Anterior calcaneal process fractures. Recognition and treatment. *J Am Podiatry Assoc* 1984;74:398-401.
6. Ouellette H, Salamipour H, Thomas BJ, Kassarian A, Torriani M. Incidence and MR imaging features of fractures of the anterior process of calcaneus in a consecutive patient population with ankle and foot symptoms. *Skeletal Radiol* 2006;35:833-7.
7. Degan TJ, Morrey BF, Braun DP. Surgical excision for anterior-process fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:519-24.
8. Trnka HJ, Zettl R, Ritschl P. Fracture of the anterior superior process of the calcaneus: an often misdiagnosed fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998;117:300-2.
9. Agnholt J, Nielsen S, Christensen H. Lesion of the ligamentum bifurcatum in ankle sprain. *Arch Orthop Trauma Surg* 1988;107:326-8.
10. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15:349-53.
11. Wulker N, Zwipp H, Tschern H. Experimental study of the classification of intra-articular calcaneus fractures. *Unfallchirurg* 1991;94:198-203.
12. Golder WA. Anterior process of the calcaneus: a clinical-radiological contribution to anatomical vocabulary. *Surg Radiol Anat* 2004;26:163-6.
13. Robbins MI, Wilson MG, Sella EJ. MR imaging of antero-superior calcaneal process fractures. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:475-9.
14. Bachman S, Johnson, SR. Torsion of the foot causing fracture of the anterior calcaneal process. *Acta Chir Scandinavica* 1953;105:460-6.
15. Pouliquen JC, Duranthon LD, Glorion C, Kassis B, Langlais J. The too-long anterior process calcaneus: a report of 39 cases in 25 children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1998; 18:333-6.
16. Pearce CJ, Zaw H, Calder JD. Stress fracture of the anterior process of the calcaneus associated with a calcaneonavicular coalition: a case report. *Foot Ankle Int* 2011;32:85-8.
17. Hodge JC. Anterior process fracture or calcaneus secundarius: a case report. *J Emerg Med* 1999;17:305-9.
18. Bradford CH, Larsen I. Sprain-fractures of the anterior lip of the os calcis. *N Engl J Med* 1951;244:970-2.