

F형 종골 금속판의 역학적 특성

연세대학교 대학원

의학과

박 영 희

F형 종골 금속판의 역학적 특성

(지도교수 양 규 현)

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2003년 6월 일

연세대학교 대학원

의학과

박 영 희

박영희의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2003년 6월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 끊임없는 지도와 자상함으로 이끌어 주신 양규현 교수님께 진심으로 감사드리며, 본 연구를 위하여 각별한 조언을 아끼지 않으신 최종혁 교수님, 서 활 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러 변함없는 격려와 깊은 배려로 힘이 되어 주신 부모님과 바쁜 일정 속에서도 늘 학문에 매진하는 정형외과 의 국원 여러분들께 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 마지막으로 인생을 함께 일구어 나갈 사랑하는 아내와 두 딸(성지, 예송)에게 깊은 애정을 보내며, 언젠가는 드넓은 하늘과 바다를 바라보며 자유를 꿈꾸며 살고 싶습니다.

2003년 6월

저자 씀

차 례

표 차례	i
그림 차례	i
국문요약	1
I. 서론	3
II. 대상 및 방법	5
1. 대상	5
2. 방법	5
III. 결과	9
1. 압박 부하 실험 후 Böhler각의 변화	9
2. 압박 부하 실험 후 시상부 골편의 전위	9
IV. 고찰	11
V. 결론	15
참고문헌	16
영문요약	19

그림 차례

Fig. 1. Primary and secondary fracture lines (lateral and superior aspect)	7
Fig. 2. Y and F plate fixation for calcaneus fracture	7
Fig. 3. Axial compressive loading by Instron 6022	8
Fig. 4. Displacement of thalamic fragments in Y and F plates	8
Fig. 5. Finite element study of Y and F plate	14

표 차례

Table 1. The change of Böhler angle before and after axial compressive loading	10
Table 2. Displacement of thalamic fragment of calcaneus fracture after axial compressive loading	10

국문요약

F형 종골 금속판의 역학적 특성

종골 골절은 대부분 낙상시에 발뒤꿈치로 접지할 때 생기는 축성 압박 부하에 의하여 전 체중이 종골에 흡수됨으로서 발생한다. 이때 거골의 외측돌기가 종골의 상관절면에 췌기로 작용하며 환자의 체중과 나이, 무기질 함유량, 낙상의 높이에 따라서 다양한 골절의 양상을 나타내게 된다.

관절내 골절이 종골 골절의 약 75%를 차지하며, 수술적 치료가 요구된다. 관절내 골절은 종골 골절시 발생하는 2차 골절선의 양상에 따라 설상형과 관절 함몰형의 두 가지로 구분되며, 치료시 반드시 관절면을 복구시켜 주어야 한다.

본 저자는 시상부 골편을 정확히 정복하고 견고히 내고정하여 재활 기간 동안 체중 부하시에도 정복을 유지하는게 수술적 치료의 핵심이라고 생각하지만, 현재까지 국내에서 사용되는 금속판으로는 시상부 골편과 종골 몸체와의 적절한 견고한 고정이 어렵다는 것을 인식하게 되었다. 이에 시상부 골편의 견고한 고정을 위하여 F형 종골 금속판을 개발하였으며, 기존의 Y형 금속판과 고정력을 비교하기 위하여 역학적 검사를 실시하였다.

인공 종골뼈 12개를 이용하여 생체에서 발생하는 관절 함몰형 종골 골절과 유사하게 절골한 후, Y형 금속판과 F형 종골 금속판을 각각 6개씩 이용하여 골편을 고정하고, 두 군에 Instron 6022를 사용하여 일정한 강도(0-500N, total 30cycles, head down velocity 30 mm/min)의 축성 압박 부하를 가한 후, 각각의 금속판에 의해 고정된 시상부 골편이 최대 전위된 거리를 측정하고 압박부하 시험 전후의 Böhler각을 측정 및 비교 분석했다.

실험 결과: 첫째, Y형 금속판의 경우에 축성 압박 부하에 대하여 Böhler각이 평균 32.0도에서 평균 24.0도로 평균 8.0도(표준편차: 1.79도) 감소하였으며, F형 금속판의 경우에는 평균 31.3도에서 평균 28.7도로 평균 2.6도(표준편차: 1.03도) 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보여, F형 금

속판이 Y형 금속판보다 Böhler각을 의미있게 유지할 수 있었다.

둘째, Y형 금속판의 경우에는 축성 압박 부하에 대해서 시상부 골편의 전위가 평균 1.72 mm(표준편차: 0.53 mm)였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 0.73 mm(표준편차: 0.48 mm)로 통계학적으로 유의한 차이를 보여, F형 금속판이 Y형 금속판보다 시상부 골편의 전위를 의미있게 감소시켰다.

결론적으로 시상부 골편을 형성하는 관절 함몰형 종골 골절의 관혈적 정복술시에 현재까지 주로 사용되는 Y형 금속판보다는 F형 금속판이 Böhler각을 유지하고 시상부 골편의 전위를 최소화하는데 유용할 것으로 사료된다.

핵심되는 말 : 종골 골절, F형 금속판, 역학적 특성

F형 종골 금속판의 역학적 특성

<지도교수 양 규 현>

연세대학교 대학원 의학과

박 영 희

I. 서 론

종골 골절은 대부분 낙상시에 발뒤꿈치로 접지할 때 생기는 축성 압박 부하에 의하여 전 체중이 종골에 흡수됨으로써 발생한다. 이때, 거골의 외측돌기가 종골의 상관절면의 중간에서 췌기로 작용하며, 환자의 체중과 나이, 무기질 함유량, 낙상의 높이에 따라서 다양한 골절의 양상을 나타내게 된다.

종골 골절은 크게 관절외 골절과 관절내 골절로 분류하는데, 관절외 골절에서는 대개 예후가 양호하므로 치료 방법에 대한 논란이 별로 없다. 관절내 골절이 종골 골절의 약 75%를 차지하며 수술적 치료가 요구된다. 관절내 골절은 종골 골절시 발생하는 2차 골절선의 양상에 따라 설상형과 관절 함몰형의 두 가지로 구분된다.

첫째, 설상형의 골절에서는 이차 골절선이 십자각(crucial angle)으로부터 후방으로 진행하여 후방 관절면의 대부분과 조면의 배측 피질을 포함하는 큰 후상 외측 골편을 만들며, 이 골편의 앞쪽이 족저 방향으로 향하는 전위를 일으킨다. 이 골절의 특성상 후방 관절면이 조면의 큰 골편과 연결되어 있으므로 수술적 치료시 핀을 이용한 도수 정복 및 핀 고정술만으로도 쉽게 정복 및 정복의 유지가 가능한 경우가 많다.

둘째, 관절 함몰형에서는 이차 골절선이 십자각에서 시작되어 후방으로 향하다가 후방 관절면의 바로 뒤쪽에서 배측으로 휘어져 종골 조면과는

분리된 후방 관절면을 포함하는 골편(시상부 골편)을 형성하게 된다. 이러한 분쇄 및 전위에 따른 변형의 양상을 보면 종골의 몸체는 압박되어 높이가 낮아지고 폭이 넓어져서 족관절 외과와의 간격이 좁아지며, 내반의 형태를 취하게 된다. 내측에서 보면 전내측 골편이 후외측 골편에 대하여 내측 전위되어 겹쳐져 있고 회전되어 있는데, McReynold¹는 이것이 가장 많이 나타나고, 치료에 있어서 중요한 변형이라 하였다.

관절내 골절의 수술적 고정에 사용하는 금속판은 얇고 쉽게 변형 될 수 있는 것이 좋으며, 얇고 뼈와 밀착되어야 수술 후에 피하조직이나 비골건의 자극을 일으킬 가능성이 적다. 조면 골절편과 후방 관절면을 포함하는 골절 편을 모두 고정하기 위해서 현재 다양한 종류의 금속판과 금속나사 및 강선 고정법이 사용되고 있으나, 시상부 골편과 조면 골편을 견고하게 고정하면서 연결 할 수 있는 방법은 많지 않는 실정이다.

따라서 본 저자는 시상부 골편을 정확히 정복하고 견고히 내고정하여 재활기간 동안에 체중 부하시에도 정복을 유지하는게 수술적 치료의 핵심이라고 생각하지만, 현재까지 국내에서 사용되는 금속판으로는 시상부 골편과 종골 몸체와의 적절한 견고한 고정이 어렵다는 것을 인식하게 되었다. 이에 시상부 골편의 견고한 고정을 위하여 F형 종골 금속판을 개발하였으며, 기존의 Y형 금속판과 고정력을 비교하기 위하여 역학적 검사를 실시하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

인공 종골뼈(Saw bone #1123-3, Pacific Research Laboratories, Vashon, USA) 12개를 이용하여 생체에서 발생하는 관절 함몰형 종골 골절과 유사하게 절골한 후, Y형 금속판(Stryker Trauma, Selzach, Swiss)과 F형 종골 금속판을 각각 6개씩을 이용하여 골편을 고정하고, 이를 축성 압박 부하 시험에 사용했다.

2. 방법

12개의 인공뼈에 진동톱(oscillating saw)을 이용하여 일차 골절선과 이차 골절선을 만들어 시상부 골편(thalamic fragment)이 불안정하게 만들었다(Fig. 1). 진동톱을 이용하여 일차 골절선을 십자각을 중심으로 종골 후관절면에 수직으로 만들어 종골의 전방과 후방이 분리되도록 하였다. 다시 십자각의 내외측 중심부에서 후방 관절면의 좌우 골절편을 분리시키도록 하였다. 여기에 이차 골절선을 추가하여 시상부 골편을 만들었다. 세 개의 골편으로 분리된 인공 종골뼈의 내부는 생체 해면골과 비슷하게 구성되어 있는데, 이 부분은 수술 기구를 사용하여 깨끗이 제거했다. 종골의 외측면은 시상부 골편이 축성 압박 부하 시험시에 하방으로 전이될 수 있도록 하기 위하여 시상부 골편의 하방에 일정한 빈 공간이 필요했다. 즉, 인공뼈에 골절선을 만든다고 해서 시상부 골편이 불안정성을 보이지 않기 때문에 시상부 골편과 종골 몸체 사이에 약 12 mm의 간격(gap)을 만들었다. 이 간격은 인체에서 종골 골절이 발생할 때 골편이 함입된 후, 수술적 정복시 시상부 골편과 종골 몸체 사이에 생기는 빈 공간을 의미한다. 이 공간은 실질적으로 분쇄된 해면골의 일부분과 혈종만이 있기 때문에 골성 안정성을 부여할 수 없으므로 시험에 있어서 인공뼈에 빈 공간을 가공하여 인체내의 골절과 유사하게 하였다.

인공적으로 일차 및 이차 골절선을 조작하면서 발생한 종골의 전방과 후방 골편 및 시상부 골편을 재조립 후, 축성 압박 부하 시험에 사용 될 Y형 및 F형 종골 금속판을 고정하기 위해서 고무 찰흙을 분리된 종골뼈 내부 빈 공간에 채워 넣었다. 고무찰흙에 의해 골절편들이 고정된 후 금속판을 고정하였는데, 이때 일차 및 이차 골절선의 간격이 최소화 될 수 있도록 나사못을 고정했다(Fig. 2). 나사못 고정 후, 12개 인공 종골뼈의 골절선의 간격은 모두 1 mm 이하였으며, 후관절면에서 골편간에 높이 차이(step-off)가 발생하지 않도록 줄(bone file)을 이용하여 균일화하였다. Y형 금속판으로 고정한 경우, 시상부 골절편은 Y형 금속판과는 연결되지 않고, 한 개의 금속나사를 이용하여 시상부 골편과 종골 내측면의 재거둘기 하방으로 삽입 고정하였다. F형 금속판으로 고정한 경우, 금속판의 구조상 F자의 중간 다리 끝부분에 시상부 골편이 고정될 수 있도록 고안되어 시상부 골편이 종골 몸체와 연결될 뿐 아니라, 버팀 목 역할까지 할 수 있도록 고정되었다.

12개의 시편을 균일한 과정을 거쳐 절골술과 내고정술을 실시 한 후, 두 군으로 분류하였다.

A군; Y형 금속판과 금속나사로 내고정한 군

B군; F형 금속판과 금속나사로 내고정한 군

상기한 각 군에 Instron 6022(Instron Ltd, High Wycombe, England)을 사용하여, 일정한 강도(0-500N, total 30 cycles, head down velocity 30 mm/min)의 축성 압박 부하를 가한 후(Fig. 3), 각각의 금속판에 고정된 시상부 골편의 수직 전위 정도를 영상 분석기(image analyzer;Image Proplus, Media Cybernetics, Inc., Silver Spring, MD., USA)를 이용하여 후방 관절면의 시상 골절편이 최대로 전위된 거리를 측정하고(Fig. 4), 압박 부하 시험 전후의 Böhler 각을 측정 비교 분석했다.

압박 부하 실험 전의 Böhler 각은 Y형 금속판의 경우에는 평균 32.0도였고, F형 금속판의 경우에는 평균 31.3도 였다. 통계학적 검증은 Mann-Whitney test로 시행하였다.

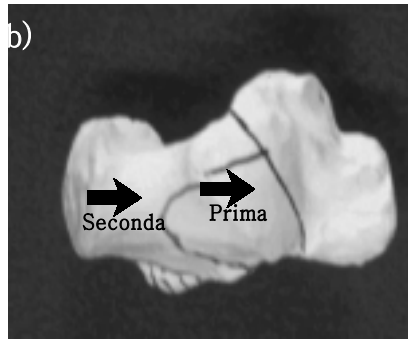
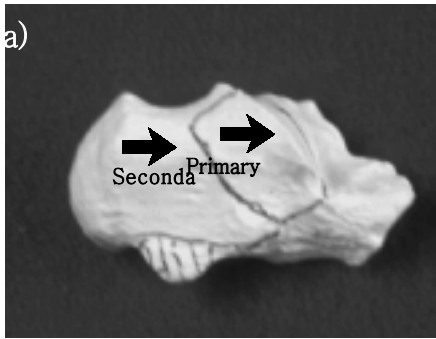


Fig. 1. Primary and secondary fracture line.
a) Lateral view, b) Superior view

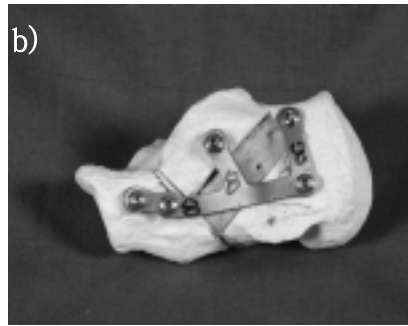
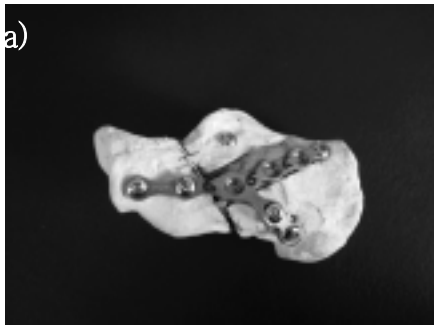


Fig. 2. Plate fixation for calcaneus fracture.
a) Y-plate, b) F-plate

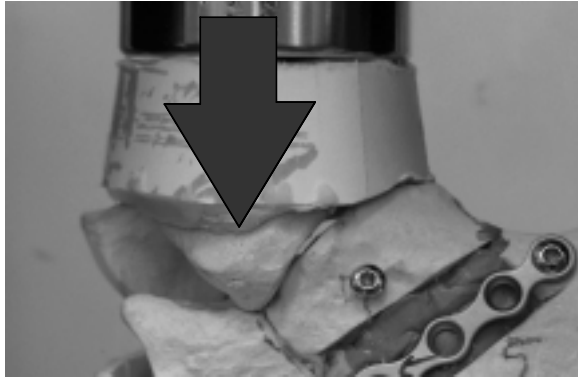


Fig. 3. Axial compressive loading by Instron 6022.

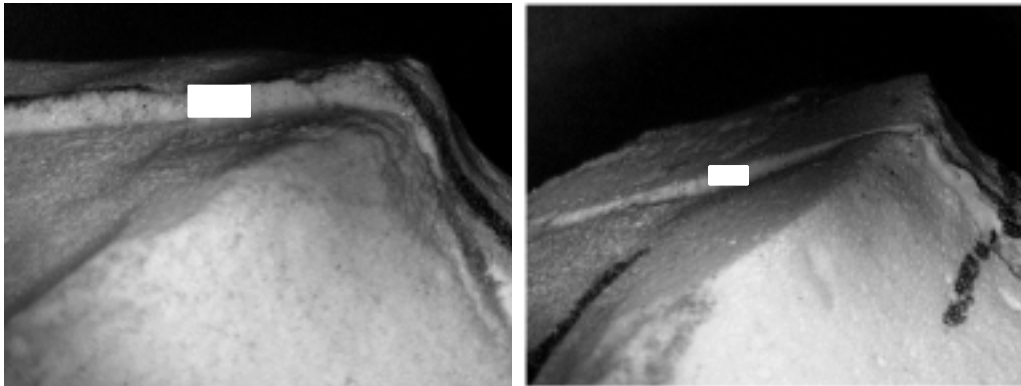


Fig. 4. Displacement of thalamic fragments in Y and F plates.
a) Y-plate, b) F-plate

III. 결 과

1. 압박 부하 실험 후 Böhler 각의 변화

Y형 금속판의 경우 축성 압박 부하에 대하여 Böhler 각이 평균 32.0도에서 평균 24.0도로 평균 8.0도(표준편차: 1.79도) 감소하였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 31.3도에서 평균 28.7도로 평균 2.6도(표준편차: 1.03도) 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.003), F형 금속판이 Y형 금속판 보다 Böhler 각을 의미있게 유지할 수 있었다.

실험 후에 발생하는 Böhler 각의 변화는 압박에 의한 시상부 골편과 일차 골절선의 전위 때문인 것으로 사료된다(Table 1).

2. 압박 부하 실험 후 시상부 골편의 전위

Y형 금속판의 경우에는 축성 압박 부하에 대해서 시상부 골편의 전위가 평균 1.72 mm(표준편차: 0.53 mm)였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 0.73 mm(표준편차: 0.48 mm)로 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.01), F형 금속판이 Y형 금속판보다 시상부 골편의 전위를 의미있게 감소시켰다(Table 2).

Table 1. The change of Böhler angle before and after axial compressive loading(unit: 도)

	Y plate		F plate	
	before	after	before	after
1	36.0	26.0	34.0	30.0
2	34.0	26.0	28.0	26.0
3	28.0	22.0	28.0	26.0
4	30.0	20.0	34.0	32.0
5	30.0	24.0	32.0	30.0
6	34.0	26.0	32.0	28.0
Mean	32.0	24.0	31.3	28.7

Table 2. Displacement of thalamic fragment of calcaneus fracture after axial compressive loading(unit: mm)

	Y plate	F plate
1	1.26	0
2	1.49	0.88
3	1.48	0.62
4	2.45	1.03
5	1.29	0.49
6	2.34	1.38
Mean	1.72	0.73

IV. 고 찰

종골은 체중을 전달하며 하퇴 근육의 강력한 지렛대로써 작용하고 있으며, 바깥쪽은 얇은 피질골로 싸여 있는 망상골로써 구성되어 있다. 족부 골절중 가장 흔히 경험하는 것이 종골 골절이며, Cave²에 의하면 족부 골절중 약 60%를 차지한다고 하였다.

종골 골절은 정확한 분류가 어렵고, 그 치료 방법이 확실히 정립되지 않으며, 치료 결과 또한 다양한 것으로 보고되어 있다. 전위성 관절내 종골 골절에서는 수술적 치료가 보존적 치료보다 좋은 결과를 가져 온다는 통계로 다양한 수술 방법이 제시되고 있다^{3,9}. 전산화단층촬영이 점차 진단에 널리 사용되면서 골절의 모양새를 이해하고 수술 기법이 개선되어 수술적인 치료가 주류를 이루고 있다. 분쇄가 심한 골절이라도 수술적인 치료를 통하여 전체적인 윤곽을 정복하면 거골하 관절의 관절염에 의한 증세 뿐만 아니라, 이 외의 문제들도 발생 가능성을 낮추주며, 추후에 거골하 관절 유합술과 같은 구제술을 시행하기도 용이하므로 일단 정복을 하는 것이 좋다는 주장이 점차 설득력을 얻어가고 있다¹⁰⁻¹⁹.

종골 골절에 대한 치료 방법은, ① Böhler²⁰ 견인 방법, ② 압박 붕대법 및 조기 운동, ③ 석고 붕대 고정법, ④ Essex-Lopresti²¹ 방법, ⑤ 내고정에 의한 관혈적 정복술 및 ⑥ 조기 거골하 관절 고정술 등이 있으며, Böhler²² 와 Hermann²³은 비관혈적 정복술로 Böhler 각을 재건시켜주고, 정복해 주는 것이 좋은 치료 성적을 가져 온다고 하였다.

수술적 방법으로는 도수 정복 후 경피적 핀 고정술, 또는 외고정 장치 이용한 고정술 등이 있고, 관혈적 정복 후 금속 강선, 고리못, 나사못, 금속판 등을 이용한 내고정술이 있으며, 그 외에도 관절 고정술이 있다^{10,12,24,25}.

골절의 정복 및 고정의 방법이 무엇이든 종골 골절의 치료에 있어서는, 첫째로 종골의 높이와 길이 그리고 너비를 회복하고, 둘째로 모든 관절면을 해부학적으로 정복하고, 셋째로 관절 운동의 제한이 없는 안정된 골유합이 치료의 목표라 할 것이다. 이것은 다른 체중 부하 관절의 골절의 치

료와 마찬가지로 관혈적 정복을 통한 관절면의 해부학적 정복 및 견고한 내고정이 관절내 종골 골절의 치료에도 적용됨을 시사한다. Essex-Lopresti의 축성 금속판 고정술은 비관혈적 방법으로 Bohler 각의 회복과 거골의 골극(spur of lateral border of talus)의 치료 및 후방 관절면의 조화(congruity)를 회복 시키는데 주안점을 두었고, King²⁶은 관절 함몰형 골절에서 보다 설상형 골절에서 좋은 결과를 보였다고 보고하였으며, 하 등²⁷은 설상형 골절 뿐만 아니라, 분쇄가 심하지 않은 관절 함몰형 골절에서도 결과가 좋았다고 보고하였다.

종골 골절의 관절내 골절 중 관절 함몰형은 시상부 골편을 형성하게 되며, 특히 이 골편이 전위되고 정복되더라도 불안정한 상태가 된다. 그래서 관절함몰형에서는 도수정복으로 거골하 관절을 정상화시키지 못하므로 관혈적 정복을 시행하게 된다. 관혈적 정복법에는 내측 및 외측 도달법이 있지만 주로 광범위 외측 도달법을 통한 관혈적 정복술과 금속 내고정술을 시행하고 술자에 따라 골이식을 시행하기도 한다.

현재 주로 사용되는 종골 골절의 고정 방법으로는 거골하 관절면의 해부학적 정복 및 견고한 내고정을 위해 확대 외측 도달법을 통해 금속판 내고정술을 시행하며, 금속판은 종골 외측벽의 해부학적 구조에 잘 맞추기 위해 여러 방향으로 구부릴수 있는 재구성 금속판(reconstruction plate)이 사용되고 있다. 하지만 재구성 금속판으로는 관절 함몰형 골절의 경우 종골의 전후방 및 시상부 골편을 모두 연결하여 고정 할 수가 없다. 결국 시상부 골편을 고정하기 위해서 금속 나사 또는 금속 강선을 추가 고정하게 되므로 재구성 금속판과는 실질적으로 연결이 되지 못한다.

재구성 금속판 이외에도 사용되는 금속 내고정물은 1/3 관상형 금속판, H형 금속판과 금속나사가 이용되어 왔지만, 관절 함몰형에서 가장 중요하게 생각되는 시상부 골편과 종골 전후방의 연결해 주지 못한다고 생각하게 되어 새로운 금속판이 개발되었다. F형 금속판은 상기한 금속판들이 충분한 버팀목 역할을 하지 못한 시상부 골편과 종골 전후방을 고정 해주면서 시상부 골편을 축성 압박에 견딜 수 있도록 충분한 고정력을 제공 하도록 고안되었다.

본 연구에서는 현재까지 많이 사용되는 Y형 금속판이 시상부 골편을 직접적으로 지지하지 못하고, 강선이나 금속나사를 추가 고정함으로써 정복을 유지하는 것 만으로는 보행시에 종골의 관절면에 가해지는 반복되는 하중을 충분히 지지해주지 못할 것이라는 가정하에 F형 금속판을 개발하여 비교 실험하였다. 결과적으로, Y형 금속판의 경우에 축성 압박 부하에 대하여 Böhler 각이 평균 32.0도에서 평균 24.0도로 평균 8.0도의 감소를 보였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 31.3도에서 평균 28.7도로 평균 2.6도의 감소를 보여 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.003), F형 금속판이 Y형 금속판보다 Böhler 각을 의미있게 유지할 수 있었다. 축성 압박 부하에 대해서 Y형 금속판의 경우에는 시상부 골편의 전위가 평균 1.72 mm였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 0.73 mm로 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.01), F형 금속판이 Y형 금속판보다 시상부 골편의 전위를 의미있게 감소시켰다. 이러한 결과를 뒷받침하는 실험으로, 몸무게 70 kg인 사람이 한 쪽 다리로만 서 있을 때 자기 몸무게의 약 3배가 금속판에 가해진다고 가정한 후, Y 및 F금속판에 부하되는 하중의 응력 분포를 비교하였다(Fig. 5). 직관적으로 예상할 수 있는 바와 같이 골절 부위를 지지하고 있는 금속판의 중간 부위에서 최대 응력이 발생하는 것으로 나타났고, Y금속판의 최대 응력이 F금속판의 최대 응력보다 2배 이상의 크기를 나타냈다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 동일한 하중에 대하여 F금속판이 Y금속판에 비해 2배 이상의 강도를 가진다고 판단하게 하는 근거가 될 수 있었다. 본 연구에서 F금속판이 Y금속판보다 Böhler 각의 변화 및 시상부 골편의 전이를 최소화 시킬 수 있었던 것은, F금속판이 2배 이상의 강도를 가졌다는 사실보다는 F금속판이 시상부 골편을 지지할 수 있는 버팀목 구조가 주된 요인이라 생각되며, 일차 골절선에서의 전위를 감소시킴으로서 가능했던 것으로 사료된다.

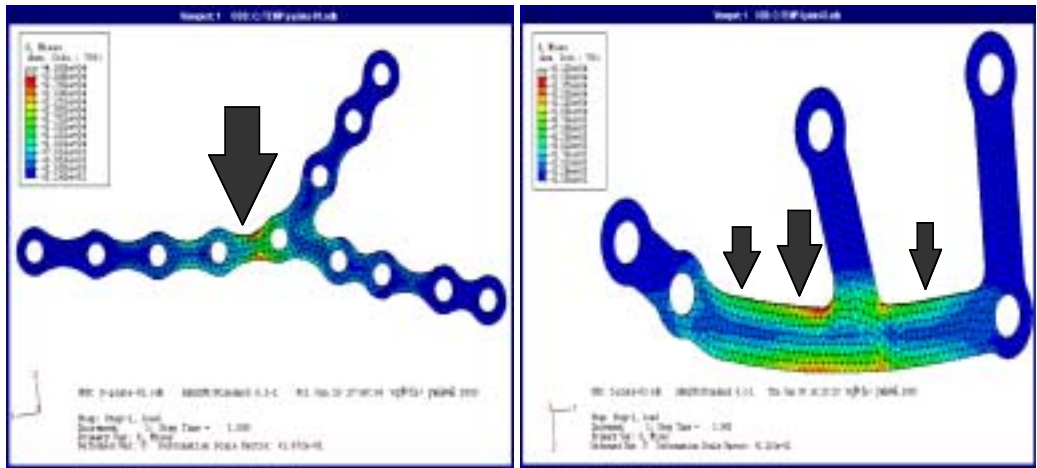


Fig. 5. Finite element study of Y and F plate.

V. 결 론

본 연구는 12개의 인공 종골뼈에 인위적으로 관절 함몰형 골절을 만든 후, 여기에 Y형 및 F형 금속판을 각각 6개씩 고정하여 Instron 6022로 축성 압박 부하를 가하여 시상부 골편의 전위 정도와 Böhler 각의 변화를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) Y형 금속판의 경우에 축성 압박 부하에 대하여 Böhler 각이 평균 32.0도에서 평균 24.0도로 평균 8.0도 감소하였다. F형 금속판의 경우에는 평균 31.3도에서 평균 28.7도로 평균 2.6도 감소를 하여 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.003), F형 금속판이 Y형 금속판 보다 Böhler 각을 의미있게 유지할 수 있었다.

2) Y형 금속판의 경우에는 축성 압박 부하에 대해서 시상부 골편의 전위가 평균 1.72 mm였으나, F형 금속판의 경우에는 평균 0.73 mm로 통계학적으로 유의한 차이를 보여(P-value = 0.01), F형 금속판이 Y형 금속판보다 시상부 골편의 전위를 의미있게 감소시켰다.

결론적으로, 시상부 골편을 형성하는 관절 함몰형 종골 골절의 개방적 정복술시에 현재까지 주로 사용되는 Y형 금속판보다는 F형 금속판이 Böhler각을 유지하고, 시상부 골편의 전위를 최소화하는데 유용할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. McReynolds IS: The Case for Operative Treatment of Fractures of the Os calcis. In Leach, RE. et al(eds): Controversies in Orthop. Surgery, Chap. 8. Philadelphia, WV Saunders 1982.
2. Cave EF: Fractures of the Os Calcis. The Problem in General. Clin Orthop 1963;30:64-66.
3. 최창욱, 신병준, 박종석: 종골 골절의 중추 금속정 고정에 의한 치료. 대한정형외과학회지 1990;25-1:54-60.
4. 홍기식, 정의섭, 지성구: 종골 관절내 골절의 전산화단층촬영에 따른 분류 및 수술적 치료. 대한골절학회지 1997;10-1:91-98.
5. 황정수, 정필현, 강 석: 확대 외측 도달법을 이용한 관절내 종골 골절의 수술. 대한골절학회지 1996;93:733-741-741.
6. Allan JH: The open reduction of fractures of the os calcis. Ann Surg 1955;141:890-900.
7. Essex-Lopreti P: The mechanism, reduction technique and results of os calcis. Brit J Surg 1951;39:394-419.
8. Maxifield JE and McDermott FJ: Experiences with the Palmer open reduction of fracture of the calcaneus J Bone Joint Surg 1955;37-A99-106.
9. Palmar I: The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus. J Bone Joint Surg 1948;30:2-8.
10. Burdeaux BD: Reduction of calcaneal fractures by the McReynoldx medial approach technique and its experimental basis. Clin Orthop Relat Res 1983; 177:87-103.
11. Houghton GR: Weight relieving cast for comminuted os calcis fractures. A preliminary report. Injury 1984;16:63-64.
12. Stephenson JR: Treatment of displaced intraarticular fractures of the calcaneuf using medial and lateral approaches, internal fixation, and early motion. J Bone Joint Surg Am 1987;69A:115-130.

13. Paley D, Hall H: Calcaneal fractures controversies: can we put Humpty Dumpty together again?. *Orthop Clin N Am* 1989;20:665-667.
14. Buckley RE, Meek RN: Comparison of open versus closed reduction of intraarticular calcaneal fractures: A matched cohort in workmen. *J Orthop Trauma* 1992;6:216-222.
15. Sanders R, Fortin P, Dipasquale T: Operative treatment in 120 displaced calcaneal fractures: Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat R* 1993;290:87-95.
16. Leung KS, Yuen KM, Chan WS: Operative treatment of displaced intraarticular fractures of the calcaneum. Medium-term results. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75B:196-201.
17. Benirschke SK, Sangeorzan BJ: Extensive intraarticular fractures of the foot surgical management of calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1993;292:128-134.
18. Eastwood DM, Langkamer VG, Atkins RM: Intraarticular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75B:189-195.
19. Carr JB: Surgical treatment of the intraarticular calcaneus fracture. *Orthop Clin N Am* 1994;25(4):665-675.
20. Böhler L: Diagnosis, Pathology and treatment of fractures of os calcis. *J Bone Joint Surg* 1931;13:75.
21. Essex-Lopresti P: The mechanism, reduction technique and results of os calcis. *Brit J Surg* 1951;39:394-419.
22. Hermann OJ: Conservative therapy for fracture of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 1937;19:709.
23. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H: Osteosynthesis of Displaced Intraarticular Fractures of the Calcaneus. *Clin Orthop* 1993;290:76-86.
24. McReynolds IS: The role for operative treatment of fractures of the os calcis. In *Controversies in Orthopedic Surgery*, ed. RE. Leach, FT. Hoag-

- lund, EJ. Riseborough. WB. Saunders, Philadelphia 1982;232-254.
25. Johnson EE, Gebhardt JS: Surgical management of calcaneal fractures using bilateral incisions and minimal internal fixation. Clin Orthop Relat Res 1993;290:117-124.
26. King RE: Axial pin fixation of the os calcis(method of Essex-Lopresti). Orthop Clin N Am 1973;4:186-188.
27. 하권익, 한성호, 신동식: 증골 골절의 치료에 있어서 axial fixation에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지 1982;17-4, 704-709.

Abstract

Mechanical Properties of F plate in Intraarticular Calcaneal Fractures

Young Hee Park

*Department of Medicine,
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor **Kyu Hyun Yang**)

We evaluated the mechanical properties of F plate fixation for the intraarticular calcaneal fractures. Using twelve saw bones, F plate was compared with the Y plate, most commonly used, regarding the change of Böhler angle and the displacement of the thalamic fragments of the calcaneus after axial compressive loading by Instron 6022. Y plate fixation lost 8 degrees of Böhler angle in average after axial compressive load and 2.6 degrees in F plate fixation. Thalamic fragments were displaced 1.72 mm in average in Y plate fixation group and 0.73 mm in F plate fixation group.

The mechanical properties of F plate was superior to Y plate in the aspects of maintaining of Böhler angle and minimal displacement of the thalamic fragment after axial compressive loading.

In conclusion, F plate fixation in the intraarticular calcaneal fractures was useful in maintaining the Böhler angle and preventing displacement of the thalamic fragments of calcaneus against axial compressive loading.

Key Words: Calcaneal fractures, F plate, Mechanical property