

중등도 및 고도 무지외반증에서
근위 역 갈매기형 절골술과
Ludloff절골술의 결과 분석

연세대학교 대학원

의 학 과

김 두 섭

중등도 및 고도 무지외반증에서
근위 역 갈매기형 절골술과
Ludloff절골술의 결과 분석

연세대학교 대학원

의 학 과

김 두 섭

중등도 및 고도 무지외반증에서
근위 역 갈매기형 절골술과
Ludloff절골술의 결과 분석

지도교수 이 진 우

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2007년 12월 일

연세대학교 대학원

의 학 과

김 두 섭

김두섭의 석사 학위논문을 인준함.

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2007년 12월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 깊은 애정과 자상한 지도로 이끌어 주시고 학문을 연구하는 학자로서 모범을 보여주신 이진우 교수님께 진심으로 감사드리며, 또한 본 연구를 위하여 각별한 조언을 아끼지 않으신 정인혁 교수님, 박종철 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

언제나 사랑으로 저를 아껴주시고 지켜주시는 부모님께도 감사를 드리며, 바쁜 와중에도 통계 분석에 많은 도움을 준 동생 최연준에게도 고마움을 표하고 싶습니다. 마지막으로 늘 제 곁에서 지원을 아끼지 않은 사랑하는 아내 이영선과 사랑스런 재은에게 이 논문을 바칩니다.

저자 씀

차 례

국문요약.....	1
I. 서론.....	2
II. 재료 및 방법	
1. 연구대상 및 수술 적응증.....	4
2. 수술방법 및 수술 후 처치.....	6
3. 평가 방법.....	8
4. 통계학적 검정.....	11
III. 결과	
1. 임상적 평가.....	12
2. 방사선학적 평가.....	13
3. 합병증.....	17
IV. 고찰.....	18
V. 결론.....	23
VI. 참고 문헌.....	24
영문 요약.....	26

그림 차례

그림 1. 1군(1)과 2군(2)의 수술 전 후 방사선 사진	7
그림 2. 1군과 2군의 통증 점수 비교.....	12
그림 3. Ludloff 절골술의 방향에 따른 그림	21

표 차례

표 1. 1군과 2군의 증례 요약.....	5
표 2. American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal Interphalangeal Scale (100 Points Total).....	9
표 3. 1군과 2군의 수술 전 후 American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal Interphalangeal Scale(AOFAS HMIS)의 결과 비교	13
표 4. 중등도 변형을 보인 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제 1 중족골두 회전의 결과 비교....	14
표 5. 고도 변형을 보인 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제 1 중족골두 회전의 결과 비교....	15
표 6. 1군과 2군의 수술 전 후 유의확률 결과 비교.....	16
표 7. 1군과 2군의 종자골의 위치.....	17

국문요약

중등도 및 고도 무지외반증에서 근위 역 갈매기형 절골술과 Ludloff 절골술의 결과 분석

근위 역 갈매기형 절골술(1군)과 Ludloff 절골술(2군)의 임상적 결과를 조사하고 방사선학적 결과를 비교하고자 하였다.

2001년 10월에서 2006년 10월 사이 연세대학교 세브란스병원 정형외과에서 중등도 및 고도 변형의 무지외반증을 보이고 12개월 이상 추시 가능했던 106명, 134예를 대상으로 하여 후향적 연구를 시행하였고 두 군간의 임상적, 방사선학적 결과를 비교하여 통계 분석 하였다.

술 후 6주의 통증 점수는 1군 15.2 ± 5.8 점(범위, 0-30점), 2군 28.8 ± 4.6 점(범위, 20-30점)으로 근위 역 갈매기형 절골술은 술 후 6주째 K-강선의 제거에 따른 불편감과 초기 고정력이 Ludloff 절골술보다 상대적으로 약해 통증점수에 의미 있는 차이가 있었다. 고도 변형의 무지외반증은 제 1, 2 중족골간각의 수술 전후 차이가 1군 13.2도, 2군 18.6도로 Ludloff 절골술이 보다 유리하였고($p < 0.05$), 반면에 제 1 중족골 길이 단축은 수술 전후의 차이가 각각 0.02, 0.05로 근위 역 갈매기형 절골술의 단축이 보다 적었으며($p < 0.05$) 각 교정이 클수록 중족골 단축이 많아짐을 알 수 있었다. 또한 Ludloff 절골술시 절골의 방향, 각도 그리고 회전축의 위치가 합병증 예방에 매우 중요할 것으로 사료된다.

핵심되는 말: 무지외반증, 근위 역 갈매기형 절골술, Ludloff 절골술

중등도 및 고도 무지외반증에서 근위 역 갈매기형 절골술과 Ludloff 절골술의 결과 분석

<지도교수 이 진 우>

연세대학교 대학원 의학과

김 두 섭

I. 서 론

무지외반증을 치료하는 수술적 방법은 지금까지 130여개가 발표될 정도로 매우 다양하다^{1,2,3,4,5}. 수술방법의 선택 기준은 대부분 무지외반각과 중족골간각의 크기와 함께 종자골의 위치나 근위지관절의 상태 등을 보아 원위, 간부, 근위부 등 어느 부위에서 절골술을 할지 결정을 하는데, 일반적으로 무지외반각 40도 이상, 제 1, 2 중족골간각 16도 이상인 중증인 경우에 있어서는 중족골간각의 교정력이 큰 근위 절골술이나 간부 절골술과 함께 원위 연부조직 교정술을 사용하는 것이 이상적인 것으로 알려져 왔다.

또한 다양한 수술 방법만큼이나, 중족골에 가하는 절골술의 방법도 다양하게 개발되어 왔는데, 이 중 근위 역 갈매기형 절골술은 2개의 K-강선으로도 충분히 강한 고정을 하기에 굴곡면에 대해서 위치가 잘 변하지도 않고, 절골면이 넓어서 골유합도 빠르며, 중족골 단축이 적다는

장점들을 가지고 있다. 반면 일반적으로 근위부 절골술 후에는 절골부위에서의 배굴로 인하여 역학적으로 제 1 중족골에서의 체중 부하가 감소하게 되어 전이성 중족골 통증과 같은 후유증을 발생시킬 수 있다^{6,7,8}.

최근에는 절골면이 넓을수록 고정이 더 쉽고 안정적이라는 장점 때문에, 중족골 간부에 긴 사선의 절골술을 가하는 방법들이 선호되고 있는 실정이다⁹. 이중 최근의 임상적, 생역학적 연구에 의하면 지연 나사 술식에 의한 압박 효과를 이용한 Ludloff 절골술이 기존의 근위 중족골 절골술보다 좀더 견고하고 따라서 배측 부정유합과 전이성 중족골 통증을 감소시킨다고 하였다¹⁰.

근위 역 갈매기형 절골술과 Ludloff 절골술의 임상적 결과를 조사하고 방사선학적 결과를 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상 및 수술 적응증

2001년 10월에서 2006년 10월 사이 연세대학교 세브란스병원 정형외과에서 무지외반각과 제 1, 2 중족골간각이 각각 30도, 13도 이상의 중등도 및 고도의 변형을 보이고 12개월 이상 추시 가능했던 106명 134예를 대상으로 하여 후향적 연구를 시행하였다. 추시 기간은 평균 24.8 ± 7.8 개월(범위, 12-48개월)이었다.

남자 7명, 여자 99명으로 여자가 많았으며, 연령은 평균 51.8 ± 12.2 세(범위, 23-71세)였다.

이중 연부조직 교정술 및 근위 역 갈매기형 절골술을 시행한 1군, 연부조직 교정술 및 Ludloff 절골술을 시행한 2군으로 나누어 보면, 1군의 경우 54명, 66예로 평균 연령 54.4 ± 11.4 세(범위, 23-68세)였으며, 2군의 경우는 52명, 68예로서 평균 연령 49.2 ± 14.2 세(범위, 26-71세)였다.

술 전 무지외반증의 형태는 Mann¹¹의 분류 상 무지외반각이 30도에서 40도이며 제 1, 2 중족골간각이 13도에서 20도 사이인 중등도 변형을 보인 경우가 1군 53예, 2군 54예였고 무지외반각이 40도 이상이며 제 1, 2 중족골간각이 20도 이상인 고도의 변형이 각각 13예, 14예에서 있었다(표 1).

표 1. 1군과 2군의 증례 요약

	1군	2군
나이(세)	54.4±11.4 (23-68)	49.2±14.2 (26-71)
성별(명) (남 : 여)	4 : 50	3 : 49
추시 기간(개월)	23.2±6.8 (13-46)	25.1±8.9 (12-48)
Mann ¹¹ 의 분류		
중등도	53예	54예
고도	13예	14예
술 전 무지외반각(도)	32.4±4.1 (30-39)	34.3±3.8 (30-39)

두 군간의 술 전 통계학적 차이는 없었다. 나이, 추시 기간, 술 전 무지외반각의 값은 평균±표준편차, ()안의 숫자는 범위를 나타낸 것임.

수술은 보존적 치료에 반응하지 않는 통증성 점액성 비대(bunion)가 있으면서 제 1, 2 중족골간각이 13도 이상이고 무지외반각이 30도 이상인 중등도 및 고도의 무지외반증 환자를 대상으로 시행하였고 수술 전 평균 증상 지속 기간은 39개월이었다. 중족설상 관절의 관절염, 불안정성이 있거나 중족지간 관절의 심한 퇴행성 변화가 있는 경우에는 본 수술 대상에서 제외하였다.

2. 수술방법 및 수술 후 처치

척추 마취 또는 전신 마취 하에 양와위로 시행하였으며, 전 예에서 원위 연부조직 교정술을 시행하였다. 연부조직 교정술은 제 1, 2 중족골두 사이에 약 2cm 정도 종절개를 한 후, 외측 종자골 배부의 관절낭을 종으로 절개하고, 무지내전근건, 횡중족 인대 등을 포함한 외측 구축을 유리시키고, 내측 돌출부 절제는 제 1 중족족지 관절의 내측에 종 방향으로 피부 절개 후 관절낭을 T자형으로 절개하여 중족골의 간부와 같은 평면에 일치하도록 절제하였다.

근위 역 갈매기형 절골술은 제 1 중족설상 관절에서 13mm 지점에 근위부 중심을 정점으로 하고 족배부 절골과 족저부 절골이 만나서 이루는 각도가 60도가 되도록 V자형 절골술을 시행한 후 절골부위를 수건 겹자로 고정 후 원위골편을 무지로 눌러서 외측으로 약 4-5mm 전위 및 경사시켰다. 외측전위 후 2개의 Kirschner(K)-강선을 이용하여 족배-내측 방향에서 족저-외측 방향으로 절골부위를 고정하였다. 외측 전위 후 근위골편의 내측 돌출부를 전위된 만큼 제거 후 이를 절골부에 골이식 하였고 내측 관절낭을 중첩하여 봉합하였다(그림 1, A1-D1).

Ludloff 절골술은 내측 절개 후에 제 1 중족 설상 관절 배부의 원위부에서 시작하여 중족골 경부의 족저부를 향하여 사선으로 절골하였다. 발목이 중립위인 상태에서 발바닥에 손으로 가상적인 체중 부하 상태를 만들고 중족골이 지면과 평행하도록 위치시킨 후 이에 대하여 직각으로 절골하였다. 근위 1/2 내지 2/3 부분을 반대쪽 피질골까지 완전히 절골한 후 절골면의 근위단에서 배부에서 족저부를 향하여 직경 2.7mm 나사못을 사용하여 고정하는데, 완전히 조이지는 않고 약간 움직일 수 있을 정도로 고정한 후 나머지 원위부의 절골을 완성한 후에 근위 나사못을 중심으로 원위 골편을

외측으로 회전시킨 후 근위 나사못을 완전히 고정하였다. 근위 나사못을 완전히 조인 후 C-arm 영상 증폭기를 이용하여 절골 부위의 상태를 확인하였다. 부가적으로 근위 골편의 족저면에서 원위 골편의 배부를 향하여 Baroux cannulated 나사못을 삽입하여 고정하였다(그림 1,A2-D2).

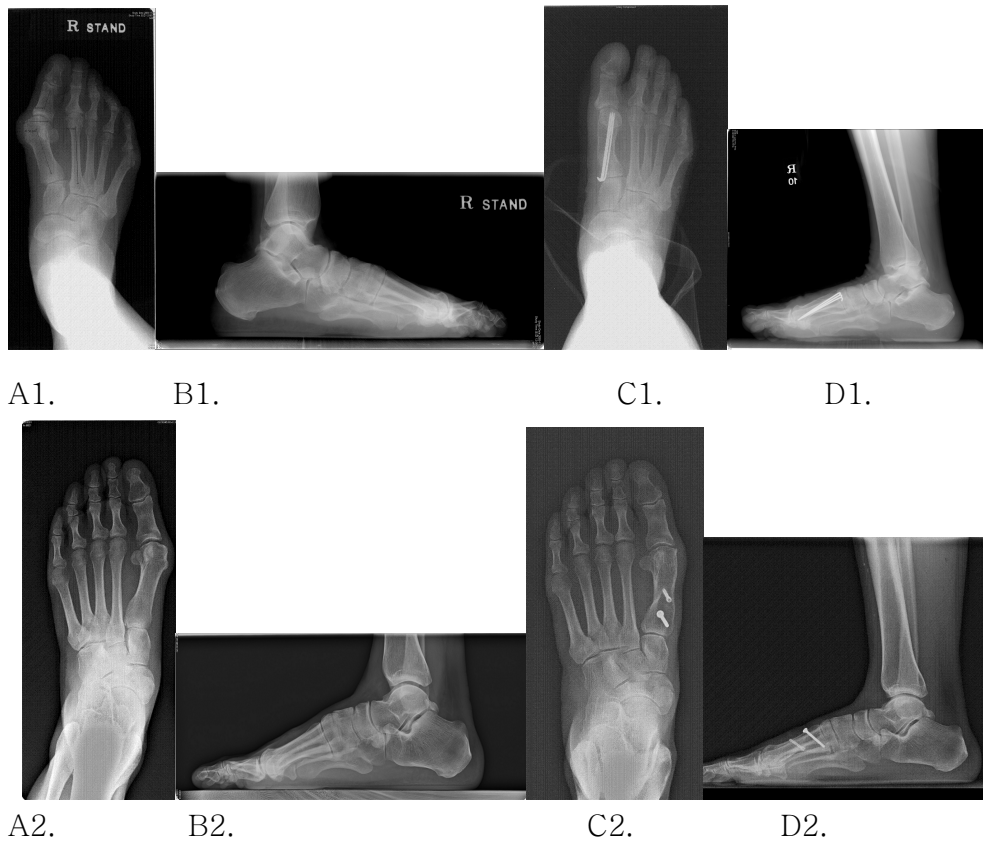


그림 1. 1군(1)과 2군(2)의 수술 전 후 방사선 사진.

1군은 58세 여환으로 원위 연부조직 교정술과 근위 역 갈매기형 절골술을 시행하였고, 2군은 62세 여환으로 원위 연부조직 교정술과 Ludloff 절골술을 시행하였으며 술 전 체중부하 전후면 사진(A1, A2) 및 측면 사진(B1, B2), 술후 체중부하 전후면 사진(C1, C2) 및 측면 사진(D1, D2)임.

3. 평가 방법

후향적으로 연구하였고 임상적 결과는 American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal Interphalangeal Scale(AOFAS HMIS)¹²을 이용하여 수술 전후의 점수를 비교하였는데, 전체 100점을 기준을 기준으로 통증(40), 일상생활에서의 불편감(10), 신발착용의 문제점(10), 관절의 운동범위(25), 외관상의 모양(15)이었다(표 2).

⌘ 2. American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal
Interphalangeal Scale (100 Points Total)

Pain (40 points)	
None	40
Mild, occasional	30
Moderate, daily	20
Severe, almost always present	0
Function (45 points)	
Activity limitations	
No limitations	10
No limitation of daily activities, such as employment responsibilities, limitation	7
Limited daily and recreational activities	4
Severe limitation of daily and recreational activities	0
Footwear requirements	
Fashionable, conventional shoes, no insert required	10
Comfort footwear, shoe insert	5
Modified shoes or brace	0
MTP joint motion (dorsiflexion plus plantarflexion)	
Normal or mild restriction (75° or more)	10
Moderate restriction (30° – 74°)	5
Severe restriction (less than 30°)	0
IP joint motion (plantarflexion)	
No restriction	5
Severe restriction (less than 10°)	0
MTP-IP stability (all directions)	
Stable	5
Definitely unstable or able to dislocate	0
Callus related to hallux MTP-IP	
No callus or asymptomatic callus	5
Callus, symptomatic	0
Alignment (15 points)	
Good, hallux well aligned	15
Fair, some degree of hallux malalignment observed, no symptoms	8
Poor, obvious symptomatic malalignment	0

이외에 수술 후 환자의 만족도는 Johnson¹³의 평가법을 변형하여 이용하였는데 이는 추시 중 술 후 증상에 대하여 조사하는 방법으로 창상에 대한 만족도(미용, 통증), 일상생활의 지장여부(걷는 거리, 활동제한), 신발선택의 자유도, 추가치료의 유무(주사, 수술), 전반적인 만족도(매우 만족, 대부분 만족, 약간 만족, 불만족)를 평가하는 방법이다.

방사선학적 결과는 수술 전 후, 추시 시 체중부하 기립상태에서 족부 전후면 및 측면 촬영을 시행하고, 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골의 단축, 측면 굴절각, 제1 중족골두의 회전각, 종자골의 위치, 바나나 변형의 유무 등을 조사하였다.

무지외반각, 제 1, 2 중족골간각은 Mann¹⁴의 방법을 이용하여 측정하였다. 무지외반각은 제 1 중족골과 제 1 근위 지골의 중축이 이루는 각으로 하였고, 제 1, 2 중족골간각은 제 1, 2 중족골의 중축이 이루는 각으로 하였다. 중축의 결정은 근위 및 원위 골간-골간단 경계부 중앙에 점을 찍어 이를 연결한 선으로 하였다.

제 1 중족골의 단축은 체중부하 전후면 방사선 사진에서 제 2 중족골의 길이에 대한 제 1 중족골 길이의 비율로 측정하였다.

절골부위에서의 측면 굴절각은 배측 피질골 사이에서 이루어지는 각을 측정하였고, 측면에서의 중족 골두 관절면각의 차이를 추가로 측정하여 굴절각의 측정 오차를 줄였으며, 측정상 3도 이상인 경우에 각 형성이 있는 것으로 판단하였다.

제 1 중족골두의 회전각은 Eustace¹⁵이 기술한 제 1 중족골 기저부의 하 조면(inferior tuberosity)의 위치를 기초로 하여 제 1중족골의 회내 정도를 측정하였다.

종자골의 위치는 내측 종자골의 위치를 기준으로 한 방법으로 하여

정상적인 위치를 0단계, 내측 종자골의 75%이상이 중족골두의 중앙선보다 내측에 있을 때를 1단계, 내측 종자골이 중앙선에 위치할 때를 2단계, 내측 종자골의 75% 이상이 중앙선보다 외측으로 전이된 경우를 3단계로 평가하였다¹⁶.

4. 통계학적 검정

1군과 2군 각각의 수술 전, 수술 후, 최종 추시 시의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 종자골의 위치, AOFAS HMIS 등의 차이는 대응 표본 T 검정(Paired t-test)을 이용하여 검정하였고 수술 전, 수술 후, 최종 추시 시의 두군 사이의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골의 단축, 측면 굴절각, 제 1 중족골두의 회전각, 종자골의 위치, 바나나 변형의 유무 결과의 차이는 Student' t-test를 시행하였다. 각 수치간의 상관관계는 Pearson상관계수를 이용한 단순상관분석을 시행하였다. 유의수준이 0.05미만 일 때 통계적으로 유의 하다고 하였으며, 통계 처리는 SPSS 13.0 통계 프로그램(SPSS Inc. Chicago, IL)을 이용하였다.

III. 결 과

1. 임상적 평가

술 전 통증 점수는 40점 만점 중 1군 평균 14.8 ± 3.3 점(범위,0-20점), 2군 평균 17.6 ± 8.5 점(범위,0-20점)으로 두 군간의 유의한 차이는 없었다.

술 후 통증 점수는 술 후 12주 후 1군이 평균 37.5 ± 4.3 점(범위,30-40점), 2군이 35.5 ± 5.8 점(범위,30-40점)이었고 최종 추시 시 1군이 평균 39.0 ± 8.1 점(범위,30-40점)이었고 2군은 37.8 ± 4.6 점(범위,30-40점)이었다. 두 군의 술 후 12주와 최종 추시 시의 통증 점수는 유의한 차이가 없었다.

하지만 술 후 6주의 통증 점수는 1군이 15.2 ± 5.8 점(범위,0-30점), 2군이 28.8 ± 4.6 점(범위,20-30점)으로 두 군간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(그림 2).

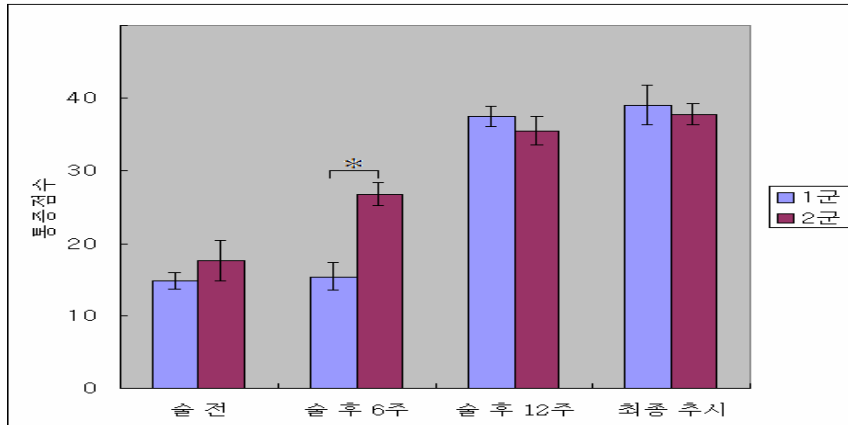


그림 2. 1군과 2군의 통증 점수 비교.

Error bar(I)는 평균의 표준 오차(standard error)를 나타낸 것임.

*는 유의확률 $p < 0.05$ 을 나타낸 것임.

AOFAS HMIS에 따른 임상적 평가에서 1군 평균 39.7 ± 3.8 점, 2군 평균 38.3 ± 5.7 점으로 두군 모두 호전을 보였고($p < 0.05$) 두 군간의 유의한 차이는 없었다(표 3).

표 3. 1군과 2군의 수술 전 후 American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal Interphalangeal Scale(AOFAS HMIS)의 결과 비교

	수술 전		수술 후		유의 확률
	1군	2군	1군	2군	
AOFAS	47.1±3.9	51.9±5.2	86.8±8.5	90.2±8.6	<0.05
HMIS*	(34-59)	(36-57)	(34-95)	(40-96)	

평균±표준편차, ()안의 숫자는 범위를 나타낸 것임.

*American Orthopedic Foot and Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal Interphalangeal Scale

환자의 만족도는 창상에 대해서는 최종 추시 시 미용적으로는 무지내반증을 보인 1예(1군)를 제외하고는 모두 만족하였고, 일상생활에서는 무지내반을 보인 1예(1군)를 제외하고는 걷는 거리나 활동에 있어 제한을 받지 않았다. 신발 선택은 환자의 연령을 고려할 때 무지내반을 보인 1예(1군) 이외에 모두 자유롭게 선택이 가능하였다. 최종 추시 시에 전반적인 만족도는 두 군 사이의 의미 있는 차이는 없었다.

2. 방사선학적 결과

방사선학적 결과는 근위 역 갈매기형 절골술을 시행한 1군 환자 중 중등도 변형을 보인 53예와 고도의 변형을 보인 13예, Ludloff 절골술을 시행한 2군 환자 중 중등도 변형을 보인 54예와 고도의 변형을 보인 14예로 나누어 비교하였다.

중등도 변형을 보인 환자를 대상으로 한 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제1 중족골두 회전의 결과(표 4)를 바탕으로 차이점을 통계학적으로 비교하여 보면, 수술 전후의 무지외반각

교정 정도는 21.5도, 22.5도($p=0.48$), 수술 전후의 제 1, 2 중족골간각의 차이는 6.7도, 7.1도($p=0.38$)로 모두 큰 차이가 없었다. 수술 전후의 제 1 중족골 단축의 차이는 0.02, 0.03($p=0.55$), 수술 전후의 제 1 중족골두 회전의 차이는 10.0도, 9.4도($p=0.42$)로 모두 큰 차이를 보이지 않았다(표 6).

표 4. 중등도 변형을 보인 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제 1 중족골두 회전의 결과 비교

	수술 전		수술 후		최종 추시	
	1군	2군	1군	2군	1군	2군
무지외반각	32.4±4.1도 (30-39)	34.3±3.8도 (30-39)	10.9±8.5도 (5-19)	11.8±4.8도 (6-20)	12.6±7.4도 (5-22)	13.3±5.2도 (6-22)
제 1, 2 중족골간각	14.2±4.7도 (13-19)	14.3±5.4도 (13-19)	7.5±8.4도 (3-9)	7.2±5.8도 (2-9)	8.6±8.8도 (4-10)	7.8±3.2도 (3-11)
제 1 중족골 단축	0.81±0.6 (0.61-0.88)	0.83±0.3 (0.71-0.84)	0.79±0.3 (0.72-0.85)	0.80±0.4 (0.66-0.87)	0.76±0.2 (0.62-0.83)	0.79±0.5 (0.64-0.86)
제 1 중족골두 회전	18.2±3.1도 (11-26)	20.7±4.3도 (12-28)	8.2±4.8도 (2-18)	11.3±8.1도 (3-22)	9.8±3.7도 (2-18)	12.4±8.2도 (2-22)

근위 역 갈매기형 절골술을 시행한 1군 환자 중 중등도 변형을 보인 53예, Ludloff 절골술을 시행한 2군 환자 중 중등도 변형을 보인 54예로 나누어 비교하였다. 값은 평균 ± 표준편차, ()안의 숫자는 범위를 나타낸 것임.

고도 변형을 보인 환자를 대상으로 한 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제 1 중족골두 회전의 결과(표 5)를 바탕으로 차이점을 통계학적으로 비교하여 보면, 수술 전 후의 무지외반각

교정 정도는 28.2도, 29.8도($p=0.58$)로 큰 차이를 보이지 않았지만 제 1, 2 중족골간각의 차이는 수술 전후 차이가 13.2도, 18.6도로 의미 있는 차이를 보였다($p<0.05$). 제 1 중족골의 단축은 수술 전후의 차이가 0.02, 0.05로 의미 있는 차이를 보였고($p<0.05$), 제 1 중족골두 회전의 수술 전후 차이는 큰 차이를 보이지 않았다($p=0.52$)(표 6).

표 5. 고도 변형을 보인 1군과 2군의 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골 단축, 제 1 중족골두 회전의 결과 비교

	수술 전		수술 후		최종 추시	
	1군	2군	1군	2군	1군	2군
무지외반각	44.4±3.8도 (40-51)	46.2±7.1도 (40-56)	16.2±6.1도 (11-27)	16.4±5.1도 (13-34)	17.8±8.8도 (13-30)	17.8±4.2도 (15-35)
제 1, 2 중족골간각	24.1±2.2도 (20-31)	26.1±4.8도 (20-34)	10.9±8.1도 (5-14)	7.5±4.1도 (3-12)	11.5±2.4도 (6-17)	8.4±3.6도 (4-14)
제 1 중족골 단축	0.83±0.2 (0.64-0.85)	0.82±0.1 (0.69-0.84)	0.81±0.5 (0.72-0.86)	0.77±0.3 (0.64-0.83)	0.8±0.3 (0.62-0.87)	0.75±0.4 (0.68-0.84)
제 1 중족골두 회전	30.2±4.1도 (19-34)	32.7±7.5도 (18-34)	12.2±4.4도 (4-24)	11.3±8.8도 (3-22)	13.8±4.6도 (4-24)	12.4±3.9도 (2-26)

근위 역 갈매기형 절골술을 시행한 1군 환자 중 고도의 변형을 보인 13예, Ludloff 절골술을 시행한 2군 환자 중 고도의 변형을 보인 14예로 나누어 비교하였다. 값은 평균 ± 표준편차, ()안의 숫자는 범위를 나타낸 것임.

표 6. 1군과 2군의 수술 전후 유의확률 결과 비교

		유의확률
무지외반각	중등도 변형	0.48
	고도 변형	0.58
제 1, 2 중족골간각	중등도 변형	0.49
	고도 변형	<0.05*
제 1 중족골 단축	중등도 변형	0.55
	고도 변형	<0.05*
제 1 중족골두 회전	중등도 변형	0.32
	고도 변형	0.28

표 안의 숫자는 유의 확률임.

*는 유의확률 $p < 0.05$ 을 나타낸 것임.

수술 전후 종자골의 위치는 1군 평균 1.2단계, 2군 1.4단계로 두군 모두 의미있는 호전을 보였고($p < 0.05$) 두군간의 의미있는 차이는 보이지 않았다($p = 0.43$)(표 7).

표 7. 1군과 2군의 종자골의 위치

	술 전	술 후	최종 추시	유의 확률
1군	2.9±3.1 (2-3)	1.7±4.8 (0-2)	1.8±2.7 (0-2)	<0.05
2군	2.7±4.3 (2-3)	1.3±8.1 (0-2)	1.4±7.2 (0-2)	

값은 평균 ± 표준편차, ()안의 숫자는 범위를 나타낸 것임.

바나나 변형을 보인 경우가 1군이 1예, 2군이 6예 이었고, 3도 이상의 측면 굴절각을 보인 경우가 1군이 8예, 2군이 2예이었으며 굴절은 모두 배굴각을 형성하고 있었으나 임상적 증상을 호소하지는 않았다.

모든 예에서 술 후 평균 6주(범위, 5-7주)에 골유합 소견을 보였다.

3. 합병증

1군은 무지 내반증이 2예(3%) 있었고, 이 중 1예는 류마치스 관절염에 의한 족지의 변형 등이 동반되어 중족족지 관절의 유합술을 시행하였고, 2군은 2예에서 추시 사진상 절골 부위에서 가골 형성을 동반한 지연 유합을 보인 경우가 있었다. 두군 모두 불유합은 없었고 표층 감염은 경구 항생제로 해결되었다.

IV. 고 찰

근위 역 갈매기형 절골술을 시행한 1군과 Ludloff 절골술을 시행한 2군의 임상적 결과의 비교에서 최종 추시 시의 통증 점수는 큰 차이가 없었지만 술 후 6주의 통증 점수는 1군이 15.2 ± 5.8 점(범위, 0-30점)과 2군이 28.8 ± 4.6 점(범위, 20-30점)으로 두 군간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

이는 K-강선 고정을 이용한 1군의 경우 저자들의 경험상 많은 환자들이 돌출된 K-강선으로 인한 피부의 자극을 호소하였다. 또한, 절골 부위의 골유합 후에 K-강선을 제거하기 위한 이차 술식도 환자의 만족도를 떨어뜨리는 요인이 되었다.

Trnka^등¹⁷⁾에 의하면 생역학적으로 2개의 나사못을 이용한 Ludloff 절골술의 굴곡 강도가 2개의 K-강선을 이용한 근위 갈매기형 절골술 보다 크고 이는 Ludloff 절골술이 좀더 견고하다는 것을 의미하며 골다공증이 심하지 않으면 수술 후 6주간 절골 부위가 유지된다고 보고하고 있다. 따라서 K-강선을 이용한 1군의 경우 2군에 비해 수술 초기 절골 부위의 고정력이 약해 불안정함으로써 통증이 유발 된다고 생각할 수 있다.

저자들은 1군과 2군을 중등도와 고도의 변형을 보인 환자 군으로 나누어 비교하였는데 중등도 변형을 보인 환자 군을 대상으로 한 1군과 2군의 비교에서 무지외반각, 제 1, 2 중족골간각, 제 1 중족골의 단축, 제 1 중족골두 회전 모두 두 군 사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 고도 변형을 보인 환자를 대상으로 한 경우에는 제 1, 2 중족골간각의 차이는 수술 전후 차이가 1군 13.2도, 2군 18.6도로 Ludloff 절골술군이 제 1, 2 중족골간의 각 교정에 좀더 유리하였고($p < 0.05$), 제 1 중족골의 단축은

수술 전후의 차이가 0.02, 0.05로 Ludloff 절골술군이 보다 심한 단축을 보여 주었다.

Nyska등¹⁸은 전이(displacement) 절골술인 근위 역 갈매기형 절골술은 대략 5mm가량의 외측 전이(lateral displacement)를 만들 수 있지만 많은 교정을 시도할 경우 고정 실패의 가능성이 있다고 하였다. 수술방법에서 기술하였듯이 각(angular) 절골술인 Ludloff 절골술은 술기의 모든 과정에서 완전한 골절편의 조절이 가능하고 또한 골 회전을 통한 각 교정을 함으로써 전이를 통한 절골술 보다 큰 교정을 할 수 있을 것이라 생각한다. 각 절골술이 전이 절골술보다 각 교정에 있어 좀더 유리하지만 반면 각 교정이 클수록 제 1 중족골 단축의 양은 점점 더 커지는 단점이 있다. 또한 1군의 경우 절골술시 주로 전이 및 경사법을 사용하였는데 전이 및 경사법은 다른 방법에 비해 중족골의 길이 유지를 가능하게 할 수 있는 것으로 알려져 있고 이것이 1군이 2군에 비해 상대적으로 적은 중족골 단축을 보인 이유라 설명할 수 있다¹⁹.

일반적으로 근위부 절골술 후에는 절골 부위에서의 배굴로 인하여 역학적으로 제 1 중족골에서의 체중 부하가 감소하게 되어 전이성 중족골 통증과 같은 후유증을 발생시킬 수 있는데 이에 대한 주의가 필요하다고 하겠다. 3도 이상의 측면 굴절각을 보인 경우가 1군이 8예, 2군이 2예이었으며 굴절은 모두 배굴각을 형성하고 있었다. 수술자의 수술 수기의 문제이기는 하겠지만, 절골술 후 접촉면이 넓고 2개의 나사로 고정하는 Ludloff 절골술이 2개의 K-강선으로 고정하는 근위 역 갈매기형 절골술보다 골절부위에서 각 형성 없이 더 안정적으로 고정하는데 장점이 있을 것으로 사료된다²⁰.

저자들의 연구에서 1군과 2군 모두에서 골유합 후의 방사선학적 교정

소실률에 있어 무지 외반각과 제 1, 2 중족골간각 모두 의미 있는 차이를 보이지 않았고 두 군간의 의미 있는 차이도 보이지 않았다. 이는 절골술 후 K-강선 고정이나 나사 고정 어느 것이든 수술 중 고정만 잘 된다면 술 후 결과는 모두 좋을 것으로 사료된다.

무지외반증에서 각 교정을 목표로 절골술을 시행할 때 다른 변화들 즉, 제 1 중족골의 거상(elevation), 함몰(depression), 신연(elongation), 단축(shortening)과 회전(rotation)이 일어 날수 있다. 따라서 가장 이상적인 절골술은 내반각과 회내전을 교정하는 동안 그 외의 원치 않은 변화는 최소화하는 것이라고 할 수 있다.

무지외반증의 중요한 변형 중 하나는 무지의 회내전 변형이다. 수술 중 중족골두의 회외전은 종자골을 재배열 할 수 있고 수술 후 종자골 정복의 측정이 수술 성공의 중요한 방사선학적 지표이지만 절골의 고정중에 중족골두의 회전을 어떻게, 그리고 어느 범위까지 할 것 인지를 결정하는 연구는 거의 없는 실정이다. Eustace등¹⁵은 제 1 중족골 기저부의 하조면(inferior tuberosity)의 위치를 기초로 하여 제 1 중족골의 회내 정도를 측정하였고 제 1 중족골의 회내 정도와 제 1, 2 중족골간각사이에 의미 있는 통계학적 차이가 있음을 보여주었는데 9도 미만의 제 1, 2 중족골간각을 가진 환자에서는 9%의 환자만이 10도 이상의 회내전을 가지고 있지만 10도 이상의 제 1, 2 중족골간각을 가진 환자에서는 84%의 환자가 10도 이상의 회내전을 가지고 있다고 하였다.

Nyska등²¹은 Ludloff 절골술에 있어 절골술의 방향은 중족골두의 회전과 각 교정, 그리고 중족골의 길이 변화와 유의한 관계를 가지고 있다고 하였다(그림 3).

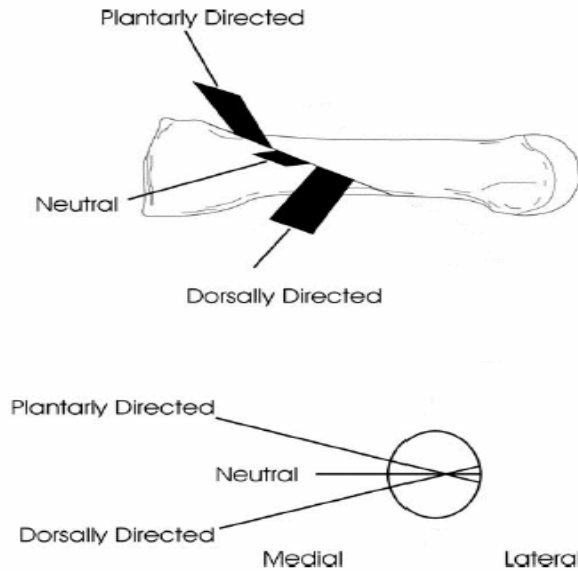


그림 3. Ludloff 절골술의 방향에 따른 그림.

Ludloff 절골술시 족저(plantarly directed) 절골술은 중족골두의 회외전을 시켜 결국 회내전 족지의 교정을 유발하고 족배(dorsally directed) 절골술은 중족골두의 거상과 회내전 그리고 단축을 유발하며 중립(neutral) 절골술은 최대 각교정을 하지만 단축의 양이 많아지는 원인이 된다. 족저 혹은 족배 절골술은 중립 절골술보다 적은 각교정을 보인다.

저자들의 연구에서 수술 전후 두 군 사이의 제 1 중족골두의 회전의 평균 변화는 의미 있는 차이를 보이지 않았다. Ludloff 절골술시 절골면이 발바닥면에 대하여 반드시 평행이라고 하기 어려우며 또한 특히 두 개의 나사못 중에서 원위부 나사못은 절골면에 직각으로 삽입하기 어려운 경우가 많으므로 반드시 배굴이나 족저굴곡 변형이 발생하지 않는다고 할 수 없다. 또한 절골면의 방향에 따라서 회내 또는 회외 변형도 발생할 수 있다. 수술시 이러한 문제점을 인식하고 절골술시 섬세한 주의를 요한다고 할 수 있다.

2군은 2예에서 추시 사진상 절골 부위에서 가골 형성을 동반한 지연 유합 소견을 보였는데 이는 다소 가파른 절골과 연관이 있는 것으로 생각되며 2예 모두에서 4mm이상의 단축과 거상 소견을 보였다. 또한 바나나 변형을 보인 경우가 2군에서 6예 이었는데 Ludloff 절골술의 경우 중축골 회전의 축이 좀더 근위부가 되어야 하는데 근위 나사못이 너무 원위부에 고정되어 바나나 모양을 보인 것으로 생각된다. 따라서 Ludloff 절골술시 절골의 방향뿐만 아니라 절골의 각도를 최대 사선으로 유지하는 것이 중요하며 또한 절골술후 회전의 축을 좀더 근위부에 위치 시키는 것도 매우 중요하다 할 것이다.

V. 결 론

술 후 6주 근위 역 갈매기형 절골술은 K-강선의 제거에 따른 불편감과 초기 고정력이 Ludloff 절골술보다 상대적으로 약해 통증 점수에 의미 있는 차이가 있었다. 중등도 변형의 무지외반증인 경우 각 교정과 중족골 길이 단축에 큰 차이가 없었지만 고도 변형의 무지외반증인 경우 각 교정에 있어 Ludloff 절골술이 보다 유리하였고 반면에 중족골 길이의 단축은 근위 역 갈매기형 절골술이 보다 적었고 각 교정이 클수록 중족골 단축이 많아짐을 알 수 있었다. 또한 Ludloff 절골술시 족배 방향의 절골은 피해야 하고, 절골의 각도는 좀더 사선으로 유지하며 회전축의 위치를 좀더 근위부로 위치시키는 것이 술 후 합병증 예방에 매우 중요할 것으로 생각된다.

VI. 참고문헌

1. Acevedo JI. Fixation of metatarsal osteotomies in the treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Clin* 2000;5:451-68.
2. Austin DW, Leventen EO. A new osteotomy for hallux valgus. *Clin Orthop* 1981;157:25-30.
3. Brunetti VA, Trepal MJ, Jules KT. Fixation of the Austin osteotomy with bioresorbable pins. *J Foot Surg* 1991;30:56-65.
4. Cooke RA, Karlin JM, Scurran BL, Silvani SH. Power staple fixation in hallux valgus surgery: a preliminary report. *J Foot Surg* 1989;28:527-31.
5. Coreless JR. A Modification of Mitchell procedure. *J Bone Joint Surg* 1976;58-B: 136-41.
6. Lewis RJ, Feffer HL. Modified chevron osteotomy of the first metatarsal bone. *Clin Orthop*, 1981;157: 105-9.
7. Mann RA, Rucidel S, Graves SC. Repair of hallux valgus with a distal soft tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long term follow-up. *J Bone Joint Surg*, 1992;74-A: 124-9.
8. Mitchell CL, Fleming JL, Allen R, Glenney C, Sanford GA. Osteotomy-Bunionectomy for hallux valgus. *J Bone Joint Surg*, 1958;40-A: 41-60.
9. Heuter C. *Klinik der Gelenkkra, heiter* 1 Ed. Keuozug, G.C.W. Vogel, 339, 1987.
10. Acevedo JI, Sammarco VJ, Boucher HR, Parks BG, Schon LC, Myerson MS. Mechanical comparison of cyclic loading in five different first metatarsal shaft osteotomies. *Foot Ankle Int* 2002;23:711-6.
11. Mann RA. Disorders of the first metatarsophalangeal joint. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3(1):34-43.

12. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 1994;15: 349-53.
13. Johnson JF. Persistent pain after excision of an interdigital neuroma. *J Bone Joint Surg* 1988;70-A:651-7.
14. Coughlin MJ, Freund E. The reliability of angular measurements in hallux valgus deformitis. *Foot ankle Int* 2001;22(5):369-79.
15. Eustace S, O'Byrne J, Stephens MM. Radiographic features that enable assessment of first metatarsal rotation: the role of pronation in hallux valgus. *Skeletal Radiol* 1993;22:153-6.
16. Takashi K, Ryuji N, Kazuhiro S. New radiographic analysis of sesamoid rotation in hallux valgus: comparison with conventional evaluation methods. *Foot Ankle Int* 2002;23:811-7.
17. Trnka HJ, Parks BG, Ivanic G, Chu IT, Easley ME, Schon LC, et al. Six first metatarsal shaft osteotomies: mechanical and immobilization comparisons. *Clin. Orthop* 2000;381:256-65.
18. Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, Myerson MS. Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models. *Foot Ankle Int* 2002;23:938-45.
19. Stamatis ED, Navid DO, Parks BG, Myerson MS. Strength of fixation of Ludloff metatarsal osteotomy utilizing three different types of Kirschner wires: a biomechanical study. *Foot Ankle Int*, 2003;24:805-11.
20. Shereff MJ, Sobel MA and Kummer FJ. The stability of fixation of first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle* 1991;11:208-11.
21. Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, Myerson MS. The Ludloff metatarsal osteotomy: guidelines for optimal correction based on a geometric analysis conducted on a sawbone model. *Foot Ankle Int* 2003;24:34-9.

Abstract

Comparative analysis of proximal metatarsal reverse chevron osteotomy and Ludloff osteotomy for the treatment of moderate to severe hallux valgus deformity

Doo Sup Kim

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Jin Woo Lee)

The following study was intended to investigate a clinical and radiographic comparative analysis of proximal metatarsal reverse chevron osteotomy(Group I) and Ludloff osteotomy(Group II) for moderate to severe hallux valgus deformity.

In this retrospective study, the total of 134 clinical cases in 106 patients who presented with moderate to severe hallux valgus deformity at orthopedic surgery in Yonsei Severance Hospital from October 2001 to October 2006 with

a minimum of one year post operative follow-up was evaluated, and the statistical comparative analysis of both clinical and radiographic evaluation between two study groups was conducted.

Statistically, there was a significant difference in the pain score at six week after operation between two study groups; 15.2 ± 5.8 (range of 0 to 30) for group I, and 28.8 ± 4.6 (range of 20 to 30) for group II. Proximal metatarsal reverse chevron osteotomy revealed discomfort due to removal of K-wire at postoperative 6 week and weaker initial fixation strength of proximal metatarsal reverse chevron osteotomy than that of Ludloff osteotomy. Ludloff osteotomy is more profitable in terms of severe hallux valgus deformity because the difference of 1st and 2nd intermetatarsal angle (IMA) before and after the operation showed 13.2 degree for group I and 18.6 degree for group II ($p < 0.05$). However, the shortening of 1st metatarsal lengths before and after the operation were separately 0.02 and 0.05, which means the shortening length of proximal metatarsal reverse chevron osteotomy was smaller than that of Ludloff osteotomy ($p < 0.05$). Radiological evaluation reveals a higher shortening level of 1st metatarsal bone with a larger differential of angle correction. Moreover, the direction of osteotomy, angle and position of the rotation axis are more significant in order to prevent complications in Ludloff osteotomy.

Key words: hallux valgus deformity, reverse chevron osteotomy, Ludloff osteotomy