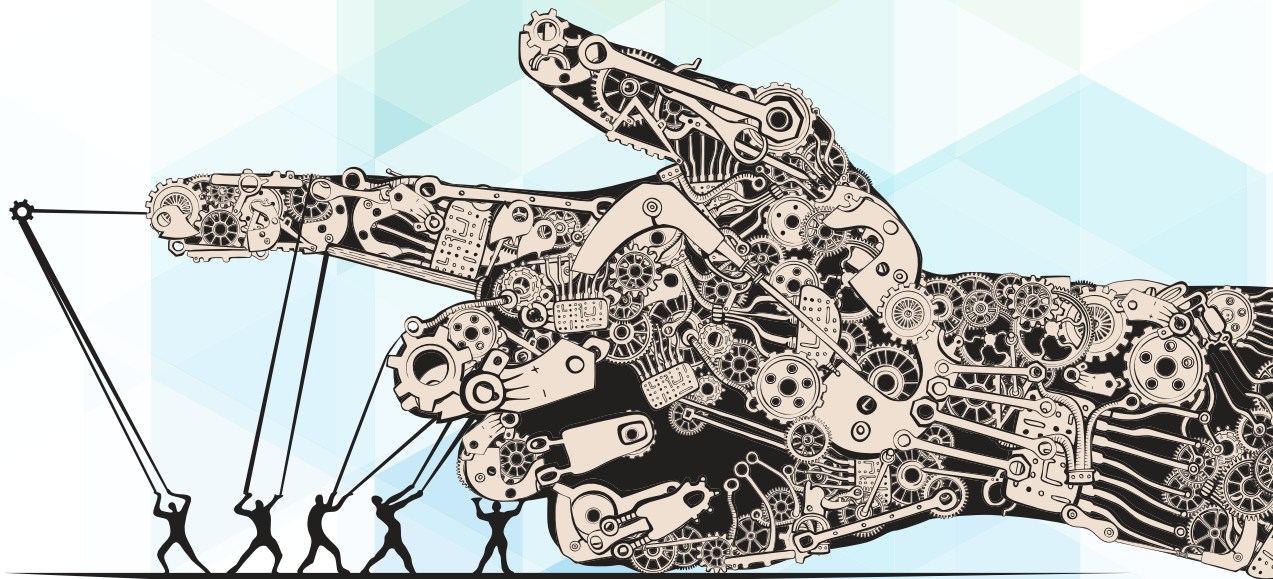


2020년 대한미세수술학회-대한수부외과학회 합동심포지엄

2020 Update in Hand and Microsurgery



일자: 2020년 8월 8일 (토)

장소: 쉐라톤 서울 팔래스 강남 지하1층 다이너스티홀



대한미세수술학회



대한수부외과학회

From Eye to Insight

Leica
MICROSYSTEMS



Multidisciplinary Microsurgery Microscope

SEE MORE, SIMPLY

PROvido with FusionOptics

CONNECT
WITH US!





부산센텀병원

관절센터



정형외과 전문의
박종호 이사장/명예원장



정형외과 전문의
손찬모 병원장



정형외과 전문의
임문섭 과장



정형외과 전문의
김진교 과장



정형외과 전문의
김동률 과장



정형외과 전문의
남지호 과장



정형외과 전문의
정주영 수부센터 진료부장

수부센터

척추센터



정형외과 전문의
이규열 척추센터장



정형외과 전문의
이상목 과장



마취통증의학 전문의
노주석 부원장



마취통증의학 전문의
조현오 과장



마취통증의학 전문의
궁석강 과장



정형외과 전문의
한일상 과장

마취통증의학과

재활의학과



재활의학 전문의
권도철 교육연구부장

내과



내과 전문의
박정호 과장

영상의학과



내과 전문의
홍기봉 과장



영상의학 전문의
장승국 과장



영상의학 전문의
이장희 과장

서부산센텀병원

수부센터



정형외과 수부센터 전문의
김용진 명예원장



정형외과 수부센터 전문의
서영성 병원장



정형외과 수부센터 전문의
양태영 과장



정형외과 전문의
최창석 의료원장



정형외과 전문의
공재연 과장



정형외과 전문의
정대원 과장



정형외과 전문의
정덕기 과장

관절센터

마취통증의학과



마취통증의학 전문의
최석환 부장



마취통증의학 전문의
지영태 과장



마취통증의학 전문의
최들넉 과장



영상의학 전문의
김경호 부장



내과 전문의
서정훈 부장



내과 전문의
김동수 과장



가정의학과 전문의
김근배 과장

영상의학과

내과

가정의학과

골절 및 외상치료 | 로봇인공관절·관절내시경 | 척추(허리·뒤통)디스크 | 수부미세수술 | 소화기(위·대장·내시경) | 통증·재활치료 | 비수술센터 | 종합건강검진센터



보건복지부
인증의료기관
2017.08-2021.08



보건복지부 지정
관절·수지접합 전문병원
2018.1.1-2020.12.31

진
료
시
간

월요일
화-금
토요일
일요일

오전 9시 ~ 오후 6시
오전 9시 ~ 오후 5시30분
오전 9시 ~ 오후 1시
휴진



365일 24시간 야간·공휴일 진료 및 수술

척추 | 관절 | 수지접합 | 미세현미경수술 | 인공관절수술
관절경수술 | 소아정형 | 운동·물리치료 | 내과·건강검진



031.273.8290 www.soo365.co.kr

경기도 수원시 팔달구 경수대로 613 (지동) 동수원사거리



정형외과 전문의 14명 / 수부외과 세부전문의 10명 / 각 관절별 전문 진료

WWW.W-hospital.co.kr

대구·경북 유일의
수지접합 / 정형관절 전문병원



보건복지부 지정
인증 의료기관

인정기간 : 2018.05.15 ~ 2022.05.14



보건복지부 지정
수지접합 전문병원

지정기간 : 2018.01.01 ~ 2020.12.31



보건복지부 지정
관절 전문병원

지정기간 : 2018.01.01 ~ 2020.12.31



대한수부외과학회
세부전문의 수련병원



메디시티대구
선도의료기관



2019년도 산재보험
의료기관 평가

손·손목 관절



수부외과 세부전문의
성형외과 전문의 | 의학박사

병원장 우상현



정형외과 전문의 | 의학박사
수부외과 세부전문의

원장 김영우



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

원장 천호준



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

부장 강등호



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

부장 남현재



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

과장 이영석



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

과장 유명재



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

과장 최진희



정형외과 전문의
수부외과 세부전문의

과장 김병진



정형외과 전문의

과장 오상호



정형외과 전문의

과장 최수현

어깨·팔꿈치



정형외과 전문의 | 의학박사
수부외과 세부전문의

의무원장 서재성



정형외과 전문의 | 의학박사

원장 박성혁



정형외과 전문의 | 의학박사

명예원장 인주철



정형외과 전문의 | 의학박사

원장 김성중



정형외과 전문의

부장 김상희



정형외과 전문의

과장 여도현

무릎·고관절

발·발목 관절



정형외과 전문의

과장 이상현



마취통증의학과 전문의

원장 이영희



마취통증의학과 전문의

부장 서보병



마취통증의학과 전문의

과장 이원기



마취통증의학과 전문의

과장 김민지



재활의학과 전문의

과장 임효원

척추 및 재활

재활의학과

일반외과



외과 전문의

의무원장 유용운

소아청소년과



소아청소년과 전문의

의무원장 전진곤

진단검사의학과



진단검사의학과 전문의

원장 이태수

응급실



응급의학과 전문의

실장 설동환

내과



내과 전문의

과장 김수미

영상의학과



영상의학과 전문의

과장 이지현



영상의학과 전문의

과장 이종훈

■ 진료시간 : 평일 오전 9:00 ~ 오후 6:00 / 토요일 오전 9:00 ~ 오후 1:00 /
공휴일 오전 9:00 ~ 오후 1:00

■ 진료내용 : 수부클리닉 / 정형외과 / 성형외과 / 내과 / 영상의학과 / 마취
통증의학과 / 진단검사의학과 / 소아외상·응급 야간진료실

■ 진료안내 : 손저림 및 신경마비 / 미세 접합술 / 손목·어깨·무릎 관절내시경 /
팔다리의 외상 / 골절 및 변형 / 손과 발의 선천성 기형 /
화상 / 스포츠 손상 / 미용 성형수술 / 소아급성 외상



24시간 정형수부 응급수술
053-550-5000



정성으로 다가가는 수병원

예수 그리스도의 사랑과 아름다운 소식을 전하는 병원
이웃의 아픔과 기쁨을 함께 나누는 가족같은 병원



수병원

SOO HOSPITAL

수병원은 **13명**의 전문의가 진료하고 수술하는
정형외과 병원입니다.



진료과목

정형외과 / 성형외과 / 일반외과 / 내과 / 가정의학과
마취통증의학과 / 영상의학센터 / 종합검진센터

수부(手)

수부미세수술센터
저림 증상 / 선천성 기형
수부외상센터
수부 절단 / 골절

족부(足)

족부족관절수술센터
무지외반증
하지골절
발목인대손상

관절(關節)

어깨 / 무릎 / 고관절
관절경 수술 및 진단
인공 관절 수술
퇴행성 관절염

영상의학센터

3.0T MRI 도입
128 slice CT
최신 장비도입



수병원 주소

전주시 완산구 서원로 63(효자동 2가 1240-11)



문의전화

063-251-7200

수부에서 시작하여 정형외과 세분화를 추구합니다.



보건복지부 지정 관절·수지접합 전문병원 제 3기 지정



수부센터



김진호 원장
정형외과·수부 세부 전문의



이충훈 원장
정형외과·수부 세부 전문의



김홍균 원장
정형외과·수부 세부 전문의



이정석 원장
정형외과·수부 세부 전문의



채영주 원장
정형외과 전문의



송승현 원장
정형외과 전문의

족부센터



문정석 원장
정형외과 전문의



최승희 원장
정형외과 전문의

척추센터



임수택 원장
정형외과 전문의



채유식 원장
신경외과 전문의



강상호 원장
정형외과 전문의



구기형 원장
정형외과 전문의



김덕규 원장
신경외과 전문의

+ 진료협진

예손병원 전문 의료진 23명의
진료 협진 시스템
정형외과·신경외과 17명,
(수부 6명, 족부 2명, 척추 5명, 관절 4명)
내과 1명, 재활의학과 1명, 영상의학과 1명,
마취통증의학과 3명의 전문 의료진으로 구성

+ 첨단의료장비

MRI 2대(3.0T, 1.5T), C-arm
Microscope, 플라즈마소독기, PACS
DITI, BMD 등 대학병원급 의료장비 구축
무균수술시스템(크린룸) 도입

관절센터



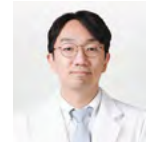
조영재 원장
정형외과 전문의



김준엽 원장
정형외과 전문의



남경표 원장
정형외과 전문의



유철환 원장
정형외과 전문의

내과



박재범 원장
내과 전문의

재활의학과



임석진 원장
재활의학과 전문의

영상의학과



왕희형 원장
영상의학과 전문의

마취통증의학과



김태훈 원장
마취통증의학과 전문의



심성민 과장
마취통증의학과 전문의



김국남 과장
마취통증의학과 전문의

" 국내 최대 규모의 정형외과 전문의가 진료합니다 "

환자를 위한 최상의 진료를 제공합니다
30명의 전문의 협진



상지관절센터



- 정형외과 전문의 7명

하지관절센터



- 정형외과 전문의 7명

척추센터



- 척추외과 전문의 4명
- 재활의학과 2명, 마취통증학과

성형재건센터



- 성형외과 전문의 3명

저자명단

강 종 우 고려의대 정형외과	강 홍 제 원광의대 정형외과	권 영 호 고신의대 정형외과
기 세 휘 인하의대 성형외과	김 덕 우 고려의대 성형외과	김 동 희 성균관의대 정형외과
김 병 성 순천향의대 정형외과	김 병 준 서울의대 성형외과	김 영 우 W병원 정형외과
김 재 광 울산의대 정형외과	김 종 필 단국의대 정형외과	김 주 학 한양의대 정형외과
김 지 예 연세원주의대 성형외과	김 형 배 강릉아산병원 성형외과	김 홍 일 고신의대 성형외과
노 시 균 전북의대 성형외과	노 시 영 광명성애병원 성형외과	류 인 혁 포항세명기독병원 정형외과
박 보 영 이화의대 성형외과	박 일 중 가톨릭의대 정형외과	박 지 강 충북의대 정형외과
박 진 성 경상의대 정형외과	백 종 훈 경희의대 정형외과	서 보 미 가톨릭의대 성형외과
서 유 준 가톨릭의대 정형외과	서 재 성 W병원 정형외과	서 현 석 울산의대 성형외과
송 승 용 연세의대 성형외과	심 형 섭 가톨릭의대 성형외과	안 희 창 한양의대 성형외과
어 수 락 동국의대 성형외과	우 경 제 이화의대 성형외과	이 경 진 광명성애병원 성형외과
이 기 준 MS재건병원 정형외과	이 동 철 광명성애병원 성형외과	이 영 근 전북의대 정형외과
이 영 호 서울의대 정형외과	이 재 성 증양의대 정형외과	이 재 훈 경희의대 정형외과
이 주 엽 가톨릭의대 정형외과	이 중 호 가톨릭의대 성형외과	이 현 일 인제의대 정형외과
정 성 호 고려의대 성형외과	천 호 준 W병원 정형외과	최 승 석 인하의대 성형외과
최 윤 락 연세의대 정형외과	한 수 홍 차의과학대 정형외과	한 현 호 울산의대 성형외과

〈성명가나다순〉

인사말



존경하는 대한미세수술학회 및 대한수부외과학회 회원여러분 !

코로나 19로 인하여 지난 5월 천안에서 개최 예정이었던 미세-수부 합동심포지엄을 8월 8일 토요일에 쉐라톤 서울 팔래스 강남 호텔에서 연기 개최할 예정입니다. 예상치 못한 상황으로 인해 학술 행사에 차질이 발생하여 여러 회원님들께 죄송한 마음입니다.

회원님의 건강과 안전이 최우선이기에 학술대회의 참석을 최소화하여 진행하게 되었습니다.

미세-수부 합동심포지엄은 수부외과와 미세수술 각 분야에서 지난 1년간 노력하고 준비한 많은 연구와 업적들을 함께 나눌 수 있는 화합의 장입니다 . 코로나 19가 안정적으로 관리되어 심포지엄 기간 동안 여러 회원님들이 최신 지식을 공유하고 친교를 나누는 기회가 되기를 바랍니다.

이번 학술대회 프로그램을 마련하신 이재훈 학술위원장님과 여러 학술위원님, 개최 준비를 위해 애써 주신 김종필 이사님과 이재성, 이경진 총무님 그리고 여러 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

2020년 8월 8일에 쉐라톤 서울 팔래스 강남 호텔에서 뵙기를 기대하며, 항상 회원님들의 건강을 기원합니다.

감사합니다.

대한미세수술학회
이사장 김진수

인사말



존경하는 대한미세수술학회와 대한수부외과학회 회원 여러분 안녕하십니까,

2020년 춘계 미세-수부 합동심포지엄을 2020년 8월 8일 (토)에 개최하게 되었습니다.

초유의 코로나 19 바이러스의 팬데믹으로 인해 어쩔 수 없이 일정도 미루어지고 회원님들의 소중한 지식과 정보의 공유 방법도 달라지게 되어 많은 불편 감이 있습니다.

그러나 열정이 있으면 많은 어려움에도 한층 내실 있는 학회가 될 것으로 생각합니다.

지면으로나마 어려운 조건 속에도 훌륭한 학술 프로그램 제작과 학회장 섭외 등에 수고하신 이사장님, 총무님, 학술 임원님들께 깊이 감사드립니다. 아직 상황이 편치 않은데 모든 회원님들 부디 건강하시고 이번 학회도 성황리에 잘 이루어지길 기원합니다.

대한미세수술학회

회장 한 경 진

인사말



친애하는 미세수술학회와 수부외과학회 회원, 그리고 미세수부외과 분야에 관심을 가지고 계시는 모든 의료인들께

안녕하십니까 대한수부외과학회 이사장 박민종입니다. 20여년간 이어져온 미세-수부 합동심포지움은 미세수술과 수부외과의 최신 지견과 학문적 쟁점을 발표하고 토론하는 학구적 모임인 동시에 이 분야를 전공하거나 관심이 높은 많은 의료인들이 모여 친목과 화합을 다지는 심포지움으로 자리 매김하였습니다. 올해도 알차게 프로그램을 구성하고 어느때보다 의욕적으로 준비를 하였습시다만 뜻하지 않은 코로나19 확산으로 5월에 예정된 심포지움을 개최하지 못한 점 너무나도 안타깝게 생각합니다. 아직 모든 것이 불확실한 상황이지만 어렵게 마련한 소중한 심포지움을 이대로 포기할 수 없다는 모든 분들의 열망에 힘입어 다시 개최를 하기로 하였기에 여러분들을 초청하는 바입니다. 비록 장소가 바뀌고 프로그램이 일부 변경되었으며 무엇보다도 개최를 끝까지 보장할 수 없다는 현실적인 어려움이 있는 것은 사실이지만 성공적인 개최를 위하여 마지막까지 노력을 아끼지 않을 것입니다.

아무쪼록 여러분의 성원과 기도에 힘입어 심포지움을 성공적으로 마칠 수 있기를 간절히 기원하면서 많은 관심과 참석을 부탁드립니다. 감사합니다.

대한수부외과학회
이사장 **박민종**

인사말



회원 여러분, 안녕하십니까?

경험해보지 못한 세계적 코로나19로 인하여 모든 학회모임과 학술행사가 중단되는 많은 어려움이 있었는데, 2020년 대한미세수술학회-대한수부외과학회 합동심포지움을 한차례 연기하면서 8월 8일 쉐라톤 서울 팔래스 강남 호텔에서 개최할 수 있어 다행입니다.

매년 개최되는 합동심포지움은 우리 학회의 취지와 목적이 잘 달성될 수 있게 노력해 왔으며, 무엇보다도 성형외과와 정형외과 같이 운영하는 학회로서 학술적으로도 상호 보완하면서 학술 뿐만 아니라 친목도모에도 어느 학회보다도 모범이었습니다.

힘들게 준비하고 있는 이번 합동심포지움도 다양한 연제의 강연, 심포지움 등 미세수술과 수부외과의 진료 영역을 상호 보완하면서 회원간의 친목도 다질 수 있는 자리가 되기를 바랍니다.

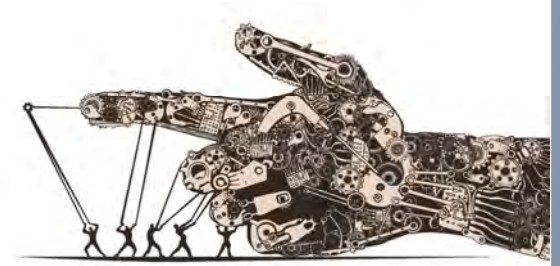
이 어려운 여건 속에서도 행사를 준비하시느라 고생 많으신 대한미세수술학회와 대한수부외과학회의 이사장님, 회장님, 학술이사님, 총무이사님, 모든 임원님께 감사드리며, 회원님들의 많은 성원과 참여를 부탁드립니다.

대한수부외과학회

회장 황 소 민

2020년 대한미세수술학회-대한수부외과학회
합동심포지엄

2020 Update in Hand and Microsurgery



일자: 2020년 8월 8일 (토)

장소: 쉼라톤 서울 팔래스 강남 호텔 지하1층 다이너스티 홀

▤ A room

09:00-10:00	Flexor tendon injury (수부세부전문의 강좌)	김우경 (고려의대 성형외과) 오진록 (연세원주의대 정형외과)
09:00-09:15	1) 제 1구역	이동철 (광명성애병원 성형외과) 2
09:15-09:30	2) 제 2구역	이기준 (MS재건병원 정형외과) ... 11
09:30-09:45	3) 기타 구역	심형섭 (가톨릭의대 성형외과) ... 20
09:45-10:00	4) 굴곡건 재건	정성호 (고려의대 성형외과) ... 23
10:00-11:00	Extensor tendon injury	정양국 (가톨릭의대 정형외과) 손대구 (계명대의대 성형외과)
10:00-10:15	1) 건성 추지 및 백조목 변형	노시균 (전북의대 성형외과) ... 29
10:15-10:30	2) Central tendon 손상 및 단추구멍 변형	한수홍 (차의과학대 정형외과) ... 37
10:30-10:45	3) 신전건 아탈구	이재훈 (경희의대 정형외과) ... 42
10:45-11:00	4) 신전건 폐쇄성 파열	김홍일 (고신의대 성형외과) ... 48
11:00-11:10	Coffee Break	
11:10-12:10	Nerve entrapment- 대한말초신경수술학회	류인혁 (포항세명기독병원 정형외과) 권성택 (서울의대 성형외과)
11:10-11:25	1) Cubital tunnel syndrome	권영호 (고신의대 정형외과) ... 53
11:25-11:40	2) Ulnar tunnel syndrome	백종훈 (경희의대 정형외과) ... 60
11:40-11:55	3) Anterior interosseous nerve syndrome	박일중 (가톨릭의대 정형외과) ... 64
11:55-12:10	4) Carpal tunnel syndrome	최승석 (인하의대 성형외과) ... 69

12:10-13:10	Special lecture	박민중 (성균관의대 정형외과) 김진수 (광명성애병원 성형외과)
12:10-12:40	1) AIN, PIN palsy	서재성 (W병원 정형외과) ... 79
12:40-13:10	2) Navigation in the microsurgical ocean	안희창 (한양의대 성형외과) ... 80
13:10-14:00	Luncheon Seminar & Lunch	
14:00-15:00	Hand fracture & ligament injury	송석환 (가톨릭의대 정형외과) 박종웅 (고려의대 정형외과)
14:00-14:15	1) Phalanx	박지강 (충북의대 정형외과) ... 82
14:15-14:30	2) MPJ lig injury	박진성 (경상의대 정형외과) ... 88
14:30-14:45	3) Metacarpal fracture	이현일 (인제의대 정형외과) ... 95
14:45-15:00	4) Carpal bone	강종우 (고려의대 정형외과) · 104
15:00-16:00	Carpal instability	이광현 (한양의대 정형외과) 신현대 (충남의대 정형외과)
15:00-15:15	1) SL instability	김재광 (울산의대 정형외과) · 118
15:15-15:30	2) Perilunar instability	김종필 (단국의대 정형외과) · 123
15:30-15:45	3) Midcarpal instability	강홍제 (원광의대 정형외과) · 134
15:45-16:00	4) SLAC	최윤락 (연세의대 정형외과) · 145
16:00-16:10	<i>Coffee Break</i>	
16:10-17:10	Elbow fracture	정덕환 (경희의대 정형외과) 한수홍 (차의과학대 정형외과)
16:10-16:22	1) Terrible triad	이주엽 (가톨릭의대 정형외과) · 152
16:22-16:34	2) Coronoid fracture	이재성 (중앙의대 정형외과) · 157
16:34-16:46	3) Radial head fracture	김주학 (한양의대 정형외과) · 162
16:46-16:58	4) Trans-olecranon Fx Dx	김병성 (순천향의대 정형외과) · 170
16:58-17:10	5) Posterolateral and posteromedial instability	류인혁 (포항세명기독병원 정형외과) · 177

B room

09:00-10:00	Hand contracture (수부세부전문의 강좌)	김광석 (전남의대 성형외과) 강호정 (연세의대 정형외과)
09:00-09:15	1) Dupuytren's contracture	어수락 (동국의대 성형외과) · 189
09:15-09:30	2) Volkman's contracture	김영우 (W병원 정형외과) · 201
09:30-09:45	3) IP and MPJ contracture	기세휘 (인하의대 성형외과) · 213
09:45-10:00	4) PIP joint contracture release with free flap	노시영 (광명성애병원 성형외과) · 214
10:00-11:00	Lower extremity의 재건	한경진 (아주의대 정형외과) 신동혁 (건국의대 성형외과)
10:00-10:20	1) Open fracture에서의 연부조직 재건	서유준 (가톨릭의대 정형외과) · 220
10:20-10:40	2) Skin cancer의 재건	박보영 (이화의대 성형외과) · 229
10:40-11:00	3) Bone reconstruction	이영호 (서울의대 정형외과) · 230
11:00-11:10	Coffee Break	
11:10-12:10	Breast reconstruction: Refinement of DIEP flap	윤을식 (고려의대 성형외과) 장 학 (서울의대 성형외과)
11:10-11:25	1) perfusion zone of DIEP flap	우경제 (이화의대 성형외과) · 262
11:25-11:40	2) How to efficiently get the best perfusion	한현호 (울산의대 성형외과) · 268
11:40-11:55	3) Robotic harvest of DIEP flap	송승용 (연세의대 성형외과) · 272
11:55-12:10	4) Venous superdrainage in DIEP flap	이중호 (가톨릭의대 성형외과) · 274
12:10-13:10	Special lecture (Room A)	
13:10-13:30	Luncheon Seminar & Lunch (Room A)	
13:30-14:00	Lunch	
14:00-15:00	Lymphedema: 림프부종 수술을 위한 영상검사 및 해석	박명철 (한림의대 성형외과) 황종익 (두손병원 성형외과)
14:00-14:20	1) ICG lymphography	김덕우 (고려의대 성형외과) · 278
14:20-14:40	2) How to find good veins and lymphatics with USG	김형배 (강릉아산병원 성형외과) · 280
14:40-15:00	3) Image interpret for lymphangiography	서현석 (울산의대 성형외과) · 285

15:00-16:00	Replantation	이준모 (전북의대 정형외과) 정성균 (을지의대 성형외과)
15:00-15:20	1) Finger tip	이경진 (광명성애병원 성형외과) · 290
15:20-15:40	2) Digit	천호준 (W병원 정형외과) · 294
15:40-16:00	3) Forearm	김동희 (성균관대의대 정형외과) · 300
16:00-16:10	Coffee Break	
16:10-17:10	Coverage of the upper extremity	황소민 (K성형병원 성형외과) 우상현 (W병원 성형외과)
16:10-16:25	1) Skin grafting	서보미 (가톨릭의대 성형외과) · 311
16:25-16:40	2) Local flap	이영근 (전북의대 정형외과) · 314
16:40-16:55	3) Regional flap	김지예 (연세원주의대 성형외과) · 323
16:55-17:10	4) Distant flap	김병준 (서울의대 성형외과) · 326

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Flexor tendon injury (수부세부전문의 강좌)

김우경 (고려의대 성형외과)

오진록 (연세원주의대 정형외과)

1) 제 1구역

이동철 (광명성애병원 성형외과)

2) 제 2구역

이기준 (MS재건병원 정형외과)

3) 기타 구역

심형섭 (가톨릭의대 성형외과)

4) 굴곡건 재건

정성호 (고려의대 성형외과)

Zone 1 Flexor Injuries

이 동 철

광명성애병원 성형외과

목표: Zone 1에서의 굴곡건의 파열에 대해 이해하고 봉합 방법을 알고자 한다.

III 서론

Flexor tendon의 봉합은 2세기 Gallen이 손목에서의 힘줄 봉합 이후에 환자가 발작을 일으켰다는 기술을 한 후 이의 봉합은 발작을 유발할 것이라는 후세 의사들의 해석이 직접 봉합을 기피하게 하였다. 당시의 다른 기록에서 Gallen이 무릎의 힘줄을 봉합했다는 기록이 있었고 그의 해부학적 기술에 대한 오해가 잘못된 믿음을 낳게 되었던 것으로 해석된다. 이후 아랍의 Avicenna 등이 힘줄의 봉합에 대한 기록을 남기고 있다. Galen의 주장은 17세기 후반에서나 유럽에서 반증하는 주장이 시작되었다. 이후 18세기 말에서야 Hunter가 최초로 봉합을 시도하였다.[1]

20세기 초에는 Bunnel이 1차 대전 전쟁터에서 항생제가 없이 와이어를 이용하여 힘줄을 봉합하면서 봉합 이후 발생하는 복합적 후유증을 확인하고 no man's land라 zone 2에서 힘줄 봉합을 기피하는 의견을 기술하였다. 이로써 flexor tendon은 immediate repair보다는 힘줄 이식을 통한 이차적 재건이 올바른 치료법으로 주장되었다.

1950년대 후반에 이르러 Kleinert는 직접 일차 힘줄 봉합에 대한 경험을 하게 되고 이를 확장 연구하여 60년대 후반 전미 수부외과 학회에서 발표하였다. 이후 수부학회에서 이를 확인하여 일반적 의견으로서 확립되었다. 이후 연관 연구가 이어지면서 flexor tendon의 일차 봉합이 일반화되어지고 그 이전까지 현미경하의 힘줄 구조상 발견하지 못하여 힘줄이 외부에서 치유세포가 유입되는 것으로 이해하였던 것에서 다시 힘줄의 내적 세포치유과정이 알려지게 되었다.[1]

굴곡 힘줄의 봉합은 손상 위치에 따라서 수술적 접근 과정과 임상 양상이 달라진다. 이에 따라 구역별로 나누게 되었다.[2]

Zone 1 부위에서의 수술 술기와 해부 및 이후의 재활 과정에 대해 기술하고자 한다.

III 해부

먼저 zone 1 부위는 중지골의 A4 pulley에서부터 원위지골의 FDP insertion 부위까지를 말한다. 이곳보다 근위지점에서 FDS tendon은 FDP와 같이 주행하다가 분리되면서 중지골 기저부에 부착하고 FDP만이 A4 pulley를 통과하여 distal phalanx base로 이행하여 insertion한다.[3,4]

중지골에서는 A4 pulley가 FDP를 단단히 중지골에 부착하여 주행하도록 하고 있다. A4 pulley가 끝나는 지점에서 연결되어 C3 cruciate pulley가 형성되고 마지막으로 원위지관절부에서 A5 pulley가 형성된다. FDP는 Distal phalanx base에서 volar side surface에 부착을 하는데 반원형 방사형을 이루면서 골막에 단단하게 부착한다.[3]

FDP는 원위지골에서 약 길이는 6.2 폭은 7.9mm의 면적에 부착을 한다. 원위지골의 근위부에 삼각형의 영역에 부착을 하고 관절면에서부터는 약 1.2 mm 원위부에서부터 힘줄의 부착이 시작된다. 부착면은 distal phalanx base에서 phalanx middle portion에 이르는 면의 약 20%의 면적을 포함하고 있다.[3]

Chepla의 연구는 사체 연구로서 FDP tendon 표면면에 염료를 칠한 후 tendon을 제거한 후 염료의 색착이 되지 않은 부위를 연구한 것으로서 힘줄이 가장 단단하게 부착한 영역을 보여준다.[3]

volar plate는 middle phalanx head에서 distal phalanx base로 이행하는 단단한 섬유성 판구조를 가지며 이는 관절의 운동을 방해하지 않도록 middle phalanx 부착부에서는 유연한 섬유성 조직으로 되어 있어 관절이 구부러질 때 접힐 수 있도록 되어 있다.

Moiemen 등은 Zone 1 flexor tendon 손상을 위치에 따라서 세부분으로 나누어서 설명하였다.[4]

먼저 손상되는 위치가 A5 pulley보다 원위부에서 손상되는 경우를 Zone 1a라 하고 이로부터 A4 pulley distal end까지의 손상을 Zone 1b라 하였으며 A4 pulley 하에서 손상되는 경우를 Zone 1c라 하였다. 이는 수술 시 고려하여야 할 봉합 방법에 차이가 발생하고 그것을 고려하여 구조물의 위치에 따라 분류를 한 것이다.[4][그림 1]

III 손상형태에 따른 분류

날카로운 칼날이나 유리 등 날카로운 물체에 의한 열창이 발생하고 이에 의해 FDP tendon division이 발생하는 경우와 강한 힘에 의해 손가락이 구부러져 있는 상태에서 저항력이 가해지면서 힘줄이 원위지골에서 파열되는 두가지 형태로서 볼 수 있다. 열창이 동반되는 경우는 혈관과 신경의 동반되는 경우가 흔하다.

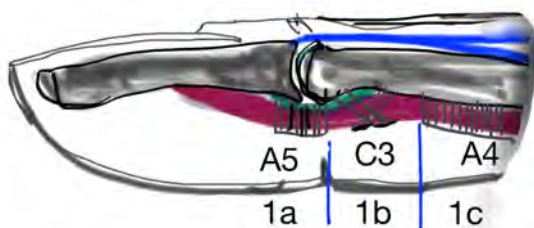


그림 1.

이학적 점검에서는 힘을 뺀 정상적인 손가락의 구부림의 자세에 의한 cascade 여타 손가락과의 조화로운 아치가 망가져 있으면서 직접적인 창상으로서 또는 해당 부위의 통증이 동반된 굴곡 운동기능을 하지 못하는 손가락으로서 확인할 수 있다.[5]

폐쇄성 손상은 과격하게 상대방의 옷을 잡아 당기는 등의 행위가 동반되는 럭비나 미식축구 등에서 자주 관찰이 되는 손상으로서 강한 힘에 의해 손가락 끝마디에 가해지는 저항력이 FDP tendon의 Insertion 부위에 집중되면서 파열되는 경우이다.[6,7] 흔히 Jersey finger라 하며 힘줄이 부착하는 부위에서 떨어지면서 골절이 동반되는 경우와 동반되지 않은 경우로 나눌 수 있다.[6-8]

골절된 경우에서도 골절편의 작거나 포함되지 않는 경우는 그 손상 당시의 전완부 근육의 견인력에 의해 따라 상당히 근위부로 힘줄이 끌려 올라가서 lumbicalis muscle이 부착된 부위까지 끌려가는 양상을 보인다. 이런 경우는 강한 힘에 의한 장력 소실로 원위지골 및 중지골의 vincular까지도 파열되어 힘줄이 끌려들어가는 것이다.[9]

이학적 점검에서는 능동적인 원위지 관절의 굴곡 움직임을 관찰할 수 없는 상태로 통증을 동반하고 있고 부종과 함께 근위지 관절의 운동도 약해지며 단순방사선 소견으로는 골절되어 이끌려 근위부로 이동한 골절편이 발견될 수 있으며 손바닥이나 손가락에서 파열된 힘줄의 끝부분을 만져서 찾아낼 수도 있다. 초음파나 CT 또는 MRI 등이 파열 힘줄의 위치를 가리는데 도움이 된다.[7,9-12]

이러한 힘줄의 파열은 Leddy 등이 세가지 형태의 손상으로 분류를 하였다. 손상이 발생하는 손가락은 흔히 ring finger에서 많이 발생하는데 이는 상대적으로 ring finger에서 FDP가 약하게 부착된 것에 기인한다. [9,11]

Type 1의 경우는 힘줄만 파열되어 떨어지거나 또는 아주 작은 크기의 bone fragment 를 물고서 파열되어 떨어지는 경우이며 이 경우는 pulley 내에서 저항없이 끌려 들어갈 수 있으므로 상당히 근위부까지 끌려 들어가게 된다. 이런 경우 힘줄이 상당히 근위부로 끌려 들어가므로 장시간 방치 하는 경우는 결국 전완부 근육의 퇴화와 tendon의 contracture가 진행되어 이용할 수 없게 된다. 그러므로 신속히 파열된 힘줄의 봉합을 하여야 한다.

Leddy 등은 10일 이내 봉합을 권하고 있다.[9-12]

Type 2의 경우가 가장 흔하며 이 경우는 골편이 끌려 들어가서 PIPJ 주변에서 골편이 A3 pulley에 걸려서 더 이상 끌려 들어가지 않는 형태로서 이 경우 vinculum longa는 유지가 되는 상태이다. 골절편의 크기가 pulley를 통과하지 못할 정도로 큰 경우이어서 골편이 pulley에 걸려서 고정이 되면서 근육의 기능이나 성질이 보존되어 상당한 시간이 지난 후에도 봉합이 가능하지만 원위지골의 관절의 상태를 평가 하여야 한다. 경우에 따라서 수개월 이후에도 봉합이 가능하다.

Type 3의 경우 비교적 큰 크기의 골편이 파열되는 경우로서 이는 원위지골에서 부종과 동통 국소 통증이 동반되고 골편이 원위지관절 주변에서 쉬이 관찰이 되고 단순 방사선 소견으로 확인된다. 이 경우는 원위지골 골절의 정복과 관절면의 congruency를 회복하는 것이 중요하다.[12-14]

골편이 커서 힘줄의 근위부로의 이동이 제한적이어서 꽤 오랜 시간 이후에도 힘줄의 기능이 보전되고 구축이 일어나지 않아서 수개월 이후에도 힘줄의 고정이 가능하다. 그러나 이 경우는 골절의 정복이 정확하게 이루어지는 것이 중요하다.

Type 4의 경우는 골절이 동반되면서 골편은 원위지골에 남아 있는 상태로 힘줄이 다시 골편과 유리되어 근위부로 이끌려 들어간 상태로서 이는 골절과 힘줄의 재 부착을 하여야 하므로 까다로운 수술이 되며 type 1과 마찬가지로 힘

줄이 상당히 근위부로 이끌려가게 된다. 골편이 관찰되어 수술을 늦추는 경우가 없도록 하여야 하고 구축이 진행되기 전 10일 이내 수술을 하여야 한다.[8,15]

Type 5로 분류하는 경우가 있는데 이는 원위지골의 transverse fracture 또는 distal phalanx base fracture가 동반되어 원위지골의 골절이 여러 방향으로 이루어진 상태이어서 골절의 정확한 정복과 고정이 필요하다. 이 경우는 이끌려 들어간 tendon의 복원과 골절의 정복이 중요하다.[15,16]

III 수술방법

골절이 발생한 type 3 4 5의 경우에서 골절편의 크기가 골절을 고정하는 방법으로서 K-강선이나 wire, screw 등으로 적절하게 고정을 하는 것이 중요하다. 그러나 이러한 골절의 정복 방법은 골절 부위의 형태에 따라 다양한 고정방법이 가능하다. 원위지골은 크기가 작고 fracture segment를 통과하는 drilling instrument의 힘에 의해 골편이 파괴가 되면 이후 골절의 고정이나 정복이 어려워지므로 이를 주의하면서 고정을 하여야 한다.[17]

Interosseous wire나 4-0 또는 3-0 PDS 또는 힘줄 봉합을 하는 봉합사를 이용하여 고정하는 것이 K-강선 또는 screw보다 도움이 될 수 있다. 특히 type 5에서는 골절편이 여러 갈래로 흩어지는 경향 때문에 큰 골절편과 관절부의 고정을 먼저 하고 나머지 작은 fragment 를 wire나 봉합사를 이용하여 고정하는 것이 좋다.[16]

힘줄의 봉합은 골편의 안정적이고 확실한 고정이 이루어진 이후에 봉합을 할 수가 있다.

Type 5 형태의 골절이 동반한 힘줄의 파열은 마땅히 고정을 할 수 있는 곳이 없거나 골편이 부스러져 있게 되면 large bone fragment를 고정하고 있는 K-강선에 기대어서 고정할 수 있다.

골절이 동반되는 파열 손상이 아닌 sharp division에 의한 zone 1에서의 힘줄 손상의 경우 힘줄 봉합에서 어려운 점은 끊어진 위치에 따라 특히 Moiemmen이 주장하는 zone 1a 부근에서는 근위부와 달리 원위부에서 힘줄을 봉합하는 것이 어렵다는 것이다.[4]

Zone 1 b 또는 1 c등의 경우에는 통상적인 힘줄 봉합법으로 봉합이 가능하다.

이때 힘줄의 노출을 위해 A4 pulley에 대한 개방술에 대하여 Tang 등은 A 4 pulley를 longitudinal하게 전장을 걸쳐 절개를 하는 것이 봉합에 용이하고 향후 손가락의 회복 후 운동 능력에 차이가 적다고 주장하고 있다. 그러나 이는 실제 원위지관절의 완전 굴곡이 제한이 되거나 악력이 감소가 발생할 수 있다.[18]

2014년 IFSSH meeting에서의 논의에 따르면 A4 pulley의 개방이 실제 최종적인 수지 기능에 방해가 되지 않는 것으로 판단을 하고 있으며 보통 2/3 정도까지 개방하는 것은 무리가 없다고 본다. 그러나 완전하게 A4를 개방하는 것은 수술자에 따라 또는 환자의 직업적 요구도에 따라 다를 수 있다고 판단된다. 이때 주변부의 A3 또는 A5의 경우는 유지 하는 것을 전제로 하고 있다.

Modified Kessler 방식처럼 grasping을 하는 봉합 방식으로는 distal phalanx에 insertion하는 부근에서 적절한 인장강도를 가지기가 어렵다.[4]

근위부의 봉합은 일반적인 flexor tendon의 봉합법과 동일하게 시행할 수 있으나 끝부분에서 Tang 등이 주장하는 바와 같이 봉합사가 붙잡는 부위의 tendon purchase가 1 cm을 확보하기가 어렵다는 것이다.[19-22]

Zone 1 a의 경우에는 distal tendon part가 너무 짧고 힘줄이 얇아지면서 넓게 퍼지는 형태로 변하여 봉합에서

인장 저항력을 충분히 가질 만한 봉합이 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 특히 grasping방식으로는 길이를 확보하여도 이것이 힘줄의 인장력을 견디기 어렵고 좁은 수술 시야에서 적절한 봉합을 하지 못하는 경우가 많다. 이 부근에서의 봉합은 전통적으로는 Bunnell의 pull-out suture technique을 이용하여 nail plate 쪽으로 끌어낸 봉합사를 고정하는 방식과 90년대 말에 개발된 anchor suture로 봉합하는 것이 일반적이다.[23,24]

이를 통하여 distal part의 tendon을 봉합하여 tensile strength를 견디게 하기 위함 이다.

Pull-out 방법은 봉합사를 distal phalanx를 통과하여 손톱위에서 단추로 고정을 하는 방법으로 손톱으로 이끌어낸 봉합사의 매듭을 적절하게 묶는 것이 중요하며, 수술 후 button 주변과 wound를 관리하는 것이 중요하다.[23-26] 너무 강하게 묶는 경우 원위지골골의 신전이 어려워 결국 굴곡 구축이 발생하는 경우가 있고 너무 느슨하게 하는 경우 힘줄이 늘어져서 치유가 되지 않는 경우가 발생할 수 있다. 이 방법은 상당히 많은 합병증을 동반하며 보고에 따라서는 약 60% 이상의 경우에 통증, 감염, 손톱의 변형, 탈락의 병발증이 발생하며 환자의 재활 기간 동안의 감염이나 버튼이 부러지거나 봉합사가 끊어지는 경우 등으로 힘줄의 봉합에 실패하는 경우가 비교적 높은 비율로 발생한다. 초기에는 단단하게 봉합되었어도 재활기간동안 봉합사의 이완으로 힘줄 사이가 벌어지는 경우 봉합이 실패하는 경우도 발생할 수 있다.[24,25]

Anchor를 이용하여 tendon을 고정하는 방법은 anchor를 원위지골에 삽입하여 고정하고 anchor의 고리에 연결된 봉합사를 이용하여 끊어진 힘줄을 통상적인 방법으로 고정한다. Anchor 삽입시 향하는 방향은 순방향 또는 역방향으로 삽입할 수 있다. 순방향으로 삽입하는 것보다 역방향으로 삽입하는 것이 보다 더 원위부로 힘줄을 전진시키므로 권장된다. 이때 anchor가 원위지골의 dorsal cortex를 뚫어서 nail bed를 손상하지 않도록 주의하여야 한다.[23,27,28] [그림 2].

저자의 경우 원위부의 힘줄의 길이에 따라 변형된 Tsuge loop suture 방식으로서 4-0 PDS를 이용하여 끊어진 힘줄의 원위부에서 절단면을 통해 needle을 삽입하여 최대한 원위지골에 접촉하여 삽입하여 동측에서 힘줄을 벗어난 곳으로 다시 needle을 삽입하여 한개의 loop을 만든다. 이를 지골의 반대편쪽으로 횡단하여 이전에 만들어진 loop을 통과하도록 한다. Loop을 걸고서 needle을 힘줄 절단면으로 이끌어 내어서 만들어진 loop이 원위부 힘줄을 locking 하도록 하여 core suture를 만들고 근위부와 연결하여 봉합한다. Core suture를 연장하여 epi-tendinous suture를 시행하고 이를 통해서 추가적인 인장 강도를 더한다. 이때 volar plate나 pulley를 같이 봉합하지 않도록 주의한다. [그림 3-9]

저자의 경험으로 약 12건의 zone 1 a and 1b에서의 봉합 후 추적관찰에서 파열된 경험은 없으며 동반 손상으로 발

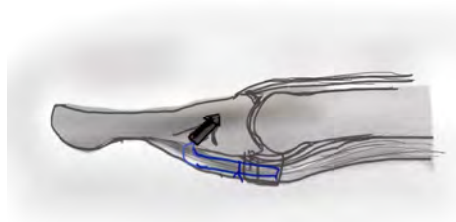


그림 2.

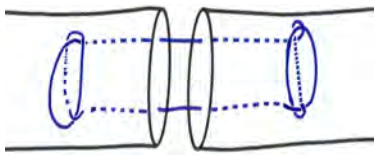


그림 3.

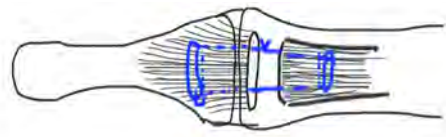


그림 4.



그림 5.

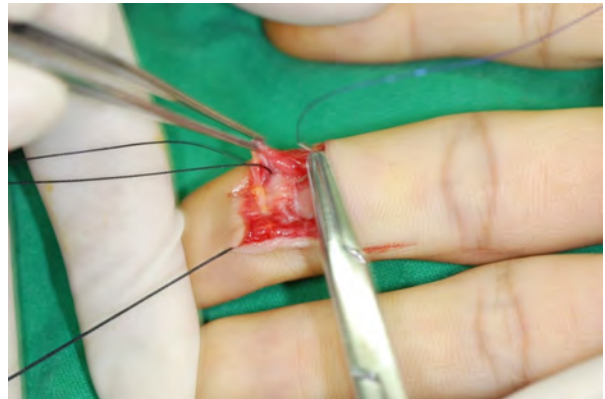


그림 6.

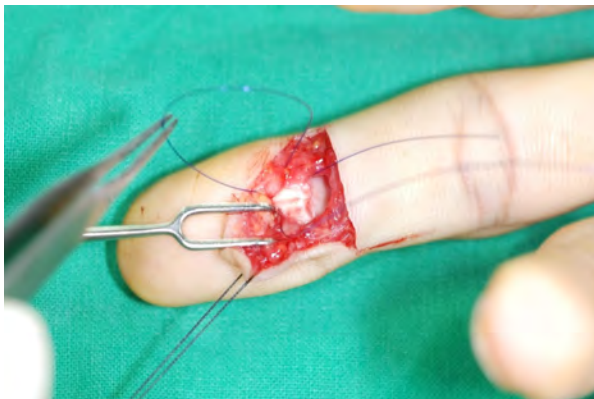


그림 7.



그림 8.



그림 9.



그림 10.



그림 11.



그림 12.

생한 digital nerve의 손상과 연관된 통증이 남은 경우 외에는 주시의 운동기능의 제한도 발견하지 못하였다. 제한적인 환자의 숫자와 적은 숫자의 경험이어서 한계가 있지만 봉합시 원위관절부에서는 FDP의 재활 동안의 인장 스트레스를 충분히 견디는 것으로 판단되었다. 그러나 향후 추가적인 연구와 보다 많은 숫자의 증례 분석이 필요하리라 판단된다.

III 수술후 재활

수술후의 재활은 일반적인 굴곡 힘줄의 봉합에 준하여 치료한다.

저자의 경우 수술 후 1일째부터 능동적인 수지 운동을 독려하고 dorsal protective splint에 의한 보호를 4주까지 유지하도록 한다. 이후 일상생활은 유지하도록 하고 부하가 가해지는 작업은 3개월에서부터 가벼운 것에서 시작하고 제한없는 부하의 적응은 6개월까지 지양하도록 한다.

III 참고문헌

1. Manske, P.R., History of Flexor Tendon Repair. *Hand Clinics*, 2005. 21(2): p. 123-127.
2. Strickland, J., Flexor Tendon Injuries: I. Foundations of Treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 1995. 3(1): p. 44-54.
3. MD, K.J.C., R.J.G. MD, and J.R.F. MD, Anatomy of the Flexor Digitorum Profundus Insertion. *YJHSU*, 2015. 40(2): p. 240-244.
4. Moiemmen, N.S. and D. Elliot, Primary flexor tendon repair in zone 1. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*, 2000. 25(1): p. 78-84.
5. Murphy, B.A. and D.P. Mass, Zone I Flexor Tendon Injuries. *Hand Clinics*, 2005. 21(2): p. 167-171.
6. CARROLL, R.E. and R.M. MATCH, AVULSION OF THE FLEXOR PROFUNDUS TENDON INSERTION. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 1970. 10(12): p. 1109-1118.
7. Gunter, G.S., TRAUMATIC AVULSION OF THE INSERTION OF FLEXOR DIGITORUM PROFUNDUS. *ANZ Journal of Surgery*, 1960. 30(1): p. 1-8.
8. JR, M.B. and B.J. Page, Flexor digitorum profundus avulsions with associated distal phalanx fractures: a report of four cases and review of the literature. *The American journal of sports ...*, 1987. 15(4): p. 366-370.
9. Leddy, J.P., Avulsions of the flexor digitorum profundus. *Hand Clinics*, 1985.
10. Leddy, J.P. and J.W. Packer, Avulsion of the profundus tendon insertion in athletes. *The Journal of Hand Surgery*, 1977. 2(1): p. 66-69.
11. Manske, P.R. and P.A. Lesker, Avulsion of the ring finger flexor digitorum profundus tendon: an experimental study. *The Hand*, 1978. os-10(1): p. 52-55.
12. MD, D.K.B.J. and J.A.G. PhD, Avulsion of the flexor digitorum profundus: Anatomic and biomechanical considerations. *YJHSU*, 1988. 13(2): p. 222-227.
13. Shabat, S., et al., Avulsion fracture of the flexor digitorum profundus tendon ('Jersey finger') type III. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2002. 122(3): p. 182-183.
14. Takami, H., et al., Flexor digitorum profundus avulsion with associated fracture of the distal phalanx. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 1997. 116(8): p. 504-506.
15. Netscher, D.T. and J.J. Badal, Closed flexor tendon ruptures. *YJHSU*, 2014. 39(11): p. 2315-2323.
16. Al-Qattan, M.M., Type 5 avulsion of the insertion of the flexor digitorum profundus tendon. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*, 2001. 26(5): p. 427-431.
17. KANG, N., A. Pratt, and N. Burr, Miniplate fixation for avulsion injuries of the flexor digitorum profundus insertion. *Journal of Hand Surgery*, 2003.
18. Tang, J.B., et al., IFSSH Flexor Tendon Committee report 2014: from the IFSSH Flexor Tendon

- Committee (Chairman: Jin Bo Tang). J Hand Surg Eur Vol, 2014. 39(1): p. 107-15.
19. Pennington, D.G., The locking loop tendon suture. Plastic and reconstructive surgery, 1979. 63(5): p. 648-652.
 20. Robertson, G.A. and M.M. Al-Qattan, A biomechanical analysis of a new interlock suture technique for flexor tendon repair. The Journal of Hand Surgery: Journal of the British Society for Surgery of the Hand, 1992. 17(1): p. 92-93.
 21. Wada, A., et al., The mechanical properties of locking and grasping suture loop configurations in four-strand core suture techniques. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume, 2000. 25(6): p. 548-551.
 22. Barrie, K.A., et al., Effect of suture locking and suture caliber on fatigue strength of flexor tendon repairs. The Journal of Hand Surgery, 2001. 26(2): p. 340-346.
 23. McCallister, W.V., et al., Comparison of Pullout Button Versus Suture Anchor for Zone I Flexor Tendon Repair. The Journal of Hand Surgery, 2006. 31(2): p. 246-251.
 24. Brustein, M., et al., Bone suture anchors versus the pullout button for repair of distal profundus tendon injuries: A comparison of strength in human cadaveric hands. The Journal of Hand Surgery, 2001. 26(3): p. 489-496.
 25. Latendresse, K., et al., Cyclic Testing of Pullout Sutures and Micro-Mitek Suture Anchors in Flexor Digitorum Profundus Tendon Distal Fixation. The Journal of Hand Surgery, 2005. 30(3): p. 471-478.
 26. Silva, M.J., et al., Flexor digitorum profundus tendon-to-bone repair: an ex vivo biomechanical analysis of 3 pullout suture techniques. YJHSU, 1998. 23(1): p. 120-126.
 27. Lee, S.K., Tendon Repair: Zone I and II Flexor Tendons and Extensor Tendons. YOTOR, 2012. 22(3): p. 106-111.
 28. SCHREUDER, F., et al., The effect of mitek anchor insertion angle to attachment of fdp avulsion injuries. The Journal of Hand Surgery: Journal of the British Society for Surgery of the Hand, 2006. 31(3): p. 292-295.

Flexor Tendon Injury의 최신지견 - 제 2 구역 -

이 기 준

MS재건병원 정형외과

제 2 구역은 A1, A2, A4, C1, C2 활차등이 형성한 좁은 공간에서 심수지 굴곡건(FDP)과 천수지 굴곡건(FDS)이 교차(chiasm)되면서 복잡한 구조를 만들며 끼어 있다. 이 구역에서 굴곡건이 파열된 후 봉합을 하게 되면 봉합과정에서 끊어진 굴곡건이 다른 굴곡건 또는 활차에 끼이면서 유착이 생기거나 재파열이 발생하는 등 많은 문제를 유발하게 된다. 이에 따라 1960년대 초까지는 제 2 구역의 굴곡건을 일차 봉합하면 많은 문제가 야기되어 수술이 어렵다는 생각에 “No man’s land”라고 명명하면서 일차 봉합을 기피하였으나, 봉합 방법에 대해서 연구가 진행되고 1967년 Kleinert 등이 적극적인 재활 치료의 방법을 도입하면서 결과가 점차 호전되어 지금은 당연히 일차 봉합을 하는 것으로 인식되고 있다. 하지만 일차 봉합을 시행하고 좋은 결과를 얻기 위해서는 여러 가지 고려해야 할 사항들이 있다. 여기서는 굴곡건 봉합에서 고려해야 할 봉합 방법에서의 기본적인 요인을 먼저 알아보고, 제 2 구역에서 봉합할 때 특별히 고려하여야 할 사항들에 대해서 설명하고자 한다.

III 굴곡건의 봉합 강도를 결정하는 요인

건 봉합술은 중심 봉합술(core suture method)과 건외막 봉합술(epitenon suture method)로 구성되며, 건 봉합술의 강도는 중심 봉합 및 건외막 봉합의 여러 인자에 의해서 결정된다.

건외막 봉합은 일반적으로 봉합 강도의 10~20%를 차지하며, 봉합된 건의 외면을 매끈하게 유지하면서 접촉면을 증가시키는 역할을 한다.

중심 봉합은 일반적으로 굴곡건 봉합 강도의 80~90%를 차지하는 중요한 요인이며, 술기가 복잡하지 않고, 튼튼하며, 봉합 과정에서 건의 손상이 적고, 건의 혈액 순환 장애를 최소화하고, 봉합후 굽기가 굽어지지 않는 것이 좋다. 중심 봉합에서는 중심 봉합사의 수, 봉합사의 종류, tendon-suture interface의 형태, 건 단면과 매듭과의 거리, 봉합시 건 단축의 정도 등이 영향을 미치며, 이를 고려하여 좋은 방법을 선택하여야 한다.

1) 중심 봉합술의 인자들

(1) 중심 봉합사의 수

중심 봉합사의 수는 강도 결정에 직접적인 영향을 미치며, 일반적으로 중심 봉합의 수가 증가할수록 건 봉합의 강도는 비례적으로 증가한다. 하지만 무리하게 중심 봉합의 숫자만 늘릴 경우 건 봉합 과정에서 건의 손상이 가해질 수 있기에 적절히 조절하여야 한다.

가장 고전적인 건 봉합 방법인 modified Kessler method는 2개의 중심 봉합사를 가지며(two core suture method), 강도가 약하여 현재는 교과서나 논문에서는 거의 추천되지 않는 방법이지만 현실적으로는 봉합 방법이 간편해서 많이 시행되고 있다.

대부분의 저자들은 4 core 또는 6 core suture method들을 대부분 이용하고 있는데, 4 core suture method 중에서는 locked cruciate 방법이 봉합이 간편하면서도 비교적 튼튼하여 많이 추천되며, modified Becker 방법도 tendon-suture interface가 튼튼하여 재파열의 확률이 적어 많이 사용되는 좋은 방법이나 바느질 횟수(sewing)가 너무 많아 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

6 core suture 방법으로는 일반적인 봉합사를 이용하는 방법으로는 Savage, Sandow, Lim 등의 방법이 있으나 core suture의 숫자에 비해 바느질 횟수가 많고 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 바늘 하나에 실 두 가닥이 loop로 연결된 double loop suture material은 바늘이 한 번 통과할 때 두 가닥의 중심 봉합이 형성되기 때문에 효과적으로 중심 봉합의 숫자를 증가시킬 수 있다. Double loop suture를 이용하는 중심 봉합의 방법은 Tsuge가 two core suture 방법으로 가장 먼저 소개하였고, 6 core suture 방법으로는 1999년 Tsai 등이 소개한 방법이 비교적 간단한 봉합 방법이면서도 튼튼하게 봉합 가능하였고, Jinbo Tang이 M-Tang suture 방법을 제안하였는데 이 방법은 봉합 방법은 간단하나 봉합 매듭(suture knot)이 건의 표면에 위치하는 단점이 있다.

Winters와 Gelberman은 double loop 실로 Kessler 방법을 두 번 연속으로 시행하여 8 core suture 방법을 소개하였다.

저자는 Tsai등이 소개한 방법을 오랫동안 사용하였으나, 이 방법은 하나의 건 봉합을 위해서 2개의 double loop 실을 동시에 사용하여 수술부위가 복잡해지고, 건의 절단면에 suture knot가 2개가 놓이는 단점이 있다. 저자는 1개의 double loop 실만으로 Gill & Tsai의 방법과 거의 같은 봉합을 하는 방법을 개발하였고, 이 방법은 suture knot도 한 개만 생기는 장점이 있다.

여기서 더 나아가 동일한 봉합 방법으로 약 1분만 더 투자하여 4개의 core strand를 더 추가하여 10 core로 더욱 튼튼하게 봉합하는 방법(double loop 10 strand suture method)을 개발하여 현재는 대부분의 굴곡건을 이 방법으로 봉합하고 있다(Fig. 1).

(2) 봉합사의 종류

중심 봉합은 대부분의 술자들은 monofilament (Nylon, Prolene) 또는 braided multifilament (Ethibond) 재질의 실을 주로 사용하며, 대부분 4-0 (굵은 굴곡건은 3-0) 굵기의 실을 주로 사용한다. Fiberwire나 stainless steel 재질의 실도 일부 사용하나 너무 강하고 뻣뻣한 실은 tendon-suture interface에서 잡아주는 힘이 약하여 잘 사용하지 않는다. Double loop 재질의 실을 사용할 경우 같은 조작 횟수로 더 많은 core suture를 만들 수 있어서 최근에 많이

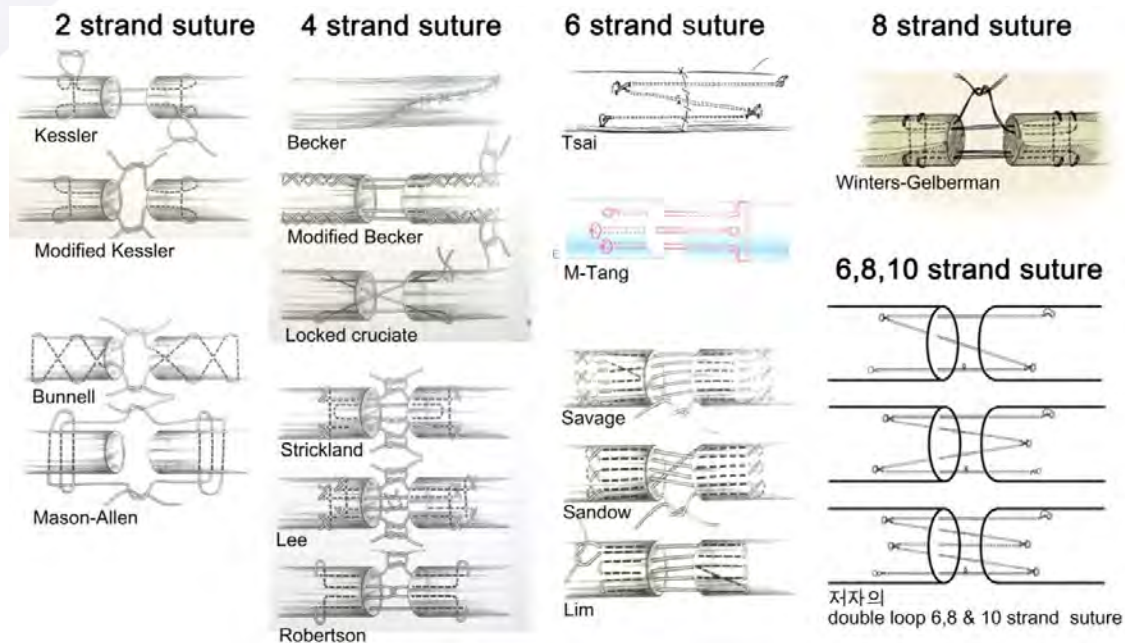


Fig. 1. 다양한 건 봉합 방법들과 저자의 건 봉합 방법

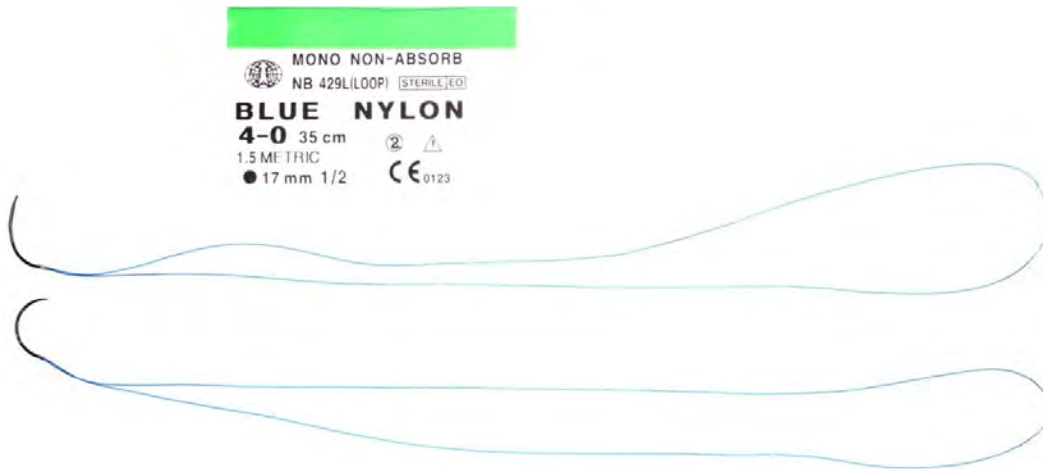


Fig. 2. Double loop 봉합사 : 동근 아래의 원래의 바늘을 위의 것처럼 끝을 펴서 사용하면 건 봉합이 더 용이하다.

이용되고 있고, 국내에서는 4-0 Nylon으로 만들어진 double loop실이 이용 가능하다(Fig. 2).

건외막 봉합은 대부분 6-0나 5-0 굵기의 Nylon을 대부분 이용하고 있다.

(3) Tendon-suture interface의 형태

건과 봉합사가 만나는 부위의 형태는 건 봉합의 강도를 결정하는 중요한 인자 중의 하나이다. 형태는 locking loop와 grasping loop로 나눌 수 있으며, locking loop가 더 튼튼하다. Tendon-suture interface에서 한 번 더 봉합하

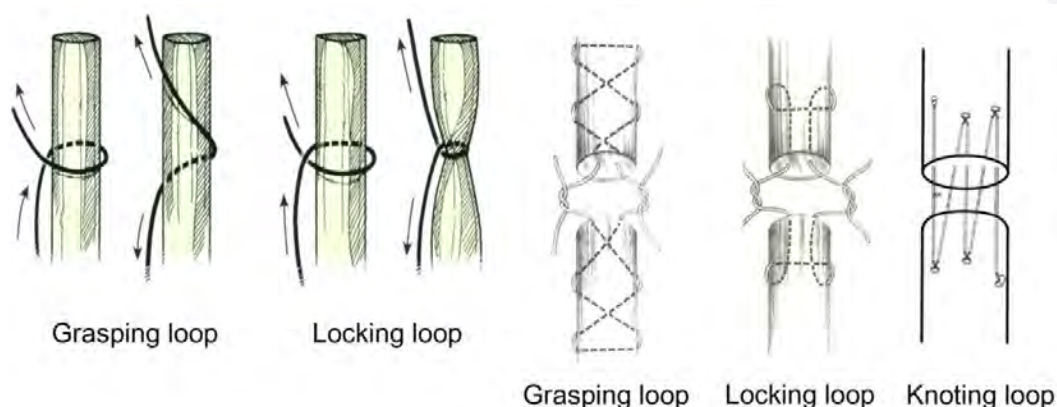


Fig. 3. Tendon-suture interface의 형태들

여 매듭(knot)을 만들면 더 튼튼한 interface를 얻을 수 있다(Fig. 3).

(4) 건 단면과 매듭의 거리

건의 절단면에서 매듭이 너무 가까운 경우 매듭이 조금만 미끄러져도 봉합의 실패가 일어날 수 있고, 너무 멀 경우 봉합 시 바늘이 건 내부의 먼 거리를 통과하여야 하여 건 손상이 동반될 수 있다. 실험 결과 건의 절단면에서 7mm 보다 가까우면 봉합 실패의 확률이 커지나 7mm 이상 떨어지면 적당하다고 측정되었다.

(5) 봉합시의 건 단축 정도

건 봉합 과정에서 건을 절제하지 않아도 봉합을 마치면 봉합전의 길이보다 줄어드는 것이 일반적이다. 건 봉합시 전혀 단축을 하지 않으면 initial gap formation의 가능성이 커지며, 반대로 단축을 많이 하면 bulkiness가 증가하여 건이 굽어져서 문제가 된다. 실험에 의하면 10~20% 정도의 단축이 가장 적절하다고 한다.

2) 건외막 봉합술의 인자들

(1) 건외막 봉합의 형태

일반적으로 6-0 Nylon을 이용하여 simple running suture 방법으로 건외막을 봉합하나, 저자는 5-0 Nylon을 이용하여 running lock suture 방법으로 봉합하고 있고, porcine 굴곡건을 이용한 in vitro study에서 더 5-0 running lock suture가 더 튼튼함을 확인하였다.

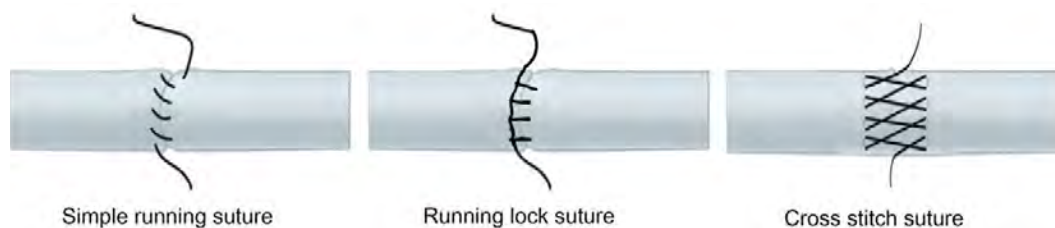


Fig. 4. 건외막 봉합술의 방법들

가장 튼튼한 건외막 봉합 방법은 Silfverskiold의 cross-stitch suture 방법이지만, 봉합에 시간이 많이 걸리는 단점이 있다.

(2) 건외막 봉합의 깊이와 거리

건 절단면에서 1mm 떨어져 봉합하는 것보다 2mm 떨어져서 2mm 깊이로 건외막을 봉합하는 것이 더 튼튼하다는 실험 결과가 있다.

III 저자의 굴곡건 봉합술 방법의 선택

대부분의 경우 double loop 10 strand suture 방법으로 굴곡건을 봉합하고 있고, 건이 가늘 경우에는 double loop 6 strand 또는 8 strand 방법으로 봉합한다. zone 1 손상에서도 DIP 관절 부위에서 절단된 경우 원위부가 8mm 정도의 길이가 남아 있기 때문에 8 strand 또는 10 strand 봉합이 가능하다.

천수지 굴곡건(FDS)이 chiasm을 지나 중위지골에 부착하는 부위에서는 건의 단면이 납작하기 때문에 modified Becker 방법이 가장 좋은 선택이 된다(Fig. 5).

건 봉합을 위해서는 먼저 건의 절단면이 깨끗하지 않은 경우 과도한 단축이 되지 않는 범위에서 절단면을 깨끗하게 정리한다. 중심 봉합을 하기 전에 건외막 봉합을 simple suture를 건의 양쪽에 두 개를 잠정적으로 시행하여 건이 떨어지지 않도록 하고 double loop 10 strand suture를 시행한다.

최초의 매듭은 건의 절단면에서 12mm 떨어진 곳에서 만들고, 건의 절단면을 지나 (2 strand 형성) 반대편에서는 10mm 위치로 나와서 locking loop를 만든다. 다시 반대편으로 가서 (4 strand 형성) 8mm 떨어진 곳으로 나와 locking loop를 만들고 반대편으로 가서 (6 strand 형성) 8mm 위치에 locking loop를 만든다. 다시 반대편으로 가



Fig. 5. Modified Becker method로 시행한 zone 2의 FDS tenorrhaphy

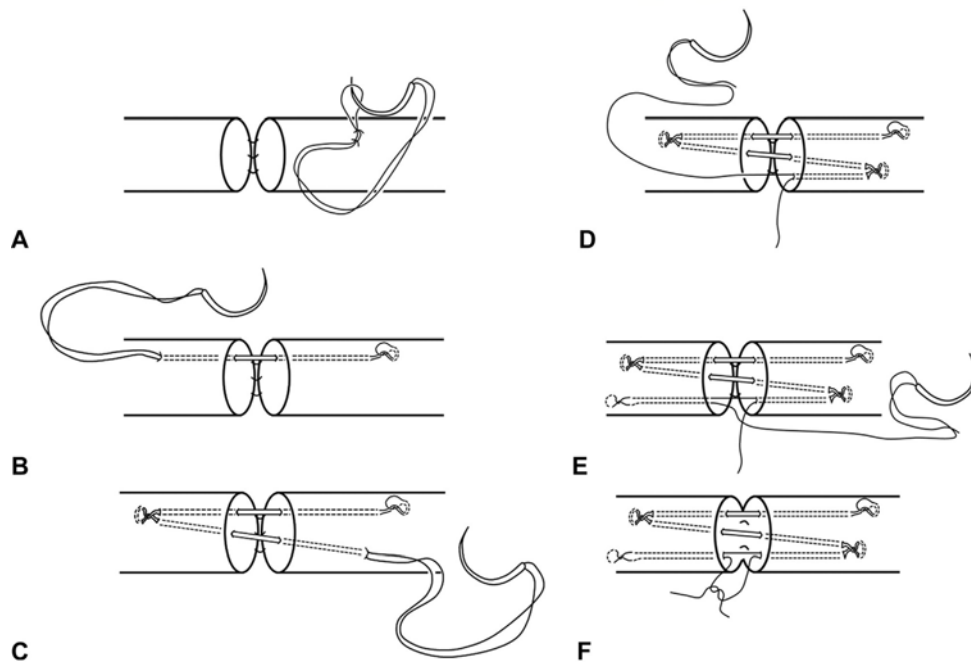


Fig. 6. Double loop 6 strand suture method. 이 방법에서 한번씩 더 왔다갔다하면 10 strand가 된다.

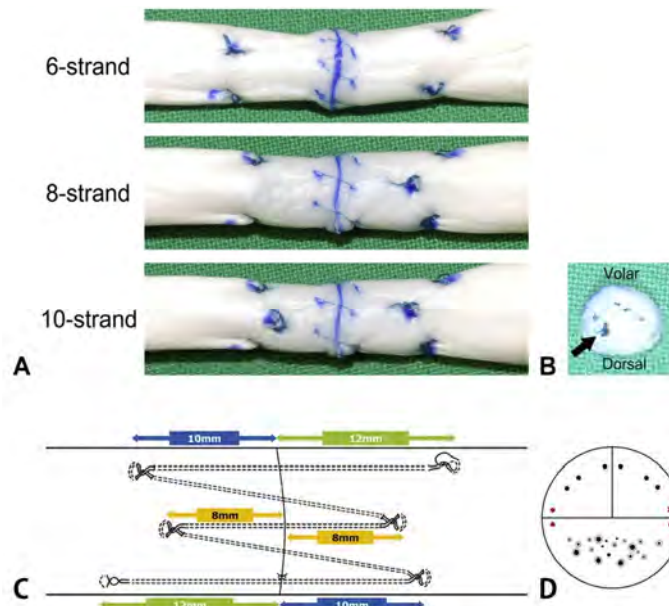


Fig. 7. Double loop 6, 8, 10 strand suture의 매듭의 위치와 봉합 단면

서 (8 strand 형성) 10mm 위치에서 나와서 locking loop를 만들고, 절단면으로 바늘을 통과시킨 후 2가닥의 실 중에서 한 가닥을 잘라내고 (9 strand 형성) 한 가닥의 실이 남은 바늘을 반대편으로 통과시켜 12mm 위치에서 locking loop를 만들고 절단면으로 다시 돌아와서 직전에 자른 실과 묶어서 10 strand를 완성한다.

중심 봉합이 완성되면 처음에 잠정적으로 시행한 건외막 봉합을 제거하고 5-0 Nylon으로 running lock method

로 건외막 봉합을 시행한다. 세 개의 매듭은 절단면에서 각각 8, 10, 12mm 위치에 두어서 매듭이 한 선상에 모여 건 내부의 혈액 순환 장애가 발생하는 것을 방지하고, 단면에서 보았을 때 9시, 12시, 3시의 위치에 매듭이 골고루 분포하도록 하여 혈액 순환에 중요한 굴곡건의 배측(6시 방향)에는 봉합 매듭이 가지 않도록 한다(Fig. 6, 7, 8).

III 제 2 구역 굴곡건 봉합의 고려 사항

피부 절개는 개방성 창상이 있는 경우 창상 부위를 최대한 이용하며, 수장측의 지그재그 절개를 하거나 수지의 측면에 종절개를 하여 굴곡건의 파열 부위를 노출시킨다(Fig. 7).

굴곡건이 파열된 경우 대부분은 창상의 위치에서 건이 파열되지 않고 창상보다 다른 위치에서 굴곡건이 파열된다. 피부가 제 2 구역에서 손상된 경우라도 손을 편채로 다치면 창상의 위치와 굴곡건 파열의 위치가 비슷하지만 주먹을 쥔 채로 다치면 창상은 대부분 근위 지간 관절 근처(제 2 구역)에서 발생하지만 굴곡건은 대부분 A4 활차의 원위부에 발생하는 경우가 많다(제 1 구역 굴곡건 봉합이 된다). 따라서 추가 절개를 가할 경우 굴곡건이 파열되었을 위치를 예상하여 그 쪽으로 먼저 추가 절개를 가하는 것이 좋다.

굴곡건의 근위부는 대부분 근위부로 당겨 올라가게 되는데, 장무지 굴곡건(FPL)은 특별히 건을 잡아주는 구조물이 없어서 근위부로 많이 당겨 올라가서 A1 활차의 근위부로 당겨 올라가거나 심지어 손목까지 당겨 올라가게 되므로, 엄지는 일단 파열된 곳에서 건을 먼저 찾아보고 발견이 안될 경우 A1 활차의 근위부에 작은 절개를 넣어서 다시 한번 찾아보고 그곳에서도 발견이 안되면 손목에 절개를 가하여 찾는 것이 현명하다. 하지만 다른 손가락들은 손바닥에서 lumbricalis 근육이 FDP 자체에서 기시하기 때문에 FDP가 손목까지 당겨 올라갈 수는 없으므로 대부분 A1 활차의 근위부까지만 당겨 올라가 있게 된다.

활차는 최대한 보존하는 것을 원칙으로 하나, 봉합된 굴곡건이 활차에 걸려서 움직이지 않는 경우가 생겨서는 안되므로, 건 봉합시에 건이 끊어지지 않도록 주의하여야 한다.

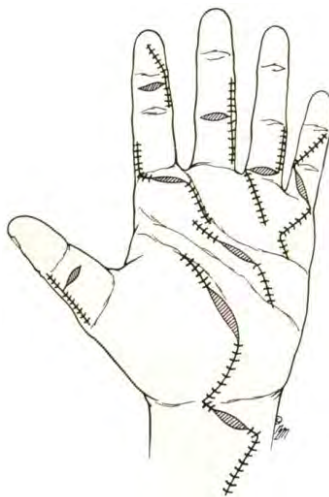


Fig. 8. 굴곡건 봉합술의 피부 절개

A2와 A4활차가 중요하다고 하여 가능하면 보존하는 것이 좋다고 하나, 나머지 활차가 있을 때는 A2나 A4활차 한 개는 절개하여도 기능에 별 영향을 미치지 않는다고 한다.

일부 저자는 활차의 일부분 또는 전체를 종절개하는 것을 권유하나(Fig. 9), 저자의 경우에는 A2와 A4활차의 경우에는 지그재그 절개를 시행한 후 건봉합을 완료하고 나서 활차를 재 봉합하는 것을 원칙으로 하고 있다(Fig. 10).

제 2 구역에서 FDP와 FDS가 동시에 파열된 경우 FDP는 반드시 봉합하여야 하나, FDS는 봉합을 할지 말지에 대해서 논란이 많이 있다.

건 봉합에 익숙한 술자의 경우, FDS가 깨끗하게 파열되었다면 봉합을 하는 것이 추천되나 지저분하게 파열되었다면 FDS는 절제해내고 FDP만 봉합하는 것이 술 후 유착을 줄이고 수술 결과를 좋게 하는데 더 유리하다. 경우에 따라서는 FDS의 두 가닥 중 한 가닥은 절제해내고 한 가닥만 봉합하는 것도 좋은 선택이 될 수 있다. 건 봉합에 익숙하지 않는 술자의 경우에는 FDS는 절제해내고 FDP만 잘 봉합하는 것을 추천한다.

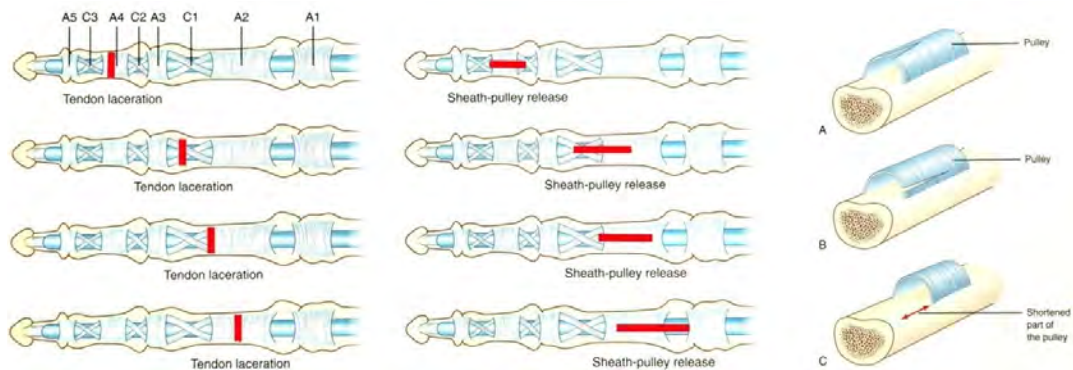


Fig. 9. 굴곡건 파열의 위치와 활차의 절개 방법

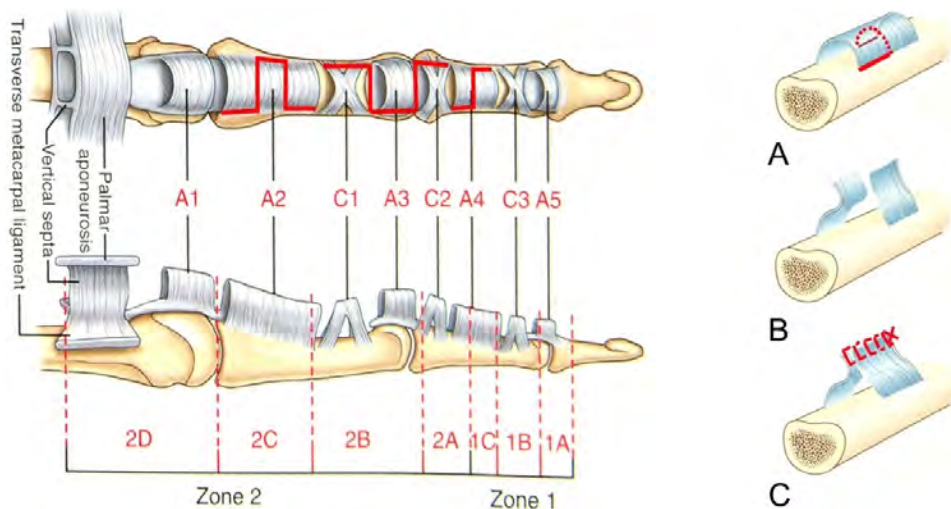


Fig. 10. 저자의 활차 절개 및 재봉합 방법 : 지그재그로 절개한 활차를 굴곡건 봉합 후 겹쳐서 재봉합하여 활차의 재건이 가능하다.

III 굴곡건 봉합후의 재활

건봉합 후의 재활 방법의 선택은 건봉합의 강도와 건의 상태에 따라서 개별적으로 정해져야 한다. 대부분의 저자는 20도의 손목 굴곡, 60도의 중수 지간 관절 굴곡 위치에서 근위 지간 관절과 원위 지간 관절은 신전 위치에서 고정하는 것을 추천하며, 기능적 보조기를 착용하여 잘 계획된 재활 방법에 의해서 재활 운동을 수행할 것을 강조하고 있다.

보통 건 봉합 후 1~3주 경에 원래 건 봉합 강도의 50%까지 감소한다고 하며, 수동적 굴곡시 9N, 가벼운 능동적 수지 굴곡시 15N, 능동적 굴곡시 35N 정도의 장력이 가해진다고 한다. 저자의 double loop 10 strand suture method의 경우 2mm gap formation power가 평균 41N 정도로 측정되었으며, 술 후 1-3주 경에 50%가 감소함을 감안하면 가벼운 능동적 굴곡 운동은 허용이 가능하나 자유로운 능동적 굴곡에는 견디지 못함을 알 수 있다. 따라서 건 봉합이 튼튼하게 되었다는 가정하에서도 수술 후 3주까지는 수동적 관절 운동과 함께 아주 가벼운 능동적 굴곡 운동만 시켜야 재파열을 방지할 수 있다.

건 봉합후에는 근위 지간 관절을 완전 신전시키는 운동을 게을리할 경우 근위 지간 관절의 구축이 발생하는 경우가 흔하고 일단 발생하면 치료가 어렵기 때문에 이를 방지하기 위해서 많은 노력을 기울여야 한다.

III 참고문헌

1. Lee HI, Lee JS, Kim TH, et al. Comparison of flexor tendon suture techniques including 1 using 10 strands. J Hand Surg Am 2015;40:1369-76.
2. Kleinert HE, Spokevicius S, Papas NH. History of flexor tendon repair. J Hand Surg Am 1995;20:S46-52.
3. Tang JB. Clinical outcomes associated with flexor tendon repair. Hand Clin 2005;21:199-210.
4. Strickland JW. Development of flexor tendon surgery: twenty-five years of progress. J Hand Surg Am 2000;25:214-35.
5. Momeni A, Grauel E, Chang J. Complications after flexor tendon injuries. Hand Clin 2010;26:179-89.
6. Wolfe SW. Green's operative hand surgery 7th ed. Elsevier; 2010.p. 183-230.
7. Myer C, Fowler JR. Flexor tendon repair : healing, biomechanics, and suture configurations. Orthop Clin N Am 2016;47:219-26.

Flexor Tendon Injury의 최신지견 - 기타 구역에서의 굴곡근 손상의 진단 및 치료 - Flexor Tendon Repair in Zone III, IV, V of the Hand -

심 형 섭

가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 성형외과학교실

III 수부 굴건의 해부

1) 손목

- 장무지굴근, 심수지굴근(x4), 천수지굴근(x4)
- 요측 / 척측 수근굴근(flexor carpi radialis & ulnaris)
- 상완요굴근(brachioradialis)
- 장수장근(palmaris longus)

2) 손바닥

- 심수지굴근과 천수지굴근이 힘줄의 형태로 각 손가락으로 주행하며 짝을 이룸
- 근위부에서 심수지굴건의 표면에서 충양근(lumbricalis muscle)이 시작

3) 손가락

- A (Annular) 활차 : 천수지굴근 힘줄이 두갈래로 갈라지면서 심수지굴근 힘줄을 에워 싸며 돌아서 중지골의 기저부에 부착
- C (cruciate) 활차
- Oblique 활차 : 활차를 만드는 본래의 섬유와 무지구의 힘줄이 섞여서 만들어지며 무지에서 가장 중요한 역학적 구조

III 평가

1) 이학적 검사

- 중립, 힘을 뺀 자세에서 양측을 동시에 비교
- X-ray : Jersey finger 등 진단에 유용
- 초음파, CT, MRI : 골편이 포함되지 않은 파열의 경우 진단에 도움을 줄수 있음. 또한, open wound가 없는 closed rupture의 진단에 유용할수 있음.

2) 힘줄의 손상부에 따른 구획

(1) 1구역 (Zone I)

- 근위지관절 ~ 원위지골에 부착하는 심수지 굴건의 끝
- 심수지 굴근 한 개만이 pulley 내를 주행

(2) 2구역 (Zone II) "no man's land" by Bunnel

- no longer no man's land
- 활차에 의해 힘줄이 단단히 지골에 부착되어 역학적 이익을 얻음
- 두 힘줄은 서로 교차하며 꼬임

(3) 3구역 (Zone III)

- 심지굴건에서 충양근이 기원
- 주변에서 힘줄의 활주를 물리적으로 간섭하는 구조물이 없는 부위
- 손상시 Lumbricals와 interosseus muscles의 혈행을 고려하여 복구할 것이 요망되는 부위

(4) 4구역 (Zone IV)

- 수근부에서 수근관을 지나면서 9개의 힘줄이 정중신경과 함께 수근관을 지나가는 구역

(5) 5구역 (Zone V)

- 수근관을 지난 부분에서 근육에 부착하는 곳까지

III 치료

1) 인대 일차 봉합의 일반적인 적응증

- Clean-cut 파열
- Peritendinous damage가 미미하고 연부조직 결손이 없는경우

- 연부조직 손상이 미미하거나, 수지 골절이 있는경우는 정도를 고려하여 시행
- 가능하면 빠른 시일내로, 늦어도 3~4주 이내에 봉합
- 동반되는 신경, 혈관 손상도 반드시 평가하여 필요할 경우 복구.
- Contraindication of primary repair
 - 심한 창상 오염
 - 다발성 관절손상이나 심한 연부조직 결손을 동반할경우
 - 다발성 A 활차 손상이나 인대 결손이 심할경우
 - 경험있는 수술자가 집도할수 없는경우

2) 제 3,4,5구역에서의 굴곡근 치료의 일반적인 원칙

- 제 1,2 구역과 repair technique 자체는 대동소이
- 제 1,2 구역보다는 혈행이 풍부하고 활차 구조가 존재하지 않기 때문에 예후가 좋음.
- 유착이 일어나더라도 인대의 ROM을 심각하게 제한하는 경우는 상대적으로 적음.
- 제 4 구역 굴곡근 손상 복구시 median nerve의 손상도 꼭 확인.
- 제 5 구역 굴곡근 손상은 주로 다발성 인대 손상 및 신경혈관다발 손상을 동반하는 경우가 많으므로 손상 부위 평가를 정확히 할 필요가 있음.
- 그외 굴곡근 손상 치료의 최신지견에 대해 해당세션에서 발표 및 논의하도록 함.

III 참고문헌

1. Rigo IZ, Røkkum M. Predictors of outcome after primary flexor tendon repair in zone 1, 2 and 3. J Hand Surg Eur Vol. 2016 Oct;41(8):793-801
2. Bircan C, El O, Akalin E, Bacakoglu AK, Gulbahar S, Sahin E, Ozkan M, Kizil R. Functional outcome in patients with zone V flexor tendon injuries. Arch Orthop Trauma Surg. 2005 Jul;125(6):405-9.
3. Wilhelmi BJ, Kang RH, Wages DJ, Lee WP, May JW Jr. Optimizing independent finger flexion with zone V flexor repairs using the Massachusetts General Hospital flexor tenorrhaphy and early protected active motion. J Hand Surg Am. 2005 Mar;30(2):230-6.
4. Kilic B, Zekioğlu A, Yücel AS. Flexor Tendon Injuries and Treatment Results of 67 Patients. Pak J Biol Sci. 2015 Jan;18(1):32-6. doi: 10.3923/pjbs.2015.32.36.

굴곡건 재건

정 성 호

고려대학교 구로병원 성형외과

III 개요

수부의 굴곡건은 힘줄 뿐 아니라 활차(Pulley) 시스템이 함께 조화를 이루어 그 기능을 나타내게 된다. 두 개의 굴곡건과 여덟 개의 활차가 손가락 관절의 굴곡을 담당하고 있어서 해부학적으로 매우 복잡하며, 따라서 손상시에 원형에 가깝게 복원시키는 과정이 용이하지 않다. 특히나 활차 시스템의 손상이 동반된 경우에는 더더욱 그러하다.

III 임상적 분석 및 진단

힘줄 손상의 진단은 철저한 병력 조사와 신체 검진을 통해 이루어진다. 손가락의 기본적인 굴곡 형태가 소실되어 손가락이 지나치게 펴져 있다면 굴곡건 손상을 의심해야 한다. 만약 굴곡건손상이 발생한지 상당한 시간이 지났거나, 이를 수술했음에도 불구하고 굴곡기능의 회복이 이루어지지 않았다면 굴곡건 재건을 고려해야 한다.

굴곡건의 재건 시 최상의 결과를 얻기 위해서는 굴곡건 손상의 양상에 대한 면밀한 확인이 필요하다. 이를 위해 힘줄 파열이 일어난 정확한 위치, FDS의 손상 여부, 힘줄 파열로 인한 간극(Gap) 발생 여부, 활차 파열 여부, 관절의 강직 발생 여부, 힘줄 주변에 발생한 흉터 조직의 상태, 신경-혈관계의 손상 여부 등을 정확하게 평가해야 한다. 또한 이전에 시행된 초기 치료 방법의 적절성, 치료에 대한 환자의 호응도 등을 적절히 고려하여야 하며 수술전에는 환자와 충분한 논의를 하고 수술 여부 및 수술 방법을 결정하여야 한다. 특히, 재건 수술뿐 아니라 이후에 이어지는 장기간의 재활 치료를 잘 받을 수 있는지 사전에 환자 상태를 확인해야 한다. 재활에 대한 동기가 부족하거나 심리적, 정신적으로 문제가 있는 환자들의 경우에는 적절한 재활에 실패하여 수술 결과가 만족스럽지 못한 경우가 있을 수 있기 때문이다.

III 수술전 준비

수술 전 준비에 있어서 가장 중요한 것은 관절의 유연성을 확보하는 것이다. 힘줄이 파열되어 있는 경우 능동적인 운동기능이 소실될 수밖에 없고, 이를 방지할 경우 관절의 강직을 초래하는 경우가 많다. 일단 관절이 강직 되어 수동

적으로도 관절 운동이 제한된 경우에는 굴곡건 재건으로 능동적인 운동능력을 회복시켰음에도 불구하고 실질적인 운동 기능 개선 효과는 미미할 수 있다. 능동운동의 운동범위는 수동운동의 운동범위를 결코 넘어설 수 없다는 사실을 명심해야하며 따라서 수동적인 운동범위를 최대한 확보하기 위해 노력을 기울여야한다. 이를 위해 굴곡건 재건 이전에 관절 강직이 의심스러운 경우에는 물리치료를 통해 관절 운동 기능을 향상시켜야 하며, 관절 강직이 해소되지 않는다면 굴곡건 재건은 재고하여야 한다.

III 수술 방법

수술 방법은 일반적으로 1단계 힘줄 이식방법과 2단계 이식방법으로 나누어지는데, 힘줄 재건이 필요한 부위의 연부조직 상태에 따라서 수술방법을 결정하는 것이 일반적이다.

1) 1단계 힘줄 이식

힘줄을 싸고 있는 피막(Flexor tendon sheath)가 잘 보존되어 있으면서 주변 연부조직이 상대적으로 건강하고, 흉

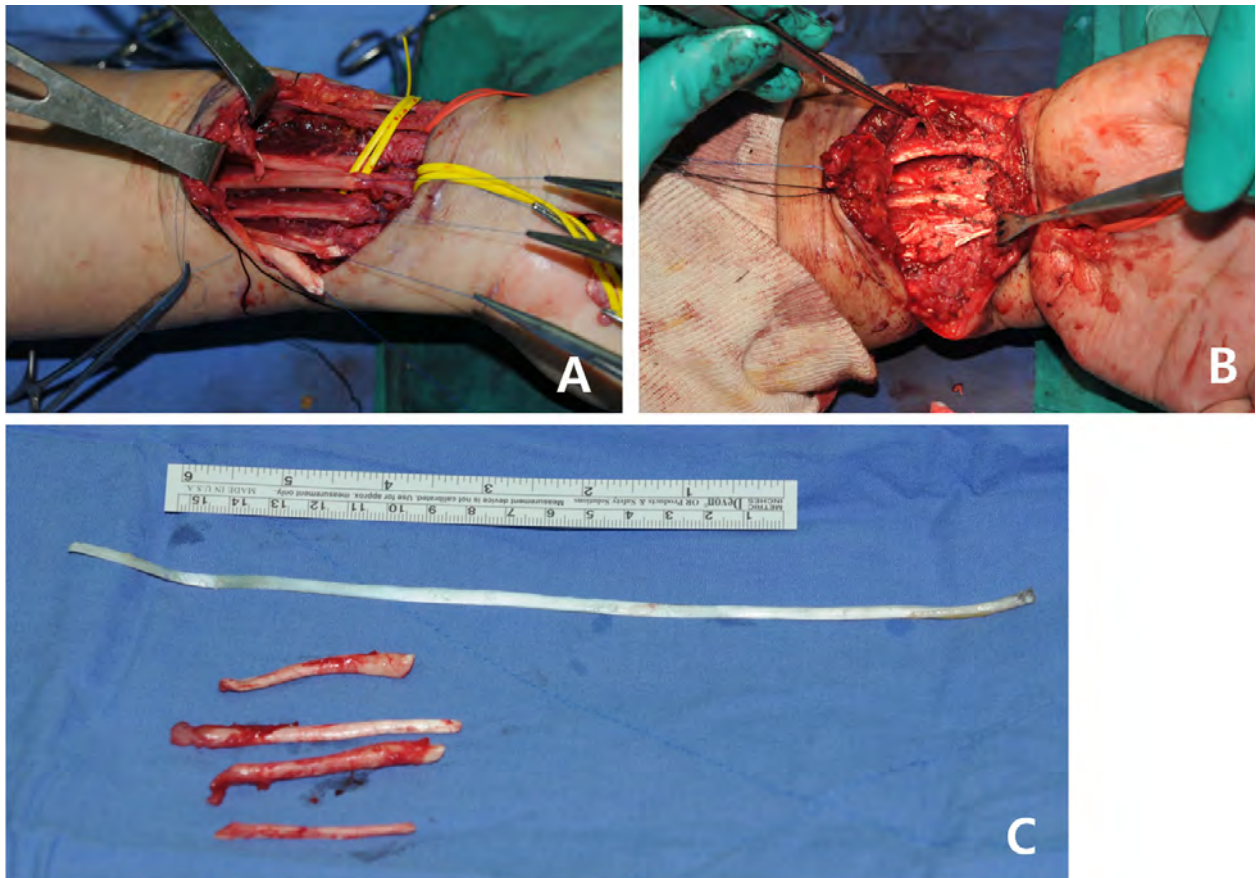


그림 1. 1단계 굴곡건 재건술. 전완부에서 발생한 다발성 굴곡건 손상의 재건. (A) FDP, FDS, FPL, FCR의 파열이 확인됨. (B) Plantaris Tendon 및 FDS Tendon을 공여 힘줄로 사용. (C) 1단계 힘줄이식술 시행한 사진.

터조직 형성이 경미한 경우에는 힘줄을 채취하여 직접 이식하는 1단계 이식방법을 시행할 수 있다. 활차의 부분적 손상이 있는 경우에는 활차와 힘줄 사이의 공간을 기구를 이용해 확장시킨 후 힘줄 이식을 시행할 수 있다. 하지만 최근의 문헌상에는 1단계 이식술을 시행하여 성공적인 결과를 얻었다는 보고가 매우 드물다. 그만큼 굴곡건 재건에서 1단계 재건을 통한 기능회복은 특정한 환경에서만 가능한 방법이다.

2) 2단계 힘줄 이식

힘줄을 싸고 있는 피막이 파손되어 있고, 힘줄이 흉터조직으로 둘러싸여 있는 경우에는 1단계 힘줄 이식이 실패할 가능성이 매우 높다. 이식한 힘줄이 적절한 영양 공급을 받지 못하여 생존자체가 위태로울 수 있으며, 이로 인해 적절한 생착이 이루어지지 않아 재활과정에서 힘줄이 파열되거나 이식한 힘줄 주변에 심한 유착이 발생할 확률이 높기 때문이다. 따라서 이러한 경우에는 실리콘 힘줄 대체물(Hunter rod)을 우선 삽입하여 피막을 형성하게 한 후 2차적으로 힘줄을 이식하는 2단계 재건술을 실시하게 된다. 실리콘에 의해 유도된 피막은 이물 반응에 의해 생성된 것으로 이식한 힘줄의 피막(sheath)역할을 담당하게 되며, 확산(diffusion)에 의한 영양공급을 원활하게 함으로써 이식 힘줄의 생착에 큰 도움을 준다.

1단계로 실리콘 힘줄 대체물을 삽입하여 피막을 형성 시키고, 2단계로 형성된 피막안에 자가 힘줄(Palmaris lon-



그림 2. 2단계 굴곡건 재건술. (A) 검지의 FDP파열이 확인됨. (B) 1단계로 실리콘 대체물을 삽입한 모습(Fingertip to Mid-Palm). (C) PL (Palmaris Longus)을 공여 힘줄로 사용함. (D) 이식 힘줄을 봉합한 사진.

gus tendon 또는 Plantaris tendon)을 삽입하는 2단계 재건술은 최초 창안자인 Hunter와 Salisbury의 술기를 여전히 사용하고 있다. 이 때 힘줄 대체물은 일반적으로 수지첨부에서 손바닥(Fingertip to palm)에 거치하거나 수지첨부에서 전완부(Fingertip to Forearm)에 거치하게 된다. 이는 활차(Pulley)의 손상을 최소화하려는 노력의 일환이다. 또한 적절한 굵기의 대체물(일반적으로 4 mm 내외)을 사용하는 것이 필요하다. 1단계 수술이후 약 3개월 정도 경과한 이후에 2단계 힘줄 이식을 수행하게 되며, 이식한 힘줄은 수지 첨부에 남아있는 굴곡건에 봉합하거나 Pull-Out suture등으로 고정하게 된다. 적어도 3개 이상의 활차(Pulley)가 보존되어 있어야 하며 특히 A2, A4활차의 경우 파손시에 재건을 시행하여야 한다. 주로 잘라낸 힘줄 조직이나 Extensor Retinaculum등을 이용해 재건을 시행하며, 1단계 힘줄 대체물 삽입시에 동시 시행하는 경우가 일반적이다.

1968년에 Paneva-Holevich는 변형된 2단계 힘줄이식술을 소개하였다. 이방법은 1단계 수술시 실리콘 대체물을 삽입하고 FDP와 FDS의 파열된 근위부 끝을 서로 봉합하여 루프(Loop)형태로 만든 후, 2단계 수술시 FDS를 Loop을 형성 시킨 부위보다 근위부에서 절단하고 원위부로 퍼내서 충분한 길이의 힘줄을 확보함과 동시에 이를 수지 첨부에 고정하여 힘줄 재건을 완성하는 방법이다. 이는 현재도 보편적으로 많이 사용되는 방법이다.

III 재활 치료

재활치료의 기본원칙은 규칙적으로, 천천히 조기에 수동적으로 시작하는 것이며, 초기에 무리한 재활운동을 하는 것은 금물이다. 감독하에 조기 능동요법을 사용할 수도 있으나, 수부 재활 전문가의 도움을 받을 수 없는 상황에서는 시행하기 어렵다. 따라서 적절한 수동 굴곡운동을 할 수 있는 신전제한 부목을 제작하여 환자의 협조상태를 반영하여 2-3주 간격으로 신전제한의 각도를 완화시켜 나가는 재활치료가 가장 바람직하다. 초기에는 신전제한과 동시에 Dynamic Splint를 이용한 수동운동을 실시하고, 점차 신전제한 각도를 완화하여 최종적으로는 신전제한 없이 수동운동을 하도록 한다. 수동운동이 종료되면 수동적으로 최대 수지 굴곡을 시킨 자세를 능동적인 힘으로 유지하는 Passive Flexion and Hold 운동을 실시하고, 적절한 굴곡력(Holding power)가 확인되면 그 다음부터 능동운동을 실시하도록 한다. 구체적인 운동요법의 방법은 기관이나 환자에 따라 다르다.

III Reference

1. Leddy JP, Packer JW: Avulsion of the profundus tendon insertion in athletes. J Hand Surg Am 1977; 2(1):66-69.
2. Carroll RE, Match RM: Avulsion of the flexor profundus tendon insertion. J Trauma 1970;10(12): 1109-1118.
3. Idler RS: Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. Hand Clin 1985;1 (1):3-11. 4.
4. Kleinert HE, Verdan C: Report of the Committee on Tendon Injuries (International Federation of Societies for Surgery of the Hand). J Hand Surg Am 1983;8(5 pt 2):794-798.
5. Boyes JH: Flexor-tendon grafts in the fingers and thumb: An evaluation of end results. J Bone Joint

Surg Am 1950;32: 489-499.

6. Schneider LH: Staged flexor tendon reconstruction using the method of Hunter. Clin Orthop Relat Res 1982;171:164-171.
7. Boyer MI, Strickland JW, Engles D, Sachar K, Leversedge FJ: Flexor tendon repair and rehabilitation: State of the art in 2002. Instr Course Lect 2003;52: 137-161.
8. Stark HH, Zemel NP, Boyes JH, Ashworth CR: Flexor tendon graft through intact superficialis tendon. J Hand Surg Am 1977;2(6):456-461.
9. Goldner JL, Coonrad RW: Tendon grafting of the flexor profundus in the presence of a completely or partially intact flexor sublimis. J Bone Joint Surg Am 1969;51(3): 527-532
9. Hunter JM, Salisbury RE: Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands: A two-stage procedure using a siliconedacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting. J Bone Joint Surg Am 1971;53(5):829-858.
10. Rayner CR: The origin and nature of pseudo-synovium appearing around implanted Silastic rods: An experimental study. Hand 1976;8(2):101-108.
11. Beris AE, Darlis NA, Korompilias AV, Vekris MD, Mitsionis GI, Soucacos PN: Two-stage flexor tendon reconstruction in zone II using a silicone rod and a pedicled intrasynovial graft. J Hand Surg Am 2003; 28(4):652-660.
12. Brug E, Wetterkamp D, Neuber M, Probst A: Secondary reconstruction of flexor tendon function of the fingers. Unfallchirurg 1998;101(6):415-425.
13. Sun S, Ding Y, Ma B, Zhou Y: Two-stage flexor tendon reconstruction in zone II using Hunter's technique. Orthopedics 2010;33(12):880.
14. Chuinard RG, Dabezies EJ, Mathews RE: Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers. J Hand Surg Am 1980;5(2):135-143.
15. Paneva-Holevich E: Two-stage tenoplasty in injury of the flexor tendons of the hand. J Bone Joint Surg 1969;51(1):21-32.
16. Naam NH: Staged flexor tendon reconstruction using pedicled tendon graft from the flexor digitorum superficialis. J Hand Surg Am 1997;22(2):323-327.
17. Kessler FB: Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs. Plast Reconstr Surg 1972;49(4):439-443.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Extensor tendon injury

정양국 (가톨릭의대 정형외과)

손대구 (계명의대 성형외과)

1) 건성 추지 및 백조목 변형

노시균 (전북의대 성형외과)

2) Central tendon 손상 및 단추구멍 변형

한수홍 (차의과학대 정형외과)

3) 신전건 아탈구

이재훈 (경희의대 정형외과)

4) 신전건 폐쇄성 파열

김홍일 (고신의대 성형외과)

건성수지(Tendinous Mallet Finger) 및 백조 목 변형(Swan Neck Deformity)

노 시 군

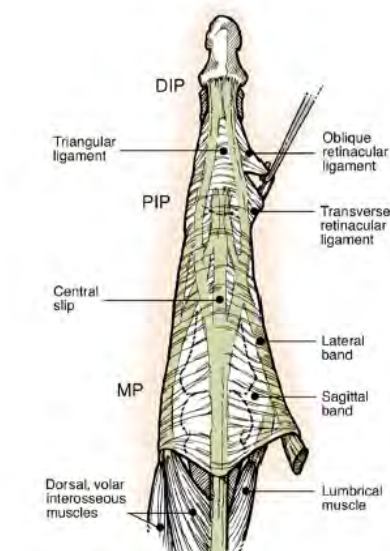
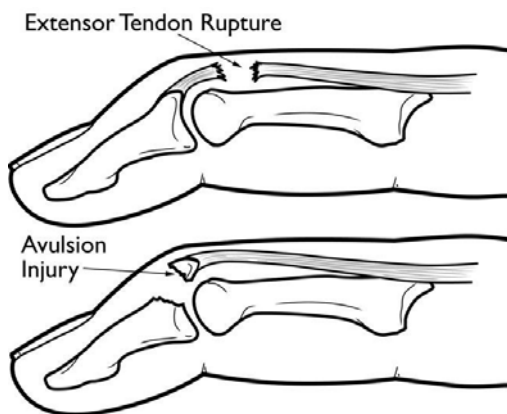
전북대학교병원 성형외과

III 건성망치수지(Tendinous mallet finger)

망치 수지(Mallet finger)는 “Baseball finger” or “Drop finger”라고도 하며, 크게 Zone I에서 신전건의 말단의 연속성이 끊기거나 늘어남에 의해 발생하는 “soft tissue or tendinous” (tendon rupture) mallet finger와 신전건의 부착부위가 원위수지골에서 탈락되며 발생하는 “bony”(avulsed fragment of bone) mallet finger로 구분된다.

1) 손상기전(Mechanism of injury)

DIP joint 주변부에 발생한 개방성 찰상(laceration, crushing injury or deep abrasion)에 의해 발생가능 하며, 갑작스러운 DIP joint의 굴곡에 의한 비개방성 손상이 좀 더 흔한 편이다. 비교적 드물지만 DIP joint의 강력한 과신전 운동에 의해 원위수지골의 관절면의 골절로도 발생 가능하다. 골 관절염을 가지는 환자에서는 비외상성 원인에 의해서도 발생 가능하다.



보통의 경우 신전전의 길이가 1mm정도 늘어났을 때, DIP joint의 신장제한(extension lag)은 25° 정도 발생하게 된다.

2) 분류(Classification)

- (1) 손상 후 기간에 따라 4주를 기준으로 급성과 만성으로 구분한다.
- (2) “soft tissue” and “bony” mallet finger의 Doyle classification system; Type I이 가장 흔하다.

Classification of Mallet Fingers by Doyle

Type I	Closed injury, with or without small dorsal avulsion fracture
Type II	Open injury, laceration of tendon
Type III	Open injury with loss of skin, subcutaneous cover, and tendon substance
Type IV	Mallet fracture
A	Transepiphyseal plate fracture in children
B	Hyperflexion injury with fracture of articular surface of 20% to 50%
C	Hyperextension injury with fracture of the articular surface >50% and with early or late volar subluxation of distal phalanx

3) 평가(Evaluation)

손가락 및 주변부에 창상의 유무를 확인해야 하며, DIP 및 PIP joint의 움직임 정도와 신장 제한(extension lag) 정도, 관절들의 과신전 여부, 압통 여부를 파악해야 한다. 골절 및 탈골, 관절면 침범여부를 확인하기 위해 방사선 검사도 필히 동반되어야 한다.

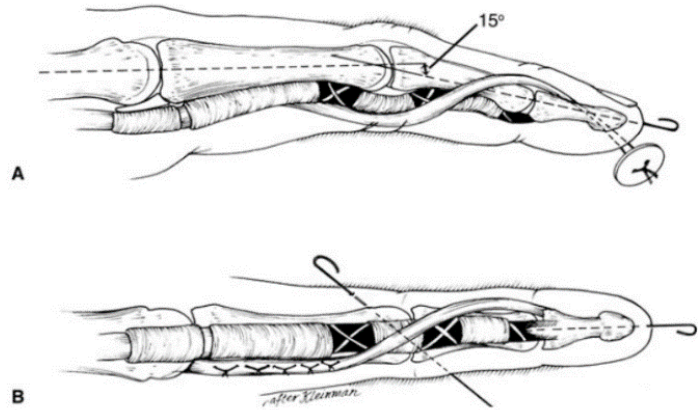
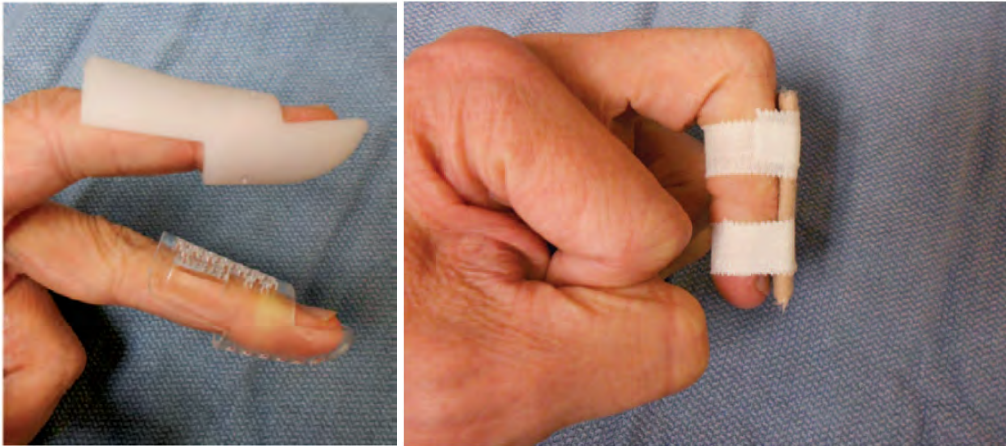
4) 치료(Treatment)

(1) 비수술적 치료

가장 흔한 방법으로 비개방성 손상에 의해 발생한 건성망치수지 및 골절정도가 심하지 않은 경우에는 부목(splint)을 이용한 비수술적 치료를 시행할 수 있다. DIP joint를 신전된 상태로 유지하여 고정하며 6~8주간 유지한다. 이후 2~4주간 수면중에만 유지할 수 있도록 한다. DIP joint가 고정되는 것과 달리 PIP joint는 고정되면 안되고 자유롭게 움직일 수 있도록 고정하는 것이 중요하다. 일부 일시적으로 피부병변 발생 가능함으로 주의가 필요하다.

(2) 수술적 치료

만성이거나 비수술적 치료의 결과가 만족스럽지 못한 경우, 개방성 창상이 존재하는 경우, 원위수지골의 골절 또는 탈구가 심한 경우에 시행한다.



5) 결과(Outcomes)

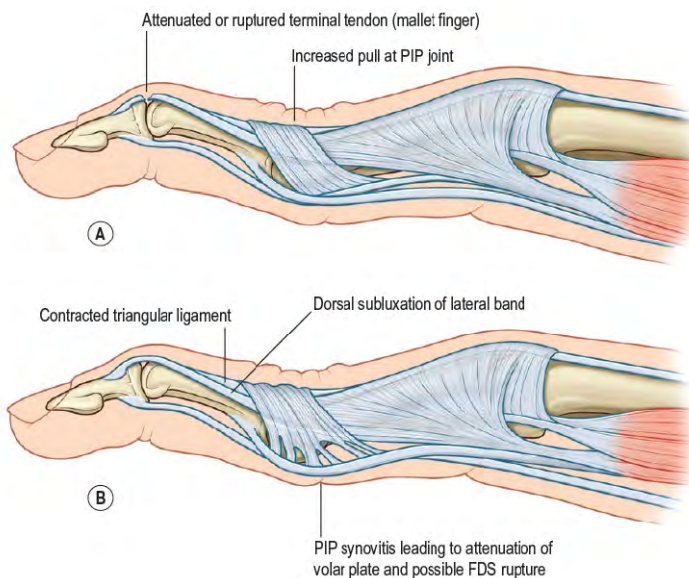
치료받지 않고 방치된 mallet finger는 DIP joint의 골 관절염 또는 백조 목 변형(Swan neck deformity)를 초래할 수 있다.

Crawford criteria가 mallet finger 치료 후 결과평가에 사용되기도 한다.

Classification	Flexion	Extension loss (Degree)	Pain
Poor	Any loss of flexion	>25	Persistent
Fair	Any loss of flexion	10-25	None
Good	Full	0-10	None
Excellent	Full	None	None

III 백조 목 변형(Swan neck deformity)

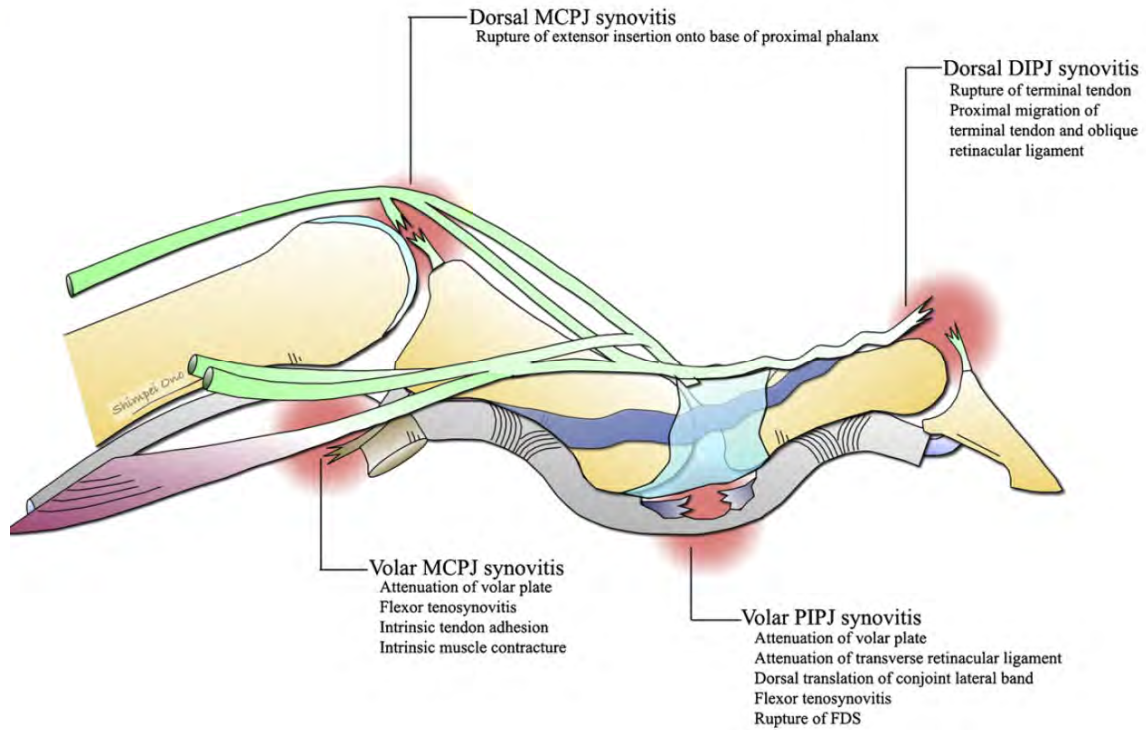
MCP, PIP joint 또는 DIP joint의 병적인 변화로 인해 발생하는 손가락 변형 중 하나로 PIP joint의 과신전과 MCP joint, DIP joint의 굴곡을 특징으로 한다. PIP joint의 굴곡능이 떨어지게 되면서 꼬집거나 물건을 잡을 때 손가락의 기능이 떨어지게 된다.



· originating from a mallet finger

· originating at the PIP joint,
- volar plate attenuation
- possible FDS rupture

1) 발생기전(Mechanism)



2) 분류(Classification)

Type Characteristics

I	Full range of motion, No intrinsic tightness, No functional limitations
II	Intrinsic tightness Limited PIP motion and an extended MP joint with ulnar deviation
III	Stiff PIP in all positions of the MP joint Radiograph good
IV	Severe arthritic changes

PIP joint의 가동범위와 관절면의 상태 정도에 따라 4가지 type으로 분류한다. 해당 분류가 백조 목 변형 치료의 기준이 된다.

3) 치료(Treatment)

(1) Type I deformity

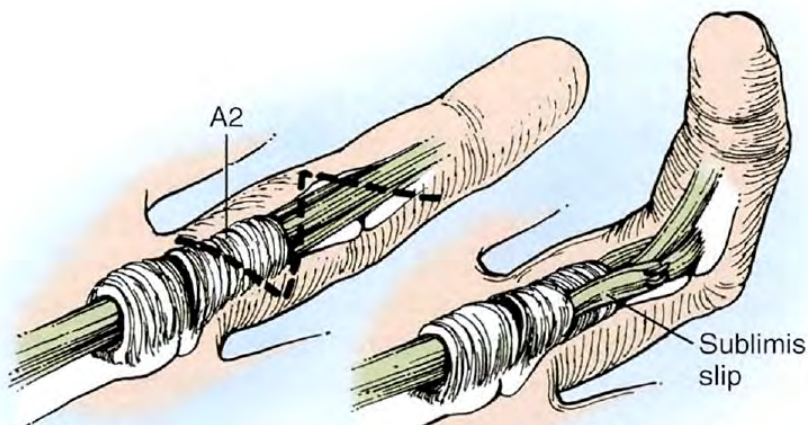
- ① MCP joint: none
- ② PIP joint: splint, dermodesis, FDS sling, Litter oblique retinacular ligament reconstruction

③ DIP joint: fusion



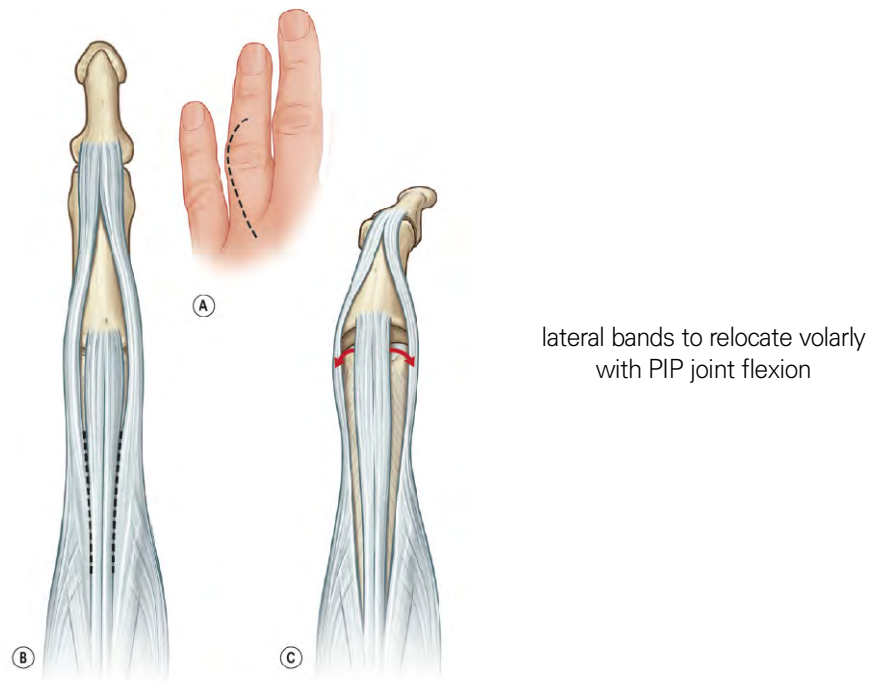
(2) Type II deformity

- ① MCP joint: intrinsic release
- ② PIP joint: splint, dermadesis, FDS sling, Litter oblique retinacular ligament reconstruction
- ③ DIP joint: fusion



(3) Type III deformity

PIP joint의 passive mobility를 다시 만드는 것이 목표이며 이를 위해 PIP joint에 대해 PIP joint manipulation, skin release, lateral band mobilization 등을 시행한다.



(4) Type IV deformity

관절면의 손상이 심하기 때문에 PIP joint의 arthrodesis or arthroplasty를 시행한다.

Treatment option for Swan neck deformity of Fingers

Type	MP joint	PIP joint	DIP joint
I	none	Splint Dermadesis FDS sling Littler ORL reconstruction	Fusion
II	Intrinsic release	As for type I	Fusion
III	As for type II MP joint reconstruction as needed	As for type II PIP joint manipulation Skin release Lateral band mobilization Check flexor tendons	Fusion
IV	As for type III	As for type III Arthroplasty Fusion	Fusion

III References

1. Smit, J. M.; Beets, M. R.; Zeebregts, C. J.; Rood, A.; Welters, C. F., Treatment options for mallet fin-

- ger: a review. *Plast Reconstr Surg* 2010, 126 (5), 1624-9.
2. Alla, S. R.; Deal, N. D.; Dempsey, I. J., Current concepts: mallet finger. *Hand (N Y)* 2014, 9 (2), 138-44.
 3. Bloom, J. M.; Khouri, J. S.; Hammert, W. C., Current concepts in the evaluation and treatment of mallet finger injury. *Plast Reconstr Surg* 2013, 132 (4), 560e-566e.
 4. Kozlow, J. H.; Chung, K. C., Current concepts in the surgical management of rheumatoid and osteoarthritic hands and wrists. *Hand Clin* 2011, 27 (1), 31-41.
 5. Lamaris, G. A.; Matthew, M. K., The Diagnosis and Management of Mallet Finger Injuries. *Hand (N Y)* 2017, 12 (3), 223-228.
 6. Sebastin, S. J.; Chung, K. C., Reconstruction of digital deformities in rheumatoid arthritis. *Hand Clin* 2011, 27 (1), 87-104.
 7. Scott W. Wolfe, Robert N. Hotchkiss, William C. Pederson, et al. *Green's Operative Hand Surgery*, 7th edition. Philadelphia: Elsevier/Churchill Livingstone; p162-168, 1879-1888

단추구멍 변형(Boutonniere/Button Hole Deformity)

한 수 홍

차의과학대 분당차병원 정형외과

수부의 신전건은 얇은 피부 밑에 존재하므로 외상에 쉽게 노출될 뿐만 아니라, 뼈나 관절도 같이 손상 받는 경우도 많아 조기운동을 시키는 것이 힘들기 때문에, 건이나 인접 관절에 유착이 생겨 관절강직이나 변형을 조장하게 되는 경우가 드물지 않다. 신전건은 가늘고 얇아서 굴곡건에 비해 그 단면적이 일반적으로 약 30% 정도 밖에 되지 않으므로, 봉합이 힘들고, 봉합시에는 가는 봉합사를 사용하게 된다. 그리고, 운동 범위가 굴곡건과 달라 작은 변화에도 기능 저하가 심해지기도 하며, 굴곡건이 신전건보다 근력이 강해서 양쪽 근육이 동시에 수축하여 작용하는 경우에 수지와 손목은 굴곡상태가 되기 때문에, 신전건을 봉합한 경우 이를 보호하기 위해 해당 손목과 손가락을 신전한 위치로 유지하도록 한다. 또한 굴곡건이 절단되면 즉시 기능 장애가 오지만 신전건은 완전히 절단되어도 손상 받지 않은 부위가 약해지기 전까지는 수일간 별 이상이 없는 것처럼 보일수도 있기 때문에 진단이 정확치 않거나 지연될 수도 있다. 일례로 중수골부위에서 손가락 신전건이 완전히 절단되어도 주위 손가락의 신전건과 연결되는 건연결(juncturae tendinum)에 의해서 다친 손가락의 신전 운동이 유지될 수 있다.

근위지 관절 배부의 중앙신건(central slip)의 손상은 단순한 염좌에서 완전한 파열까지 다양하게 발생할 수 있으며, 건이나 골막을 침범하여 견열 손상도 발생할 수 있다. 특징적인 변형의 하나로 단추구멍 변형(Boutonniere, Button hole deformity)이 있는데, 근위지 관절의 배측에 일어난 폐쇄성 또는 개방성 손상에 의해 중앙신건이 파열되어 발생된다. 중위지골의 배측 기저부에 부착되는 중앙신건이 손상되면 근위지 관절의 신전에 장애가 생기면서 근위지 관절이 굽혀져 있는 상태에서 외측대(lateral band)가 손바닥 쪽으로 이동되어 근위지 관절은 더욱 굽혀지고, 원위지 관절에는 이 외측대에 의한 견인으로 과도한 신전력이 작용하게 된다(그림 1). 손상 초기에는 근위지 관절을 수동적으로 펴 수 있으나 시간이 경과되면서 횡지대인대(transverse retinacular ligament)의 구축으로 인해 원위지 관절을 굽힐 수 없게 되고, 결국에 가서는 원위지 관절이 고정되어 수동적인 굴신도 불가능하게 된다.

단추구멍 변형은 주로 외상에 의해 발생하지만 류마티스 관절염, 골관절염, 듀피트렌 구축, 활차 손상 또는 화상 등으로도 발생되기도 한다. 폐쇄성 급성손상인 경우에는 근위지 관절을 신전하여 부목 고정으로 치료하며, 개방성 손상인 경우에는 중앙신건을 일차봉합한다. 진구성 손상의 치료 시 건손실이 있는 경우에는 주위 조직으로 봉합 부위를 보강해야 하는데, 파열된 중앙신건의 근위부, 외측대의 내측 부분 혹은 외측대의 전체를 이용하기도 한다. 만성 변형 중 근위지 관절이 수동적으로 신전 가능한 경우에는 급성 손상의 치료 방법을 시행할 수 있으나, 변형이 고정된 경우에는

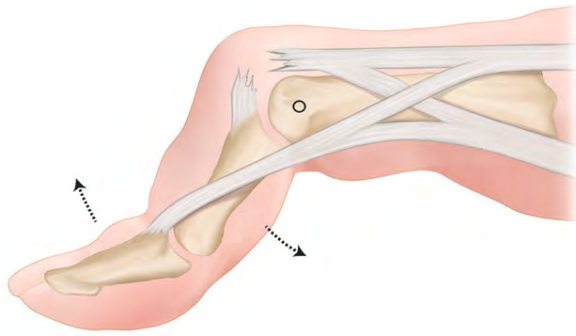


Fig. 1. 단추구멍 변형의 발생 기전

재건술을 요하는데, 건절단술, 중앙신건의 중첩(central band plication), V-Y 전진술, 건이식, 외측대이전술(lateral band transfer), 관절유합술 등이 적용된다.

단추구멍 변형은 수상 후 어렵지 않게 인지되지만 변형이 잔존하는 만성 병변의 치료에 대한 보고가 많지 않고 보존적 치료와 수술적 치료에 대한 비교 연구가 드물다. 그래서 현재까지도 그 적응증이 확립되진 않았지만 Souter 등은 수상 6 주 이내의 손상의 경우 보존적 치료를 권유하기도 하였다.

Dorphen은 원위지 관절의 과신전을 완화하고 근위지 관절의 신전약화를 개선하기 위한 간단한 술식으로 종말 신전건의 절개(terminal tendon tenotomy)에 의한 의도적 망치수지 변형의 유도를 소개하기도 했지만 그 결과는 저자마다 보고가 일치하지 않았다. 일반적으로는 근위지 관절의 신전약화가 30도 이내의 비교적 경한 변형에서 원위지 관절의 과신전에 대한 교정이 요구될 때 이러한 방법을 시도해 볼 수 있겠다. 외측대(lateral band)의 이전술을 기본으로 하는 여러 방법도 소개되었으나 해부학적 복원에 해당되지 않아 그 결과가 다양하고 건이식술, 이전술 등도 시행되지만 복잡한 술기로 인해 그 치료 결과 역시 일정치 않다.

여러 저자들이 손상된 중앙신건을 해부학적으로 복원하는 술식을 보고하였는데, Pardini 등은 중위지골 기저부 약 1cm에서 중앙신건의 흉터 조직을 절제 후 단단문합하고 외측대를 중앙신건에 봉합하는 방법과, Grundberg는 중앙신건을 3mm 정도 절제하고 근위지 관절을 과신전 상태에서 핀고정 및 단단문합하는 방법으로 외측대의 교정없이 좋은 결과를 보고하기도 하였다.

수술 기구의 발달로 수부에도 작은 크기의 봉합나사못(Micro suture anchor)이 적용되고 있는데 Chan 등은 8명의 단추구멍 변형 환자의 중앙신건 봉합에 사용하여 양호한 결과를 보고하였고, 본 저자들도 이러한 방법을 응용하여 중앙신건의 해부학적 복원을 유도하는 술식을 주로 적용하고 있는데 수술 과정의 증례 요약은 아래와 같다.

근위지 관절의 30° 신전 지연과 수동적으로 교정 할 수 있는 원위지 관절의 30° 과신전을 가진 다섯 번째 왼쪽 손가락에 수술 적용 레(그림 2A, B)이다. S자형 절개로 근위지 관절 배부로 접근하여 중앙신건의 이완 및 중앙부의 긴 흉터 조직 형성을 확인하였다(그림 2C, D). 구축된 중앙신건과 외측대의 분리를 위해 양측에 절개를 시행하고(그림 2E), 근위지 신전을 위해 관절낭을 포함하여 흉터 조직을 적절히 절제하였다(그림 2F). 근위지 관절 신전 상태에서 절제된 양측 끝을 단단봉합하고 이어 최소형 봉합나사못을 근위지 관절에 삽입 후 단단봉합부를 보강 봉합하였고 외측대에는 특별한 조작이 시행되지 않았다(그림 2G, H, I). 수술 후 약 4주간 알루미늄 부목을 사용하여 고정하였고, 이 후 점진적인 관절 운동을 시작하였다(그림 2J, K).

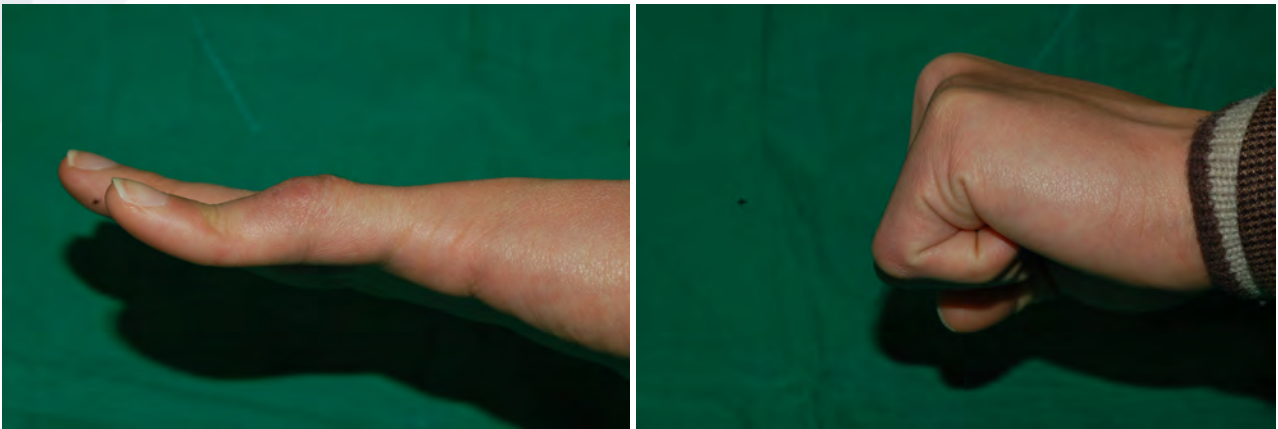


Fig. 2A, B. 제 5 수지의 단추구멍 변형

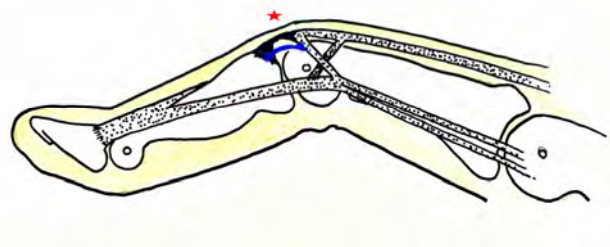


Fig. 2C, D. 중앙신건의 이완 및 중앙부의 흉터조직

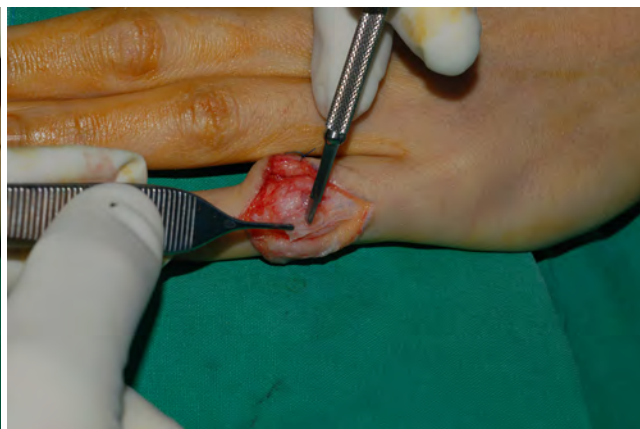


Fig. 2E, F. 중앙신건 분리 및 흉터 조직의 절제

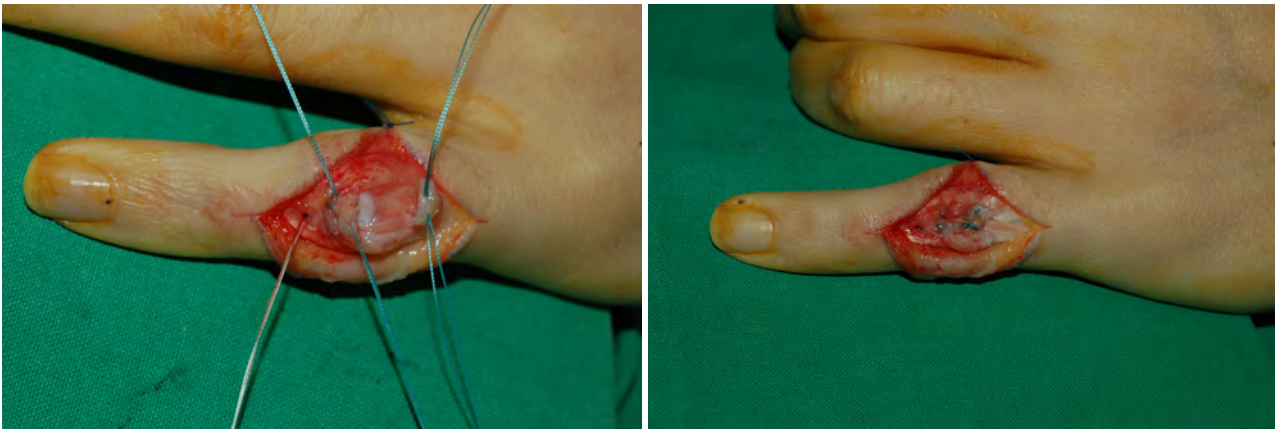
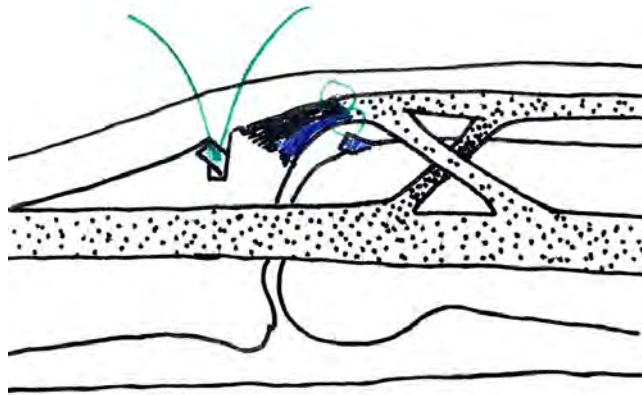


Fig. 2G, H, I. 절제 양측의 단단봉합 및 봉합나사못 고정에 의한 봉합 보강

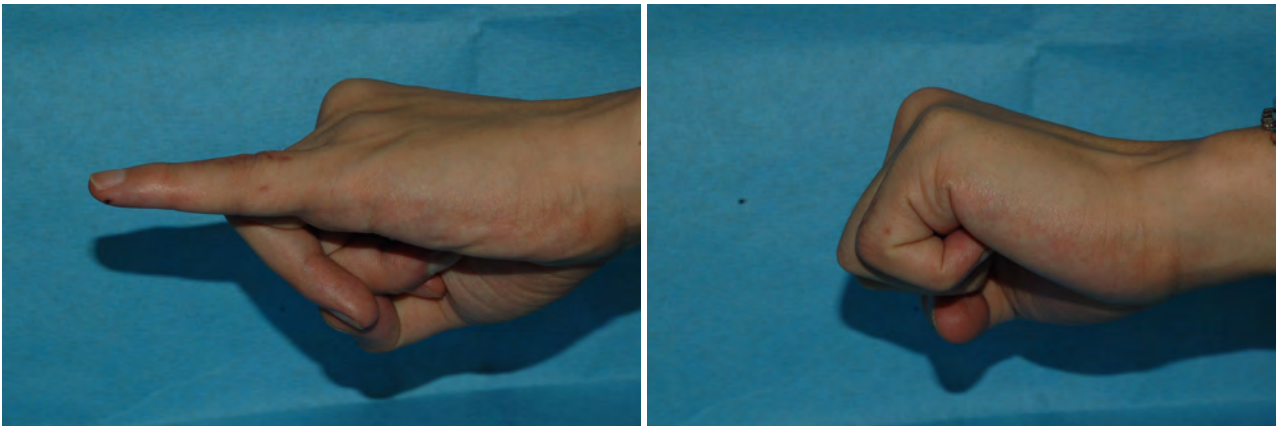


Fig. 2J, K. 수술 후 호전된 단추구멍 변형

III Reference

1. Caroli A, Zanasi S, Squarzina PB, Guerra M, Pancaldi G. Operative treatment of the post-traumatic boutonniere deformity. A modification of the direct anatomical repair technique. *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)*. 1990;15(4):410-5.
2. Cluett J, Milne AD, Yang D, Morris SF. Repair of central slip avulsions using Mitek Micro Arc bone anchors. An in vitro biomechanical assessment. *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)*. 1999;24(6):679-82.
3. Curtis RM, Reid RL, Provost JM. A staged technique for the repair of the traumatic boutonniere deformity. *J Hand Surg Am*. 1983;8(2):167-71.
4. Dolphin JA. Extensor tenotomy for chronic boutonniere deformity of the finger; report of two cases. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1965;47:161-4.
5. Fox PM, Chang J. Treating the Proximal Interphalangeal Joint in Swan Neck and Boutonniere Deformities. *Hand clinics*. 2018;34(2):167-76.
6. Grundberg AB. Anatomic repair of boutonniere deformity. *Clinical orthopaedics and related research*. 1980(153):226-9.
7. Hou Z, Zhao L, Yu S, Xiao B, Zhou J. Successful surgical repair of central slip rupture in finger extensor tendon. In vivo (Athens, Greece). 2014;28(4):599-603.
8. Page SM, Stern PJ. Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures. *J Hand Surg Am*. 1998;23(5):827-32.
9. Pardini AG, Costa RD, Morais MS. Surgical repair of the boutonniere deformity of the fingers. *The Hand*. 1979;11(1):87-92.
10. Stern PJ. Extensor tenotomy: a technique for correction of posttraumatic distal interphalangeal joint hyperextension deformity. *J Hand Surg Am*. 1989;14(3):546-9.
11. Souter W. A review of 101 patients with division of the central slip of the extensor expansion of the fingers. *J Bone Joint Surg Br*. 1967;49:710-21.
12. Strauch R. Extensor Tendon Injury. In: Wolfe S, ed. *Green's operative hand surgery*: Elsevier Science Publications; 2016. 152-82.
13. Suk SI. Disorders of Tendon. *Orthopaedics*. 8th ed. Newest Medicine Co. Seoul. 2020;923-925.

신전건 아탈구(Extensor Tendon Subluxation)

이 재 훈

경희의대 정형외과

III 서론

중수지관절에서 중수지신전건의 아탈구는 류마티스 질환을 제외하고 상대적으로 드문 질환이다. 대부분 폐쇄성 파열(closed rupture)에 의해 발생한다. 외상에 의해 발생하는 경우 초기 발견시 보존적 치료로 잘 치료될 수 있다. 급성기 치료 시기가 지난 만성인 경우 보존적 치료로 치료할 수 없어 봉합술, 재건술 등으로 치료할 수 있다. 간혹 외상 없이 관절 이완에 의해 두 개 이상 수지, 양측 손에서 아탈구 증상이 나타날 수 있다. 이 경우 증상이 없는 경우 경과 관찰할 수 있지만 증상이 지속되면 재건술이 필요할 수 있다.

이 장에서는 신전건 아탈구의 해부학, 시기에 따른 치료 방법, 봉합술, 재건술 등에 대하여 알아보하고자 한다.

III 해부학 및 손상 기전

중수지신전건은 정상적으로 중수지골두의 신전덮개(extensor hood)의 시상대(sagittal band)에 의해 유지된다. 시상대는 신전건을 중수지관절에서 안정화 시켜주는 일차 구조물이다¹⁾.

Ishizuki²⁾는 시상대는 표층부와 심부로 구성되어 있다고 하였다. 표층부 파열은 자발적 아탈구를 유발할 수 있으며 표층부 및 심부 동시 파열은 직접 외상이나 강한 중수지관절 굴곡에 의해 발생할 수 있다고 하였다(Fig. 1).

아탈구는 시상대에 부적절한 긴장시에 발생한다. 시상대의 요측이 주로 손상받으며 척측보다 더 얇고 길기 때문에 손상에 취약하며, 건의 척측에 건연결(juncturae tendinum) 등의 보조건이 더 견고하기 때문에 신전건의 아탈구는 대부분 척측에서 발생하게 된다^{3,4)}. 또한 아탈구는 주로 중지에서 발생하게 되는데 이는 중지의 시상대가 다른 수지에 비해서 얇고, 중지가 다른 손가락에 비해서 추가적 안정성을 제공하는 extensor tendon slip 과 건연결이 부족하기 때문으로 생각된다³⁻⁵⁾.

시상대의 손상은 보통 수지의 resisted extension, 중수지관절의 직접 외상, 신전덮개의 열상에 의해 발생하며, 드물게 외상 없이 선천적 혹은 자발적으로 발생하기도 한다⁶⁻⁸⁾. 신전건이 중수지관절 굴곡시 척측으로 탈구가 됨으로써 snapping 이 발생하기 때문에 방아쇠 수지로 오인할 수 있다. 초기 치료가 지연될 수 있으며 중수지관절의 초기 신전

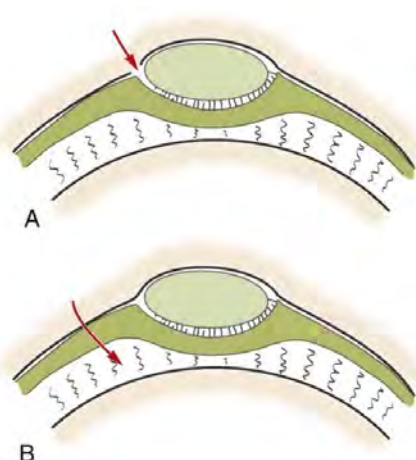


Fig. 1. Anatomy of sagittal band injury. A, spontaneous dislocation, superficial layer is disrupted. B, Traumatic dislocation. (From Green's operative hand surgery, 7th edition).

을 할 수 없거나 신전력이 감소할 수 있다. 침범된 관절의 척측으로 외전될 수 있다. 전신적 관절이완(general hyperlaxity)이 있는 경우 중지와 시지의 자발성 아탈구가 발생할 수 있다.

III 치료

1) 급성기 치료

수상 후 3주까지의 급성 손상은 부목고정(중수지 관절 25-30도 신전 부목), 시상대 부목 등 보존적 으로 치료가 가능하다⁹⁻¹¹⁾. 3주가 경과한 후에 발견된 손상인 경우나 보존적 치료에 반응이 없는 경우 시상대 봉합술이 필요하다. 이 경우 일차 봉합을 할 수 있을 정도의 고유 조직(native tissue)이 남아있을 경우 직접 봉합을 할 수 있다^{2,3)}.

2) 만성 혹은 자발적 아탈구 치료

수상 후 6주가 경과한 만성 혹은 자발적 아탈구이 경우 일차 봉합이 어려운 경우가 많다. 건의 중심화(centralization)을 유지하기 위해 시상대 재건술이 요구되며, 이식조직 및 이식 방법에 따라 다양한 재건술이 보고되고 있다¹²⁻¹⁵⁾. 일부 저자들이 만성의 경우 신전 덮개의 reefing이나 imbrification^{16,17)}으로도 좋은 결과를 보고하고 있지만, 대부분의 경우 재건술이 필요하다. 재건술 방법은 이식조직의 종류에 따라 신전건 slip¹⁸⁻²⁰⁾, juncturae tendinum^{5,21)}, lumbrical tendon²²⁾, palmaris longus tendon with suture anchor¹⁴⁾ or bone tunnel²³⁾을 이용하는 방법이 있다. Graft pathway에 따라서는 collateral ligament¹⁸⁾, deep transverse ligament¹⁵⁾, lumbrical tendon¹³⁾에 loop 를 만들거나 봉합하는 다양한 방법들이 소개되어 왔다(Fig. 2). 하지만 이러한 재건술 방법은 tendon slip 또는 신전덮개 등 신전건의 주변 연부조직과 장장건을 이용할 경우에 이식조직의 단축 혹은 반흔 형성에 의해 신전건의 기능 이상을 유발할 수 있다. 또한 graft pathway를 만드는 수술로 인해 주변 조직의 반흔을 유발할 수 있으며, 이로 인한 관절 강직, 감염 등의 위험성이 있다. 그 외에 Rozmaryn¹⁴⁾은 신전덮개를 이용한 재건술 시 근처에 신전덮개가 없

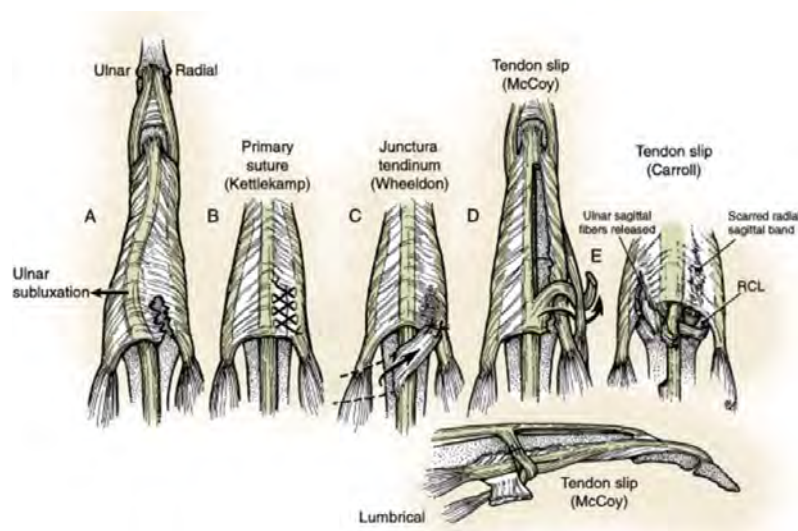


Fig. 2. Methods of sagittal band reconstruction (left middle finger). A, Ulnar subluxation of EDC tendon caused by torn radial sagittal band. B, Primary suture of radial sagittal band centering EDC tendon. C, Ulnar junctura tendinum is released from the adjacent tendon and sutured to the palmar radial sagittal band remnant of the deep intermetacarpal ligament. D, Distal tendon is splinted on the radial side and wrapped around the lumbrical muscle. E, Ulnar, distally based slip of EDC is looped around the radial collateral ligament (RCL). (From Green's operative hand surgery, 7th edition)

는 경우, 충분한 길이를 얻을 수 없는 경우 사용하기 힘들다고 하였다. 또한 Andruss 등²⁴⁾은 tendon slip을 이용한 개 건술 시에 slip이 등척점(isometric point)을 지나지 않을 경우 지속적으로 아탈구가 유발될 수 있다고 하였다.

III 저자의 방법

중수지관절에서 신전건 위로 2cm의 종적 절개를 사용하여 척측으로 아탈구 되어 있는 신전건을 노출한다(Fig. 3).

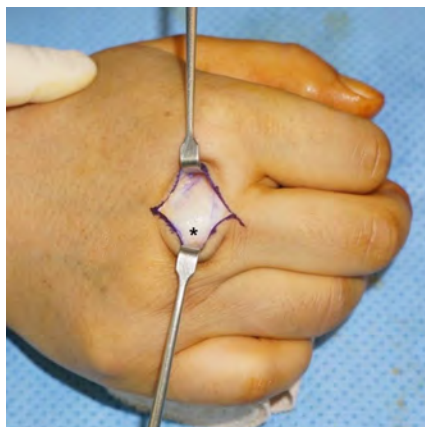


Fig. 3. Intraoperative photograph. Skin incision and identified ulnarly subluxated extensor digitorum communis tendon (star).

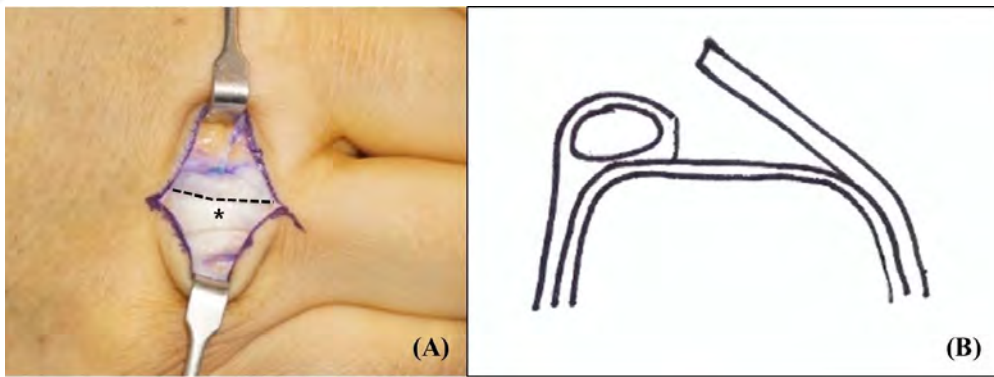


Fig. 4. A Intraoperative photograph of the middle finger after skin incision shows ulnarly subluxated extensor tendon (star) and line of separation (dotted line). B The drawing shows a schematic cross-sectional image after separation of the radial component of the SBs from the paratenon.

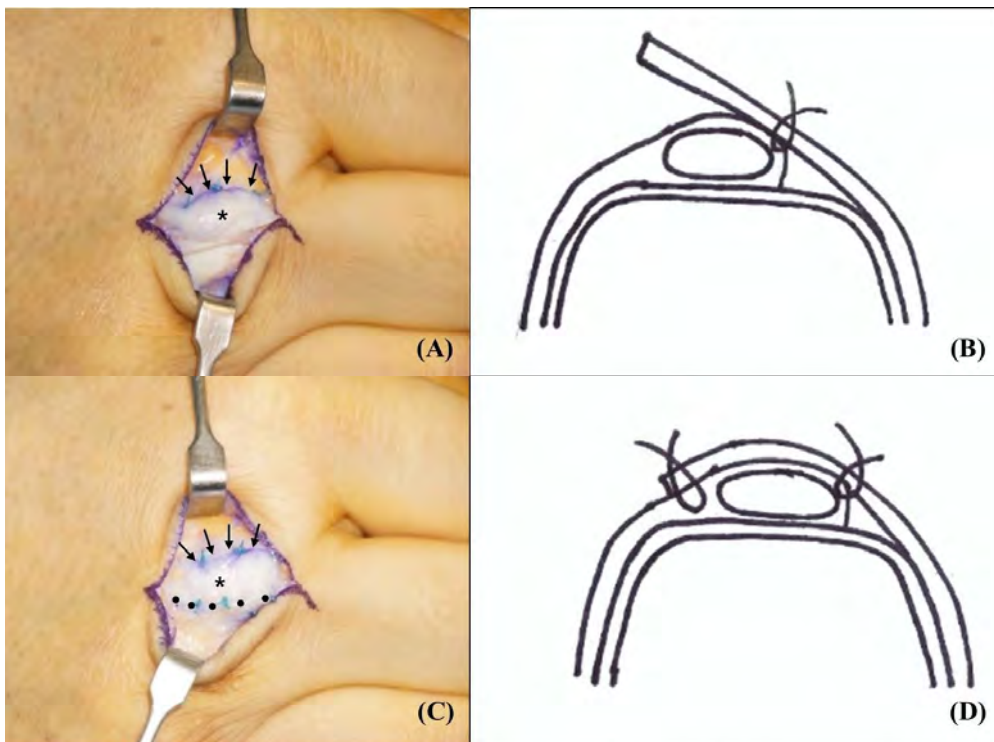


Fig. 5. Intraoperative photograph A and drawing B (schematic cross-sectional image) show that the paratenon is sutured to the radial sides of the radial component after recentralizing the subluxated extensor tendon. Intraoperative photograph C and drawing D (schematic cross-sectional image) show that the radial and ulnar component of the SBs are sutured after wrapping the extensor tendon using a radial component.

신전건의 요측 및 척측을 탐색하여 파열되거나 위축된 요측 시상대를 찾은 후, 신전건의 요측에 시상대를 절개하고 관절막과 분리한다(Fig. 4). 아탈구된 신전건을 중심부로 재위치 시킨 후에 신전건의 paratenon의 요측부와 시상대의 요측 부위와 side to side 로 봉합하고, 시상대의 남은 요측부위로 신전건을 wrapping 후 시상대의 척측부와 side to side 로 봉합한다(Fig. 5). 수지는 봉합 후 중수지관절의 수동 운동시 신전건의 중심화가 유지되고 아탈구 되는지 확인

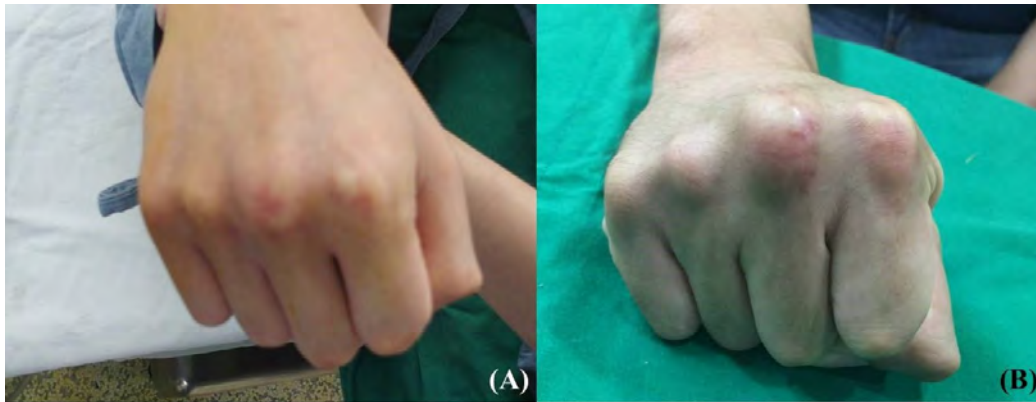


Fig. 6. Preoperative photograph A shows ulnar subluxation of the extensor tendon over the MCP joint of the right middle finger. Photograph B, 14 months after surgery, reveals that extensor tendon maintains a central position over the MCP joint with active flexion of the MCP joint.

한다.

수술 후, 환자는 중수지관절과 근위지관절을 신전한 상태에서 5주 동안 단상지부목고정을 유지하고, 원위지관절은 능동적 운동을 허락한다. 수술 5주 후에 부목을 제거하고, 중수지관절과 근위지관절의 능동적 운동을 시작한다. 수술 후 8주째부터 제한 없이 관절 운동과 근력 강화 운동을 시작한다.

References

1. Rayan GM, Murray D, Chung KW, Rohrer M. The extensor retinacular system at the metacarpophalangeal joint. Anatomical and histological study. *J Hand Surg Br.* 1997;22(5):585-590.
2. Ishizuki M. Traumatic and spontaneous dislocation of extensor tendon of the long finger. *J Hand Surg.* 1990;15(6):967-972.
3. Kettelkamp DB, Flatt AE, Moulds R. Traumatic dislocation of the long-finger extensor tendon. A clinical, anatomical, and biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53(2):229-240.
4. Kilgore ES, Graham WP, Newmeyer WL, Brown LG. Correction of ulnar subluxation of the extensor communis. *The Hand.* 1975;7(3):272-274.
5. Wheeldon FT. Recurrent dislocation of extensor tendons in the hand. *J Bone Joint Surg Br.* 1954; 36-B(4):612-617.
6. Harvey FJ, Hume KF. Spontaneous recurrent ulnar dislocation of the long extensor tendons of the fingers. *J Hand Surg.* 1980;5(5):492-494.
7. Inoue G, Tamura Y. Dislocation of the extensor tendons over the metacarpophalangeal joints. *J Hand Surg.* 1996;21(3):464-469.
8. Rayan GM, Murray D. Classification and treatment of closed sagittal band injuries. *J Hand Surg.*

1994;19(4):590-594.

9. Araki S, Ohtani T, Tanaka T. Acute dislocation of the extensor digitorum communis tendon at the metacarpophalangeal joint. A report of five cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(4):616-619.
10. Catalano LW, 3rd, Gupta S, Ragland R, 3rd, et al. Closed treatment of nonrheumatoid extensor tendon dislocations at the metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg.* 2006;31(2):242-245.
11. Ritts GD, Wood MB, Engber WD. Nonoperative treatment of traumatic dislocations of the extensor digitorum tendons in patients without rheumatoid disorders. *J Hand Surg.* 1985;10(5):714-716.
12. Bunata RE. Sagittal band reconstruction. *J Hand Surg.* 1999;24(1):198.
13. McCoy FJ, Winsky AJ. Lumbrical loop operation for luxation of the extensor tendons of the hand. *Plastic and reconstructive surgery.* 1969;44(2):142-146.
14. Rozmaryn LM. Tendon graft reconstruction of extensor hood deficits with subluxation. *J Hand Surg.* 1995;20(5):841-843.
15. Watson HK, Weinzweig J, Guidera PM. Sagittal band reconstruction. *J Hand Surg.* 1997;22(3):452-456.
16. Posner MA, McMahon MS. Congenital radial subluxation of the extensor tendons over the metacarpophalangeal joints: a case report. *J Hand Surg.* 1994;19(4):659-662.
17. Saldana MJ, McGuire RA. Chronic painful subluxation of the metacarpal phalangeal joint extensor tendons. *J Hand Surg.* 1986;11(3):420-423.
18. Carroll Ct, Moore JR, Weiland AJ. Posttraumatic ulnar subluxation of the extensor tendons: a reconstructive technique. *J Hand Surg.* 1987;12(2):227-231.
19. Elson RA. Dislocation of the extensor tendons of the hand. Report of a case. *J Bone Joint Surg Br.* 1967;49(2):324-326.
20. McCoy FJ, Winsky AJ. Lumbrical loop operation for luxation of the extensor tendons of the hand. *Plastic and reconstructive surgery.* 1969;44(2):142-146.
21. ElMaraghy AW, Pennings A. Metacarpophalangeal joint extensor tendon subluxation: a reconstructive stabilization technique. *J Hand Surg.* 2013;38(3):578-582.
22. Segalman KA. Dynamic lumbrical muscle transfer for correction of posttraumatic extensor tendon subluxation. *Techniques in hand & upper extremity surgery.* 2006;10(2):107-113.
23. Kang L, Carlson MG. Extensor tendon centralization at the metacarpophalangeal joint: surgical technique. *J Hand Surg.* 2010;35(7):1194-1197.
24. Andruss RJ, Herndon JH. Ulnar subluxation of the extensor digitorum communis tendon: a case report and review of the literature. *The Iowa orthopaedic journal.* 1993;13:208-213.

신전건 폐쇄성 파열 (Closed Rupture of Extensor Tendon in Hand)

김 홍 일

고신의대 성형외과

III Introduction

수부 영역에서 신전건 폐쇄성 파열은 드물지 않게 발생되고 있으며 특히, 골절과 활액막염, 류마티스 관절염등과 연관되어 있다고 알려져 있다. 최근에는 스테로이드 주사에 의한 파열 증례 보고가 증가하고 있으며, 앞서 언급한 원인과 상관없는 자연 파열도 종종 보고되고 있다. 여러 문헌 고찰을 통해 다양한 파열 예들의 원인 및 치료 방법을 기술하고자 한다.

III Review of literatures

1. 류마티스 관절염에 따른 신전건 파열

류마티스 관절염은 Rheumatoid factor라 불리는 immunoglobulin M에 의한 자가면역질환으로 건을 둘러싸는 건초 내면의 활액막 및 관절내 활액막에서 만성적인 염증이 발생하고 비후와 증식이 일어난다. 초기에는 저절로 호전되기도 하고 스테로이드 주사, 약물치료로 안정화시킬 수 있으나 증식성 활액막염이 진행하면 증상의 해소가 잘 일어나지 않는다. 그러므로 3-6개월간의 약물치료 등으로 호전되지 않을 경우 조기에 건활액막 절제술이 권장된다. 건활액막염에서 시행되는 건활액막 절제술은 통증 등 활액막염의 증상을 해소하는 것에 더하여 건의 파열을 예방하는 효과가 있다.

관절내 활액막염에 의한 침윤적 변화들이 만들어낸 골편이나 골돌출부와 건과 접촉하면서 일어나는 마찰에 의해 건 파열이 발생할 수 있다. 또한 활액막염이 직접 건을 침습하여 건의 약화와 파열이 일어난다고도 여겨지고 있다. 건파열이 발생하기 전 건활액막염에 따른 통증이나 부종이 선행하지만 자발성 건파열이 발생하기까지 전혀 통증이 수반되지 않는 경우도 있어서 건의 파열에 따른 신전 부전이 처음 증상인 경우도 드물지 않다.

류마티스 관절염 치료제로 Disease-modifying antirheumatic drugs(DMARDs)가 쓰이면서부터 질환의 활동성을 낮출 수 있었으며 뼈의 방사선학적 변화를 줄여주는 것으로 알려졌다. 치료제의 발달로 인하여 류마티스 관절염에 의한 건파열도 줄어들 것으로 예상된다.

1) 장무지신전건의 파열

돌출된 골극에 의한 마찰이 주된 신전건파열의 원인인데 Lister 결절과의 마찰에 의해 장무지신전건이 파열된다고 여겨진다. 장무지신전건의 파열로 신전부전이나 변형이 발생하면 장무지신전건의 재건술이 필요하다. 단단봉합술, 건이식술, 건전이술 등이 사용될 수 있으나 건의 단단봉합술은 질병으로 인한 건의 구성 자체가 변하여 치유가 느리며 마찰로 인한 건의 마모가 동반되어 있어 거의 불가능하다. 이식술은 이차적인 유착 가능성은 있지만 무지굴곡건의 강한 힘과 긴 활주로 인해 극복되어 양호한 결과를 보인다. 건전이술로는 고유시지신전건이나 장무지외전건, 장수근신전건, 단무지신전건의 전이술이 이용되는데 근력과 활주 정도가 장무지신전건과 거의 유사한(5.8cm vs. 5.4cm) 고유시지신전건의 전이술이 가장 선호된다.

2) 수지 신전건의 파열

류마티스 관절염으로 인한 원위요척관절의 불안정성과 수근골의 회외전 변형으로 인해 척골두가 후방으로 탈구되면 척골두에 인접한 신전건들이 척골두와 마찰을 일으켜 건파열이 발생하게 된다. 보통 고유소지신전건 혹은 소지신전건에 가장 많이 발생하며, 신전건의 척측 전위가 동반되면서 점차 요측으로 환지, 중지 시지의 신전건 파열로 진행된다.

이 경우, 수지 신전건 파열을 치료할 때는 반드시 원인도 함께 교정해야 한다. 기존에 있던 활액막염, 척골두의 아탈구 및 골극을 건전이술 이전에 우선 수술적으로 교정해야 한다. 또한 신전건지지띠를 신전건 아래에 봉합하여 건이 골과 마찰없이 활주할 수 있도록 도울 수도 있다.

단일 수지 신전건의 파열이 있을 때는 정상인 인접수지의 신전건에 측면봉합해주는 방법이 유용하다. 고유소지신전건의 파열이 가장 흔하며 단단봉합술이 불가능하다면 환지의 총수지신전건에 봉합해준다. 고유소지신전건 파열만 있을 때는 소지 중수지관절의 신전 부전은 30~40° 정도이며 소지의 총수지신전건까지 파열되면 신전 부전은 심해진다. 류마티스관절염과 동반된 고유소지신전건의 파열은 점차 요측의 신전건 파열로 진행되는 경우가 많으므로 조기에 수술적 재건을 시행해야 한다. 중지나 환지 신전건의 단일파열도 같은 방법으로 인접 요측 수지신전건에 봉합하여 치료한다.

고유소지신전건과 소지신전건이 동시에 파열된 경우 파열된 두 신전건을 인접한 환지 수지신전건에 봉합한다. 그러나 중수골 몸통보다 원위부에서 파열이 있다면 환지신전건에 파열된 신전건을 모두 봉합하면 소지의 외전을 유발할 수 있으므로 고유시지신전건 전이술을 고려하여야 한다.

소지와 환지 2개 수지의 신전건이 파열되었을 때는 고유시지신전건을 소지에 이전하고 환지의 신전건은 중지의 신전건에 봉합해주는 방법이 유용하다.

환지와 중지 2개 수지의 신전건이 파열된 경우에는 환지 신전건은 소지신전건이나 고유소지신전건에 봉합하고 중지 신전건은 시지신전건에 봉합하여 재건한다.

소지, 환지, 중지 3개 수지의 신전건이 파열되면 건이식술이나 중지신전건은 시지신전건에 봉합하고 고유시지신전건을 환지와 소지의 파열된 신전건으로 전이술이 필요하다.

4개 손가락 전부의 신전건이 파열된 경우라면 중지와 환지의 천수지굴곡건을 이전하는데 중지굴곡건은 시지와 중지신전건으로 이전하고, 환지 굴곡건은 환지와 소지 신전건으로 전이한다.

건의 이식술로 신전건을 재건할 수 있는데 장수장건이 주로 사용된다. 그 외의 공여건으로는 장요측수근신근의 일

Table 1. 류마티스환자에서 신전건 폐쇄성 파열 발생시 선택 가능한 수술법.

Rupture	Treatment
EPL	First line: EIP tendon transfer Second line (EIP unavailable for transfer): tendon grafting/APL transfer/partial ECRL transfer
EDQ	EDQ to SF EDC
EDQ + SF EDC	EDQ + SF EDC to RF EDC tendon transfer, or EIP tendon transfer
RF or MF EDC	EDC to adjacent radial EDC
EDQ + SF EDC + RF EDC	EIP to SF + RF EDC, or EIP to SF with RF EDC to MF EDC
RF and MF EDC	EIP tendon transfer
EDQ + SF EDC + RF EDC + MF EDC	EIP to SF + RF EDC with MF EDC to IF EDC
EDQ + SF EDC + RF EDC + MF EDC + IF EDC + EIP	MF FDS to IF and MF EDC with RF FDS to RF and SF EDC

부, 족저근, 제4족지의 신전건 등이 사용될 수 있다.

류마티스관절염 환자에서 일반적으로 많이 사용되는 신전건 재건방법은 Table 1 과 같다. (Table 1)

2. 스테로이드 주사에 의한 신전건 파열

스테로이드 주사법은 건염의 보존적 치료법으로 널리 쓰이고 있다. 스테로이드 주사법은 매우 효과적이지만, 건의 퇴화나 파열 같은 심각한 부작용이 있다. 스테로이드가 콜라겐을 파괴하면서 생화학적 변화를 일으켜 콜라겐 합성과 강도에도 영향을 주기 때문에 여겨진다. 보통 주사 후 1~2주에 건파열이 가장 많이 보고 되고 있으며, 스테로이드 주사에 의한 건파열 중 장무지신전건 파열이 가장 많이 보고 되고 있다. 이러한 건파열의 경우, 이학적 검사로 진단이 대부분 가능하다. 술전 초음파 혹은 MRI를 통해 건파열 부위 및 마모 정도를 확인 할 수 있어서 술전 검사로 추천된다.

치료는 파열된 건을 단단봉합술하거나 장수장건을 이용한 건이식술이 가장 흔히 사용된다. 술후 합병증으로 건유착과 재파열이 보고되고 있다.

3. 자연 신전건 파열

매우 드문 경우지만 외상이나 골절, 활액막염, 류마티스 관절염, 스테로이드 주사 혹은 손목의 과도하고 비정상적 동작에 의하지 않고 건파열이 발생하는 경우가 보고되고 있다. 자연 신전건 파열로 가장 많이 보고되는 것은 장무지신전건으로, 장무지신전건이 Lister 결절이 지나며 마찰이 많이 발생하는 것과 3번째 신전구획이 무혈관구획에 가깝기 때문에 여겨진다. 특징적으로 파열 이전에 전구증상으로 통증이 흔하게 동반된다. 이학적검사를 통해 파열을 효과적으로 진단 할 수는 있지만 자연 파열을 진단하기 위해서는 X-ray, MRI, CT를 통해 해부학적 이상 유무를 확인하고 혈액학적 검사를 통해 류마티스 인자 등을 확인해야 한다.

치료로는 건파열 간격이 좁다면 파열된 건의 단단봉합술을 고려해 볼 수 있다. 간격이 넓다면 건전이술이 추천된다. 장무지신전건 자연 파열의 경우 치료로는 고유시지신전건의 전이술이 가장 선호된다.

III Conclusion

다양한 원인에 의해서 신전건 파열이 발생할 수 있다. 여러 문헌들을 종합해볼 때 장무지 신전건의 파열이 신전건 파열 중 가장 흔하며 단단봉합술, 건이식술, 건전이술로 치료가 가능하다. 신전건의 폐쇄성 파열이 발생 할 경우 파열의 원인을 확인하는 것이 우선되어야 하며, 원인에 따라 치료 방향을 설정하는 것이 중요하다.

III References

1. Michael BO, NHardeep S, Jennifer MW. Tendon Transfers in the Rheumatoid Hand for Reconstruction. Hand Clin 2016;32:407-16
2. Zinger G, Dalu KA, Bregman A, et al. Spontaneous Rupture of the Extensor Pollicis Longus Tendon With Repair and Contralateral Prophylactic Decompression: A Case Report and Review of the Literature. Hand Surg Am. 2019;44:702.e1-5
3. Lu H, Yang H, Shen H, et al. The clinical effect of tendon repair for tendon spontaneous rupture after corticosteroid injection in hands: A retrospective observational study. Medicine(Baltimore). 2016;95(41):e5145
4. Cigna E, Özkan Ö, Mardini S, et al. Late spontaneous rupture of the extensor pollicis longus tendon after corticosteroid injection for flexor tenosynovitis. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2013;17(6): 845-8
5. The Korean society For Microsurgery, Latest microreconstruction and tendon damage and lesions. Gim-po: Gaon Convention; 2017.p.112-27.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Nerve entrapment- 대한말초신경수술학회

류인혁 (포항세명기독병원 정형외과)

권성택 (서울의대 성형외과)

1) Cubital tunnel syndrome

권영호 (고신의대 정형외과)

2) Ulnar tunnel syndrome

백종훈 (경희의대 정형외과)

3) Anterior interosseous nerve syndrome

박일중 (가톨릭의대 정형외과)

4) Carpal tunnel syndrome

최승석 (인하의대 성형외과)

Cubital Tunnel Syndrome

권 영 호

고신의대 정형외과

Ulnar nerve의 entrapment는 carpal tunnel syndrome 다음으로 상지에서 두 번째로 가장 흔한 압박 신경 병증입니다. Ulnar nerve은 그 경로를 따라 여러 지점에서 압박될 수 있지만, 가장 흔한 위치는 팔꿈치입니다.

환자는 hand weakness뿐만 아니라 4번째, 5번째 손가락의 numbness도 자주 호소합니다. 진행된 경우에는 비가역적인 근육 위축과 손의 구축까지 합병됩니다.

Cubital tunnel syndrome의 치료를 위한 많은 외과적 치료법이 존재합니다. In situ decompression, ulnar nerve의 피하, 근육 내 또는 근육 내 평면으로의 전이, 또는 medial epicondylectomy는 이 질환의 진행을 막는 치료에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌습니다.

III Anatomy

척골 신경은 C8 및 T1 nerve root의 가지로 구성됩니다. 이 2개의 뿌리는 결합하여 상완 신경총의 lower cord를 형성하고 medial cord로 전이됩니다. 척골 신경은 medial cord의 terminal branch입니다. 척골 신경의 진행은 triceps brachii의 medial head와 brachialis muscles 사이에서 연속됩니다(그림 1). 신경은 상완 동맥의 posteromedial 쪽이며 근육 간 격막의 바로 뒤에 있습니다. Struthers의 arcade는 삼두근의 중간 머리와 팔의 근육 간 격막을 연결하는 근막 밴드입니다. 이 근막 밴드는 medial epicondyle의 근위 약 8cm에 척골 신경을 가로지릅니다. 척골 신경은 더 피상적으로 되고 medial epicondyle 근위에 대략 3.5cm인 ulnar sulcus로 들어갑니다. 신경은 medial epicondyle의 뒤와 olecranon의 내측으로 주행합니다. 그런 다음 신경은 cubital tunnel로 들어갑니다. cubital tunnel의 지붕은 오스본의 아치형 인대 또는 오스본의 인대로 정의됩니다. 오스본의 인대는 FCU (Flexor Carpi ulnaris)의 상완골과 척골 머리 사이의 굽은 가로 밴드입니다. Cubital tunnel 의 바닥은 팔꿈치의 내측측부인대, 관절 캡슐 및 olecranon으로 구성됩니다. Cubital tunnel 을 통과 한 후, 척골 신경은 FCU의 척골과 상완골사이의 forearm 안쪽으로 깊숙이 들어갑니다.

잠재적인 척골 신경 포획은 팔꿈치 주위 5 곳에서 일어날 수 있습니다: Struthers의 아케이드, medial intermuscular septum, medial epicondyle, cubital tunnel, deep flexor pronator aponeurosis. 가장 흔한 포획 부

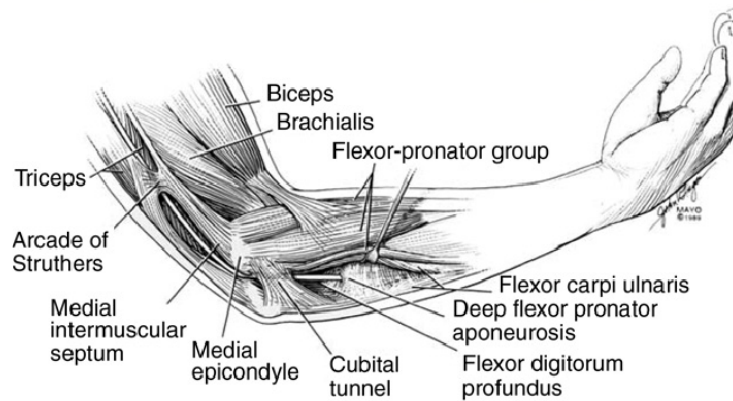


Fig. 1. 팔꿈치를 따라가는 척골 신경의 주행. 척골신경이 흔하게 압박되는 5 부분에 주목하십시오. The arcade of Struthers, the medial intermuscular septum, the medial epicondyle, the cubital tunnel, and the deep flexor pronator aponeurosis. From Elhassan B, Steinman SP. Entrapment neuropathy of the ulnar nerve. J Am Acad Orthop Surg 2007;15:672-681. Copyrighted and used with permission of Mayo Foundation for Medical Education and Research, all rights reserved.

위는 cubital tunnel입니다. 최근의 해부학적 연구에 따르면 이전에 확인되지 않은 섬유 밴드의 수준에 변동성이 있는 것으로 나타났습니다. 이러한 발견은 감압 후 증상의 재발이 이러한 구조의 부적절한 release로 인한 것일 수 있음을 시사합니다. 불완전한 release을 방지하기 위해 cubital tunnel의 근위 및 원위 끝을 주의 깊게 탐색하는 것이 좋습니다.

Medial antebrachial cutaneous nerve의 후부 분기와 cubital tunnel의 근위부와의 해부학적 관계는 척골 신경 수술에서 중요한 해부학적 고려 사항입니다. Medial antebrachial cutaneous nerve이 medial epicondyle에 근접하면 특히 척골 신경 감압 동안 injury를 입을 수 있습니다. 척골 신경 수술 후 통증의 가장 흔한 원인 중 하나는 medial antebrachial cutaneous nerve의 posterior branch의 이차적인 손상입니다.

최근의 해부학 연구에서, medial antebrachial cutaneous nerve branches는 61%정도가 medial epicondyle에서 cubital tunnel release의 외과적 절개를 가로지르는 것으로 밝혀졌습니다.

이 branch들은 cubital tunnel decompression을 받은 97명의 무작위로 선택된 환자들에서 medial epicondyle로의 근위 평균 1.8cm의 거리의 incision을 가로지릅니다. Medial antebrachial cutaneous nerves은 epicondyle에서 3.1 cm의 평균 원위 거리에서 시간의 100%를 medial epicondyle에서 원위로 교차하는 것으로 나타났습니다. 척골 신경에 접근 할 때 피부 신경에의 iatrogenic injury을 예방할 수 있도록 이러한 구조에 대한 지식을 고려해야 합니다.

III Diagnosis

상지 신경 압박이 의심되는 모든 환자들로부터 철저한 history를 얻어내야 합니다. 환자에게 당뇨, 갑상선질환, 혈우병, 말초신경병증이 있는지 물어보아야 합니다. 또한 증상의 시작, 잡는 것과 손가락으로 집는 행동의 약화, 마비의 주관적인 발견 그리고 마비가 등쪽인지 배쪽인지에 대하여 알아보아야 합니다. 선호되는 위치 혹은 측면 패턴이 있는지

주의해야 합니다. 증상을 악화시키는 활동들과 연관이 있는지 그리고 증상을 완화시킬 수 있는 자세가 있는지에 대하여 물어보아야 합니다.

아마도 가장 중요한 정보는 증상이 변함이 없는지에 대한 것일 겁니다. 간헐적인 증상을 보이는 사람들에게서는 신경 기능이 정상을 보이는 타이밍과 자세가 있습니다. 순간적인 국소적 신경 허혈의 결과가 증상의 악화로 이어집니다. 이러한 일시적 허혈을 예방하기 위한 중재술(브레이싱, 수술 등)들이 정상 기능을 회복하는데 도움을 줄 가능성이 많습니다. 일단 환자들이 자세와 활동에 의해 악화되는 낮은 수준의 마비에 대해 불평을 하기 시작하면 중재술의 결과는 예측이 어렵습니다.

무감각 및 감각이상이 질병 초기에 나타나는 주요한 특징들입니다. 통증은 이보다 덜 일반적입니다. 척골쪽 손가락의 무감각 및 감각이상은 흔하지만 환자들은 종종 그들의 증상을 국한시키는데 어려움을 느낍니다. 팔꿈치 내측 통증에 대해 불평을 하는 환자들에 대해서는 다른 병인들을 배제하기 위하여 신중한 병력 청취 및 검사가 요구됩니다. 통증은 일반적으로 주관절 터널 부분에 국한되어 있으나 증상은 또한 내측 상과 그리고 전완 안쪽으로 국한되어질 수 있습니다.

척골 신경 기능 장애에 대한 척도는 McGowan에 의해 3가지 범주로 분류되었고 Dellon에 의해 수정되었습니다. 약한 신경 장애는 간헐적인 감각 이상 그리고 주관절의 약함을 시사합니다. 중간정도의 장애는 간헐적인 감각 이상 그리고 측정 가능한 약함을 시사합니다. 극심한 장애의 특징은 지속적인 감각이상 그리고 측정 가능한 약함입니다.

가장 자주 사용되는 두가지 테스트는 척골 신경의 주행을 따라가는 Tinel test 그리고 elbow flexion test입니다. 덧붙여 말하면 pressure provocation test (주관절 터널에 60초동안 직접 압박을 가한다) 그리고 combined elbow-flexion test가 시행될 수 있습니다. Tinel test 양성은 70% 민감도만 보이지만 반면에 elbow flexion test는 60초 후에 75%의 민감도를 보입니다. 그러나 60초 후에는 pressure test는 89%, combined elbow flexion-pressure test는 98%의 민감도를 보입니다. 이러한 검사 결과들을 조합하여 주관절 터널 증후군을 진단하는데 사용할 수 있습니다.

최근에 “scratch collapse” test가 소개되었습니다. Scratch collapse test를 시행하기 위해서는 환자가 양쪽 어깨 외전을 시행하면서 검사관이 환자의 신경 압박 부위의 피부를 살짝 긁습니다. 환자가 압박 신경 병증으로 이질통을 갖고 있다면 짧은 근육 저항의 손실이 유발될 것입니다. Tinel test 그리고 elbow flexion-compression test의 민감도와 비교하였을 때 (54%, 46%) scratch collapse의 민감도는 69%를 보입니다. 그러나 Tinel test가 주관절 터널에 대한 모든 테스트들 중 가장 높은 음성예측도(98%)를 보입니다.

통증의 다른 원인과 증상의 병인들을 배제하기 위하여 철저한 elbow exam이 시행되어야 합니다. 운동선수들에게서 만성 외전 압박 같은 팔꿈치 불안정성의 징후들은 주관절 터널 증후군의 증상으로 이어질 수 있습니다.

유년기 상완골 골절과 같은 오래된 외상의 징후는 추후에 척골 신경 마비로 이어질 수 있습니다. 척골 신경은 팔꿈치 운동의 전체 범위를 통해 검사되어 신경이 medial epicondyle에 걸쳐 아탈구 하지 않도록 해야 합니다. 내측 팔꿈치 통증은 척골 신경 전치(olecranon fractures, distal humerus fractures, medial epicondylar fractures)없이 치료된 팔꿈치 골절 후에 볼 수 있습니다. 이러한 부상 및 수술 후 내측 팔꿈치 부종은 수술 후 재활의 진행을 막는 팔꿈치 굴곡으로 척골 신경 압박을 유발할 수 있습니다. 이 경우, 재활을 촉진하기 위해 척골 신경 전치가 필요할 수 있습니다. 오랜 척골 신경 마비 후, intrinsic weakness이 발생합니다. Lumbrical m과 interosseous muscles의 마비는

middle 그리고 distal phalanges의 굴곡에 있어서 proximal phalanx에 압력을 줄 것입니다. Intrinsic minus 또는 claw hand로 알려진 Duchenne's sign입니다. 4번째, 5번째 손가락에 제한이 되는 clawing이 가장 자주 나타납니다. 검지와 중지는 lumbrical muscle에 신경분포하는 median nerve에 의해 보존됩니다. Masse's sign은 dorsal transverse metacarpal arch의 flattening으로 설명되며 손은 편평하게 보입니다. 이러한 finding은 5 번 중수골의 정상적인 굴곡과 supination을 제거하는 hypothenar muscle paralysis로 인한 것입니다.

Interosseous muscles의 위축은 종종 dorsal thumb web space에서 가장 분명하며, finger abduction과 adduction은 상실됩니다. Interosseous weakness는 Wartenberg's sign으로 이어지며, 이는 새끼손가락의 ulnar deviation와 새끼손가락의 weakness of adduction로 나타납니다. 종종 Wartenberg's sign을 가진 환자는 바지 주머니에 손을 넣을 때 작은 손가락이 간섭한다고 불평합니다. 척골 신경 마비가 진행됨에 따라 thumb adduction 및 중수지 관절 굴곡이 악화됩니다. Key pinch strength가 80%까지 줄어 들 수 있습니다. 이를 보상하기 위해, 환자는 종종 엄지손가락의 distal phalanx를 supination되고 인접한 중지에 의해 지지되는 검지에 대고 굽힘으로서 집게 됩니다. 이 보상을 Froment's sign이라고 합니다. Metacarpophalangeal instability는 이 관절의 hyperextension 변형을 일으킵니다.

이 엄지 자세 변형은 Jeanne's sign이라고 알려져 있습니다. Cubital tunnel에 osteophytic impingement를 일으킬 수 있는 팔꿈치 관절염을 평가하기 위해 모든 환자에서 방사선 사진을 얻어야 합니다. 이로 인해, 또한 방사선 사진은 불안정성, 오래된 외상으로 인한 변형 또는 supracondylar process의 존재(중앙 신경 압박을 유발할 수 있음)를 나타낼 수 있습니다.

Electrodiagnostic testing는 일반적으로 척골 신경 압박 증상이 있는 환자에서 수행됩니다. 팔꿈치에 걸친 척골 신경 운동 전도 속도는 50m/s 미만으로 측정되는 경우 cubital tunnel syndrome에 양성으로 간주됩니다. Electrodiagnostic testing는 임상 진단을 확인하는 데 유용하며 압박 부위를 국소화하는 데 도움이 될 수 있습니다. 다른 압박 부위를 식별하는 것 외에도, 상부 운동 뉴런 질환 또는 다른 말초 신경 병증과 같은 다른 질환 과정을 진단할 수 있습니다. 최근에, 외과적 결과를 예측하기 위해 Electrodiagnostic test가 필요하지 않다고 제안되었습니다. 그럼에도 불구하고, 저자는 일반적으로 cubital tunnel syndrome에 대한 Electrodiagnostic test를 권장합니다. 경증 또는 중등도의 압박 환자에서, Electrodiagnostic test는 진단을 입증하거나 반박할 수 있습니다. 환자 Advanced finding을 바탕으로 한 환자에서는 테스트를 통해 예후를 예측하고 신경 및 근육 회복에 대한 기대치를 예측할 수 있습니다.

Cubital tunnel syndrome의 진단은 임상 데이터와 전기 진단 테스트의 조합으로 이루어집니다. 그러나 cubital tunnel syndrome의 임상적 증거가 있는 환자에서 근전도 및 신경 전도 속도는 10%를 초과하는 위음성 비율을 가질 수 있습니다. 정상으로 해석되는 검사에서 기능적인 axon이 거의 필요하지 않기 때문에 위음성 전기 진단 검사가 발생할 수 있습니다. 따라서, 신뢰할 만한 국소화는 감각 신경 활동 전위 또는 혼합 신경 전위의 기록 및 팔꿈치에 걸친 운동 전도 속도 변화의 결정을 포함하여 여러 진단 접근법의 사용이 필요할 수 있습니다. 이러한 고급 전기 진단 기술은 병력 및 신체 검사에 대한 classic finding이 없거나 다른 진단이 고려될 때 환자에게 특히 도움이 됩니다.

고해상도 초음파는 신경 포획 증후군 평가에서 비교적 새로운 기술입니다. 19 연구에 따르면, cubital tunnel syndrome에서 척골 신경의 확대가 관찰되고, 척골 신경 병증 진단에 초음파 사용이 조사된 바 있습니다. 최근 팔꿈치 초

음파 진단 값을 평가하는 임상 연구에서 60개의 normal elbow를 가진 사람에서 증상, 임상 검사 및 신경 전도 속도를 기준으로 cubital tunnel syndrome 환자 14명을 비교했습니다. cubital tunnel에서 척골 신경의 단면적은 대조군에서 통계적으로 유의하게 작았으며, 이는 초음파가 전기 진단 평가에 귀중한 부속물을 제공할 수 있음을 시사합니다. 그러나 cubital tunnel의 이미지 기반 진단을 위한 gold standard를 결정하기 위해서는 초음파 기술의 표준화가 더 필요합니다. 신경을 시각화하는 초음파의 능력이 말초 신경 외상, 종양 또는 재수술의 경우에 유용한 것으로 판명되었다. 신경의 경로를 보고 경로가 이러한 과정에 부정적인 영향을 받는지 여부를 판단하는 능력은 임상적으로 도움이 될 수 있습니다.

III Nonsurgical treatment

가벼운 cubital tunnel syndrome은 종종 수술없이 치료할 수 있습니다. 유발 원인을 피할 수 있다면 경증 및 / 또는 간헐적인 증상이 있는 환자들 사이에서 자발적으로 회복하는 경향이 있습니다. 지속적인 증상이나 근육 위축이 있는 환자는 일반적으로 외과적 치료가 필요합니다. 가장 일반적으로 설명된 보존 치료 방법은 activity modification, 최대 및 반복 굴곡을 막기위한 부목, 물리 치료(nerve mobilization techniques)입니다. Svernlöv et al은 경증 또는 중등도의 cubital tunnel syndrome 환자의 보존적 치료를 살펴보았습니다. 한 그룹은 밤에 3개월 동안 부목을 착용하도록 지시받았다. 부목은 굴곡을 45°로 제한했습니다. 두 번째 그룹에는 Bryon에 의해 설명된 바와 같이 신경 활공 운동을 지시하였습니다. 세 번째 그룹은 cubital tunnel syndrome과 activity modification에 관한 교육을 받았습니다. 이 연구에서, 환자의 89.5%가 추적 관찰에서 개선되었습니다. 이 결과는 경증 또는 중등도의 cubital tunnel syndrome을 가진 환자의 대부분이 보존적 치료에 효과가 나타날 것임을 시사합니다. 그룹 간 통계적 차이는 없었으며, 이는 환자 교육이 충분한 치료일 수 있음을 시사합니다.

III Surgical treatment

In situ decompression

간단한 압박을 위해, 6~10cm 절개가 medial epicondyle과 olecranon 사이의 척골 신경 경로를 따라 이루어집니다. 이때 medial antebrachial cutaneous nerve의 branch를 피하기 위해 주의를 기울여야 합니다. 오스본의 인대는 FCU의 superficial과 deep fascia로 나옵니다(그림 3). 신경은 그것의 bed에서 유지되며 주변 결합 조직에서 원주로 나뉘어지지 않습니다. 간단한 압박은 cubital tunnel syndrome의 치료에 성공적인 것으로 나타났습니다.

Subcutaneous anterior transposition

Ulnar nerve transposition의 목표는 신경의 긴장을 줄이면서 신경을 팔꿈치의 flexion 축의 앞쪽으로 옮기는 것입니다. 동시에, 터널에서 신경을 제거하는 것은 감소된 주관부피로 인하여 압력을 줄여줍니다.

신경이 해부학적 위치로 돌아오는 것을 막기 위해 작은 슬링을 만들 수 있습니다(그림 5). 이것은 medial epi-

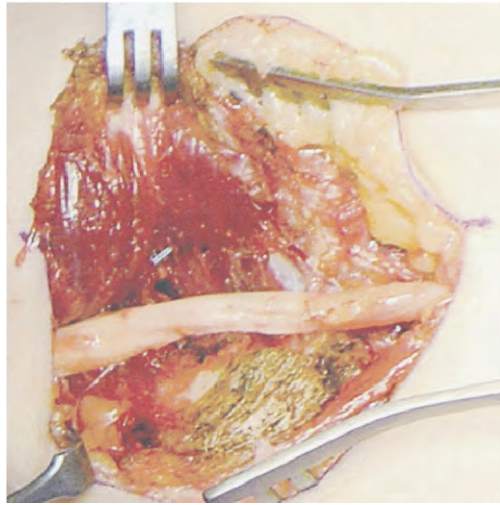


Fig. 6. Intramuscular transposition에서 척골신경은 길게 쪽 뺀어 습니다. 이 신경은 전위 후 근육에 감싸져 있습니다. From Henry M. Modified intramuscular transposition of the ulnar nerve. J Hand Surg 2006;31A: 1535-542. Copyright 2006, with permission from Elsevier.

condyle 위에 근막에 봉합된 피하 조직 슬링 또는 피하 조직에 봉합된 근육 근막 슬링으로 수행될 수 있습니다. 두 경우 모두 이 슬링에서 신경에 iatrogenic compression을 피하면서 신경에 직접 근막을 봉합하지 않습니다.

Intramuscular transposition

근육 내 전위는 신경의 전방 전위와 조합하여 사용되는 또 다른 기술입니다. 이 기술의 지지자들은 이것이 팔꿈치 관절을 가로 질러 직선으로 신경을 배치한다고 믿고 있습니다(그림 6). 이 기술의 반대자들은 그것이 신경의 흉터를 유발할 수 있다고 주장하며, 이는 이식된 신경의 bed 역할을 합니다. 이 수술은 피하 전치와 유사하지만 신경이 전이되는 통로 역할을 하기 위해 flexor-pronator muscle 덩어리에 groove가 형성됩니다.

Submuscular transposition

Anterior transposition 후, 일부 외과의사는 신경을 flexor-pronator mass 아래에 놓는 것을 선호합니다. 근육 아래 전치에는 가장 큰 절개와 가장 광범위한 절제가 필요합니다. medial antebrachial cutaneous nerve의 가지가 확인되고 보호됩니다. 척골 신경은 피하 전위에서와 같이 확인되고 감압됩니다. flexor-pronator muscle mass는 근육의 부분적인 길이를 허용하기 위해 스텝 컷 방식으로 medial epicondyle의 원위에서 1~2cm 절개됩니다. 척골 측부 인대와 median nerve 식별 및 보호가 필요합니다. 척골 신경은 전방으로 옮겨지고 median nerve에 인접하고 평행하게 배치됩니다. 반사된 flexor-pronator 근육은 전이된 척골 신경을 통해 복구됩니다. Subsubcular anterior transposition은 전향적 무작위 연구에서 단순 척골 신경 감압과 비교되었습니다. 환자들은 주관적인 증상에 대해서만 평가되었으며 추적 관찰에서 두 그룹간에 통계적인 차이는 없었습니다. 근육 이하 및 피하 전위의 임상 결과에 대한 후향적 비교도 수행되었습니다. 수술 후 2군의 주관적 증상 사이에는 통계적인 차이가 없었습니다. 두 그룹 모두 수술 후 운동 및 감각 기능이 크게 개선되었지만 그룹간에 차이는 없었습니다. 최근 문헌의 두 가지 메타 분석은 단순 감압

및 전치 전위(근육, 근육 내 및 피하)의 임상 결과를 비교했습니다. 둘 다 cubital tunnel syndrome 환자에서 척골 신경의 단순 감압과 모든 유형의 전치 사이의 통계적 차이는 발견되지 않았습니다.

III Complications

Medial antebrachial cutaneous nerve의 뒤쪽 가지는 척골 신경으로의 수술적 접근에 있어서 항상 마주칩니다. 신경의 손상은 전완의 아픈 신경종, 지각과민증, 통각과민증 그리고 아픈 반흔을 만들 수 있습니다. 아탈구는 감압 하나만으로도 생길 수 있습니다. 신경의 안정성에 대한 술 중 평가는 이러한 합병증을 피하는데 있어서 필수적입니다. 만약 이러한 평가가 술 후에 선호된다면, 아픈 신경 아탈구의 증상을 없애기 위하여 전위가 필요합니다. 주근관 터널 수술 후 재발되는 증상들은 보통 불충분한 감압과 신경주위 반흔의 결과입니다. 재발되는 병의 치료는 감압이 가능한 부분들에 대한 충분한 평가가 필요합니다. 이는 arcade of Struthers, medial intramuscular septum, medial epicondyle, 주근관 터널, Osbourne's ligament 그리고 flexor-pronator mass의 aponeurosis를 포함합니다. 이러한 구조물들의 불완전한 해방은 재발되거나 지속되는 증상을 야기할 수 있습니다. 전위 후, 이러한 구조물들에 초점을 맞춰야 할 뿐만 아니라 신경이 뒤에서 앞으로 그리고 뒤로 교차하는 전위의 가까운 곳 그리고 먼 곳에도 주의를 기울여야 합니다. 실패한 주근관 터널 증후군의 수술 옵션들에는 anterior submuscular 전위, anterior intramuscular 전위, 그리고 anterior subcutaneous 전위가 있습니다. 내측 상과 절제술은 다른 옵션입니다; 그러나 전방 전위가 선호되어지는 방법으로 남아 있습니다. 주근관 터널 revision의 부가적인 과정에는 어떠한 형태의 연부조직을 덮는 것이 있습니다. 이러한 과정들은 전위 후 신경에게 있어서 반흔생성을 막는 더욱 쾌적한 바닥을 만들어 줍니다. 이러한 옵션에는 정맥감싸기, triceps muscle flap, pedicle fat flap이 있습니다.

주근관 터널 증후군은 여러 치료 옵션을 갖고 있는 흔한 신경 압박 증상입니다. 증상을 호전시키는 다양한 수술 옵션들이 존재합니다. 수술 방법을 선정하는 것은 신경 압박의 원인, 해부학적 변화 그리고 술자의 경험에 의해 좌지우지됩니다. Medial antebrachial cutaneous nerve를 보호하는 것 그리고 전위가 동반된 혹은 동반되지 않은 팔꿈치 주위의 완전한 신경 감압을 통해 좋은 결과가 나올 수 있습니다.

척골관 증후군(Ulnar Tunnel Syndrome)

백 종 훈

경희의대

척골 신경은 주로 팔꿈치 관절에 위치하는 주관(cubital tunnel)에서 압박되며, 드물게 손목 전방 척측의 소지구에 있는 척골관(ulnar tunnel, Guyon's canal)에서 압박되어 증상이 나타나게 된다. 척골관에서 척골 신경의 압박은 반복적인 외상이 원인이 될 수 있지만, 많은 경우에서 연부 조직이나 뼈에 의해 신경이 위치한 공간이 점유되어 발생하게 된다. 결정종 등의 종양, 근육의 이상, 혈전, 가성동맥류 등이 공간을 점유하는 원인이 되며, 이중 종양이 40~60%의 원인을 차지하며, 그 중에서도 결절종이 가장 흔한 원인이다.

III 해부학

척골관은 바닥은 횡수근인대(transverse carpal ligament), 천장은 장측 수근인대(volar carpal ligament)와 두

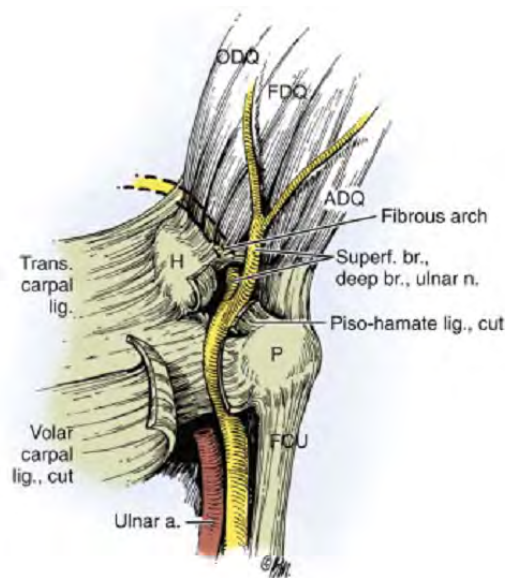


Fig. 1. 척골관 주변의 해부학적 구조물

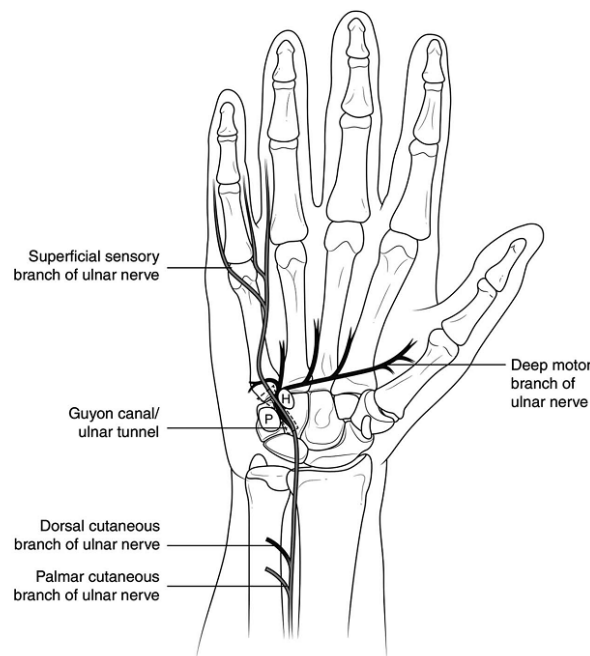


Fig. 2. 척골 신경의 주행과 분지

상유구골인대(pisiohamate ligament), 요측은 유구골(hamate), 척측은 두상골(pisiform bone)로 구성되어 있다 (그림 1).

척골 신경은 굴힘근지지대(flexor retinaculum)을 지나서 표재(superficial)와 심재(deep) 신경으로 나뉘어지게 되며, 표재 신경은 단수장근(palmaris brevis)에 분포하며, 제 5수지, 제 4수지 척측의 수장측 감각을 담당한다. 척골 신경의 수배측 감각은 두상골 근위 8cm에서 분지되기 때문에 수배측 감각이상이 같이 있는 경우는 척골 신경 병변이 손목보다 근위부위에 있음을 의심해야 한다. 심재 신경은 운동 신경으로 소지구의 근육과 내측 2개의 충양근(lumbricalis), 지골간근(interosseous muscle), 모지내전근(adductor pollicis), 단모지굴근(flexor pollicis brevis)의 반에 분포하게 된다.

척골 신경은 눌리는 위치에 따라 운동 신경과 감각 신경이 혼합된 증상을 나타낼 수 있다. 척골 신경이 나뉘기 전 (Zone I)에 신경이 압박되면 감각, 운동 신경 증상이 혼합되어 나타나게 되며, 대개는 결정종이나 두상골 고리의 골절의 불유합이 원인이 된다. Zone I 보다 원위 부위인 운동 신경이 주행하는 부위(Zone II)가 압박되면 운동 신경 증상만 나타나게 되며 두상골 골절의 불유합이나 내재근 기형이 원인이 된다. 감각 신경이 주행하는 부위(Zone III)가 압박되면 감각 신경 증상만이 나타나게 되며, 주로 척골 동맥의 혈전이나 동맥류가 원인이 된다(그림 2).

III 진단

신체 검진에서는 압박된 위치에 따라 다양한 징후들이 나타날 수 있다. 운동신경의 압박이 같이 있는 경우에는 내재근의 위축이 나타날 수 있으며, 제 5수지의 외전상태(Wartenberg sign)을 확인 할 수 있다. 마찬가지로 갈퀴손 병형

(Claw hand deformity)는 제 4, 5번째 충양근의 마비에 의해 나타날 수 있으며, 모지내전근(adductor pollicis)의 마비에 의해서 엄지와 검지를 이용하여 잡는 pinch 자세에서 엄지의 지관절을 구부리는 Froment sign을 확인할 수 있다.

전기생리학적 검사는 신체 검진을 통하여 확인한 척골 신경 병변의 위치를 확인하며, 주관증후군, 경추신경근병증을 감별하는데 도움을 줄 수 있으나 초기에는 음성일 수 있다.

외상이나 공간을 점유하는 종양 등에 의한 경우를 확인하기 위하여 영상의학적 검사가 필요하다. 손목 관절의 단순 방사선 검사(AP., Lat., carpal tunnel view)의 경우 골절을 확인하는데 유용하며, MRI 나 CT 의 경우 종양이나 동맥류 등을 확인하는데 유용하다.

III 치료

증상이 경미한 환자의 경우 부목 고정이나 NSAID, 스테로이드 주사 등을 사용할 수 있다. 결정종의 경우는 흡인을 통하여 증상의 호전을 기대할 수 있지만 신경과 혈관의 손상에 주의하여야 한다.

수술적인 치료는 결절종이나 동맥류 등의 공간을 점유하는 병변이 명확한 경우나, 골절 또는 탈구에 의하여 신경 압박이 발생한 경우로 증세가 중등도 이상인 경우, 보존적 치료에도 반응하지 않는 경우에 시행한다. 수술적 치료는 압박을 하고 있는 종양을 제거하고 척골관을 완벽하게 감압시켜 주어야 한다. 척골관의 모든 Zone(I,II,III)을 확인하여야 하며 특히 압박을 할 수 있는 구조물(antebrachial fascia, volar carpal ligament, hypothenar fibrous arch)을 확인하고 감압시켜 주어야 한다. 특히 척골동맥을 확인하여야 하며, 동맥류나 혈전에 의한 척골 신경의 압박이 있는 경우 병변을 제거해 주어야 한다(그림 3).

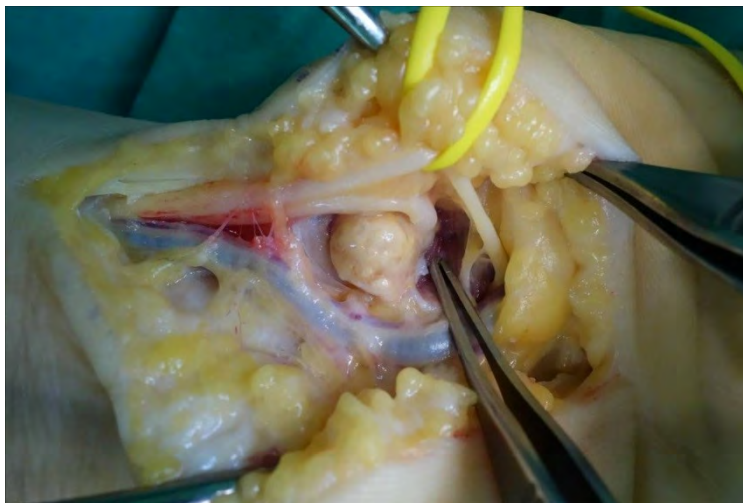


Fig. 3. 척골관의 종양

III 참고문헌

1. Canale ST, Beaty JH. Campbell's Operative Orthopaedics 13th Ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2013.
2. Green, David P, and Scott W. Wolfe. Green's Operative Hand Surgery 6th Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2011.
3. Strohl AB, Zelouf DS. Ulnar Tunnel Syndrome, Radial Tunnel Syndrome, Anterior Interosseous Nerve Syndrome, and Pronator Syndrome. Instr Course Lect. 2017 Feb 15;66:153-162.
4. Andrews K, Rowland A, Pranjali A, Ebraheim N. Cubital tunnel syndrome: Anatomy, clinical presentation, and management. J Orthop. 2018;15(3):832-836.
5. Boone S, Gelberman RH, Calfee RP. The Management of Cubital Tunnel Syndrome. J Hand Surg Am. 2015;40(9):1897-1904.

전방 골간신경 증후군 (Anterior Interosseous Nerve Syndrome)

박 일 중

가톨릭대학교의과대학 정형외과학교실

III 서론

전방 골간신경 증후군(anterior interosseous nerve syndrome)은 상완골 외상과 5-8cm 아래에서 분지되는 정중 신경의 순수한 운동 가지인 전방 골간신경의 이상으로, 이의 지배를 받는 장 무지 굴곡근(flexor pollicis longus), 인 지의 심 수지 굴곡근(flexor digitorum profundus) 그리고 방형 회내근(pronator quadratus)의 마비를 보이는 질환이다. 1918년 Tinel에 의해 '정중신경의 해리성 마비'로 처음 기술된 이래, 여러 저자들에 의해 많은 보고가 있었으나 안타깝게도 아직까지 그 원인과 치료에 대한 정설은 없는 상태이다.

III 원인

발생 원인에 대해서는 1952년 Kiloh와 Nevin에 의해 제기된 전방 골간신경의 신경염(neuritis)이라는 견해와 1965년 Fearn과 Goodfellow에 의해 제기된 포착성 신경병증(entrapment neuropathy)이라는 견해가 대체적으로 받아들여지고 있다. 그러나 이 둘을 구별할 만한 임상적 양상이나 신경학적 검사가 없어 정확한 원인을 밝히지 못하는 경우가 많다. 1965년 Fearn과 Goodfellow가 원형 회내근의 천두(superficial head of pronator teres)에 연결된 섬유대가 전방 골간신경을 압박하였다고 보고한 이래, 많은 저자들에 의해 다양한 압박의 원인들이 기술되고 있다(Table 1). 그러나 Werner는 문헌에 기술된 65예를 분석한 결과 14예에서만 신경 자체의 소견을 언급하고 있다고 하였고 이마저도 대부분 신경 자체는 육안적으로 정상인 경우가 많았다고 하였다. Sood 와 Burke도 수술적 치료를 시행하였던 8예 중 단 3예에서만 압박 구조물을 발견하였으며, 이 3예에서도 신경 자체의 변화는 발견하기 힘들었다고 하였다. 저자의 경우에도 육안적으로 신경 압박의 증거를 발견하기 힘들어 어떤 구조물이 압박의 직접적인 원인이라고 말하기 힘든 경우가 상당히 있었다. 이러한 점으로 미루어 이 질환을 단순히 기계적인 압박으로만 설명하기에는 제한이 있을 것이라 생각된다.

Table 1. The etiology of anterior interosseous nerve syndrome

Traumatic
Penetrating injuries
Fracture
Supracondylar fracture of the humerus
Forearm fractures
Venepuncture
Cast fixation
Open reduction and fixation of fractures
Spontaneous
Entrapment neuropathy
Muscular and fibrous abnormalities
Gantzer's muscle
Enlarged bicipital bursa
Vascular abnormalities
Volkman's ischaemic contracture
Neuralgic amyotrophy
Isolated neuritis
Unknown

(Quoted from Nagano, J Bone Joint Surg Br, 2003.)

III 임상 양상

전방 골간신경 증후군 환자는 대부분 마비 이전에 주관절부 주위의 통증을 경험하는 것으로 알려져 있다. Seror는 기존에 발표된 문헌들을 토대로 총 117명의 환자 중 85%의 환자에서 이와 같은 경험을 하였다고 하였고, Nagano는 43명의 환자 중 89%인 39명의 환자에서 마비의 시작과 함께 상지의 통증을 호소하였다고 하였다. 이러한 통증의 지속 기간은 환자마다 차이가 있어 짧게는 2주에서 길게는 2개월까지 증상을 호소하였다. 이와 같은 임상 양상이 전방 골간신경 증후군 환자에서 흔히 관찰되기는 하지만, 이 질환의 발생 원인으로 생각되는 전방 골간신경의 신경염과 포착성 신경병증을 구별해 주지는 못하는 것으로 알려져 있다.

전방 골간신경은 장 무지 굴근, 인지의 심 수지 굴근, 그리고 방형 회내근을 지배한다. 따라서 전형적인 전방 골간신경 마비 환자는 무지 지간 관절 및 인지의 원위지간 관절을 굴곡할 수 없고 무지와 인지로 'O' 모양을 만들 수 없다(그림 1).

그러나 장 무지 굴근과 인지의 심 수지 굴근이 항상 동시에 이환되는 것은 아니다. Werner는 69명의 환자 중 이 두 구조물이 동시에 이환된 예가 34예, 장 무지 굴근만 마비된 예가 25예, 그리고 인지의 심 수지 굴근만 마비된 예가 10예였음을 보고하였고, Sood와 Burke도 16명의 전방 골간신경 마비 환자 중 장 무지 굴근만 마비된 경우가 5예, 인지의 심 수지 굴근만 마비된 경우가 2예였다고 하였다. 이와 같이 전방 골간신경의 지배를 받는 근육 중 일부에서만 마비를 보이는 경우 이를 불완전 전방 골간신경 증후군이라 한다(그림 2). 불완전 전방 골간신경 증후군은 심 수지 굴근으로 가는 분지가 정중신경에서 직접 나오는 경우, 심 수지 굴근이 척골신경에 의해서 지배를 받는 경우(Marin-Gruber



Fig. 1. Photograph showed the inability to form an 'O' with the thumb and the index finger in the right hand.

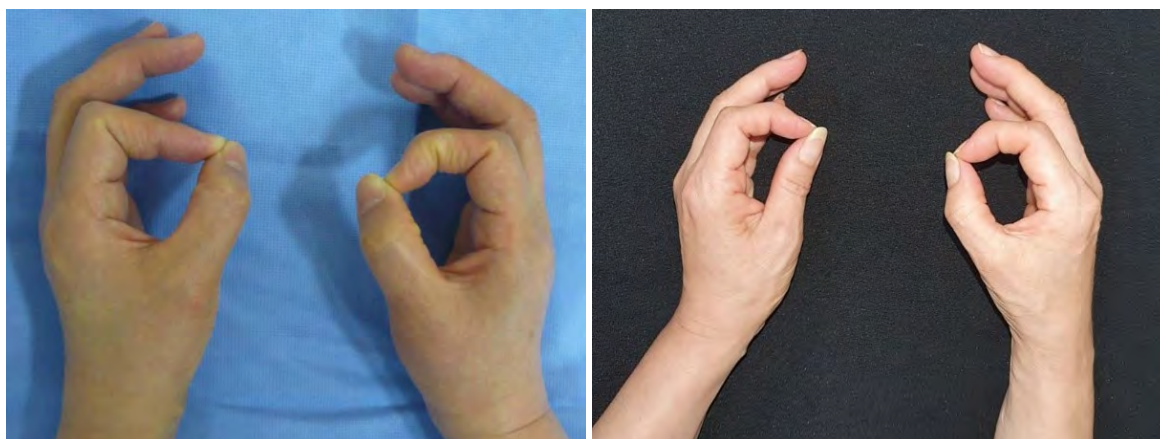


Fig. 2. (A) Photograph showed the flexion inability of the left index DIP joint. The IP joint flexion of the thumb was normal. (B) Photograph showed the flexion inability of the left thumb IP joint. The DIP joint flexion of the index was normal.

anastomosis), 드물기는 하지만 전방 골간신경이 심 수지 굴근과 장 무지 굴근으로 분지를 내는 사이에서 압박되는 경우 가능할 것이다. 이때 방형 회내근의 마비도 동반될 수 있지만 방형 회내근의 마비는 임상적으로 감별하기 어렵고, 환자들도 잘 인지하지 못하는 경우가 많다. 방형 회내근의 근력을 검사할 때에는 원형 회내근의 긴장을 줄여주기 위해 주관절을 최대한 굴곡시킨 상태에서 시행하는 것이 좋다. Hill 등은 33예의 전방 골간신경 증후군 환자 중 불완전 마비가 완전 마비보다 더 나은 결과를 보였다고 하였으나, 많은 저자들은 불완전 마비와 완전 마비의 결과에는 큰 차이가 없었다고 보고하고 있다.

III 감별 진단

환자가 무지 지간 관절의 능동적 굴곡 불능을 주소로 내원할 때에는 불완전 전방 골간신경 증후군 이외에도 장 무지

굴건의 파열, 건 유착, 협착성 건막염의 가능성을 염두해야 한다. 특히 외상력이 있을 때 불완전 전방 골간신경 증후군과 장 무지 굴건의 파열을 감별하는 것은 쉽지 않고 때때로 부적절한 수술을 야기하기도 한다. Hill 등은 33명의 불완전 전방 골간신경 증후군 환자 중 10명을 건 파열로 오인하였고, 이 중 무지를 침범한 3예에 대해서는 건 파열에 대한 부적절한 수술을 시행하였다고 하였다. 이와 반대로 건 파열을 불완전 전방 골간신경 증후군으로 오인한 경우도 가능하여 Mahring 등은 장 무지 굴건의 파열을 불완전 전방 골간신경 마비로 오인하여 이에 대한 치료가 지연되었던 사례를 보고하였다. 따라서 전방 골간신경의 지배를 받는 근육 중 일부에서만 마비를 보이는 불완전 마비에서는 술 전 더욱 세심한 검사와 함께 다른 질환의 가능성도 충분히 숙지해야 할 것으로 사료된다.

III 치료

전방 골간신경 증후군의 치료 방법은 아직까지도 많은 논란이 있어, 마비의 원인을 포착성 신경병증으로 보는 저자들은 수술적 탐색술 및 신경 감압술을 주장하지만, 전방 골간신경의 신경염으로 보는 저자들은 수술적 치료보다는 보존적 치료를 주장하고 있다. 실제로 정형외과, 신경외과, 수부외과, 성형외과 영역에서 보고된 예에서는 100예 중 46예(46%)에서 수술적 탐색술을 시행하였으나, 신경과 영역에서 보고된 예에서는 32예 중 단지 4예(12.5%)에서만 수술적 치료를 시행하였다. Spinner는 보존적 치료의 효과에 대해 언급하면서도 증상 발현 후 6-8주 이후에도 마비의 호전이 없을 경우 수술적 치료를 권유하였고, Hill 등은 증상 발현 후 12주 이후에도 마비의 호전이 없을 경우 수술적 탐색술 및 신경 감압술을 권유하였다. 그러나 보존적 치료를 선호하는 저자들도 상당수 있어, Seror는 수술적 치료는 최소 1년 이상 보존적 치료 후에도 마비의 호전이 없는 경우 고려해야 한다고 하였고, Futami 등은 더 나아가 수술적 치료의 적응은 거의 없으며 증상 발현 후 2년까지는 보존적 치료를 시행해야 한다고 하였다. 이와 같이 수술적 치료의 적응에 대해서는 저자마다 그 주장이 너무나 상이하여 치료 원칙을 정하는 것이 쉽지 않다. 저자는 전방 골간신경 증후군이 명확한 경우 완전 마비 또는 불완전 마비에 관계없이 6개월 이상 보존적 요법에 반응이 없을 경우 수술적 치료를 권장하는 바이다.

III 결론

전방 골간신경 증후군에 대한 원인 및 치료 원칙은 아직까지 정립되어 있지 않다. 따라서 이 질환에 대한 성급한 수술적 치료는 피해야 하며, 충분한 경과 관찰이 수반되어야 할 것이다. 저자들은 전방 골간신경 증후군이 명확하고, 다른 동반 신경병변이 없으며, 6개월 이상 보존적 치료에 반응이 없을 경우에 한해 수술적 치료를 권장하는 바이다. 또한 불완전 마비에서는 굴곡건 파열이나 유착, 협착성 건막염 등과의 감별이 매우 중요할 것으로 사료된다.

III References

1. Fearn CB, Goodfellow JW. Anterior Interosseous Nerve Palsy. The Journal of bone and joint surgery

- British volume 1965;47:91-3.
2. Hill NA, Howard FM, Huffer BR. The incomplete anterior interosseous nerve syndrome. The Journal of hand surgery 1985;10:4-16.
3. Kiloh LG, Nevin S. Isolated neuritis of the anterior interosseous nerve. British medical journal 1952;1:850-1.
4. Mahring M, Semple C, Gray IC. Attritional flexor tendon rupture due to a scaphoid non union imitating an anterior interosseous nerve syndrome: a case report. Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland) 1985;10:62-4.
5. Nagano A. Spontaneous anterior interosseous nerve palsy. The Journal of bone and joint surgery British volume 2003;85:313-8.
6. Na KT, Jang DH, Lee YM, Park IJ, Lee HW, Lee SU. Anterior Interosseous Nerve Syndrome: Is it a Compressive Neuropathy? Indian Journal of Orthopaedics 2020.
7. Park IJ, Roh YT, Jeong C, Kim HM. Spontaneous anterior interosseous nerve syndrome: clinical analysis of eleven surgical cases. Journal of plastic surgery and hand surgery 2013;47:519-23.
8. Seror P. Anterior interosseous nerve lesions. Clinical and electrophysiological features. The Journal of bone and joint surgery British volume 1996;78:238-41.
9. Spinner M. The anterior interosseous-nerve syndrome, with special attention to its variations. The Journal of bone and joint surgery American volume 1970;52:84-94.
10. Sood MK, Burke FD. Anterior interosseous nerve palsy. A review of 16 cases. Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland) 1997;22:64-8.
11. Werner CO. The anterior interosseous nerve syndrome. International orthopaedics 1989;13:193-7.

Carpal Tunnel Syndrome

M. Seung Suk Choi, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Inha University Hospital

III Introduction

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is the most common peripheral nerve entrapment syndrome. The mainstay of diagnosis is patient history and clinical examination. Nerve conduction studies and electromyography can be used as an adjunct to clinical diagnosis. Life time risk of CTS development is 10%.¹ CTS patients not only experience severe pain, the disease can also lead to thenar atrophy, an irreversible change, which results in deterioration of hand function and power, if not treated properly.

III Epidemiology

It is typically thought that CTS is prevalent among 50 year-old women. There is an intrinsic bias to this assumption, because it is based on self-referring patients. A Swedish study found that in the general population the male-to female ratio was 1:1.4. In the age bracket 65-74 the prevalence in females was almost 4 times higher than in males².

III Risk factors

Diabetes mellitus, menopause, hypothyroidism, overweight, obesity, arthritis, and pregnancy are known risk factor for the development of CTS²⁻⁶. Less evidence has been found for the use of computers, smoking and osteoarthritis⁷⁻¹¹.

III Clinical Presentation and Diagnosis

The typical and early symptoms of CTS are intermittent, nocturnal paresthesia and dysesthesia in the median nerve distribution, the frequency of which increase with disease progress, consequently also occurring during day time.¹²⁻¹³ Following extensive axonal degeneration, hypesthesia and thenar muscle weakness develops resulting in atrophy of the thenar eminence¹². In severe cases the symptoms in the hand can spread proximally to the forearm, upper arm, and even to the shoulder. Even though the sensory symptoms are primarily observed in the median nerve territory of the hand, they can include the entire palm.¹³

III Treatment

Conservative Treatment

A multitude of non-operative measures have been introduced, many of which are not validated by randomized controlled trials. The first-line therapy should be patient education.¹⁴ Habit changes can improve symptoms, however, the effectiveness of ergonomic keyboards has not been proven.¹⁵ Wrist splinting is a widely practiced therapy.¹⁶ Splinting in functional position of the wrist (30 degrees extension) may further increase the pressure in the carpal tunnel.¹⁷ For this reason splints in neutral position are recommend to be used as night splints.¹⁸ Gliding exercises are reported to relief the symptoms in CTS patients by reduction of median nerve edema.¹⁹ Steroid injection to the median nerve, another popular therapy among clinicians, is efficacious in reducing patients' symptoms, however, it is not proven to sufficiently halt the progressing of disease.²⁰ Oral administration of gabapentine, and therapeutic ultrasound, need to be validated by more studies.

Surgical Treatment

If conservative treatment fails to relief the patient's symptoms and/or thenar atrophy is observed, surgical release should be chosen. Factors favoring surgical treatment are signs of denervation in electrophysiological exams, trauma or bleeding leading to an acute increase in carpal tunnel pressure, and patients with rheumatoid arthritis.

The goal is to decompress the median nerve by increasing the carpal tunnel diameter via transection of the transverse carpal ligament. Currently, two main methods of surgical carpal tunnel release are recognized: Open carpal tunnel release (OCTR), which is traditionally considered the gold standard, and endoscopic carpal tunnel release (ETCR). Many studies have shown that there is no significant difference in terms of long-term outcome between the two methods.²¹⁻²⁷ Details are discussed in the follow-

ing text.

Open Carpal Tunnel Release (OCTR): the Traditional Way

Classically, OCTR is performed by a 2–3 cm slightly curved incision in the interthenar line in local, general or more preferably in regional anesthesia.²⁸ Textbooks state that the incision should be aligned along the radial side of the ring finger. This is a rather vague description, as the radial side of the ring finger is almost identical with the lunar side of the long finger. So it would be easier and more practical to describe the position as 3rd web space. The second problem, however is that all three terms fail to localize the proximal position of the incision. Thus the term “interthenar line” is more precise and reproducible (Fig. 1).²⁹ The position allows dissection without damaging the palmar cutaneous branches of the median and the ulnar nerves. The interthenar line can be best visualized, when the palm of a hyperextended hand is viewed tangentially from proximal to distal. It corresponds to the deepest position of the palmar skin (Fig. 1A). The interthenar line provides some safety distance to the thenar motor branch, which in the majority of cases arises from the radial side of the median nerves and innervates the thenar muscles. Several variations in branching pattern of the thenar motor branch are known. The transligamentous pattern and branching from the ulnar side of the median nerve dictate cautious dissection.³⁰

Incisions placed too ulnarly can lead to exposure of the ulnar artery and nerve and subsequently to damage of these structures. A too far radial approach increases the risk of damage thenar branch.

The so-called “mini-incision”, a modification of the classical approach with a shorter incision ranging from 1 and 1.5 cm, is favored over the long traditional incision in order to reduce postoperative morbidity (Fig. 2). A tourniquet is used with 250mm Hg after mild exsanguination. The incision is car-

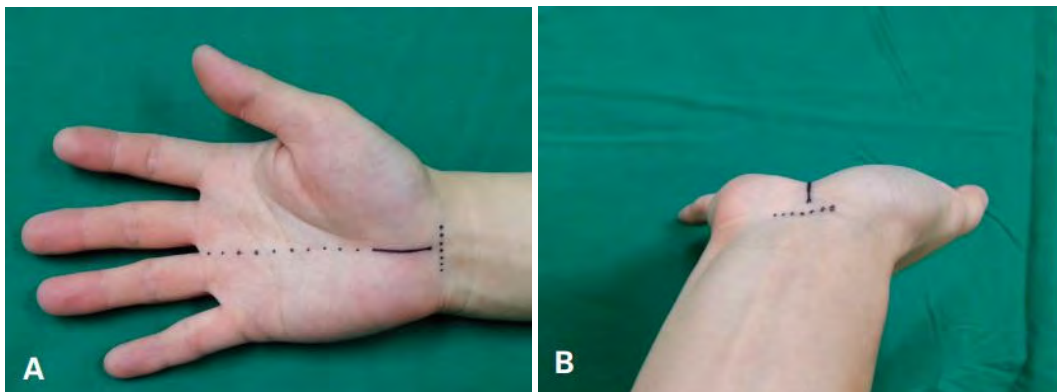


Fig. 1. Design for OCTR: A 2–3 cm slightly curved line is marked in the interthenar line. A dotted line extending to the third web space and one in the wrist crease are used auxiliary markings (A). The interthenar line is best found with the hand in hyperextension (B).

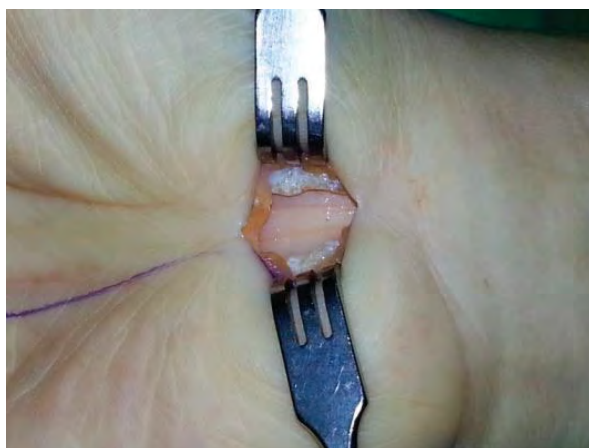


Fig. 2. OCTR with a mini incision. An approximately 1.5 cm incision was made in the interthenar crease. The median nerve (yellow) is directly visible under the split flexor retinaculum (white structures underneath the retractors).

ried out with a number 15 blade through the skin and the subcutaneous fascia. After retraction of the subcutaneous fat the transverse carpal ligament is cut with caution to depth control, as the median nerve lies just beneath the deepest fibers of the retinaculum. Under permanent visual control of the median nerve the retinaculum is completely released in proximal and distal direction. The distal portion of the forearm fascia is included in the release procedure in order to avoid secondary compression at the newly created distal edge of the fascia. The skin is sutured with simple 4-0 or 5-0 Nylon. Insertion of a drain is not necessary. The author use a dorsal wrist splint for one week. Range of motion exercises are encouraged beginning with the first postoperative day.

Endoscopic Carpal Tunnel Release (ECTR)

Of the many techniques of ETCR that were published around 1990 two main methods have emerged as the most popular: ETCR via single port according to Agee and ETCR via two ports according to Chow.^{31,32} The main advantages of ECTR as compared to OCTR are the following: less postoperative morbidity as the skin over the carpal tunnel remains untouched, earlier recovery in general with earlier return to work and earlier recovery of grip and pinch force, and less minor complications.³³⁻³⁵ A lower incidence of pillar pain as suggested by earlier studies could not be verified in meta-analyses.³⁵ The shorter the incision in OCTR developed, the less the differences to ECTR became, culminating in comparisons that stated there was no difference at all. A recent prospective, non-randomized study comparing OCTR by a 1 cm mini open incision with ETCR according to Menon³⁶, a single portal technique found no differences between the two techniques.³⁷ The results can be misleading, as in this paper with the “open” procedure the carpal tunnel release was not done with full visualization, but in a blind manner with the use of a curved cannulated probe via an incision that is placed in the forearm, and not in

the palm as other OTCR technique do. Interestingly, patients with bilateral CTS, who received OTCR in one hand and ECTR on the other hand, preferred ECTR over OTCR.³⁸ The disadvantages of ECTR are the steep learning curve on the surgeon's side, the necessity of specialized equipment, and minor lesions of sensory branches. It is currently accepted that on a long-term basis both approaches achieve equally good results.³³⁻³⁵

Author's preferred Method of ECTR: Agee's Single Portal Method (Fig. 3)

The author almost exclusively uses the single portal method according to Agee. With tourniquet control a 12-15 mm incision is placed at the ulnar edge of the palmaris longus tendon (Fig. 3A). After entering the forearm fascia the dissector is used to check the correct plane of dissection by gliding just underneath the transverse carpal ligament (TCL) and feeling the resistance of the transversely oriented fibers of the ligament ("wash board effect") with the dissector and to release all adhesions from the undersurface of the TCL. After sufficient dilation the endoscope (Fig. 3B) is introduced in the carpal tun-

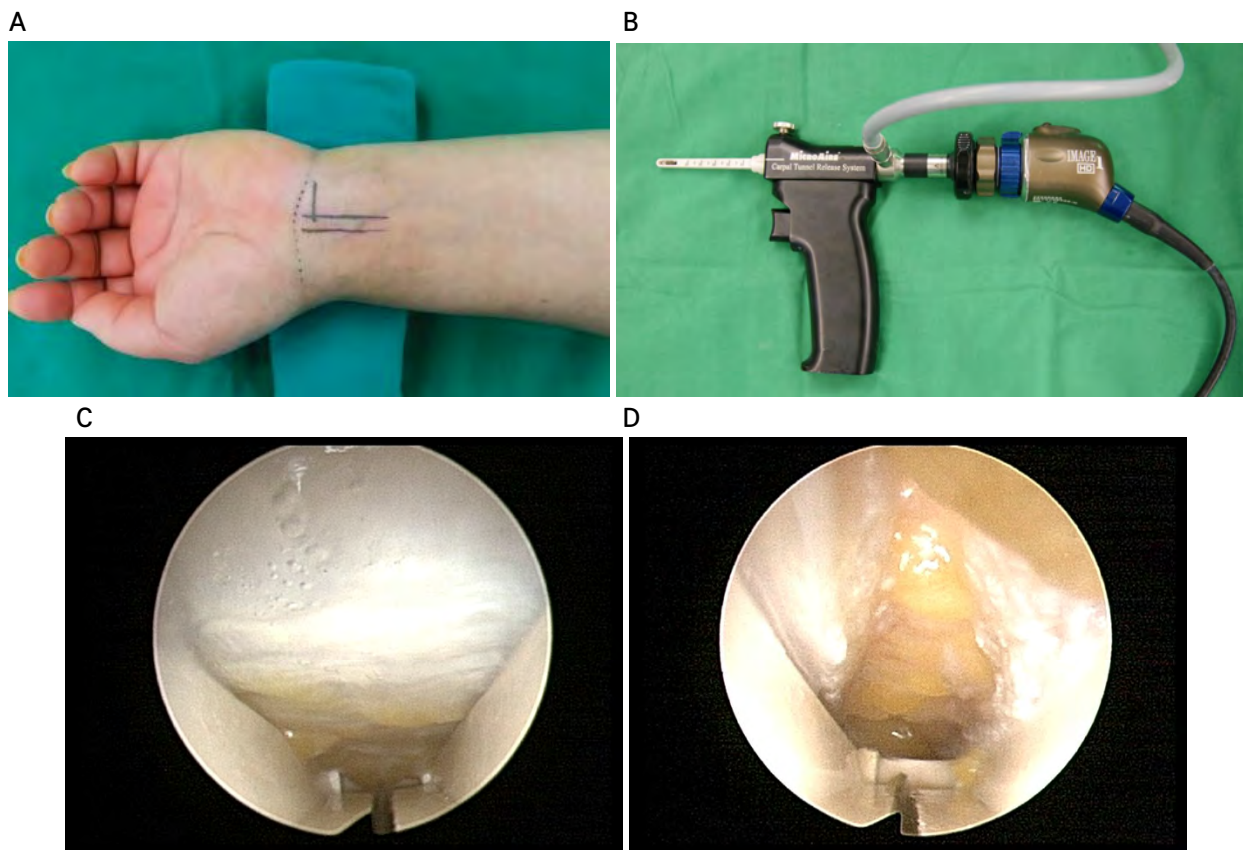


Fig. 3. ECTR according to Agee. The incision is placed 5mm proximal from the wrist crease, beginning at the ulnar edge of the palmaris longus tendon (A). Endoscopic equipment: the camera is attached to a gun-like instrument. The trigger is used to activate the blade (B). Endoscopic view of the undersurface of the intact TCL (C). Endoscopic view of the transsected TCL (D).

nel in distal direction. The undersurface of the TCL is inspected until the distal edge become visible (Fig. 3C). If this view is free from any other structures than the TCL, the blade, which is integrated at the tip of the cannula in a deactivated (covered within the cannula edges) position, is activated to the erect position by pulling on the trigger, cuts the TCL while retracting the device in proximal direction (Fig. 3D). It may be necessary to pass two or three times to cut all of the TCL fibers, allowing the subcutaneous fat to prolapse in the carpal tunnel. After the completeness of release is checked visually with the endoscope, the distal edge of the forearm fascia is released for about 4 cm to prevent secondary compression of the median nerve by this "newly created" structure. A dorsal splint is applied for 7 days.

Complications of Carpal Tunnel Release and Revision Surgery

Scar tenderness is reported frequently after CTR.³⁹ The so-called pillar pain is pain related to edema occurring after surgery. It is also hypothesized that the radial and ulnar movements of the cut ends of the TCL result in redistribution of pulling vectors of both the thenar and hypothenar muscles, which in turn causes pain. The frequency is reported to be between 0 and 36% with ECTR resulting in a lower incidence than OCTR. The large range of pillar pain incidence reflects its vague definition and recognition.⁴⁰ Persistence of symptoms due to incomplete release, reversible and irreversible nerve damage, tendon lesions, chronic regional pain syndrome are also reported.⁴¹ A recent study analyzed the risk factors of reoperation after CTR based on data from 5 urban hospitals. The reoperation rate was found to be 1.5% with the following factors being independently associated with revisions: older age, male sex, bilateral carpal tunnel release, ECTR, smoking, and rheumatoid arthritis.⁴²



Fig. 4. Severe scarring of the median nerve was observed during revision surgery in a 49 year-old female patient. External neurolysis was performed.

Copyright declaration

A part of the figures in this chapter are reprinted from Chapter 40, 수부외과학 법문컴에뮤게이션. 2014. They were originally contributed by the author. Permission of use was obtained from the Korean Society of Surgery of the Hand, the copyright owner of the contents.

References

1. Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). *Neurology* 1993; 43: 2406-09
2. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* 1999; 282: 153-58.
3. Shiri R. Hypothyroidism and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve* 2014; 50: 879-83.
4. Padua L, Di Pasquale A, Pazzaglia C, et al. Systematic review of pregnancy-related carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2010; 42: 697-702.
5. Pourmemari MH, Shiri R. Diabetes as a risk factor for carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med* 2016; 33: 10-16.
6. Shiri R, Pourmemari MH, Falah-Hassani K, et al. The effect of excess body mass on the risk of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of 58 studies. *Obes Rev* 2015; 16: 1094-104.
7. Shiri R, Falah-Hassani KJ. Computer use and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Neurol Sci* 2015; 349: 15-19.
8. Mediouni Z, de Roquemaurel A, Dumontier C, et al. Is carpal tunnel syndrome related to computer exposure at work? A review and meta-analysis. *J Occup Environ Med* 2014; 56: 204-08.
9. Shiri R, Heliovaara M, Moilanen L, et al. Associations of cardiovascular risk factors, carotid intima-media thickness and manifest atherosclerotic vascular disease with carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord* 2011; 12: 80.
10. Pourmemari MH, Viikari-Juntura E, Shiri R. Smoking and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve* 2014; 49: 345-50.
11. Shin CH, Paik NJ, Lim JY, et al. Carpal tunnel syndrome and radiographically evident basal joint arthritis of the thumb in elderly Koreans. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94: e1201-06.
12. Padua L, Padua R, Lo Monaco M, et al. Italian CTS Study Group. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. *Neurology* 1999; 53: 1654-59.
13. Stevens JC, Smith BE, Weaver AL, et al. Symptoms of 100 patients with electromyographically veri-

- fied carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999; 22: 1448-56.
14. Huisstede BM, Fridén J, Coert JH, et al., European HANDGUIDE Group. Carpal tunnel study syndrome: hand surgeons, hand therapists, and physical medicine and rehabilitation physicians agree on a multidisciplinary treatment guideline-results from the European HANDGUIDE Study *Arch Phys Med Rehabil* 2014; 95: 2253-63.
15. Buchan S, Amirfeyz R. Cochrane corner: ergonomic positioning or equipment for treating carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Eur Vol* 2013; 38: 580-81.
16. Celiker R, Arslan S, Inanici F. Corticosteroid injection vs nonsteroidal antiinflammatory drug and splinting in carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: pp. 182-86.
17. Brininger TL, Rogers JC, Holm MB, et al: Efficacy of a fabricated customized splint and tendon and nerve gliding exercises for the treatment of carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 1429-35.
18. Mackinnon SE, Novak CB. Median nerve compression at the wrist: Carpal tunnel syndrome. Chapter in: *Green's Operative Hand Surgery* 5th ed. 2005.
19. Seradge H, Parker W, Baer C, et al: Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: an outcome study of adjunct exercises. *J Okla State Med Assoc* 2002; 95: 7-14.
20. Atroshi I, Flondell M, Hofer M, et al. Methylprednisolone injections for the carpal tunnel syndrome: a randomized, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 2013; 159: 309-17.
21. Atroshi I, Hofer M, Larsson GU, et al. Extended follow-up of a randomized clinical trial of open vs endoscopic release surgery for carpal tunnel syndrome. *JAMA* 2015; 314: 1399-401.
22. Sayegh ET, Strauch RJ. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 1120-32.
23. Michelotti B, Romanowsky D, Hauck RM. Prospective, randomized evaluation of endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome: an interim analysis. *Ann Plast Surg* 2014; 73 (suppl 2): S157-60.
24. Vasiliadis HS, Georgoulas P, Shrier I, et al. Endoscopic release for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 1: CD008265.
25. Chen L, Duan X, Huang X, et al Effectiveness and safety of endoscopic versus open carpal tunnel decompression. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014; 134: 585-93.
26. Larsen MB, Sørensen AI, Crone KL, et al. Carpal tunnel release: a randomized comparison of three surgical methods. *J Hand Surg Eur Vol* 2013; 38: 646-50.
27. Aslani HR, Alizadeh K, Eajazi A, et al. Comparison of carpal tunnel release with three different techniques. *Clin Neurol Neurosurg* 2012; 114: 965-68.
28. Mackinnon SE. Median nerve compression at the wrist: carpal tunnel syndrome. In: *Green's*

Operative Hand Surgery 7th ed. Elsevier 2017.

29. 최승석. 40장. 압박신경병증:정중신경. 수부외과학. 법문에듀케이션. 2014.
30. Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J Hand Surg.* 1977; 2: 44-53.
31. Agee JM, McCarroll HR Jr, Tortosa RD, et al. Endoscopic release of the carpal tunnel: a randomized prospective multicenter study. *J Hand Surg Am.* 1992; 17: 987-95.
32. Chow JC. Endoscopic release of the carpal ligament: a new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy.* 1989; 5: 19-24
33. Atroshi I, Larsson GU, Ewald Ornstein E, et al. Outcomes of endoscopic surgery compared with open surgery for carpal tunnel syndrome among employed patients: randomized controlled trial. *BMJ* 2006; 332; 1473-80.
34. Vassiliadis HS, Georgoulas P, Shrier I, et al. Endoscopic release for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 1: CD008265.
35. Sayegh ET, Strauch RJ. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 1120-32.
36. Menon J. Endoscopic carpal tunnel release: a single-portal technique. *Contemp Orthop* 1993; 26: 109-16.
37. Martínez-Catasús A, Lobo-Escolar L, García-Bonet J, et al. Comparison between single portal endoscopic and 1-cm open carpal tunnel release. *Hand Surg Rehabil.* 2019; 38: 202-06.
38. Michelotti B, Romanowsky D, Hauck RM. Prospective, randomized evaluation of endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome: an interim analysis. *Ann Plast Surg* 2014; 73 (suppl 2): S157-60.
39. Thoma A, Veltri K, Haines T, et al. A Meta-analysis of randomized controlled trials comparing endoscopic and open carpal tunnel decompression. *Plast and Reconstr Surg* 2004; 114: 1137-46.
40. Ludlow KS, Merla JL, Cox JA, et al. Pillar pain as postoperative complication of carpal tunnel release: A review of literature. *J Hand Ther* 1990; 10: 277-82.
41. Boeckstyns ME, Sørensen AI. Does endoscopic carpal tunnel release have a higher rate of complications than open carpal tunnel release? An analysis of published series. *J Hand Surg Br* 1999; 24: 9-15.
42. Westenberg RF, Oflazoglu K, de Planque CA, et al. Revision carpal tunnel release: risk factors and rate of secondary surgery. *Plast and Reconstr Surg* 2020; 145: 1204-14.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Special lecture

박민종 (성균관대의대 정형외과)

김진수 (광명성애병원 성형외과)

1) AIN, PIN palsy

서재성 (W병원 정형외과)

2) Navigation in the microsurgical ocean

안희창 (한양의대 성형외과)

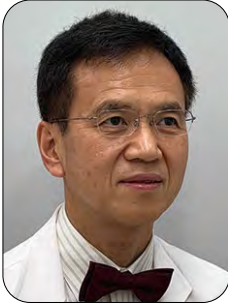


AIN, PIN palsy

서 재 성

W병원 정형외과

학력	1978	경북대학교 졸업
	1992	경북대학교 박사
경력	1986-2016	영남대학교 교수
	2007-2009	영남대학교병원 14대 병원장
학회활동	2007	대한정형외과학회 대구경북지회장
	2010	대한수부외과학회 21대 회장



Navigation in the Microsurgical Ocean

안 희 창

한양의대 성형외과

학력	1990, 1994, 2007 미국 Stanford, UCLA Medical Center 연수 1986 의학박사 학위 취득 1985 성형외과 전문의 취득 1980 한양대학교 의과대학 졸업
경력	1995-현재 한양대학교 교수 1988-95 고신의대, 동아의대, 전임강사 - 부교수 1985-88 국군 수도통합병원 군의관
학회활동	2014-16 대한성형외과학회 회장, 대한두경부종양학회 회장 2012-13 대한수부외과학회 이사장 2009-10 대한미세수술학회 이사장

지난 40년간(1981~2020) 제가 항해해온 미세수술 대양 항행에 대하여 얘기를 들려드리고자 합니다.

1981년 전공의시절 미세수술이라는 새로운 세계에 호기심과 자극을 받아, Pioneer이신 여러 교수님의 가르침과 지원을 받고 보석감정 현미경을 구해 쥐의 혈관 문합을 시도하며 미세수술 대양의 항해를 시작하였습니다.

출항 후 비교적 순항을 하고 벽찬 감동도 있었지만, 풍랑과 폭풍우로 힘들고 괴로운 시간을 보내기도 하였습니다. 항해 중간 도착지에서의 귀한 만남과 보람은 이 어려운 과정이 없었으면 맛보지 못할 뿌듯한 경험이었습니다.

이제 미세수술 대양의 긴 항해 끝에 귀환하여 닻을 내리려고 합니다. 그동안 항행을 통해 배우고 얻은 것은 무엇이고 아쉬움을 주는 것이 있었는지 돌아보고자 합니다.

무사히 항해를 마치고 돌아올 수 있음에 감사드립니다.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Hand fracture & ligament injury

송석환 (가톨릭의대 정형외과)

박종웅 (고려의대 정형외과)

1) Phalanx

박지강 (충북의대 정형외과)

2) MPJ lig injury

박진성 (경상의대 정형외과)

3) Metacarpal fracture

이현일 (인제의대 정형외과)

4) Carpal bone

강종우 (고려의대 정형외과)

Phalanx

박 지 강

충북의대 정형외과

III 서론

수부 골절은 흔한 손상으로 전체 골절 중 10%를 차지한다. 특히, 수지골은 중수골에 비해 보호되지 못하기에 더 쉽게 골절 될 수 있다. Chung 등은 150만 건의 수부, 전완부 골절 중 23%가 수지 골절이고, Feehan 등은 캐나다 인구를 대상으로 한 연구에서 72,000 건의 수부 골절 중 50% 이상이 수지 골절임을 보고한 바 있다.

대부분의 수부 골절이 수술하지 않고도 만족스러운 결과를 얻을 수 있고 작은 관절이라는 이유로 사소한 골절로 생각하여 다소 치료에 신중을 기하지 않는 경향이 있다. 하지만 Sir Reginal Watson-jones는 “대퇴골의 개방성 골절과 수지의 개방성 골절을 치료하는데 필요한 전문성에는 하등의 차이가 없다” 고 하였으며 실제로, 잘못된 원칙으로 제대로 치료 하지 못한 수부 골절은 중대한 장애를 끼칠 수 있다.

최근 발전된 영상과 임플란트 등으로 인해 골절 치료에 있어 수술이 차지하는 비중이 점점 늘고 있다. 하지만 수술, 즉 임플란트의 적용은 연부 조직 손상, 국소 치유 Biology의 붕괴, 통증, 감염, 유착, 경직과 같은 여러 합병증을 야기할 수 있다. 최근의 여러 연구에서 수부 골절의 비 수술적 치료는 수술적 치료와 동등한 기능적 결과를 가져 오며 오히려 수술로 인한 여러 합병증을 피할 수 있어 비 수술적 혹은 최소 침습 치료가 최근의 치료 경향이다. 따라서 수부 골절을 마주하는 수부 외과의사가 처음으로 가져야 하는 질문은 어떤 방법으로 수술을 할까?가 아니고, ‘이 골절을 보존적으로 치료할 수 있지 않을까? 혹은 ‘이 골절을 치료하는데 있어 꼭 수술이 필요한지?’에 대한 의문을 먼저 가져야 한다.

III 진단

병력 청취, 이학적 검사, 단순 방사선 촬영이 진단의 주를 이룬다. 아주 미세한 손상이 아니고서야, 손의 골절을 진단하는 것은 어렵지 않으나 골절에 의한 각 변형이나 골편이 정상적인 건의 움직임을 방해할 수 있으며 각 변형이나 뒤 틀림이 붓기에 의해 가려질 수 있다는 점을 명심해야 한다. 손가락의 회전 변형에 대한 진찰도 중요하다. 정상적인 손가락은 굴곡 신전 시 같은 면을 이루어야 하며 환자에게 주먹을 쥐어 보게 했을 때 새끼손가락이 Scaphoid tubercle을 가리키며 손가락 끝이 서로 겹치지 않아야 한다. 통증때문에 주먹을 쥐지 못하는 경우에는 국소 마취를 한 이후 회

전 변형에 대한 평가를 하여 경미한 변형도 놓치지 말아야 하고 간혹, 원래 손가락이 휘어있는 환자들도 있기에, 양측 손가락을 비교하는 것이 중요하다.

III 치료의 원칙과 고려 사항

‘임상 의사는 수술 후 예쁜 방사선 사진을 얻는 것만을 목표로 해서는 안되며 환자의 의학적, 사회적, 심리적 요인과 함께 뼈와 연부 조직 손상 및 재활 등 여러 사항을 고려하여 환자에게 최선이 되는 치료 방법을 제시해야 한다. 골격의 정렬과 안정화를 통해 부상 전 기능을 회복하고 빠른 시간에 사회에 복귀하는 것이 궁극적인 목표다’.

수술은 회복 불가능하거나 불안정한 골절, 다발성 또는 개방성 골절, 전위된 관절 내 골절 및 연부조직 손상이 심한 일부 골절에 대해 할 수 있다. 고정 방법으로는 K-강선, 금속판, 나사, 동적 견인 장치, 외부 고정기 등이 있다. 금속판을 이용한 고정은 가장 뛰어난 역학적 안정성을 제공하는 반면, 근막 박리로 인한 골절부 Biology의 손상, 금속판과의 유착 등 추가 적인 연부 조직 손상 가능성이 있으므로 금속판을 이용한 고정은 기계적 안정성 향상으로 인한 이점과 추가 손상에 따른 합병증과의 균형을 고려하여 선택해야 한다.

III 근위 지골의 골절(Fracture of proximal phalanx)

‘근위 지골 골절에서 가장 문제가 되는 것은 회전 변형이다. 회전 변형은 손을 굴곡할 경우 두드러지게 나타나며 변형의 이상 여부를 반대쪽 정상 수지와 비교하는 것이 중요하다’.

전위가 없거나 무시할 만한 경우에는 동반 테이프(buddy taping) 및 조기에 능동적 운동을 하여 치료할 수 있다. 회전 변형이 교정되지 않거나 정복이 유지 되지 않는 불안정 골절의 경우에는 K-강선, 골수강 내고정, 나사, 금속판 등을 이용한 수술을 고려할 수 있다. 한편, Shewring 등은 101명, 113례의 근위지골 기저부 관절 외 골절을 대상으로 중수골두에서 근위 지골 기저부까지 K-강선을 고정하여 만족할 만한 수술 결과를 보고 하여 보존적 치료 때 필요한 close observation의 어려움을 해결할 수 있는 대안으로 제시하였다.

III 근위 지간 관절의 손상(injuries of proximal interphalangeal joint)

‘근위 지간 관절의 인대 중 전면에 존재하는 수장판은 중수-수지 관절과는 달리 그 근위부의 부착부가 더 단단하게 붙어 있으며, 중위 지골의 기저부 전방에 붙어 있는 원위 부착부는 좀더 느슨하게 배열되어 있어 대개 원위부의 견열 손상이 일어난다’.

근위 지간 관절의 측부 인대 손상

동통이나 압통은 있으나 아무런 불안정성을 보이지 않는 제1도 손상이나 경도의 불안정성을 보이는 제 2도 손상은 약 3-6주간 동반 테이프 방법을 사용하여 효과적으로 치료할 수 있다. 심한 불안정성을 보이는 완전 파열의 경우에는 그 치료에 대한 의견이 분분하다. 약 5주간 동반 테이프를 착용시켜 만족스런 결과에 도달 하였다는 보고가 있는가 하

면, 근위지 관절을 약 30도 굴곡한 상태에서 5주간 고정해야 된다는 의견, 약 2주간 고정하고 그 후 동반 테이프 방법으로 사용해야 한다는 의견, 3-4주간 고정한 후에 만약 불안정하면 수술을 해야 한다는 주장, 그리고 처음부터 수술이 필요하다는 의견 등이 있다.

근위 지간 관절의 과 신전 손상

근위 지간 관절의 과 신전 손상 시 가장 경한 경우는 수장판의 불완전 파열이고 힘이 점차 진행하면 수장판의 완전 파열 그리고 경우에 따라서는 부 측부 인대와 측부 인대의 파열이 동반되면서 후방 아탈구나 탈구가 발생한다. 수장판의 손상은 중수-수지 관절과는 달리 그 원위 부착 부위에서 파열되는 경우가 많으며, 중위 지골의 근위부 전방에 전열에 의한 골편이 떨어지는 일도 있다. 과신전 손상의 경우, 약 3-6주간 인접 수지에 묶는 동반 테이프 방법으로 조기에 능동적 운동을 시행하면서 이환된 관절의 과 신전을 막음으로써 만족스러운 결과를 얻을 수 있다.

근위 지간 관절 후방 골절-탈구(dorsal fracture-dislocation)

이는 과 신전 손상의 한 변형으로 치료가 매우 어렵다. 견인을 하여 골절-탈구를 정복한 후에 근위 지간 관절을 60도 이상 굴곡시켜, 손상되지 않은 중위 지골의 후방 관절면이 근위지 골두의 중심보다 앞쪽에 위치하게 한다. 이는 중앙 신근을 긴장시켜 근위 지골의 골두와 중위 지골의 후방 관절면을 압박시킴으로써 그 전방에 주어지는 압박력을 해소하여 전방 골편의 원위부 이주를 막는다. 이러한 위치에서 3주간 고정을 하여 골절의 재 전위 및 탈구가 발생하지 않을 정도가 되면 다시 2-3주간 동반 테이프 방법으로 능동 운동을 시작 할 수 있다. 분쇄가 심하여 정복이 불가능한 경우에는, 골편을 제거하고 늑골 혹은 유구골에서 골연골로 된 골편을 떼어내어 관절의 모양에 맞게 다듬은 뒤 흡수성 K-강선 등으로 고정하는 관절 성형술을 시도할 수도 있다. 또는 골편이 작은 경우에는 이를 제거하고 수장판을 다시 부착시키는 수장판 관절 성형술(volar-plate arthroplasty)을 할 수 있다.

III 중위 지골의 골절(fractures of middle phalanx)

중위 지골은 마치 근위 지골을 축소해 놓은 모양을 하고 있으며, 근위 지골에 비해 골절 빈도가 훨씬 낮다. 중위 지골 골절의 치료는, 근육 부착부에 의한 특수한 각 형성 때문에 도수 정복 시에 주의를 기울여야 한다는 것 이외에는, 근위 지골 골절과 다를 게 없다. 중위 지골은 직경이 매우 작아서 십자형 핀 삽입 시 어려움이 있고 원위 지간 관절의 운동 범위는 수지의 기능에 그리 결정적이지 않으므로, 손톱 바로 밑에서부터 삽입한 종적 핀 삽입술도 시도할 수 있다.

III 원위 지간 관절의 손상(injuries of distal interphalangeal joint)

과 신전 손상

심수지 골건의 파열이 발생하는 흔한 기전은, 젊은 운동 선수에서 심수지 굴근이 강하게 수축할 때 강한 신전력을 받아 생기는 것이다. 75%가 약지에 발생하며, 세가지 형태로 분류할 수 있다. 제1형은 심수지 골건이 기시부에서 완전

파열 되어 A1 활차 밑에 걸려있는 경우로 심수지 굴건에 영향을 공급하는 장 건뉴(vincula longa)와 단 건뉴(vincula breva)가 모두 파괴되어 예후가 나쁘며, 10일 이내에 복원해야 좋다. 제2형은 가장 흔한 형태로, 근위 지간 관절 부위, 즉 Camper's chiasm에 심수지 굴건이 걸려 있는 경우이다. 수상 후 3개월까지도 복원이 가능하며, 장 건뉴는 대개 남아 있어 예후가 비교적 좋다. 제3 형은 심수지 굴건에 큰 견열 골편이 부착되어 있어 A4 활차에 걸린 경우로, 골편이 방사선 사진에서 명확하게 보이고 치료가 용이하여 예후가 좋다. 제 4형은 가장 드문 형태로 3형과 마찬가지로 골편이 보이지만 심수지 굴건이 골편에 부착되어 있지않고 분리되어 있는 형태이다.

심수지 굴건의 급성 손상 시에는 건을 전진(advancement)시켜 원위 지골의 기저부에 재 부착시켜야 하며, 큰 견열 골절을 갖고 있는 경우에는 이에 대한 적절한 내 고정이 필요할 수도 있다.

망치 수지(mallet finger)와 굴곡 손상

후방에서 주어지는 힘이 원위 지간 관절을 최대 굴곡시킬 수 있는 속도보다 빠를 경우, 그리고 부분적으로 원위 지간 관절을 굴곡한 상태에서 손끝으로 야구공을 받거나 또는 배구공 같은 것을 때린 경우에 신전 종착부의 견열이 발생할 수 있다. 신전 종착부의 손상은, 원위 지간 관절이 90도 이상 굴곡 되는 힘이 가해진 경우나, 후방에서 상당히 큰 횡적인 힘이 주어지는 경우에도 발생할 수 있다.

건성 망치 수지(tendinous mallet finger)

‘치료 시 고려해야 할 점으로는 원위 지간 관절만 고정할 것인지, 어떤 방법으로 그리고 얼마 동안 고정을 할 것 인 지이다’.

일반적으로 사용하는 망치 수지 라는 용어는 원위 지간 관절에서 신건의 연속성이 끊어져 이 관절의 능동적 신전이 불가능하며 손끝이 꼭 망치같이 생기는 변형을 말한다. 망치 수지의 치료에 대해서는 의견이 분분하다. 만성 망치 수지의 경우, 환자들의 불평은 주로 외모 특히 백조 목 변형이며, 경우에 따라서는 세수하는 동작처럼 일상 생활에서 수지가 자동적으로 굴곡 또는 신전 되어 매우 불편하다는 것이다. 따라서 20도 이하의 신전 불가능 상태, 노인 그리고 관절 퇴행성 변화가 보이는 경우 등에서는 망치 수지를 간과할 수 있으나, 변형이 확실하고 젊은 나이인 경우에는 치료가 필요하다. 치료 시 고려해야 할 점으로는 원위 지간 관절만 고정할 것인지, 어떤 방법으로 그리고 얼마 동안 고정을 할 것 인지이다.

일반적으로 보존적인 치료는 관절의 3분의 1 미만이 포함된 폐쇄 골절이나 원위지 관절의 아탈구가 없는 경우 시도해 볼 수 있으며 치료 결과를 결정 짓는 가장 중요한 요인은 환자의 순응도이다. 원위 지간 관절 만의 신전은 후방 또는 전방에 패드를 댄 알미늄이나 플라스틱 부목 등으로 유지할 수 있으며, 특별하게 만든 Stack부목 등을 사용할 수도 있다. 그러나 이들은 시간이 흐르면서 점차 느슨해져서 고정 효과가 적으며, 또한 환자가 마음대로 벗을 수 있고, 돌려 붙인 반창고의 원위부에 혈류 장애를 초래 하거나, 접촉성 피부염 등 피부 문제를 유발할 수 있는 단점이 있다. 여러 저자들은 과 신전 상태에서 K-강선을 원위 지간 관절만 삽입 하고 8-10주 동안 고정하는 것을 권장한다. 수상 후 3-4주 이내의 경우에는 급성 손상과 같이 치료할 수 있다. 그러나 치료 시작의 기간이 길수록 결과는 더 나쁜 것이 보통이다.

골성 망치 수지 (bony mallet finger)

원위 지골의 후방 골절면에 약 20-30% 이상 되는 큰 골편이 떨어져 나가면서 망치 같은 변형을 초래한 경우를 골성 망치 수지라고 한다. 이 부위에 아주 작은 견열 골편이 있는 경우는 건성 망치 수지에 포함시키는 것이 보통이다. 골편의 전위가 거의 없는 경우에는 건성 망치 수지와 동일하게 비수술적으로 치료해 볼 수 있으나, 골의 전위가 2mm 이상 이거나 관절의 전방 아탈구가 관찰되는 경우에는 수술을 하는 것이 좋다. 최근의 다 기관 연구에서는 K-강선 고정 및 신전 제한 pinning, 조이스틱으로 사용 되는 K-강선 또는 골절 미니 나사로 치료한 망치지 골절의 기능적 결과에서 큰 차이가 없음을 보여주었다.

III 원위 지골의 골절(fractures of distal phalanx)

원위 지골은 수부 골절의 약 절반을 차지한다. 그 중에서 제3 지의 골절이 가장 많으며, 그 다음으로는 엄지에 많다. 소아의 경우 골단판의 Salter-Harris 제1 형 골절과 함께 조갑의 기질(nail matrix)이 찢어지면서 손톱(조갑판, nail plate)이 근위 조갑 주름(proximal nail fold)의 표면으로 돌출 되는 개방성 골단판 손상인 Seymour 골절이 생기기도 한다. 원위 지골 골절은 분쇄 손상에 의해 생기는 경우가 많으며 연부조직 손상을 동반하는 경우가 보통이다. 원위 지골의 골절과 함께 손톱의 성장층 손상이 일어나는 경우가 있는데, 이를 위해서는 손톱의 성장판을 해부학적으로 복원시켜 주어야 손톱의 기형을 막을 수 있다. 벌어진 성장층을 6-0 catgut이나 나일론 봉합사로 봉합한 뒤 실의 매듭이 손톱 밑에 오지 않고 뼈와 밀착하게 한다. 이후 손톱의 양쪽 약 1mm 정도는 잘라 버리고 나머지 부분은 손톱 주위의 연부조직에 봉합하여 손톱의 성장판이 찢어지지 않게 함으로써 손톱 기형 방지는 물론 골절 치유에 부목 역할을 할 수 있다.

III 결론

“Hand fractures can be complicated by deformity from no treatment, stiffness from overtreatment, and both deformity and stiffness from poor treatment”
- Swanson-

“수부 골절을 담당하는 외과의는 소위, 주요 골절이라고 불리는 골절 들에 못지 않을 정도의 전문성이 요구되며, 최선의 결과는 회복 의지가 강한 환자, 마취의, 물리치료사, 작업치료사로 구성된 팀웍이 함께 어우러질 때 가능하다”.

수부 골절을 치료 함에 있어 안정성과 조기 운동의 균형을 유지하는 것은 매우 중요하다. 최근 들어 영상 및 수술 기법, 도구가 눈부시게 발전했지만 수부 골절 치료의 최신 경향은 보존적, 최소 침습적인 방향으로 나아 가고 있다. 무조건적인 수술 보다는 수술의 득과 실을 따져, 골절 자체가 아닌 환자를 치료하는 자세가 필요 하다. 최선의 결과는 전문성을 갖춘 수부외과의와 회복을 위한 열정을 갖고 있는 환자, 마취과 의사, 물리 치료사, 작업 치료사로 구성된 팀웍이 함께 어우러질 때 가능하다.

III References

1. 정문상, 백구현. 손 외과학. 군자 출판사 2005;1186-1215.
2. Jagannath B. Kamath, Harshvardhan, Deepak M. Naik, Ankush Bansal. Current concepts in managing fractures of metacarpal and phalanges. Indian J Plast Surg 2011;May;44(2):203-11.
3. Michel E H Boeckstyns. Current methods, outcomes and challenges for the treatment of hand fractures. J Hand Sure Eur Vol. 2020;Jul;45(6):547-559.
4. Amir H Taghinia, Simon G Talbot. Phalangeal and Metacarpal Fractures. Clin Plast Surg 2019;Jul;46(3):415-423.
5. R Glenn Gaston, Christopher Chadderdon. Phalangeal fractures: displaced/nondisplaced. Hand Clin 2012; Aug;28(3):395-401.
6. Laura Kremer, Johannes Frank, Thomas Lustenberger, Ingo Marzi, Anna Lena Sander. Epidemiology and treatment of phalangeal fractures: conservative treatment is the predominant therapeutic concept. Our J Trauma Emerg Surg 2020; May 25.
7. David J. Shewring, Ryan W. Trickett and Adam Smith. Fractures at the junction of diaphysis and metaphysis of the proximal phalanges in adults, J Hand Sure Eur Vol. 2018;Jun; 43(5):506-512.
8. Stamos BD, Leddy JP. Closed flexor tendon disruption in athletes. Hand Clin 2000;16(3):359-65.

중수지관절의 인대 손상 (Ligament Injury of Metacarpophalangeal Joint)

박진성

경상대학교병원 정형외과

III 서론

수부의 중수지관절의 인대손상은 무지에서는 비교적 잘 알려져 있으나, 무지 이외의 수지는 상대적으로 흔하지 않은 것으로 알려져 있다. 무지 중수지관절의 척측측부인대(ulnar collateral ligament) 손상은 skier's thumb, game-keeper's thumb으로 비교적 잘 알려져 있으며, 보고에 따르면 연간 발생률은 100,000만 명당 약 50명으로 추정된다. 무지의 척측측부인대 손상은 무지의 요측측부인대(radial collateral ligament) 손상에 비해 더 흔하며, 무지의 측부인대의 60~90%를 차지한다.

III 해부학 및 생역학적 특성

무지의 중수지관절의 운동은 굴곡-신전이 주요하며, 다른 수지의 중수지관절에 비해 회전(rotation), 외전(abduction), 내전(adduction)은 제한된다. 무지의 중수지관절의 골성 안정성은 다른 수지에 비해 더 넓고 평평한 중수골두 및 단무지굴근(flexor pollicis brevis)과 무지내전근(adductor pollicis)이 부착하는 종자골의 지지에 의해 이루어진다. 연부조직은 동적 안정성과 정적안정성을 제공하는데, 동적 안정성은 척측 및 요측 측부인대에 의해 이루어지며, 두 측부인대는 4-8mm의 폭과 12-14mm의 길이를 가지고 있으며, 측부의 지지 및 근위지골의 배측 안정성(dorsal stability)을 제공한다. 척측 및 요측 측부인대는 고유측부인대(proper collateral ligament)와 부인대(accessory collateral ligament)로 이루어지며 고유측부인대는 중수골의 내측 및 외측 결절에서 기시하여 근위지골의 기저부에 부착한다. 부인대는 수장판(volar plate)에 부착한다(Fig. 1). 무지 중수지관절 굴곡시 고유측부인대의 긴장으로 인해 안정성이 강해지며, 신전시에는 부측부인대가 긴장되어 안정성을 제공한다. 내전근막(adductor aponeurosis)은 관절의 척측의 전방에 위치하며, 외전근막(abductor aponeurosis)은 요측의 후방에 위치하는 차이가 있다. 측부인대의 파열시 파열된 인대는 부착된 부위쪽으로 당겨지며 후방으로 전위되는 경향이 있는데, 이는 Stener 병변이 척측 측부인대 손상시에만 생기는 이론적 근거가 된다. Stener 병변은 내전근막이 파열된 척측측부인대와 근위지골의 부착부 사이에 끼이는 것으로 파열된 척측 측부인대의 치유를 방해하여 만성적 불안정성을 초래할 수 있다(Fig. 2). Stener의

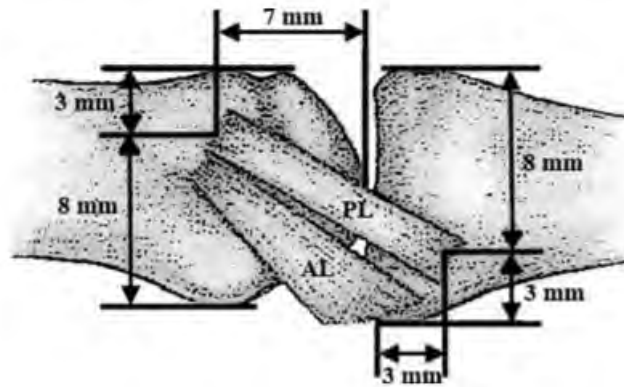


Fig. 1 The mean locations of the UCL complex which is comprised of the proper ligament (PL) and accessory ligament (AL) (adapted with permission Bean et al. 1999)

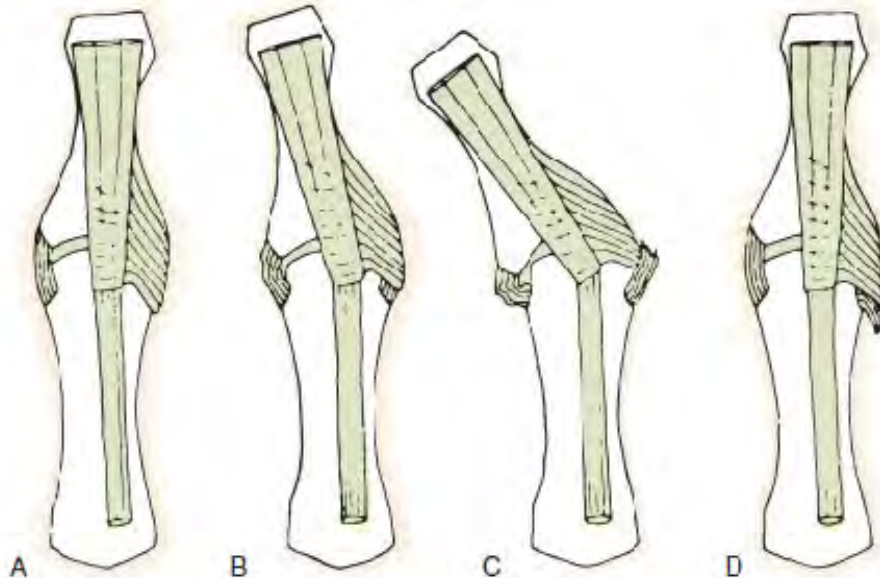


Fig. 2. Diagram of the displacement of ulnar collateral ligament injury. A, Normal relationship of UCL and adductor aponeurosis. B, With slight radial angulation, distal slide of margin of aponeurosis and uncovered ligament. C, With major radial angulation, UCL ruptures at distal insertion. Aponeurosis can displace ruptured UCL free end. D, As joint realigned, proximal edge of aponeurosis sweeps free end of UCL proximally and become interposed between ligament and its insertion(Stener lesion).(Stener B. Acta Chir Scand 125:583-6. 1963)

연구에 따르면 척측 측부인대 완전파열의 64%에서 이러한 소견이 있다고 하였다.

무지이외의 중수지관절은 비교적 인대손상이 적게 일어나며, 그러한 이유는 내재 인대 구조물, 주위의 건 등이 있다. 수지의 중수지관절은 척측 및 배측방향의 강력한 힘에 의한 손상에 취약하다. 관절면은 타원관절(condylar joint)을 이루며, 중수골두는 배측이 좁고 장측으로 가며 넓어진다. 이러한 형태는 중수지관절을 굴곡했을 때 근위지골의 기저부와 접촉면이 더 넓어지게 된다. 중수지관절의 관절낭은 중수골 경부에서 근위지골의 기저부까지 덮고 있으며, 모든 방향으로 특별한 구조물에 의해 보강된다. 배측의 관절낭은 성근조직(areolar tissue)와 충수지 신건의 부착부로 이루

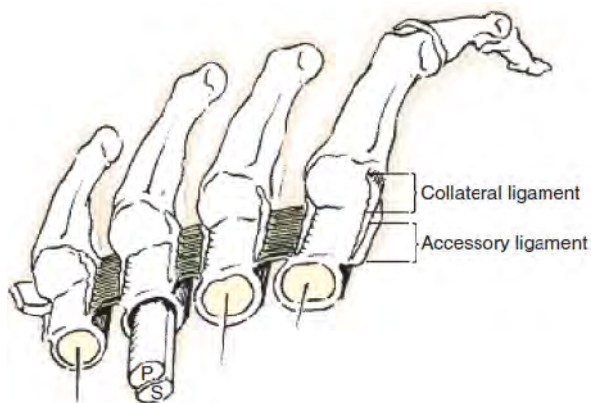


Fig. 3. Intervolar plate ligaments that reinforce the ligament-box complex at each finger MP joint.

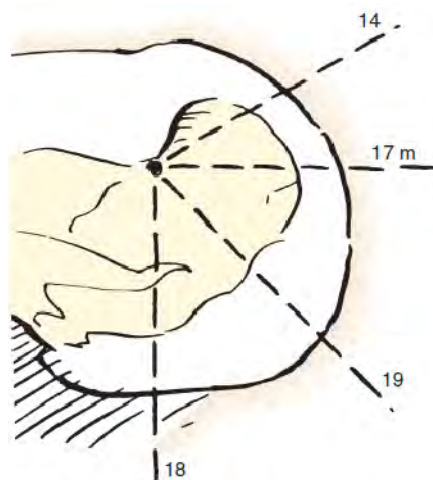


Fig. 4. Diagram of cam effect of metacarpal head contour and relative length of collateral ligament with increasing flexion.

어지며, 시상대(sagittal band)와 내재근의 건은 이차적인 지지를 제공한다. 장측으로는 수장판과 이에 연장된 심부횡 중수골인대(deep transverse metacarpal ligament; intervolar plate ligament)의해 지지된다(Fig. 3). 수장판은 두꺼운 섬유연골성 원위부와 얇은 막성 근위부를 가지고 있다. 수장판의 외측 지지는 측부인대와 심부횡중수골인대에 의해 보강된다. 측부인대는 고유측부인대, 부측부인대로 이루어지며, 중수골두가 타원형으로 생겨 나타나는 cam 효과로 인해 굴곡시 더 긴장되며, 신전시에는 이완된다(Fig. 4). 따라서 중수지관절의 최대굴곡 시에는 외측안정성이 생기지만, 최대 신전시에 관절의 외전 및 내전이 가능해진다.

III 손상기전과 원인

중수지관절 인대손상은 무지와 무지를 제외한 네 손가락의 중수지관절 인대손상으로 나눌 수 있다. 무지 중수지관절의 척측측부 인대손상은 중수지 관절의 갑작스러운 과도한 외전에 의해 발생하게되며, 요측측부인대 손상은 갑작스

러운 강력한 내전에 의해 발생한다. 척측 측부인대의 급성손상은 skier's thumb으로 불리우며, 스키를 타다 넘어지며 스키 폴이나 지면에 무지가 외전, 과신전되며 발생하게 되어 명명되었다. 만성 척측 측부인대 손상은 사냥터지기 무지(gamekeeper's thumb)으로 Campbell에 의해 명명되었다. 영국의 사냥터지기들이 반복적으로 사냥한 토끼의 목을 지면에 대고 제1 물갈퀴공간으로 눌러 부러뜨리는데 이로 인해 만성적인 인대의 이완이나 손상으로 인해 생기는 것을 말한다. 요측 측부인대는 대개 스포츠 활동이나 넘어져서 생기게 되는데, 무지의 요측을 공이나 지면에 강하게 부딪히며 발생한다.

무지를 제외한 수지의 중수지관절 인대손상은 주로 넘어질 때 손가락의 과신전되며 중수골경부에서 수장판이 찢어지며 발생한다. 중수지관절 손상은 배측 손상이 많으며 검지, 소지 순으로 그 빈도가 높다. 손상된 해부학적 구조물에 따라 배측 중수지관절탈구(dorsal metacarpophalangeal dislocation), 장측 중수지관절탈구(volar metacarpophalangeal dislocation), 요측측부인대 단독파열(isolated radial collateral ligament rupture), 잠긴중수지관절(locked metacarpophalangeal joints)로 분류할 수 있다. 배측 중수지관절탈구는 손상정도에 따라 수장판이나 종자골의 개재가 없는 단순 중수지관절아탈구(simple metacarpophalangeal subluxation)와 수장판이나 종자골의 개재가 동반된 복합 중수지관절탈구(complex metacarpophalangeal dislocation)로 나뉜다.

III 임상증상 및 진단

중수지관절의 통증과 부종이 관찰되며, 외상력과 반복적 손상된 경험이 있다면 측부인대손상의 가능성을 의심해야 하며, 무지의 측부인대의 만성손상을 가진 환자들은 물체를 집거나 글씨쓰기, 열쇠 돌리기, 컵과 같은 물체를 강하게 쥐 때 힘이 떨어진다고 호소한다. 신체검사에서 압통과 부종, 멍이 관찰되며 때때로 찢어진 인대가 덩어리처럼 만져지기도 한다. Skier's thumb 환자의 무지는 안정위(resting posture)에서 중수지관절의 장측 아탈구나 척측편위, 근위지골의 회외(supination)를 관찰할 수 있다. Valgus stress test에서 확실한 종말점(endpoint)이 있다면 불완전한 인대파열을, 없다면 완전파열을 의미한다.

영상의학적 검사로는 후전면(PA) 및 측면 방사선사진이 견열골절이나 동반된 다른 골절을 확인하는데 도움이 된다. 전방 아탈구는 측면상에서 잘 관찰되며, 전방에 부착하는 무지내전근(adductor pollicis)에 의한 전위와, 파열된 배측관절낭에 의해 발생한다. 방사선 사진으로 진단이 불확실한 경우에는 스트레스 촬영을 해볼 수 있는데 중수지관절을 신전시킨 상태에서 요측으로 힘을 가했을 때 30도, 굴곡시킨 상태에서 40도 이상의 인대이완(laxity)이 있거나 견측과 비교하여 15도 이상 차이가 있으면 중수지관절의 측부인대 손상을 진단할 수 있으나, 불완전파열을 완전파열로 악화시킬 수 있는 단점이 있다. 이러한 이유로 스트레스 검사를 하지 않거나 통증으로 스트레스 검사가 어려운 경우에는 초음파나 MRI가 적절한 진단을 내리는데 도움이 된다. 특히 Stener 병변의 확인과 불완전파열과 완전파열의 감별진단에 도움이 되고, 비침습적 진단법으로 경험이 적은 전공의의 법적인 책임도 줄일 수 있다.

III 분류

인대손상의 분류는 일반적으로 손상의 정도에 따라 3단계로 나누어진다.

1단계는 염좌로서 손상이 경미하여 부종도 심하지 않고, 압통은 있으나, 스트레스검사서 인대의 이완이 없다.

2단계는 염좌보다 심하지만 불완전한 파열로 통증과 부종이 심하며 비대칭적인 이완이 있으나, 스트레스 검사시에 종말점이 느껴진다.

3단계는 완전파열로 저명한 비대칭적 이완이 확인되며, 스트레스 검사시에 종말점을 느낄수 없다.

대개는 이러한 간단한 분류로 임상적 적용을 하는 데에 큰 무리가 없다. 무지의 척측측부인대 손상의 특별한 분류법은 몇몇의 저자에 의해 보고되었으며, 요측측부인대손상에는 잘 적용시키지 않는다.

Hinterman's classification for UCL injury

Type	Injury	Examination
I	Undisplaced fracture	Stable in flexion (<30°)
II	Displaced fracture	No special test
III	No fracture	Stable in flexion (<30°)
IV	No fracture	Unstable in flexion (>30°)
V	Avulsion fracture of the volar plate	Stable in flexion

III 치료

1. 비수술적 치료

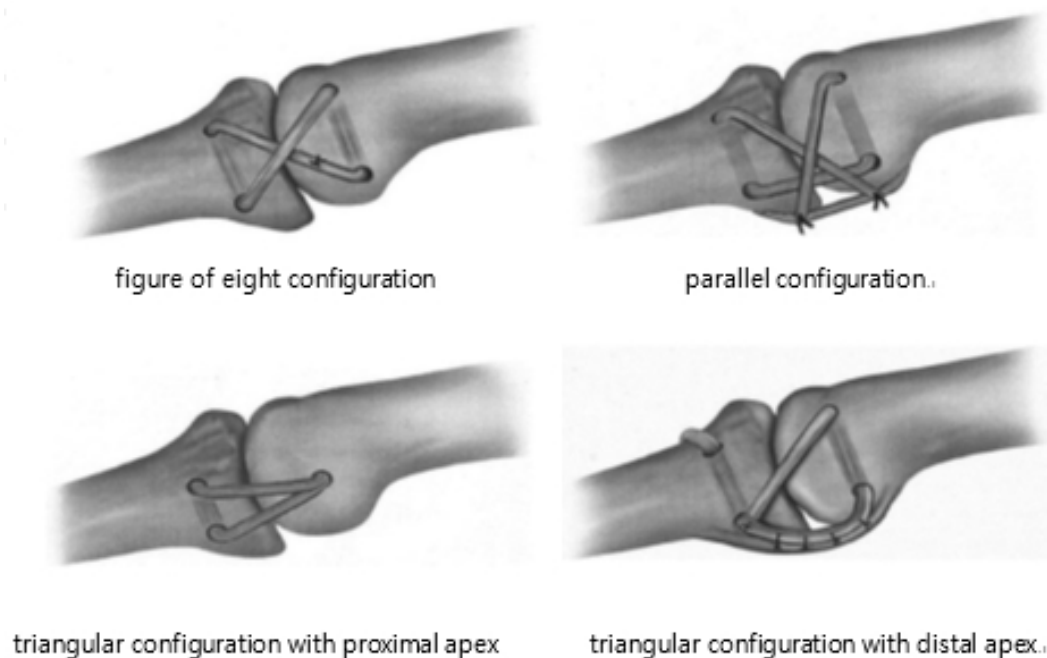
비수술적 치료를 위해 고정이 필수적이며, 저자에 따라 다르지만 대개 3~6주간의 부목고정이나 캐스트 고정을 추천하지만, 최대 12주까지의 고정기간이 필요하다는 연구도 있다. 지나치게 긴 고정기간은 관절의 강직을 유발할 수 있어 피해야 한다. 저자는 4주간의 thumb spica cast 후 2주간의 보조기 착용이나, 부목고정을 시행하고 있다.

2. 수술적 치료

측부인대의 완전파열이나, Stener 병변이 있다면 수술적 치료의 적응이 된다. 수술의 접근법은 lazy “S” 절개로, 무지의 중수지골의 장무지신건의 척배측에서 중수지관절까지 평행하게 절개한 다음 중수지관절에서 장측으로 절개선을 연장하여 척측측부인대에 접근하는 방식을 말한다. 급성파열이 측부인대 내에서 (midsubstance tear) 발생한 경우 3-0 비흡수성 봉합사를 이용하여 단순 인대 봉합을 시행하면 된다. 측부인대의 견열손상이 있는 경우에는 pull-out 봉합술이나 bone anchor를 이용한 봉합술이 추천된다. 수술시에 요골신경의 배측 감각신경 분지의 손상이 생기기 쉬우므로 주의해야한다.

만성 측부인대손상의 경우 인대 재건술이 필요하며, 만성적으로 유착된 연부조직으로부터 손상된 인대를 당겨 움직여 보는 것으로 시작한다. 만약 인대 근처 조직으로 재건이 가능하다면 adductor tendon으로 재건에 사용되는 조직의 안정성을 높일 수 있다. 척측측부인대 근처 조직으로 재건이 힘들 때는 유리건이식편(free tendon graft)을 이용할 수 있다. 동적 재건술(dynamic reconstruction)은 무지 중수지관절의 요측 측부인대손상에서 보다 많이 사용되는 술

식으로 단무지외전근(abductor pollicis brevis)이 동적 안정화 구조물로 이용된다. 요측측부인대는 척측측부인대와 달리 집는 기능이 많이 요구되지 않으므로 정적재건술에 비해 덜 안정적이나 수술방법이 쉬워 많이 이용된다. 정적 재건술(static reconstruction)은 주로 장장건을 이용하여 재건을 하며, 여러가지 방법이 알려져 있다.



저자의 경우는 triangular configuration with proximal apex 를 이용하여 측부인대의 재건을 하며, 척측측부인대의 경우 근위지골의 1시, 5시(요측 측부인대의 경우 11시, 7시) 방향에 터널을 만들어 이식건을 통과시켜 중수골의 회전중심으로 통과시켜 이식건의 말단을 주위의 골막, 연부조직에 봉합한다. Glickel 등에 따르면 이러한 술식이 운동 범위를 최대로 얻을 수 있으며, 안정성을 확보할 수 있는 장점이 있다고 하였다. Hogan 등은 어떤 재건 술식도 손상되지 않은 측부인대보다 결과가 좋지 않으며, triangular configuration with proximal apex 술식과 간섭 매듭을 이용하는 방법이 가장 강력한 안정성을 제공할 수 있다고 하였다. 최근에는 골-골막-골 이식편(BPB graft) 를 장골능(iliac crest)에서 채취하여 이식하는 수술법이 Wong등에 의해 보고되었다. 측부인대의 손상이 오래되어 관절염이 동반되었거나, 수술 소견에서 관절연골의 손상이 심한 경우에는 중수지관절의 유합술이 추천된다.

III 결론

중수지관절의 불안정성은 급성손상에 의하거나 만성적이고 반복적 미세손상에 의하여 발생할 수 있으며, 진단을 위해서는 자세한 병력청취와 적절한 검사가 필수적이다. 정확한 진단을 통해 그에 따른 적절한 치료를 하였을 때 가장 좋은 임상적 결과를 얻을 수 있고 장기적으로 좋은 예후를 보일 수 있다.

III References

1. Green's operative hand surgery 7th ed.
2. Patel S, Potty A, Taylor EJ, Sorene ED. Collateral ligament injuries of the metacarpophalangeal joint of the thumb: a treatment algorithm. *Strat Traum Limb Recon* 2010;5:1-10
3. Frank WE, Dobyns J. Surgical pathology of collateral ligamentous injuries of the thumb. *Clin Orthop Relat Res* 1972;83:102-114.
4. Stener B. Displacement of the ruptured ulnar collateral ligament of the metacarpo-phalangeal joint of the thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1962;44:869-879.
5. Campbell CS. Gamekeeper's thumb. *J Bone Joint Surg Br* 1955;37:148-149.
6. Melone CP JF, Beldner S, Basuk RS. Thumb collateral ligament injuries. An anatomic basis for treatment. *Hand Clin* 2010;16:345-357.
7. Glickel SZ, Malerich M, Pearce SM, Littler JW. Ligament replacement for chronic instability of the ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal joint of the thumb. *J Hand Surg Am* 1993;18:930-941.
8. Hogan CJ, Ruland RT, Levin LS. Reconstruction of the ulnar collateral ligament of the thumb metacarpophalangeal joint: a cadaver study. *J Hand Surg Am* 2005;30:394-399.
9. Wong TC, Ip FK, Wu WC. Bone-periosteum-bone graft reconstruction for chronic ulnar instability of the metacarpophalangeal joint of the thumb-minimum 5-years follow-up evaluation. *J Hand Surg Am* 2009;34:304-308.
10. Edelstein DM, Kardashian G, Lee SK. Radial collateral ligament injuries of the thumb. *J Hand Surg Am* 2008;33:760-770.
11. Glickel SZ. Thumb metacarpophalangeal joint ulnar collateral ligament reconstruction using a tendon graft. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2002;6:133-139.
12. Horch RE, Dragu A, Polykandriotis E, Kneser U. Radial collateral ligament repair of the thumb metacarpophalangeal joint using the abductor pollicis brevis tendon. *Plast Reconstr Surg* 2006;117:491-496.

중수골 골절(Metacarpal Fracture)

이 현 일

인제대학교 의과대학 일산백병원 정형외과

III 총론

중수골 골절의 일반적인 치료 원칙은 “손상 부위의 해부학적인 정복”이나 해부학적 혹은 방사선학적 정복이 정상 기능의 회복을 보장하지는 않으므로 주위 연부 조직의 상태를 고려한 종합적인 치료가 필요하며 이를 통하여 관절의 강직 예방 및 기능적 회복을 도모하는 것이 기본적인 치료의 목표이다. 골절로 인한 중수골의 단축 혹은 각형성을 동반한 부정 유합이 발생할 수 있으나 정상 기능이 가능한 변형의 허용 범위가 넓은 편으로 방사선학적 완벽성을 위하여 과도한 치료를 시행하는 누를 범하지 않도록 주의하여 한다. 회전 변형의 경우 주먹을 꼭 쥐기 전까지는 눈에 띄지 않을 수 있어 이의 진단을 놓치지 않도록 주의를 기울여야 한다.

손가락의 골절과 비슷하게 중수골 골절도 3-4주 이상의 긴 시간 동안의 고정은 권장되지 않으며, 특히 수술을 시행하는 경우 신전건 등이 유착될 수 있으므로 견고한 고정 후 조기 관절 운동을 시작하는 것이 필요할 수 있다. 보통 임상적 골유합이 방사선학적 유합보다 선행하므로 임상적으로 안정성이 있다고 판단되는 경우 조기 관절 운동을 권유하는 것이 바람직하다. 엄지의 중수골과 제2,3,4,5 수지의 중수골은 서로 다른 해부학적 특징을 가지고 있고 골절의 부위별 치료 원칙도 약간씩 다르게 된다.

III 엄지의 중수골

제1 수근-중수골 관절은 안장형 관절로 내전, 외전, 굴곡, 신전 및 회전 등 여러 방향으로 운동이 일어나기 때문에 활동성이 크고 따라서 골절이 있는 경우, 다른 중수골과 달리 각형성 및 회전 변형이 발생하더라도 수근-중수골 관절에서 보상해줄 수 있는 정도가 커서 변형의 허용 범위가 넓다. 약 30도의 각형성 변형과 어느 정도의 회전 변형은 보통 임상적으로 큰 문제를 일으키지 않는다. 간부 골절보다는 기저부 골절이 흔하며 약간 굴곡된 위치에서 축성 압박력과 외전력에 의하여 흔히 발생한다. Green & O'Brien은 이 부위의 골절을 4형으로 구분하였으며 제1형은 Bennet 골절, 제2형은 Rolando 골절, 제3형은 근위 골간단의 관절외 골절, 제4형은 Salter-Harris 2형 골절이다.



Fig. 1. A. Bennet 골절의 단순 방사선 사진, B. 3D CT 영상, C. 경피적 고정술 후 사진.

1) Bennet 골절

무지의 수근-중수 관절을 침범하는 관절내 골절로 전척측(anterior-ulnar side)의 작은 골편은 전방 사선 인대 (anterior oblique ligament)에 의하여 고정되어 움직이지 않으나 나머지 전체 중수골은 장무지 외전근(abductor pollicis longus)이 근위부 및 외측으로 당기고 무지 내전근(adductor pollicis)이 중수골 원위부를 내전시켜 수근-중수 관절에 탈구 혹은 아탈구가 발생하고 치료하지 않을 경우 관절면의 불일치가 발생하게 된다(그림 1A, 1B). 도수 정복 후 유지가 힘들기 때문에 대부분 수술적 치료가 필요하며 closed reduction 후 대부분 경피적 K-강선 내고정으로 잘 유지된다(그림 1B). K-강선은 제1중수골과 대다각골을 관통하여 고정하면 대부분 안정적인 고정을 할 수 있고 경우에 따라서 제2중수골까지 관통하여 고정할 수 있다. 최근에는 수장측 도달술(volar approach) 및 관절적 정복술 후 나사못(screw) 고정술의 좋은 임상 결과를 보고한 논문도 있다.

2) Rolando 골절

관절내 분쇄 골절로 불안정하여 대부분 수술을 요한다. 분쇄가 심한 경우 K-강선만으로는 불충분하여 금속판 혹은 외고정 장치를 사용하여야 할 수 있다.

3) 제3형: 관절외 골절

30도 이내의 각형성과 어느 정도의 회전 변형은 수근-중수 관절의 보상 범위에 해당하여 보존적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있는 경우가 많다(그림 2). 30도 이상의 각형성이 발생한 경우 보상성 중수관절의 과신전이 발생할 수 있으며 이는 임상적으로 받아들이기 어려울 수 있다.

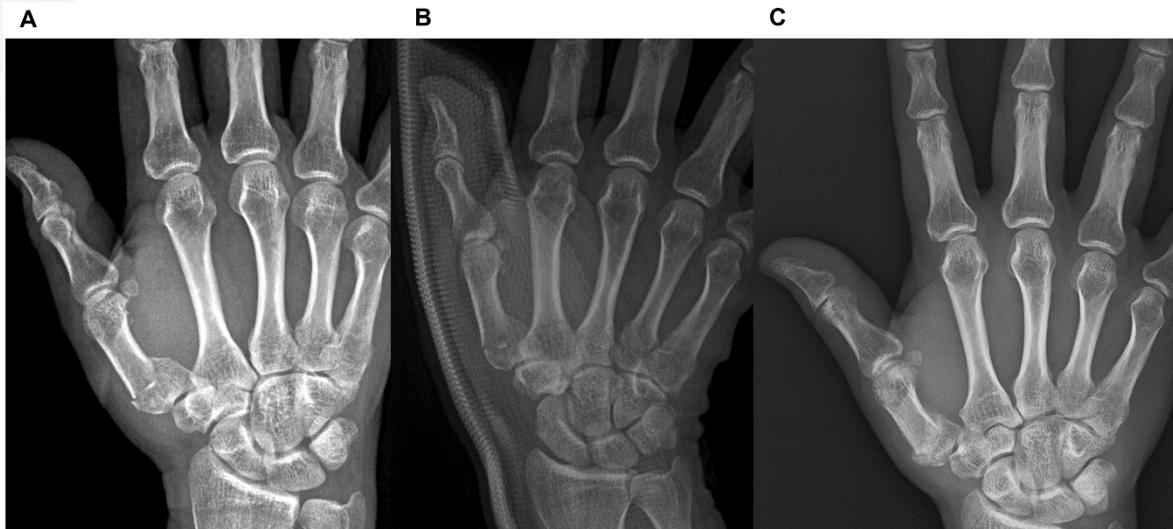


Fig. 2. A. 관절외 골절로 약간의 각형성이 초기에 관찰된다. B. 도수 정복 후 정렬이 호전되어 고정 치료 하였다. C. 최종 영상의학적 사진: 중수골이 약간 단축되었고 약간의 각형성이 다시 발생하였으나 기능적으로는 큰 문제가 없는 상태이다.

III 제2,3,4,5 중수골

많은 인대와 근육이 붙어 있고 혈액 순환도 좋아서 골절의 치유 기간이 빠르다. 제2,제3 수근-중수 관절은 가동성이 없는 고정된 관절이며 제4 수근-중수 관절은 15~20도 제5 수근-중수 관절은 20~30도의 굴신 운동과 약간의 회전 운동이 가능하다.

중수골은 주위의 굴곡건과 내재근의 외력에 의하여 경부(neck) 및 간부(shaft) 골절 후 주로 배측 각형성이 나타난다. 제4,제5 중수골은 수근-중수 관절에서 보상성 운동이 가능하여 약간의 각변형이 허용되나 제2,제3 중수골의 골절은 허용 범위가 적다. 각 부위의 골절에 따른 각변형의 허용 범위는 다음의 표와 같다(표 1). 단축의 경우 6mm 이상 되는 경우 중수 관절의 신전 제한을 유발할 수 있다.

중수골의 회전 변형은 적은 각도라도 손끝으로 가게 되면 증폭되는 경향이 있으며 변형이 심한 경우 인접 수지와 겹치는 scissoring 소견을 보일 수 있어 임상적으로 문제가 된다. 회전 변형은 환자가 능동적으로 주먹을 쥐었을 때 가장 정확하게 판단할 수 있으나 수술 중 능동 굴곡이 불가능한 경우가 대부분이며 이때는 손목을 수동적으로 신전시켰을 때(tenodesis effect) 손가락들이 저절로 굴곡되면서 수지 침부의 정렬이 가지런히 주상골을 향하는 정도를 보면서 정상 유무를 파악할 수 있다. 회전 변형을 수술 중에 파악하면서 수술하기 위하여 wide awake surgery를 계획하여 볼 수도 있겠다.

Table 1. 관절외 중수골 골절의 허용 가능한 정렬에 대한 가이드라인 (각도)

	제2중수골	제3중수골	제4중수골	제5중수골
경부 (Neck)	15	15	30~40	50~60
간부 (Shaft)	10	10	20	30

골절에 의한 변형(각변형, 단축, 회전 변형)이 허용 범위를 넘은 경우가 주된 수술의 적응증이며 개방성 골절, 다발성 골절, 관절 내 전위 골절, 연부 조직 손상이 동반된 경우 또한 수술의 적응증이다. 과도한 각변형이 있는 경우 중수골두가 함몰되면서 손바닥에서 만져져 반복적으로 물건을 잡는 직업을 가지거나 활동을 하는 사람의 경우 통증 및 불편감을 느낄 수 있어 단순 방사선 영상 뿐만 아니라 직업, 활동력 등도 수술을 결정할 시 고려하여 할 사항이다.

1) 기저부 골절

제2,3보다는 제4,5 중수골 기저부 골절이 더 흔하며 수근-중수 관절내로 침범하거나 유구골(hamate)의 골절이 동반되는 경우가 흔하다. 관절면의 전위 및 아탈구가 흔히 동반되어 주의를 요한다. 제4,5 수근-중수 관절의 경우 관절 운동 범위가 크지는 않아 약간의 관절면 불일치가 잔존한다 하더라도 증상이 없는 경우가 흔하다.

제5 중수골의 경우 엄지의 Bennet 골절과 비슷하게 요측 골절편은 인대에 의하여 제자리를 유지하면서 대부분의 중수골은 척 수근 신전전 및 척 수근 굴곡전의 작용으로 근위부로 당겨지는 reverse Bennet 골절이 발생할 수 있으며 도수 정복 후 경피적 K-강선 내고정술이 표준 치료법이다(그림 3).

제4,5 중수골의 아탈구를 놓치지 않기 위해서는 해당 부위 부종과 압통을 호소하는 모든 환자에서 그 가능성을 의심하여야 하며 정확한 진단을 위하여 측면 방사선 사진을 유심히 보아야 한다(그림 4). 명확치 않은 경우 CT 촬영을 통하여 확인해 볼 수 있겠다. 보통 중수골 기저부의 골절은 심하지 않아 엄밀히 말하여는 건열 골절에 의한 중수골의 수근-중수골 관절 아탈구로 볼 수 있겠다. 도수 정복술만으로 관절 내 골절편의 정복이 만족스럽다면 K-wire를 이용한 transfixation (제3 혹은 제4 중수골을 template로 제4,5 중수골을 고정) 혹은 유구골 (hamate) 등의 수근골로 direct fixation이 가능하다. 유구골의 관절 내 골절이 동반된 경우 이의 정확한 정복을 위하여 관혈적 정복술 및 내고정술이 필요한 경우도 있다. 최근에는 관절면의 정확한 정복을 확인하기 위한 small size의 관절경의 사용도 보고된 바

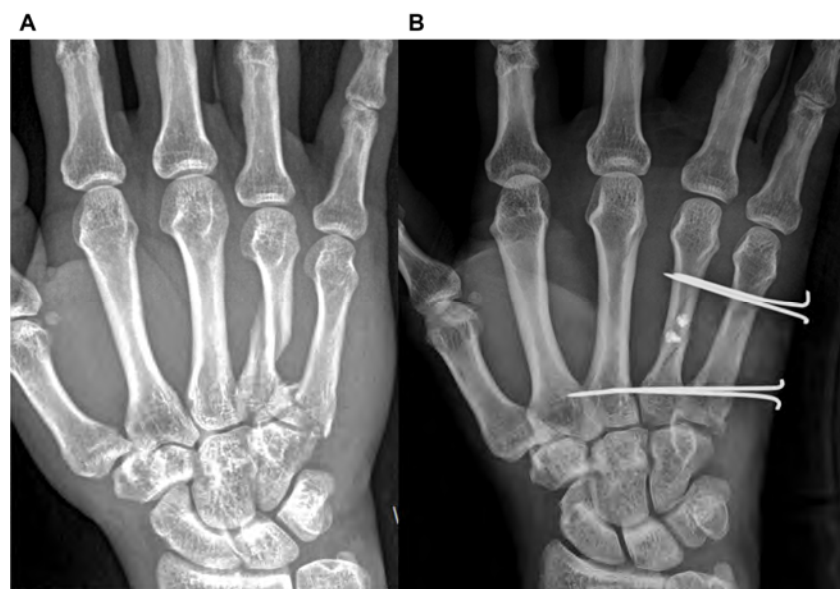


Fig. 3. A. 제4 중수골 간부의 spiral fracture 및 제5 중수골의 기저부 reverse Bennet 골절 소견이 관찰된다. B. 제4 중수골 골절은 관혈적 정복술 및 나사못 고정술을 시행하였고 제5 중수골은 도수 정복 후 경피적 transverse K-wire fixation을 시행하였다.



Fig. 4. A, B: 전후면 및 oblique 사진 상 제4,5 수근-중수관 관절이 소실되어 있고 약간의 정렬 이상이 관찰되나 골절이나 탈구 소견이 명확하지 않아 측면 사진을 촬영하지 않는 경우 응급실에서 진단을 놓칠 수도 있다. C: 측면 사진에서 명확한 제4,제5 중수골의 탈구 소견이 관찰된다. D: 비관혈적 정복술 후 transfixation 및 direct pinning을 시행하였다.

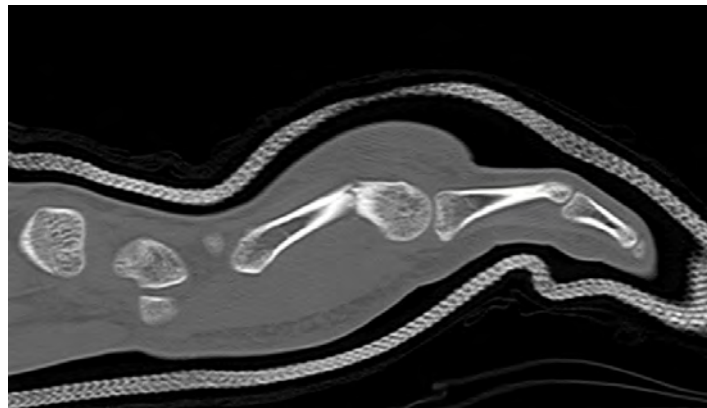


Fig. 5. 과도한 배측 각형성 변형이 있는 경우 중수-지간 관절의 보상성 과신전 변형에 의하여 근위-지간 관절이 굴곡 변형되는 가상 갈퀴 손 변형 (pseudoclaving deformity)가 발생할 수 있다.

있다.

2) 간부(shaft)의 골절

형태학적으로 Transverse, spiral, comminuted fracture의 3가지 형태로 크게 구분할 수 있다. Transverse fracture의 경우 interosseous muscle의 deforming force에 의하여 배측 각형성(apex dorsal angulation)이 발생한다. Oblique fracture의 경우 torsion에 의하여 발생하며 특히 회전변형이 쉽게 발생할 수 있어 주의하여야 한다. 분쇄 골절(communited fracture)은 주로 direct impact에 의하여 발생하며 단축이 발생하기 쉽다. 수부 교과서인 Green 7판에 따르면 pseudoclaving (그림 5)이 발생하지 않는 한 2-5mm까지의 shortening은 허용할 수 있다고 한다. 과도한 shortening은 MP joint의 신전 제한 및 interosseous의 근력 약화를 초래할 수 있다.

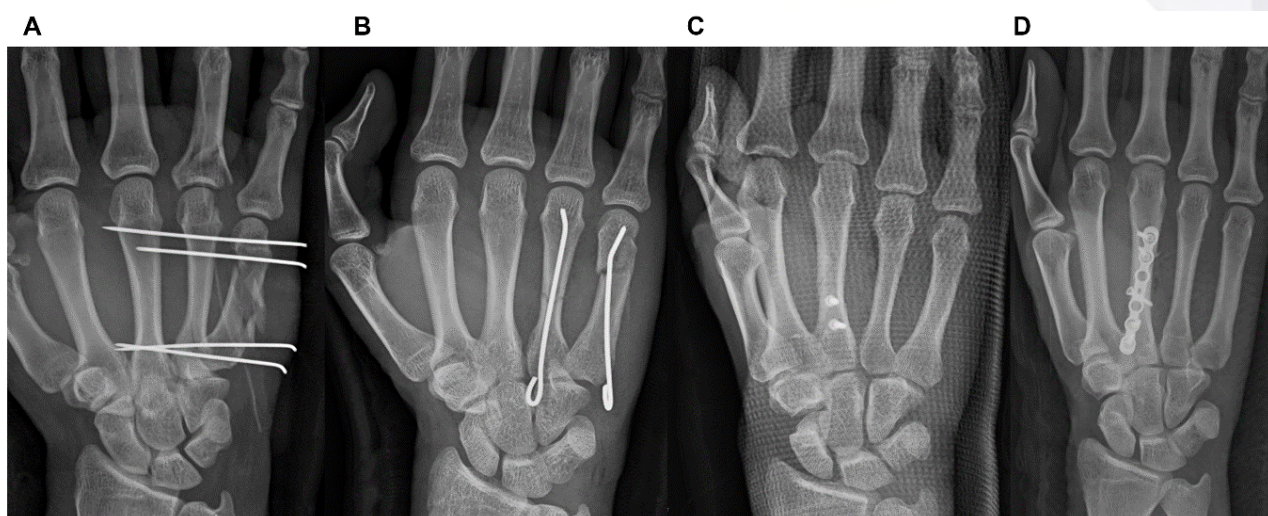


Fig. 6. A. 심한 분쇄 골절에 대하여 경피적 transfixation을 시행하였다. B. 제4 중수골 횡형 간부 골절 및 제5 중수골 경부 골절에 대하여 골수강내 핀 고정술을 시행하였다. C. Spiral fracture에 대하여 interfragmentary lag screw 고정을 시행하였다. D. Spiral fracture에 대하여 low profile 금속판 고정을 시행하였다.

변형이 허용 범위를 넘어 수술이 필요한 경우는 골절 양상에 따라 치료 방침을 세울 수 있다(표 1). 횡골절의 경우 경피적 K-강선 고정술, 골수강내 K-강선 고정술 등을 시행할 수 있으며 분쇄가 있는 경우 금속판 고정술도 고려해 볼 수 있겠다(그림 6). 골절의 양상이 oblique 혹은 spiral 하다면 interfragmentary lag screw 고정을 고려해 볼 수 있다(그림 6C). 최근에는 low profile 금속판의 발전으로 중수골의 골절도 견고한 내고정 및 조기 사용이 가능하나 신전건과 내재건을 포함한 연부조직의 dissection 범위가 불가피하게 넓어지는 단점이 있다.

3) 경부 (neck)의 골절

타격 등에 의한 압박력에 의하여 발생하며 제5중수골에 가장 흔하다. Boxer's fracture라고 불리지만 잘못된 가격으로 비스듬히 칠 때 주로 발생하여 사실상 권투 선수에게서는 잘 발생하지 않는다. 제5 중수골 경부의 경우 일부 저자들이 60도("Hansen and Hansen")에서 70도("Hunter and Cowen", "Kuokkanen and colleagues", "Stadius Muller and associates")까지도 각변형이 허용될 수 있다고 보고하였으나 여러 생역학 실험을 근거로 50도를 바람직한 허용 범위로 보는 것이 지배적이다. 따라서 대부분의 경부 골절은 비수술적 치료를 시행하는 것이 가능하다. 그러나 과도한 배측 각형성 변형은 앞서 말한 바와 마찬가지로 중수-지간 관절의 과신전 변형에 의하여 근위-지간 관절이 굴곡 변형되는 가성 갈퀴손 변형(pseudoclawing deformity)가 발생할 수 있어 주의를 요한다.

중수골 경부 골절의 도수 정복은 중수-수지 관절을 굴곡시키고 수지를 배측 방향으로 밀어 올리면서 골절을 정복하는 방법(Jahss maneuver, 그림 7)이 널리 사용되나 이 자세를 부목 등을 이용하여 고정하여 유지시키기는 쉽지 않다.

부목 고정의 경우 중수-지간 관절을 60도 이상 굴곡시키고 근위 및 원위-지간 관절은 신전하는 자세(Jahss maneuver의 자세와 유사하게)를 유지하는 것이 좋은 것으로 알려져 있으나 Hofmeister and colleagues의 연구 결과 중수-지간 관절을 신전한 채 고정하여도 결과는 비슷하였다고 한다.

수술을 시행하는 경우 원위부 골두의 외측에서 각각 1개씩 핀고정을 하는 collateral recess pinning 방법(그림

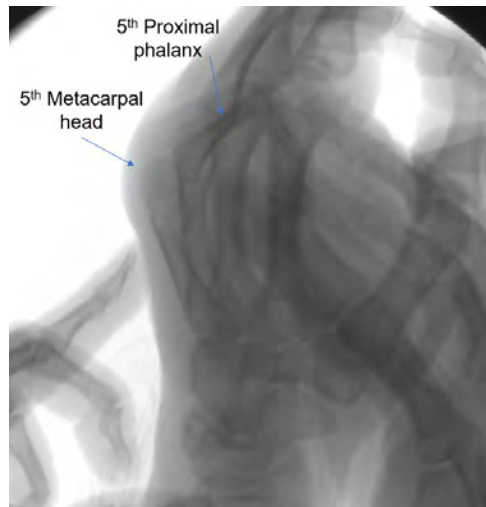


Fig. 7. Jahss maneuver

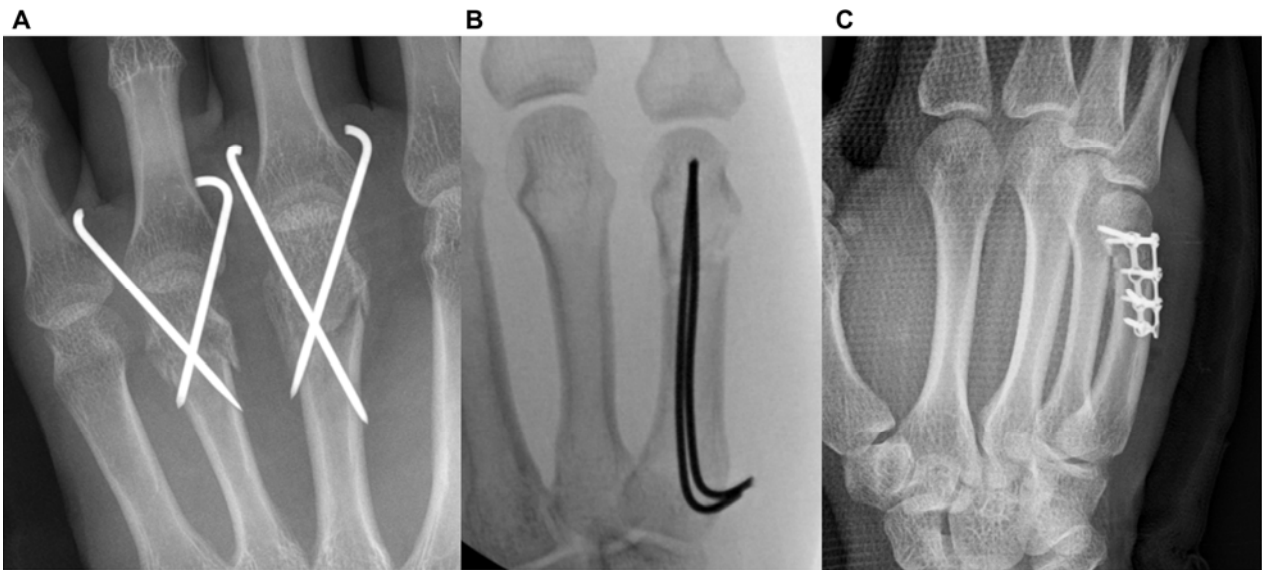


Fig. 8. A. 제3,제4 중수골 경부의 골절에 대하여 collateral recess pinning (cross pinning)을 시행함. B. 제5중수골 경부 골절에 대한 골수강내 고정. C. 제5중수골 경부의 분쇄 골절에 대하여 관혈적 정복술 후 금속판 고정술을 시행함.

8A), 중수골의 기저부에서 원위부로 골수강내 핀을 삽입하여 교정하는 골수강내 방법(이른바 Bouquet pinning 법, 그림 8B), 인접 중수골에 핀으로 transfixation 하는 법 등이 있으며 이외에도 조금 더 관혈적인 방법으로 중수골두에서 무두 나사못을 이용하는 방법과 관혈적 정복술 후 금속판 고정술(그림 8C)등이 새롭게 소개되고 있다. 다양한 생역학적 비교 연구와 임상 결과 보고에서 대부분의 방법들이 치료 결과가 좋다고 보고되고 있으나 상식적으로 관혈적 정복술 후 금속판 고정술을 시행한 경우 인접 신전건의 유착 등의 합병증 발생 가능성이 높을 수 있음을 고려하여야 할 것이다. Facca and colleagues의 연구 결과 IM fixation에 비하여 배측 locked plate fixation은 조기 회복 외에 큰 이점을 보이지 않았다는 보고도 있었다.

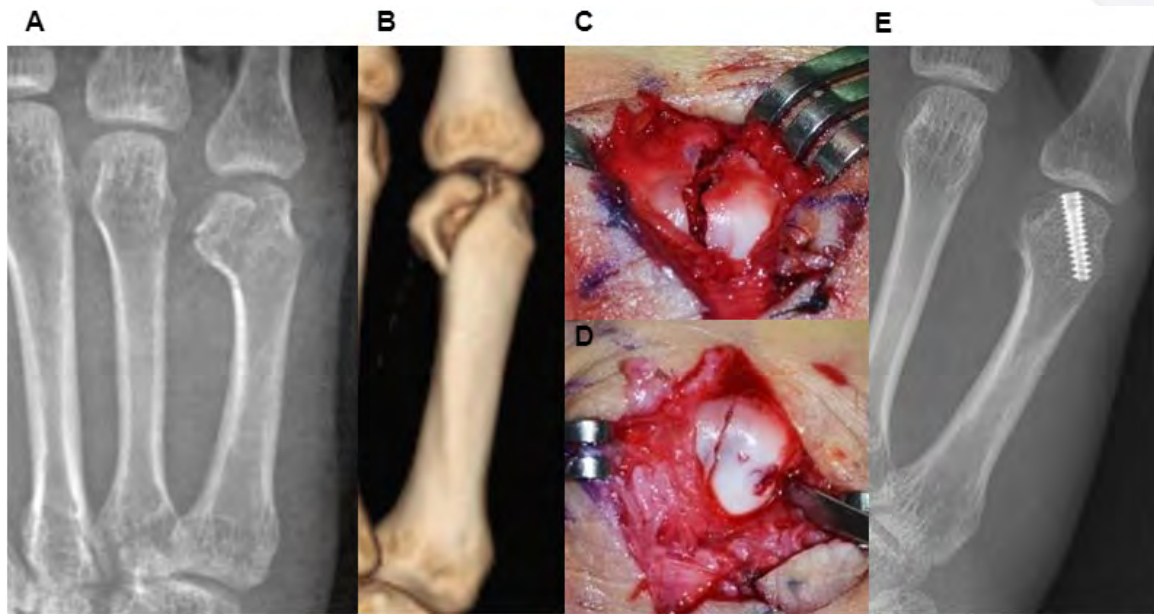


Fig. 9. A. 제5 중수골두의 관절내 골절로 전위를 동반하고 있다. B. 3D CT 소견, C. Extensor split 또는 sagittal band release를 통한 관절 접근, D. 관절적 정복술 후 내고정을 시행함, E. 무두 나사못으로 내고정을 시행한 영상 소견.

4) 두부(Head)의 골절

두부의 골절은 드물고 대부분 관절내 골절이며 제2수지에 호발한다. 25% 이상의 관절면이 전위되었거나 1mm 이상의 전위가 관찰되는 경우 수술의 고식적인 적응증이 된다(그림 9). 두부 골절의 경우 clenched fist injury의 가능성(human bite)에 대하여 항상 염두에 두어야 한다.

III 참고문헌

1. Levy V, Mazzola M, Gonzalez M. Intra-Articular Fracture of the Base of the First Metacarpal Bone: Treatment Through a Volar Approach. *Hand (N Y)*. 2018;13(1):90-94. doi:10.1177/1558944716685-828
2. Hofmeister EP, Kim J, Shin AY. Comparison of 2 methods of immobilization of fifth metacarpal neck fractures: a prospective randomized study. *J Hand Surg Am*. 2008;33(8):1362-1368. doi:10.1016/j.jhsa.2008.04.010
3. Facca S, Ramdhian R, Pelissier A, Diaconu M, Liverneaux P. Fifth metacarpal neck fracture fixation: Locking plate versus K-wire?. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(5):506-512. doi:10.1016/j.otsr.2010.02.009
4. Slutsky DJ. Arthroscopic reduction and percutaneous fixation of fifth carpometacarpal fracture dislocations. *Hand Clin*. 2011;27(3):361-367. doi:10.1016/j.hcl.2011.05.010

5. Kim JK, Shin SJ. A novel hamatometacarpal fracture-dislocation classification system based on CT scan. *Injury*. 2012;43(7):1112-1117. doi:10.1016/j.injury.2012.02.019
6. McDonald LS, Shupe PG, Hammel N, Kroonen LT. The intermetacarpal angle screening test for ulnar-sided carpometacarpal fracture-dislocations. *J Hand Surg Am*. 2012;37(9):1839-1844. doi:10.1016/j.jhsa.2012.05.042
7. Itadera E, Hiwatari R, Moriya H, Ono Y. Closed intramedullary fixation for metacarpal fractures using J-shaped nail. *Hand Surg*. 2008;13(3):139-145. doi:10.1142/S0218810408003980
8. Ruchelsman DE, Puri S, Feinberg-Zadek N, Leibman MI, Belsky MR. Clinical outcomes of limited-open retrograde intramedullary headless screw fixation of metacarpal fractures. *J Hand Surg Am*. 2014;39(12):2390-2395. doi:10.1016/j.jhsa.2014.08.016
9. Hansen PB, Hansen TB. The treatment of fractures of the ring and little metacarpal necks. A prospective randomized study of three different types of treatment. *J Hand Surg Br*. 1998;23(2):245-247. doi:10.1016/s0266-7681(98)80186-1
10. Hunter JM, Cowen NJ. Fifth metacarpal fractures in a compensation clinic population. A report on one hundred and thirty-three cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(6):1159-1165.
11. Kuokkanen HO, Mulari-Keränen SK, Niskanen RO, Haapala JK, Korkala OL. Treatment of sub-capital fractures of the fifth metacarpal bone: a prospective randomised comparison between functional treatment and reposition and splinting. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1999;33(3):315-317. doi:10.1080/02844319950159299
12. Statius Muller MG, Poolman RW, van Hoogstraten MJ, Steller EP. Immediate mobilization gives good results in boxer's fractures with volar angulation up to 70 degrees: a prospective randomized trial comparing immediate mobilization with cast immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003;123(10):534-537. doi:10.1007/s00402-003-0580-2
13. Ali A, Hamman J, Mass DP. The biomechanical effects of angulated boxer's fractures. *J Hand Surg Am*. 1999;24(4):835-844. doi:10.1053/jhsu.1999.0835
14. Green's operative hand surgery, 7th ed. Elsevier.

수근골 골절의 최신 지견 (Current Concepts: Carpal Bone Injury)

강 종 우

고려의대 정형외과

III 서론

수근골(carpal bone) 및 그 동반 손상의 약 70%는 주상골 골절과 그 관련 손상이며 약 30%는 주상골(scaphoid) 골절을 제외한 나머지 수근골의 골절 및 관련 손상이다. 주상골과 그 관련 손상의 진단 및 치료에 대해서는 그간 많은 연구가 있었으며 현재에도 지속적인 연구가 진행중이나 주상골을 제외한 여타 수근골 및 그 연관 손상에 대한 진단 및 치료에 대해서는 관련 연구가 상대적으로 많지 않다.

주상골 골절의 경우 단독으로 발생하는 경우도 많으나 주상골을 제외한 여타 수근골 골절은 단독으로 발생하는 경우는 드물며 보통 주변 인대와 여타 골절을 자주 동반하므로 수근골 외 여타 동반 손상에 대한 가능성에 대하여 항상 주의를 기울려야 한다. 또한 수근골 손상이 발생하였을 때 그 진단이 어려운 경우가 많아 정확히 진단되지 않고 방치되어 영구적인 손목 기능 장애가 발생할 수도 있으므로 주의를 요한다. 먼저 수근골의 골절 및 연관 손상이 임상적으로 의심되는 경우 해박하고 정확한 해부학적 및 임상적 지식을 바탕으로 이학적 검사 및 단순 방사선 검사를 종합하여 진단하여야 하며 만약 진단이 모호한 경우 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography; CT)나 자기 공명 영상 검사(magnetic resonance image; MRI) 검사를 시행하여야 한다.

III 본론

1) 해부학(anatomy)

수근부는 전완부(forearm)와 손 사이에 위치하며 근위부에서 원위 요골 및 원위 척골과 관절을 이루며 원위부에서는 중수골(metacarpal bone)과 관절을 이룬다. 손목은 8개의 수근골로 구성되어 있으며 내재성 인대(intrinsic ligament)에 의해 서로 단단히 연결되어 있다. 수근골은 요골 및 척골 동맥, 전골간(anterior interosseous) 및 후골간(posterior interosseous) 동맥에서 혈액 공급을 받으며 요골 및 척골 동맥, 전골간 및 후골간 동맥은 상호 연결되어 혈관궁(arterial arch)을 형성한다.

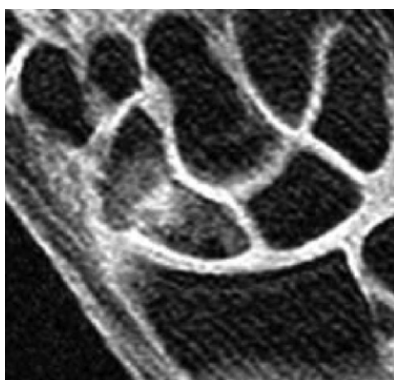
2) 주상골 골절(scaphoid fracture)

주상골은 수근골의 정렬 및 안정성을 좌우하는 중요한 구조물이므로 골절의 진단이 지체되어 불유합, 부정유합 또는 무혈성 괴사가 발생하면 수근부의 불안정성이 유발되고 그 정렬이 점차 붕괴되어 관절염(SNAC wrist: scaphoid-nonunion-advanced-collapse wrist)을 발생 시킬 수 있으므로 주의를 요한다. 주상골에서 골절이 발생하여도 골절의 40%에서는 단순 방사선 검사에서 발견되지 않을 수 있으므로 여러 측면의 단순방사선 검사를 통해 진단을 하여야 하며 이때 주상골의 요측의 연부조직 부종이나 체액 저류에 의해 저음영의 방사선 투과성 선이 나타나는 scaphoid stripe sign의 유무가 급성 골절의 감별에 도움이 된다(그림 1). 무엇보다 중요한 것은 snuffbox의 압통의 소견으로 이학적 검사에서 주상골의 골절이 의심되면 우선 석고 부목의 고정을 시행하고 2주후 재차 단순 방사선 검사를 시행하여야 한다는 것이며 재차 시행한 단순 방사선 검사에서도 골절의 소견이 보이지 않으면 영상 검사(MRI; magnetic resonance imaging)를 시행하여야 하며 이때 fat suppression을 시행하여 촬영한 T2-weighted 영상이 특히 유용하다. 조영제 투여 후 시간차를 두고 순차적으로 촬영하는 역동성 조영 증강 자기 공명 영상 검사(dynamic contrast enhancement MRI)를 촬영하면 주상골 골절 후 발생할 수 있는 무혈성 괴사증의 유무를 감별할 수 있어 유용하다(그림 2). 컴퓨터 단층촬영은 비전위 주상골 골절의 경우 민감도 및 특이도가 떨어져 추천되지 않으나 전위 골절이나 분쇄를 동반한 경우 수술 계획 수립이 도움이 되는 검사이며 최근 Cone beam CT 검사는 기존의 CT 보다 저렴하고 단순 방사선 검사보다 민감도가 높아 초기 진단 및 진단 이후 골절의 치유 정도를 반복적인 추시 관찰에 유용하다.

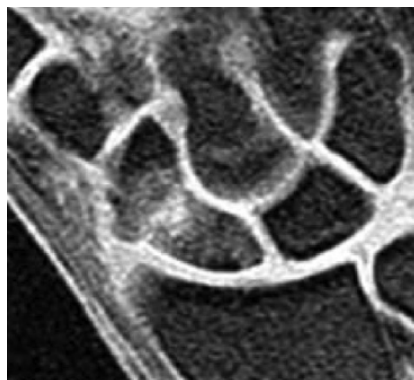
전통적으로 주상골 골절의 수술적 치료를 위해 무두 압박 나사못(headless compression screw)을 통한 내고정술이 시행하여 왔다. 그러나 이러한 무두 압박 나사못 고정술의 경우 골절부에 분쇄를 동반하였거나 골절부에 골소실 또는 구배변형(humpback deformity)이 발생한 경우 견고한 골절부 고정이 어렵다는 단점이 있었다. 이러한 경우 저상형(low-profile)의 수장측 금속판을 통한 내고정술을 시행하면 견고한 수장측 지지력으로 변형 교정 및 골절부 유합에 도움이 되므로 나사못 고정술의 대안이 될 수 있을 것이다(그림 3). 그러나 주상골의 금속판 고정술은 근위측 골절의



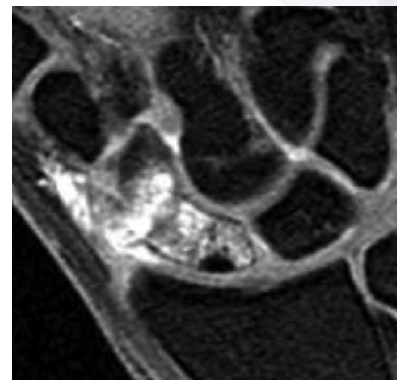
그림 1. Scaphoid stripe sign (arrow).



(가)



(나)



(다)

그림 2. 역동성 조영 증강 자기 공명 영상 검사, 근위 골편의 조영 증강은 혈행이 유지된다는 것을 뜻한다. (가) 조영제 주입 30초, (나) 60초, and (다) 2분.



그림 3. 수장측 금속판 고정술.



그림 4. 근위 유구골 자가 이식술을 통한 근위 주상골 골편 재건술.

경우 금속판이 요주상관절에 금속판 충돌이 발생할 수 있으므로 주의를 요하며 요부(waist)에 발생한 주상골 골절에 한정하여 사용하여야 할 것이다.

주상골 골절의 주요 합병증은 근위 골편의 무혈성 괴사 및 그로 인한 불유합이다. 근위 골편의 무혈성 괴사에 의한 주상골 불유합의 표준적 치료법은 혈관화 골편이식을 통한 재건술이다. 그러나 이런 재건술을 통한 치료를 실패한 경우 주상골 제거 및 나머지 수근골의 부분적 유합술을 시행할 수밖에 없어 장애를 초래할 수 있다. 최근 주상골 근위 골편의 무혈성 괴사가 동반된 경우 근위 유구골 골편 이식을 통한 주상골 근위 골편 재건술의 기법이 개발되었으며 기존의 부분적 수근골 유합술을 대체할 수 있는 좋은 술식으로 기대된다(그림 4).

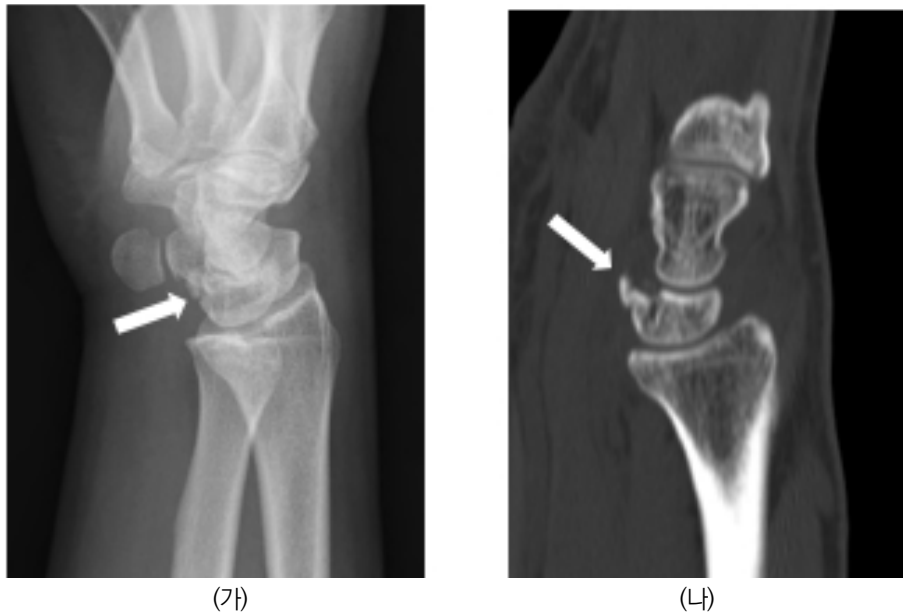


그림 5. 월상골 골절은 단순 방사선 사진에서 잘 관찰되지 않으므로 컴퓨터 단층 촬영을 하여야 하는 경우가 많다. (가) 월상골 골절의 사면 단순 방사선 사진, (나) 월상골 골절의 시상면상 컴퓨터 단층 촬영 영상.

3) 월상골 골절(lunate fracture)

월상골 단독 골절은 드물게 발생하므로 만약 월상골 골절이 있다면 월상골 무혈성 괴사증(Kienböck's disease)의 존재여부를 살펴보아야 한다. 해부학적으로 월상골의 근위 관절면은 원위 요골과 70%, 삼각 섬유 연골 복합체(triangular fibrocartilagenous complex)와는 30%부위에서 관절을 이룬다. 손목이 과신전 척사위의 손상을 받으면 원위 요골과 유구골 사이에서 월상골이 충격을 받아 월상골 골절이 발생하는 경우가 많으며 월상골 골절이 발생하면 약 50%에서 원위 요골, 여타 수근골 및 중수골 손상을 동반하므로 여타 동반 손상의 존재 여부에 대하여 세심한 진단이 필요하다.

사면 단순 방사선 사진에서 월상골의 견열 골절을 쉽게 관찰할 수는 있으나 보통 진단이 어려워 컴퓨터 단층 촬영이 필요한 경우가 많다(그림 5). 월상골은 근위 요측 부분이 상대적으로 혈액 순환이 적은 부위이므로 이러한 부위에 골절이 발생하면 골편의 무혈성 괴사 및 골절 불유합이 발생할 가능성이 높다. 월상골의 골절은 그림과 같이 다섯가지 종류로 분류할 수 있으며 월상골 체부 골절이 가장 드문 반면 제1형 골절인 월상골의 수장 측 골절이 가장 흔하다(그림 6).

월상골에 비 전위성 골절이나 작은 견열 골절이 발생한 경우 석고 부목 고정을 통한 보존적 치료가 가능하나 전위된 골절이거나 여타 동반 손상이 있는 경우 관혈적 정복 및 내고정술이 필요하다. 만약 월상골에 만성 손상이 있거나 심한 분쇄를 동반한 경우 월상골 제거술 및 제한적 수근골 유합술이나 근위 수근열 절제술(proximal row carpectomy)을 통해 치료할 수 있다.

4) 삼각골(triquetrum)

삼각골 골절은 수근골 골절의 31%를 차지하며 주상골 다음으로 흔한 수근골 골절이다. 삼각골 골절은 주로 배측 가

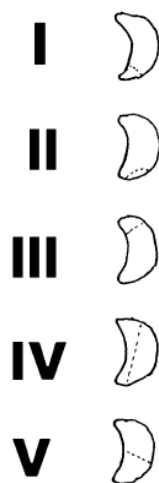
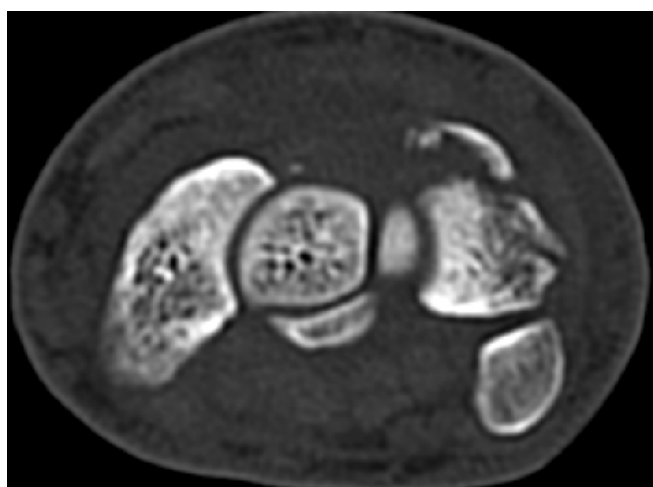


그림 6. Teisen와 Hjarbaek의 월상골 골절 분류. 제1형: 수장극 골절(volar pole), 제2형: 조각 골절(chip fracture), 제3형: 수배극 골절(dorsal pole), 제4형: 시상형 체부 골절(Sagittal body), 제5형: 횡형 골절(transverse body) (Adapted from Teisen H, Hjarbaek J. Classification of fresh fractures of the lunate. J Hand Surg [Br] 1988;13:459.)



(가)



(나)

그림 7. 삼각골의 배측 가장자리 골절의 (가) 단순 방사선 사진, (나) 컴퓨터 단층 촬영 영상.

장자리 (dorsal rim) 또는 삼각골의 체부 (body)에서 발생한다(그림 7). 배측 가장자리 골절은 손목이 과 굴곡(hyperflexion), 요사위(radial deviation) 손상을 받게 되는 경우 배측 수근골간 인대(dorsal interosseous ligament) 나 배측 요수근 인대(dorsal radial carpal ligament), 월상 삼각골 인대(lunotriquetral ligament)의 견열 골절 형태로 배측 가장자리 골절이 발생한다. 또한 손목이 과신전 척사위의 손상을 받게 되면 척골 경상돌기(ulnar styloid process)나 유구골(capitate)의 충격에 의해서도 발생할 수 있다. 삼각골의 체부 골절은 내측 결절 (medial tuberosity)에 발생하며 보통 손목의 척측의 직접 타격에 의해 발생한다. 또한 여타 복합골절(communited fracture)이나 횡형(transverse), 시상형(coronal) 골절이 고 에너지 손상에 의해서도 발생할 수 있다. 삼각골의 체부 골절은 심한 손목의 압궐상이나 월상골 주변의 great arc 손상의 일부로 발견될 수 있으므로 삼각골 주변의 동반 손상이 없는지 여부에 대

하여 주의를 기울여야 한다.

이학적 검사에서 손목의 척 배측 삼각골 부위의 압통이 있으면 삼각골의 골절을 의심할 수 있으며 이때 손목의 단순 방사선 사진에서 보통 골절의 여부가 발견되는 경우가 많다. 특히 손목의 사면 단순 방사선 사진 촬영은 삼각골 배측 가장자리 골절의 여부를 진단하는데 유용하다. 이학적 검사에서 삼각골의 골절이 의심되나 단순 방사선 검사에서 발견되지 않는 경우 종종 골주사 검사(bone scan)이나 컴퓨터 단층 촬영 검사가 필요할 수 있다. 삼각골의 배측 가장자리의 견열 골절이 있을 경우나 삼각골 체부의 비 전위성 골절이 있는 경우 여타 수근부의 불안정성이 없으면 석고 고정을 통한 보전적 치료가 가능하며 보전적 치료에도 불구하고 삼각골 배측 가장자리의 견열 골절 부위에 지속적인 통증이 있을 경우 견열 골편 제거 및 인대 봉합술의 수술적 치료가 필요한 경우도 있다. 수근부에 비 전위성 삼각골 체부 골절이 있는 경우 역시 보전적 치료를 통해 치료할 수 있다. 그러나 삼각골의 골절이 주변 수근부의 불안정성을 동반한 경우 수술적 치료를 요한다.

5) 유구골(hamate)

유구골 골절은 수근골 골절의 7%를 차지한다. 보통 유구골은 체부에서 골절이 발생하나 유구골의 갈고리(hook of hamate)부위에서 골절이 발생하는 경우도 많다. 유구골의 체부 골절은 제4,5 수근 중수 관절의 손상을 잘 동반한다. 주먹으로 벽을 칠 때와 같이 수근 중수 관절이 굴곡된 상태에서 축성 압박력(axial compression force)이 작용하는 경우 발생하며 이때 유구골의 배측에 시상면상의 골절이 발생한다. 또한 유구골의 체부 골절은 손목의 great arc 손상이나 축성 수근부 탈구(axial carpal dislocation)와 동반하여 발생하는 경우가 많다. 수근부의 축성 탈구는 손목의 압궐상에서 발생할 수 있으며 이때 유구골의 체부에 시상면 및 사면 방향의 골절이 발생한다. 유구골의 갈고리 골절은 보통 단독 골절 형태로 발생하며 라켓이나 골프 그립에 의한 직접 타격이나 손을 신전한 상태에서 넘어졌을 때 직접적인 충격에 의해 발생하거나 유구골의 갈고리에 부착되는 횡수근 인대(transverse carpal ligament)의 견열 골절의 형태로 발생한다. 유구골의 갈고리골절은 각각 첨부(tip), 허리 부위(waist), 기저 부위(base)에서 발생할 수 있다.

보통 유구골은 수근 중수 관절의 골절 탈구를 동반하는 경우가 많으므로 이학적검사에서 손목의 척배측의 부종 및 압통이 있으며 수근 중수 관절의 골절 탈구로 인한 주먹 결절(knuckle prominence)의 소실이 동반할 수 있다. 특히 고 에너지 손상에서 여타 수근부 인대의 손상이 동반될 수 있다. 이와는 대조적으로, 유구골의 갈고리 골절의 경우 초기 증상이 심하지 않아 초기 발견이 어려우므로 주의를 요한다. 유구골 갈고리 골절이 발생한 경우 통증의 부위는 모호하나 주먹을 칠 때 통증이 심하여진다는 특징이 있다. 이때 유구골 갈고리 부위를 눌러보면 압통을 호소하며 손목을 척측으로 구부린 상태에서 4,5 수지를 힘을 주어 구부리게 하면 통증이 유발된다. 반면 손목을 요측으로 구부린 상태에서 4,5 수지를 힘을 주어 구부리게 하면 통증이 유발되지 않는다. 유구골 갈고리 골절을 늦게 발견한 경우 수지 굴곡건의 파열 여부를 주의 깊게 검사하여야 하며 유구골에 골절이 발생하면 척골 신경 특히 심부 운동 분지에 손상이 동반될 수 있으므로 척골 신경의 손상 여부도 검사하여야 한다.

유구골의 체부 골절은 보통 단순 방사선 검사의 측면 및 사면 사진을 통해 진단할 수 있으며 수근 중수 관절의 골절 탈구가 동반된 경우에는 중수골이 굴곡 되고 중수골의 기저부가 배측으로 돌출되므로 쉽게 구분이 가능하다(그림 8). 유구골의 갈고리 부위 골절은 수근관 방사선 사진(carpal tunnel view)이나 30도 외회전(supination) 방사선 사진에서 발견할 수 있다. 단순 방사선 검사에서 진단이 어려운 경우 횡단면(axial) 컴퓨터 단층 촬영 영상이나 골주사 검사

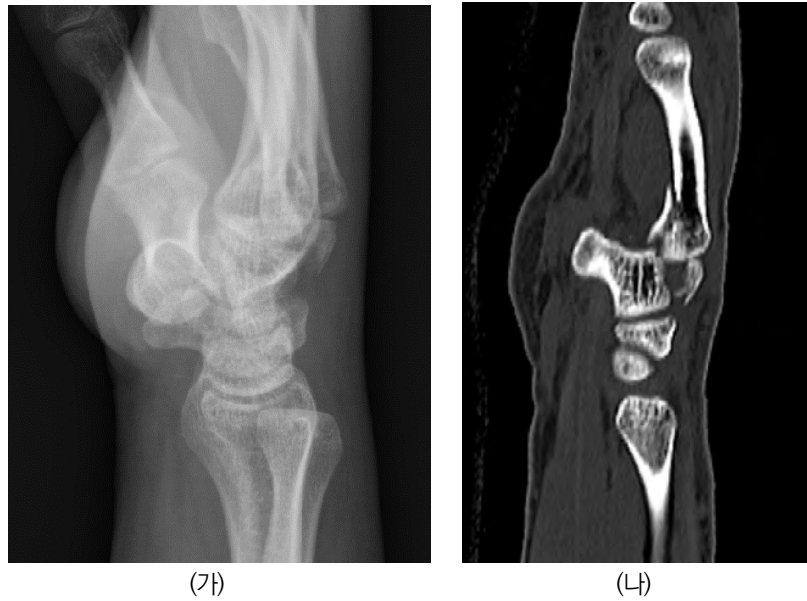


그림 8. 유구골 체부 골절의 (가) 단순 방사선 사진, (나) 시상면상 컴퓨터 단층 촬영 영상.

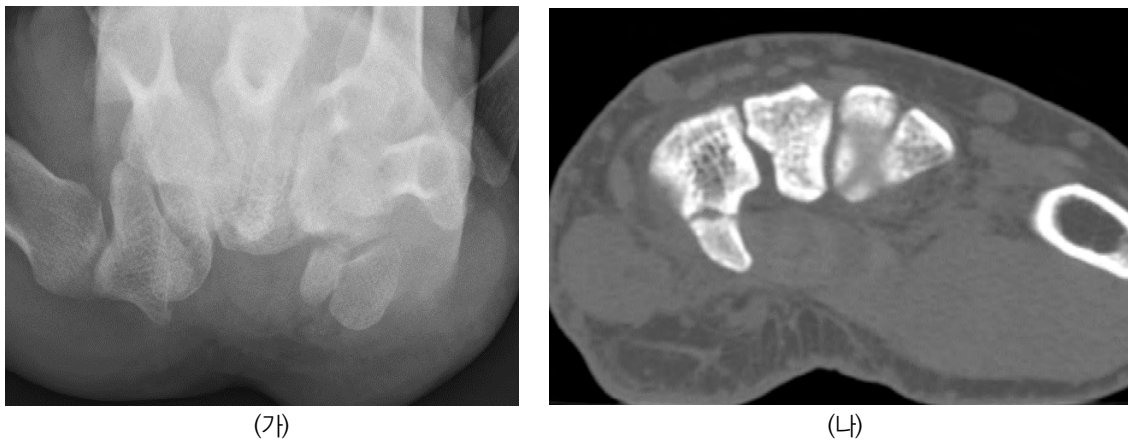


그림 9. 유구골 갈고리 골절의 (가) 단순 방사선 사진, (나) 축상면 컴퓨터 단층 촬영 영상.

가 진단에 도움이 된다(그림 9). 비 전위성 유구골 갈고리 부위 단독 골절인 경우 석고 고정을 통한 보전적 치료를 시행할 수 있으나 여타 손목 손상이 동반된 경우 수근부나 수근 중수 관절부의 불안정성을 치료하기 위해 갈고리 부를 수술적 방법을 통해 고정하여야 하는 경우도 있다. 유구골 갈고리의 급성 비 전위성 골절의 경우 석고 붕대 고정을 통해 치료할 수 있다. 통증을 유발하는 유구골 갈고리 기저부 골절 불유합의 경우 추후 굴곡건 파열을 유발할 수 있으므로 갈고리 골편을 절제 하거나 관혈적 정복 및 골절 고정을 통한 수술적 치료를 시행하여야 한다.

6) 대능형골(trapezium)

대능형골 골절은 수근골 골절의 약 3%를 차지한다. 골절은 체부에서도 대능형골의 구릉(ridge) 부위에서도 발생할

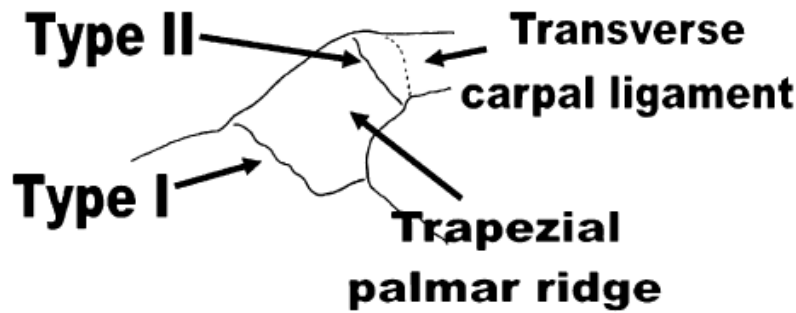


그림 10. 대능형골의 구릉 골절 분류. (Adapted from Palmer AK. Trapezial ridge fractures. J Hand Surg [Am] 1981;6:564.)

수 있다. 대능형골의 구릉 골절은 손을 신전시킨 상태에서 넘어진 경우 직접적인 충격에 의해서도, 횡수근 인대의 견열 골절로도 발생할 수 있다. 대능형골의 구릉 골절을 골절 위치와 골절 치유 가능성에 따라 분류를 하였다. 제1형은 대능형골 구릉의 기저부 골절로 보전적 치료로 치유될 수 있으며 제2형 대능형골 구릉의 첨부 골절로 치유가 어려워 불유합이 초래될 가능성이 높은 경우로 분류하였다(그림 10).

대능형골의 체부 골절은 손목이 과신전되고 요사위로 꺾이는 경우 무지의 중수골과 요골 경상 돌기 사이에서 대능형골이 압쇄되는 경우 발생할 수 있다. 수직 방향으로 관절면을 가로지르는 형태의 골절이 가장 흔히 발생하며 이러한 경우 제1 중수골의 거저부 골절 및 수근관 증후군(carpal tunnel syndrome)을 흔히 동반한다. 대능형골 능의 골절이 있는 경우 주상골 결절의 바로 원위부에 압통이 있으며 이차성 수근관 증후군이 흔히 동반된다. 대능형골 체부 골절은 무지의 중수골 기저부 요배측의 이상 돌출을 유발할 수 있으며 무지 수근 중수 관절 및 해부학적 코담배갑(snuffbox)의 원위부에 압통이 있다.

대능형골의 구릉 골절이 의심되는 경우 수근관 방사선 사진을 촬영하여야 한다. 골절의 급, 만성 여부를 구분하기 위해 컴퓨터 단층 촬영이 필요한 경우도 있다. 대능형골의 체부 골절은 무지의 수지 중수관절의 탈구를 동반하는 경우가 많으며 표준 단순 방사선 사진에서도 관찰할 수 있다. 전완부를 20도 내회전한 상태에서 촬영한 사면(oblique) 방사선 사진에서 대능형골과 소능형골의 중첩이 최소화 되기 때문에 대능형골의 체부 골절을 더 쉽게 관찰할 수 있다. 대능형골의 구릉 골절은 석고 부목 고정만으로도 치료할 수 있다. 만약 구릉 골절이 유합되지 않아 통증을 유발한다면 골편 제거술을 통해 치료할 수 있으며 대능형골의 체부 골절시 관절내 전위가 있는 경우 해부학적으로 정복 후 수술적 고정술을 시행하여야 한다.

7) 두상골(pisiform)

두상골 골절은 전체 수근골 골절의 약 2%를 차지한다. 두상골은 척수근 굴건(flexor carpi ulnaris tendon)의 종자골(sesamoid bone)이며 두상 유구골간 인대(pisocapitate ligament), 두상 중수골간 인대(pisometacarpal ligament), 두상 삼각골간 인대(pisotriquetral ligament)가 부착되어 있다. 또한 두상골에는 소지 외전근(abductor digiti minimi)과 횡수근 인대(transverse carpal ligament)도 부착되며 척골 신경과 척골 동맥이 두상골의 바로 요측의 척골관(Guyon's canal)속을 주행한다.

신전된 손으로 넘어진 경우 두상골이 횡으로 부러지는 경우가 많으나 복합골절, 견열 골절의 양상으로 골절이 발생

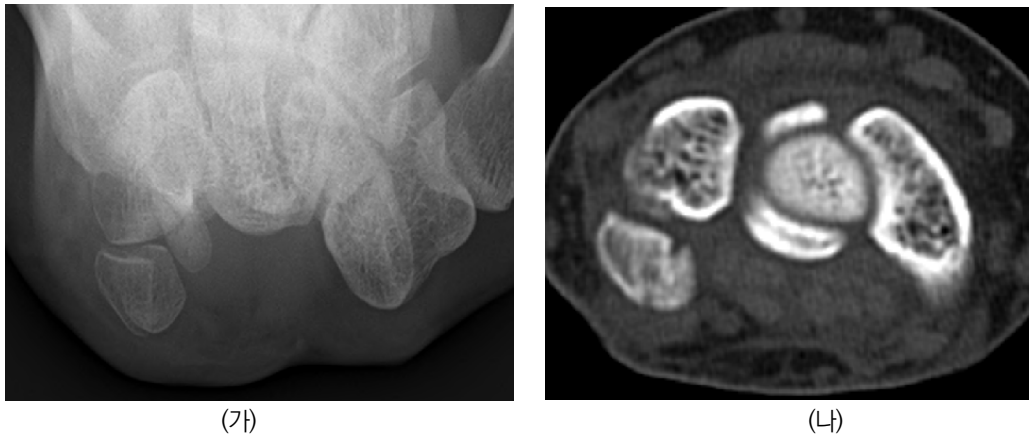


그림 11. 두상골 골절의 (가) 단순 방사선 사진, (나) 축상면상 컴퓨터 단층 촬영 영상

하기도 한다. 두상골 골절시 약 50%에서 여타 손목 손상을 동반하므로 월상골 주위 탈구(perilunar dislocation), 원위 요골 골절, 여타 수근골 골절의 동반 여부도 살펴 보아야 한다. 척골 신경의 손상이 동반되는 경우가 있으므로 척골 신경의 손상 여부도 살펴 보아야 한다. 두상골 골절은 정면 및 사면 단순 방사선 사진에서 잘 보이지 않으므로 측면 단순 방사선 사진, 수근관 방사선 사진, 30도 외회전 방사선 사진을 촬영하여야 한다. 단순 방사선 사진에서 골절 여부가 구분되지 않는 경우 정확한 진단을 위해 컴퓨터 단층 촬영이나 골주사 검사가 필요한 경우도 있다(그림 11). 대부분의 두상골 골절은 석고 부목 고정을 통하여 치료할 수 있다. 통증을 유발하는 외상 후 골관절염 또는 두상골 골절 불유합이 있는 경우 두상골 제거술을 통해 수술적 치료를 시행할 수 있다. 두상골의 횡 방향의 골절은 척수근 굴건의 기능에 장애를 초래할 수도 있으므로 치료에 주의를 요한다.

8) 유두골 (capitate)

유두골의 골절은 수근골 골절의 약 1%로 드물게 발생하나 발생시 주로 체부나 배측 관절면 연(margin)에서 발생한다. 유두골의 체부 골절은 보통 횡 골절의 형태로 발생하며 다발성 수근골 골절이나 월상골 주위 손상으로 발생한다. 주상 유두골 증후군(scaphoid capitate syndrome)이 월상골 주위 손상의 형태로 발생할 수 있다. 손목이 신전되면 주상골의 골절이 발생하고 과신전이 되면 유두골과 원위 요골의 배측부가 충돌하게 되어 유두골에 횡 골절이 발생하면서 근위 골편이 시상면상에서 180도 회전하게 된다. 경 주상골, 경 유두골, 월상골 주위 손상(trans-scaphoid, trans-capitate, perilunar injury)의 형태로 유두골의 근위 골편의 회전이 없이 유두골의 골절이 발생할 수 있으며 유두골의 근위 골편에는 어떤 연부조직의 부착도 없기 때문에 무혈성 괴사가 발생할 수도 있어 주의를 요한다(그림 12). 제3수근 중수 관절의 골절 탈구 시 유두골의 원위 배측 관절면의 골절이 동반될 수 있다. 이러한 골절 탈구는 제3 중수골이 축성 압박력을 받으면서 굴곡되어 발생하며 보통 제4 수근 중수 관절의 골절 및 탈구가 동반된다. 유두골 골절중 50%는 유두골 주변 손상과 동반되어 발생하며 나머지 50%에서는 유두골 단독으로 골절이 발생한다. 유두골 골절시 단순 손목 방사선 사진에 발견되지 않은 경우 컴퓨터 단층 촬영이 필요할 수 있으며 특히 근위 골편의 혈액 순환 여부를 평가하기 위해 자기 공명 영상 촬영이 필요할 수도 있다.

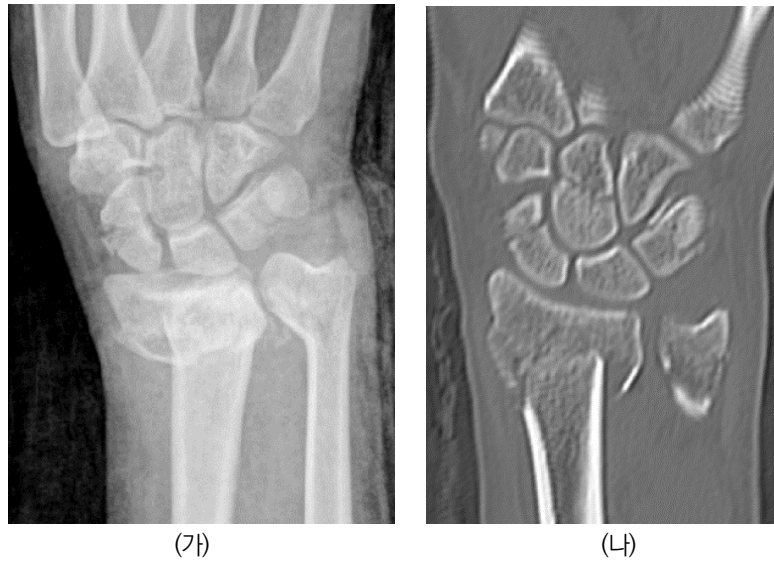


그림 12. 경 주상골, 경 유두골, 경 삼각골 월상골 주위 손상의 (가) 단순 방사선 사진, (나) 관상면상 컴퓨터 단층 촬영 사진.

전위가 없는 단독 유두골 골절은 석고 부목 고정으로 치료할 수 있다. 유두골이 여타 손목 손상과 동반된 경우 수술적 치료를 시행하여야 하는 경우가 많다. 유두골 단독 골절이나 전위가 심한 경우도 주변 인대나 골의 동반 손상이 있을 수 있으므로 주의 깊은 진단을 요한다. 유두골절 불유합, 근위부 골편의 무혈성괴사증, 유두골의 붕괴 및 이로 인한 이차성 중수근 관절의 관절염으로 손목의 통증 및 기능 장애가 발생할 수 있으며 이러한 경우 중수근 관절의 유합술로 치료할 수 있다.

9) 소능형골(trapezoid)

소능형골은 주변에 대능형골, 제2중수골 및 제3중수골 기저부, 유두골 사이에 존재하며 주변 골과 인대로 강하게 연결되어 있어 매우 안정적인 해부학적 구조를 가지고 있다. 따라서 소능형골의 골절은 매우 드물게 발생한다. 소능형골 골절은 대부분 수근 중수 관절의 탈구 시에 동반하여 발생한다. 보통 소능형골의 골절은 고 에너지 손상으로 제2중수골의 축성 압박력에 의해 발생한다.

소능형골은 보통 표준 단순 방사선 사진에서 잘 보이지 않아 무지를 수장측으로 외전하고 전완부를 과내회전(hyperpronation)한 상태에서 촬영하는 Rober's view의 촬영이 필요하다. 그러나 보다 정확한 진단을 위해 보통 컴퓨터 단층 촬영이 필요한 경우가 많다. 전위가 없는 소능형골 골절은 석고 부목 고정을 통한 보전적 치료가 가능하다. 전위된 소능형골은 수술적 정복과 고정술이 필요하며 보통 제2 수근 중수관절의 손상이 동반하는 경우가 많으므로 소능형골과 제2 중수골 기저부를 동시에 치료해 주어야 한다.

III 결론

수근골 손상은 그 진단과 치료가 용이하지 않아 초기 진단이 지연을 야기 할 수 있으며 그 치료 시기를 놓치게 되면

자칫 합병증이 발생하고 이로 인한 장애가 발생할 수 있으므로 수근골 손상이 의심되면 흔히 발생하는 수근골 손상의 형태 및 동반하여 발생할 수 있는 주변 손상에 대한 높은 이해를 바탕으로한 정확한 조기 진단과 적절한 치료를 위해 노력하여야 한다.

III 참고문헌

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg [Am]* 2001;26:908-15.
2. Hove T. Fractures of the hand. *Scand J Plast Recons Surg* 1993;27(4):317-9.
3. Van Onselen EB, Karim RB, Hage JJ, et al. Prevalence and distribution of hand fractures. *J Hand Surg [Br]* 2002;28:491-5.
4. Shaheen MAE, Badr AA, Al-Khudairy N, et al. Patterns of accidental fractures and dislocations in Saudi Arabia. *Injury* 1990;1(21):347-50.
5. Emmet JE, Breck LW. A Review and analysis of 11,000 fractures seen in a private practice of orthopaedic surgery 1937-1956. *J Bone Joint Surg [Am]* 1958;40:1169-75.
6. Teisen H, Hjarbaek J. Classification of fresh fractures of the lunate. *J Hand Surg [Br]* 1988;13:458-62.
7. Botte MJ, Gelberman RH. Fractures of the carpus, excluding the scaphoid. *Hand Clin* 1987;3(1):149-61.
8. Bryan RS, Dobyns JH. Fractures of the carpal bones other than lunate and navicular. *Clin Orthop* 1980; 149:107-11.
9. Cohen MS. Fractures of the carpal bones. *Hand Clin* 1997;13(4):587-99.
10. Rand JA, Linscheid RL, Dobyns JH. Capitate fractures: a long-term follow-up. *Clin Orthop* 1982; 165:209-16.
11. Harrigan AH. Fracture of the os magnum. *Ann Surg* 1908;48(6):917-22.
12. Adler JB, Shaftan GW. Fractures of the capitate. *J Bone Joint Surg [Am]* 1962;44:1537-47.
13. Calandruccio JH, Duncan SFM. Isolated nondisplaced capitate waist fracture diagnosed by magnetic resonance imaging. *J Hand Surg [Am]* 1999;24: 856-9.
14. Guiral J, Gracia A, Diaz-Otero JM. Isolated fracture of the capitate with a volar displaced fragment. *Acta Orthop Belg* 1993;59:406-8 [in French].
15. Hopkins SR, Ammann W. Isolated fractures of the capitate: use of nuclear medicine as an aid to diagnosis. *Int J Sports Med* 1990;11:312-4.
16. Richards RR, Paitich CB, Bell RS. Internal fixation of a capitate fracture with Herbert screws. *J Hand Surg [Am]* 1990;15:885-7.

17. Young TB. Isolated fracture of the capitate in a 10- year old boy. *Injury* 1986;17:133-4.
18. Enna CD. Isolated pathological fracture of the capitate bone: a case report. *Hand* 1979;11:329-31.
19. Vizkelety T, Wouters HW. Stress fracture of the capitate. *Arch Chir Neerl* 1972;24:47-57.
20. Kuniyoshi K, Toh S, Nishikawa S, et al. Long-term follow-up of a malunited isolated fracture of the capitate in a 6-year old boy. *J Pediatr Orthop* 2005;14B: 46-50.
21. Thompson NW, O'Donnell M, Thompson NS, et al. Internal fixation of an isolated fracture of the capitate using the Herbert-Whipple screw. *Injury* 2004; 35(5):541-2.
22. Yoshihara M, Sakai A, Toba N, et al. Nonunion of the isolated capitate waist fracture. *J Orthop Sci* 2002;7(5):578-80.
23. De Schrijver F, De Smet L. Isolated fracture of the capitate: the value of MRI in diagnosis and follow up. *Acta Orthop Belg* 2002;68(3):310-5 [in French].
24. Rebuzzi E. Isolated fracture of the capitate with proximal pole dorsal dislocation. A case report. *Acta Orthop Belg* 2001;67(3):283-5 [in French].
25. Mikes K. Isolated fracture of the capitate bone. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 1964;31:417-21 [in Czech].
26. Gandolfi M, Zanoli S. The isolated fracture of the capitate eminence. *Arch Ortop* 1959;72:1485-93 [in Italian].
27. Mullett H, Shannon F, Syed A, et al. Nonunion of the capitate with associated triangular fibrocartilage tear. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121: 362-3.
28. Rico AA, Holguin PH, Martin JG. Pseudoarthrosis of the capitate. *J Hand Surg [Br]* 1999;24(3): 382-4.
29. Gelberman RH, Gross MS. The vascularity of the wrist: identification of arterial patterns at risk. *Clin Orthop* 1986;202:40-9.
30. Gelberman RH, Panagis JS, Taleisnik J, et al. The arterial anatomy of the human carpus. Part I: the extraosseous vascularity. *J Hand Surg [Am]* 1983; 8:367-75.
31. Panagis JS, Gelberman RH, Taleisnik J, et al. The arterial anatomy of the human carpus. Part II: the intraosseous vascularity. *J Hand Surg [Am]* 1983;8: 375-82.
32. Fenton RL, Rosen H. Fractures of the capitate bone. Report of two cases. *Bull Hosp Joint Dis* 1950;11:134-9.
33. Wu F, Ng CY, Hayton M The Authors' Technique for Volar Plating of Scaphoid Nonunion. *Hand Clin.* 2019;35(3):281-6.
34. Amrami KK, Frick MA, Matsumoto JM. Imaging for Acute and Chronic Scaphoid Fractures. *Hand Clin.* 2019;35(3):241-57.
35. Berber O, Ahmad I, Gidwani S. Fractures of the scaphoid. *BMJ.* 2020; 27(369):m1908.

36. Chan AHW, Elhassan BT, Suh N. The Use of the Proximal Hamate as an Autograft for Proximal Pole Scaphoid Fractures: Clinical Outcomes and Biomechanical Implications. Hand Clin. 2019;35(3): 287-94.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Carpal instability

이광현 (한양의대 정형외과)

신현대 (충남의대 정형외과)

1) SL instability

김재광 (울산의대 정형외과)

2) Perilunar instability

김종필 (단국의대 정형외과)

3) Midcarpal instability

강홍제 (원광의대 정형외과)

4) SLAC

최윤락 (연세의대 정형외과)

Scapho-Lunate Instability의 최신 지견

김 재 광

서울아산병원 정형외과

III 서론(Introduction)

수근관절의 불안정성을 체계적으로 분류하려는 노력은 여러 연구자들에 의해 다각도로 발전되어 왔으나 만족스러운 것은 없었다. 이중 Cooney 등 에 의해 제안된 CID, CIND, CIC, CIA의 4가지 범주의 분류법이 널리 소개되고 있다. CID(Carpal Instability Dissociative)에는 대표적으로 주상월상 해리(scapholunate dissociation), 월상삼각해리(lunotriquetral dissociation)등이 있으며, 이중 주상월상 해리에 대해 발표하고자 한다.

복잡한 해부학적 구조와 생역학으로 인해 아직까지도 주상월상 해리에 대해 밝혀지지 않은 부분이 많으며, 치료 결과 또한 기대하는 결과를 얻기 어려운 것이 현실이다.

III 해부학(Anatomy)

1) 손목의 인대는 수근골 사이를 연결하며 관절 내에 존재하는 내재성(intrinsic) 인대와 수근골과 요골, 척골을 연결하며, 관절막의 일부가 두꺼워진 형태로 존재하는 외재성(extrinsic) 인대로 나뉜다.

2) 주상월상 골간 인대(scapholunate interosseous ligament): 내재성 인대로서 주상월상 관절의 안정에 가장 중요한 구조물이다. 시상면에서 C자 모양을 이루고, 3개의 구역, 즉 손바닥쪽(volar), 근위부쪽(proximal), 손등쪽(dorsal)으로 나눌 수 있다. 이 중 손등쪽 인대는 주상월상 관절의 안정성에 가장 중요하며, 가장 두껍고(2-3 mm) 횡 방향의 콜라겐 섬유로 구성되어 주상월상골 사이 인장 강도의 대부분을 담당한다. 손바닥쪽 인대는 상대적으로 얇으며(1 mm), 비스듬한 방향의 콜라겐 섬유로 구성된다. 근위 부분은 콜라겐이 아닌 섬유연골로 이루어져 진정한 의미의 인대는 아니다.

3) 주상월상 골간 인대가 주상월상 관절의 안정성에 가장 중요한 구조물이지만, 전, 후방의 여러 다른 인대들이 이차 안정화 구조물(secondary stabilizer)로 작용한다.

전방의 내재성 인대로는 주상대다각소다각(scaphotrapezialtrapezoid) 인대, 주상유두(scaphocapitate) 인대가 주상골을 안정화 시킨다.

전방 외재성 인대 중 요주상유두(radioscaphocapitate) 인대, 장 요월상 및 단 요월상(long and short radiolunate) 인대 역시 주상골을 안정화시킨다. 요주상월상(radioscapholunate) 인대는 ligament of Testut 라고도 하며, 과거에는 주상월상 관절의 안정에 중요한 역할을 하는 구조물로 인식되었으나, 현재는 인대가 아닌 신경과 혈관의 통로로 생각되어지고 있다.

후방 요수근(dorsal radiocarpal) 인대와 후방 수근간(dorsal intercarpal) 인대는 V자형태로 삼각골에 부착되어 있으며 후방 요주상(dorsal radioscaphoid) 인대로 함께 작용한다.

III 생역학(Biomechanics) 및 운동학(Kinematics)

수근관절을 움직이는 건은 중수골의 기저부와 원위 수근열(distal carpal row)에 부착하며, 근위 수근열(proximal carpal row)에는 직접 부착하지 않는다. 원위 수근열은 서로 강력한 인대로 연결되어 있는 반면 근위 수근열은 상대적으로 느슨하게 연결되어 있어 골간 인대의 손상이 흔하게 발생한다.

축성 압력이 가해지면, 주상골은 굴곡하려는 성질이 있고, 반대로 삼각골은 유구골간 관절의 해부학적 특성 때문에 신전하려는 성질이 있다. 주상월상 인대의 파열이 발생하는 경우 주상골은 굴곡하고 월상골은 삼각골을 따라 신전하는 형태를 띠게 되는데 이를 후방 개재 분절 불안정성(dorsal intercalated segmental instability, DISI)라고 하고, 반대로 월상삼각 인대가 손상될 경우 삼각골은 신전하고 월상골은 주상골을 따라 굴곡하는 형태를 띠게 되는데 이를 전방 개재 분절 불안정성(volar intercalated segmental instability, VISI)이라고 한다.

III 자연경과

후방 개재 분절 불안정성 변형이 발생되면 요골과 주상골 사이의 접촉 면적은 감소하고, 주상골 원위극과 요골 경상 돌기, 그리고 주상골 근위 극과 요골의 주상 와(scaphoid fossa) 후방부 사이에서 접촉이 이루어진다. 조금 더 진행하면 요주상 관절 전체로 관절 연골의 마모가 진행되고, 이후 유두골이 주상월상 간격으로 이동하면 주상골과 유두골, 월상골과 유두골 사이의 관절에도 관절염이 발생하게 된다. 드물지만 관절염이 요월상 관절까지 침범하면 결국 손목 관절 전체에 관절염이 발생할 수 있다. 만성 주상월상 해리로부터 발생하는 이러한 진행성 관절염을 주상월상간 진행성 붕괴(SLAC: ScaphoLunate Advanced Collapse)라고 한다.

하지만 주상월상 안정성에는 주상월상 골간 인대 외에도 다른 이차 안정화 구조물 이 중요한 역할을 하기 때문에 주상월상 골간 인대의 단독 손상이 반드시 수근관절의 관절염으로 진행하지 않는다는 연구 결과들도 있으며, 최근까지도 명확한 결론이 나지 않았다.

III 진단(Diagnosis)

1) 신체검사

주상월상 골간 인대 후방 부위를 누르면 압통을 호소한다. 유발 검사로 Watson's scaphoid shift test가 있다. 검사자의 엄지 손가락으로 환자의 주상골 전방 결절을 누르고 있는 상태에서 검사자의 다른 손으로 척측 사위되어 있는 환자의 수근부를 요측 사위시킨다. 정상 손목에서는 주상골의 전방 결절에 가해지는 압력 때문에 주상골의 굴곡이 일어날 수 없으나, 주상월상 골간 인대가 손상된 손목에서는 주상골 근위부의 후방 전위가 일어나며, 이때 주상골 후방 부위에 통증이나 탄발음이 발생한다.

2) 영상 검사

(1) X-ray PA view

- ① 주상월상 이개(scapholunate diastasis): Terry-Thomas 징후라고도 하며 주상월상 간격이 3 mm 이상이면 의심할 수 있고 5 mm 이상이면 확진이다.
- ② 주상골 고리 징후(scaphoid ring sign): 주상골이 굴곡하며 주상골 결절이 주상골 허리 부위 피질골과 중첩되어 피질골 고리(cortical ring)가 나타난다.
- ③ 수근골 높이의 감소: 수근부 높이를 제3중수골의 길이로 나눈 비로, 0.54 보다 작은 값을 갖는다.

(2) X-ray Lateral view

- ① 주상월상 각도(scapholunate angle)가 60° 이상이면 후방 개재 분절 불안정성(DISI)을 뜻하며, 주상골은 굴곡하고 월상골은 신전된 상태로 위치한다.
- ② V sign: 요골의 수장측 피질골 경계와 주상골은 정상적으로 C자 모양을 보이지만, 주상골이 굴곡하면서 C자는 V자처럼 보이게 된다.

(3) 동적주상월상 해리 환자의 진단을 위한 스트레스 부하 촬영은 척측 변위 상태에서나 주먹을 꼭 쥐는 상태(clenched fist position)에서 후전면 촬영을 하는 방법이 있다.

(4) MRI

크기가 작고 해부학적으로 복잡하여 판단을 내리기 어려운 경우가 있다.

3) 관절경 검사

관절경 소견에 따라 4단계로 분류한 Geissler의 분류, 이를 6단계로 세분화한 European Wrist Arthroscopy Society (EWAS) 분류가 있다.

III 치료(Treatment)

증상이 있는 주상월상 골간 인대의 완전 파열에서의 보존적 치료는 결과가 좋지 않다고 알려져 있지만, 증상이 없는 완전 파열에서의 예후는 알려진 바가 없다.

Carcia-Elias의 6단계에 따른 치료가 소개되어 있다.

1) 1단계: 주상월상 골간 인대의 부분 파열

급성기에는 변연 절제술을 시행하고 주상월상 정렬을 회복한 후 K-강선 등을 이용하여 고정하기도 한다. 만성기에 진단되었을 경우는 관절경을 이용한 변연 절제술과 고주파 탐침(radiofrequency probe)을 이용한 열 수축술(thermal shrinkage)의 적응증이다.

2) 2단계: 주상월상 골간 인대의 완전 파열, 봉합 가능 상태

주상월상 골간 인대를 일차 봉합하고, K-강선을 이용하여 일시적으로 고정한다. 봉합술과 함께 후방 관절막 고정술(dorsal capsulodesis)을 동시에 시행하기도 한다.

3) 3단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 봉합 불가능, 정상 수근 정렬 상태

인대 재건술을 시행한다. 자가골-인대-골 이식술(bone-ligament-bone graft)로, 원위 요골의 리스터 결절 부위에서 골-신전지대-골(bone-extensor retinaculum-bone)을 채취하는 방법과, 인지의 중수골과 중지의 중수골 사이의 이식편을 채취하여 재건하는 방법이 소개되었고, 후방 관절낭 고정술도 사용된다.

4) 4단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 봉합 불가능, 정복 가능, 정상 연골 상태

3단계보다 더욱 건실한 주상월상 골간 인대 재건술이 필요하다. 요수근굴건(FCR)을 이용한 삼중 인대 건고정술(three-ligament tenodesis)이 대표적이며 월상골을 통과하여 수장측 주상월상 인대까지 재건하는 방법 등 여러 변형이 있다. 이외에도 내적 부목(internal brace)과 단요수근 신건을 이용한 방법, 의도적으로 섬유성 불유합을 만드는 RASL (reduction and association of the scaphoid and lunate procedure)수술법이 있다.

5) 5단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 정복 불가능, 정상 연골 상태

부분 관절 유합술의 적응증이다.

6) 6단계: 주상월상 골간 인대 완전 파열, 정복 불가능, 연골 손상 상태

이 단계는 주상월상간 진행성 붕괴(SLAC)라고도 부르며, 인대의 재건보다는 관절염에 대한 치료가 필요하다. 근위 수근열 절제술(proximal row carpectomy), 주상골 절제술 및 사중 중수근 유합술(4 corner midcarpal arthrodesis), 전 손목 관절 유합술(total wrist arthrodesis) 등의 수술이 널리 시행된다.

III 참고문헌

1. Chae SB, Rho YT, Park IJ. 주상월상 해리: 치료의 최신 지견. Archives of Hand and Microsurgery 2020;25:77-89
2. Lee YK, Kang HV, Jung YR, Lee JY. 주상월상 인대 불안정성의 수술적 치료. Archives of Hand and Microsurgery 2018;23:139-149
3. Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fracture: Perilunate fracture-dislocations of the wrist. Clin Orthop 1987;214:136-147
4. Berger RA, Imeada T, Berglund L, An KN. Constraint and material properties of the subregions of the scapholunate interosseous ligament. J Hand Surg Am 1999;24:953-62.
5. Andersson JK. Treatment of scapholunate ligament injury: current concepts. EFORT Open Rev 2017;2:382-93.
6. Cassidy C, Ruby LK. Carpal instability. Instr Course Lect 2003;52:209-20.
7. Kamal RN, Starr A, Akelman E. Carpal kinematics and kinetics. J Hand Surg Am 2016;41:1011-8.
8. Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop Relat Res 1980;45-54.
9. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist: diagnosis, classification, and pathomechanics. J Bone Joint Surg Am 2002;84-A:142.

Current Concept of Perilunate Instability (월상골주위 불안정에 대한 최신지견)

김 종 필

단국의대 정형외과

월상골-주위 골절 탈구는 수근관절의 과신전, 척측 변위 및 수근골간내 회외전력으로 인하여 월상골이 다른 수근골과 사이에서 완전탈구되어 발생하는 월상골 주위 손상의 한 형태인 greater arch 손상이다. Mayfield는 손목에 외력이 가해질 때 다음과 같은 4 단계를 거쳐 수근 탈구(carpal dislocation)가 발생함을 보고하였다(그림 1). 1단계는 주상-월상 골간 인대(scapholunate interosseous ligament; SLIL)가 파열되면서 주상-월상 관절이 분리되는 단계로 외력의 정도에 따라 부분 파열부터 완전 파열까지 발생할 수 있다. 과신전 하중이 손목에 가해지면서 전방에 강한 인대가 연결되어 있는 월상골은 제자리를 유지하는 반면 주상골이 배측으로 전위되면서 주상-월상 골간 인대의 전방부터 파열이 일어난다. 2단계는 손목 하중이 증가하여 주상골과 월상골이 완전히 분리되면서 월상-유두(lunocapitate) 관절이 후방으로 탈구되는 단계다. 요-주상-유두 인대(radioscaphocapitate ligament)와 요골과 월상골(lunate)을 연결하는 장 요-월상 인대(long radiolunate ligament) 사이의 space of Poirier에서 쉽게 분리되어 주상골과 유두골

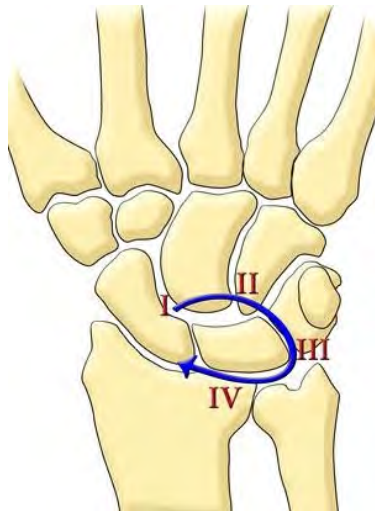


그림 1. Progressive perilunate instability concept

이 후방으로 탈구되면서 요-주상-유두 인대는 요골 기시부에서 파열되거나 요골 경상돌기의 견열 골절 형태로 분리된다. 3단계는 월상-삼각 골간 인대(lunotriquetral interosseous ligament; LTIL)가 파열되면서 결국 월상골을 제외한 나머지 수근골이 후방으로 탈구되는 단계이다. 월상골을 제외한 유두골(capitate), 유구골(hamate) 및 삼각골(triquetrum)이 후방으로 전위되면서 월상-삼각 골간 인대의 전방부터 파열이 시작되며, 완전히 파열되면 월상골을 제외한 나머지 수근골이 한꺼번에 후방으로 빠지게 되며 후방 월상골-주위 탈구(dorsal perilunate dislocation)라고 한다. 4단계는 월상골을 제외한 나머지 수근골이 후방으로 탈구된 후 자연스럽게 원래 위치로 들어가면서 월상골을 앞으로 밀게 되면 결과적으로 월상골 만 관절 전방으로 탈구가 되는 마지막 단계이다.

월상골 주위 골절 탈구는 월상골 주위의 인대(주상월상간 인대, 월상 삼각골간 인대)가 파열되는 대신 월상골을 싸

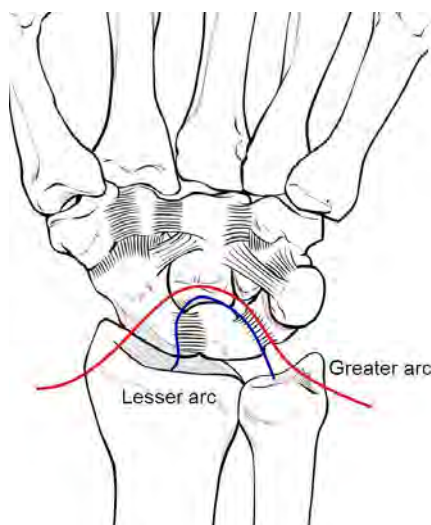


그림 2. Greater arc 및 lesser arc 손상. 수근골 골절이 동반이 되는 greater arc 손상과 달리 lesser arc 손상은 수근골 인대 손상만 동반되어 나타난다.



그림 3. 주상골과 유두골 골절이 동반된 월상골 주위 손상 (scaphocapitate syndrome)의 방사선 사진

고 있는 주상골, 유두골, 유구골 이나 삼각골의 골절이 동반되어 나타나는 손상으로(greater arch injury) 95%는 주상골 골절과 연관이 있다. 주상골 골절 이외에도 greater arc를 따라 삼각골 골절이 종종 발생할 수도 있으며 유두골(capitate) 골절이 드물게 발생할 수 있다(그림 2).

특히 유두골 골절은 항상 주상골 골절과 함께 발생하며(trans-scaphoid trans-capitate dorsal perilunate dislocation) 탈구된 수근골이 정복되면서 특징적으로 유두골의 근위 골편이 90-180도 회전되는 경향이 있다. 이러한 특징적인 손상을 scaphocapitate syndrome이라고 부르기도 한다(그림 3).

III 임상적 증상

월상골-주위 탈구 또는 월상골 탈구는 강한 외력에 의해 발생하는 고에너지 손상으로 월상골 탈구가 되면 바로 붓고 통증이 심해 손목을 움직이기 어려우며 수근관 내의 수지 굴곡건도 자극을 받아 손가락 운동도 잘 되지 않고 손가락을 신전하면 심한 통증이 유발되기도 한다. 16%에서 46%에서 정중 신경(median nerve) 기능의 이상으로 급성 손목 터널 증후군이 발생한다. 수근골이 탈구되면서 정중신경이 직접 타박을 받을 수도 있고 탈구된 월상골로 정중 신경이 계속 압박될 수도 있다.

월상골 주위 손상은 탈구된 수근골이 제자리로 정복되며 통증이나 부종 등의 증상이 빨리 호전될 수 있다. 방사선 사진도 얼핏 보면 정상처럼 보여 진단을 놓칠 가능성도 있다. 실제로 월상골이 탈구된 상태로 그냥 지내는 환자들이 종종 있고, 증상도 경미하고 손목 운동도 많이 제한되지 않아 수년 동안 일상 생활에 특별한 지장 없이 지내는 경우도 있다.

III 영상의학 검사

방사선 사진상 후방 월상골 주위 골절 및 골절 탈구는 월상골이 요골과 관절을 유지하고 있는 반면 유두골을 포함한



그림 4. 요골 및 삼각골 골절이 동반된 월상골 주위 골절 탈구의 방사선 사진. 측면방사선 사진상 Spilled tea-cup sign (화살표)이 관찰된다.



그림 5. 주상골 골절을 동반한 월상골 주위 손상의 CT 영상에 대한 3차원적 재구성

나머지 수근골이 후방으로 전위된 소견을 보인다. 반면 월상골 전방 탈구는 측면 사진상 월상골만 전방으로 탈구되고 나머지 수근골이 제자리에 있다. 특히 측면 사진에서 월상골이 관절 앞쪽으로 굴곡되어 빠져 있는 모습이 마치 찻잔이 앞으로 엎어진 것과 비슷하다고 하여 spilled tea-cup sign이라고 한다(그림 4).

후전면 사진에서 수근골이 비정상적으로 겹쳐 보이면 탈구를 의심할 수 있으나 보다 중요한 것은 주상골 골절을 비롯한 동반 수근골 골절이 있는지 확인하는 것이 중요하다.

단순 방사선 촬영 이외에 CT가 큰 도움이 된다. 단순 방사선 사진에서 잘 보이지 않는 작은 골절도 CT로 잘 관찰할 수 있으며 3차원으로 구성한 영상은 골절과 탈구의 복잡한 양상을 이해하는 데 결정적인 도움을 제공한다(그림 5).

MRI는 주상월상골간 및 월상 삼각골간 인대 손상을 보다 명확하게 관찰할 수 있지만 탈구 초기에 촬영시 부종이 심해 연부 조직을 자세히 관찰할 수 없을 수 있다.

III 치료

우선 탈구된 수근골을 도수 정복을 시도해 볼 수 있다. 환자를 편안하게 눕히고 주관절을 90도로 구부린 자세에서 상완에 역견인(counter-traction)을 걸고 Chinese finger trap을 사용하여 윗쪽으로 손목을 10분 정도 견인을 유지한 후 손목을 약간 신전하고 한 손의 엄지 손가락으로 전방에서 월상골이 앞으로 빠지지 않게 누르며 손목을 천천히 앞으로 밀면서 굴곡시키면 유두골이 월상골 안으로 들어가는 느낌과 함께 정복이 이루어진다. 하지만 파열된 전방 관절 막이나 요주상두상골간 인대에 의해 월상골의 정복을 방해하는 경우 정복이 되지 않기 때문에 이 경우 가급적 초기에 수술적 치료를 필요로 한다.

가장 중요한 치료 원칙은 수근 관절의 정확한 해부학적 정복과 안정된 유지이다. 해부학적 정복은 탈구된 수근골의 정복뿐만 아니라 수근골 간의 관절도 정확한 정렬을 얻는 것을 의미하는 것이다. 수근골의 골절이 동반된 골절 탈구에서는 골절의 해부학적 정복과 적절한 고정요가 이루어져야 하고 수근골간 정렬이 유지될 수 있도록 월상골 주변 인대에

대한 적절한 치료를 하여야 불유합, 만성 불안정 등의 후유증을 예방하고 좋은 결과를 얻을 수 있다. 따라서 석고 고정 만으로는, 특히 근위 수근골의 정확한 정복을 유지하기 어려우며, 치유가 된다고 하더라도 불완전한 정렬로 만성불안정이 남을 가능성이 매우 높기 때문에 수술적 치료가 필요하다 하겠다.

월상골 주위 골절 탈구의 수술적 치료로서 도수정복과 경피적 핀고정술, 관절경하 정복술 및 핀 고정술, 전방 또는 후방 그리고 병합 요법을 이용한 개방적 인대 봉합술이 소개되고 있다.

도수 정복 및 경피적 핀고정술

월상골-주위 손상은 매우 불안정하므로 C-arm을 보면서 K-강선을 경피적으로 삽입하여 고정하는 방법도 수근골 간의 정확한 정렬과 치유를 보장하기 어렵기 때문에 신뢰할만한 방법이 아닌 것으로 인식되고 있다. 하지만 최근 Chou등[1]은 모두 24예의 경주상 월상골간 골절 탈구에 대하여 도수정복 후 C-arm 가이드하에 경피적 핀고정술을 시행하여 모두 23예(96%)에서 골 유합을 얻었으며 반대측에 비해 평균 10-15%의 관절 운동각 소실이 관찰되었으나 24개월 추시에서 21예에서 good 또는 excellent 의 결과와 평균 MMWS 83점을 얻었다고 보고한 바 있다. 이와 비슷하게 Wong 등[2]은 같은 방법을 사용하여 95%의 주상골 유합과 MMWS 80을 보고한 바 있다.

관절적 정복 및 내고정 또는 봉합술

관절정 정복술이 가장 흔히 사용되는 방법이지만 전방과 후방 접근법 또는 전방과 후방의 양측 병합 접근법이 사용될 수 있으며 각각의 장단점이 있다. 전방 접근법은 space of Poirier사이에 감입되어 있는 월상골의 정복이 비교적 쉽고 파열된 요-주상-두상골간 인대를 비롯한 전방인대의 봉합이 유리하고 주상 월상간 및 월상 삼각골간 인대의 전방부 봉합이 가능하다. 뿐만 아니라 급성 손목 터널 증후군이 동반된 경우 횡수근 인대의 절개를 할 수 있다. 또한 주상골 골절이 동반된 경주상골 월상골 주위 골절 탈구시 골절의 정복과 고정이 유리할 수 있다. 후방 접근법은 전체 수근골의 노출이 가능하여 해부학적 수근골 정렬을 얻을 수 있고 수근골의 안정성에 Key structure역할을 하는 주상 월상간 인대나 월상 삼각골간 인대의 정확한 봉합이 가능하다는 점이다. 전·후방 병합 접근법은 전방과 후방 접근법의 장점을 다 제공할 수 있으나 과도한 주변 조직 손상에 따른 감염, 지연 유합, 관절 구축 등의 합병증 가능성이 다른 접근법에 비하여 높다고 할 수 있다.

후방 접근법시 파열된 골간 인대(interosseous ligament)의 양쪽 인대가 남아있는 경우 직접 봉합하고 한 쪽 수근골에서 떨어진 경우에는 수근골에 터널을 만들어 pull-out 방식으로 고정하거나 bone anchor를 사용하여 고정한다. 매듭을 하기 전에 주상-월상 또는 월상-삼각 관절의 정렬을 맞춘 상태에서 K-강선으로 먼저 관통고정(transfixation)하는 것이 좋다. 주상골 골절은 Herbert 나사 등의 자가압박 나사를 사용하는 것이 표준이며 분쇄가 많아 여의치 않을 때에는 K-강선을 사용하고 결손이 크면 원위 요골에서 해면골을 채취하여 이식을 할 수 있다. 드물게 발생하는 유두골, 삼각골 골절은 주로 K-강선으로 고정하며 골간 인대가 부착된 견열 골절 편(avulsed fragment)이 있는 경우에는 골편 자체보다는 수근골 간을 K-강선으로 고정한다.

전방 접근법시 대부분 전방 관절막이 탈구된 위치를 따라 찢어져 있다. 전방 관절막은 후방과 달리 강한 관절막 인대로 구성되어 있기 때문에 관절의 안정성을 최대한 확보하기 위해서 직접 봉합하는 것이 이상적이며, 찢어진 관절막을 통해 월상-삼각 골간 인대(lunotriquetral interosseous ligament)의 주요 부분인 전방부를 함께 봉합할 수도 있다.

수술 후 관리는 무지를 지간 관절(interphalangeal joint)전까지 포함하는 단상지 석고 고정을 시행하며 골절이 없는 탈구는 8-10주간 고정을 시행하고 골절-탈구 환자는 골절 유합이 확인될 때까지 고정을 시행한다. 주상골 골절의 경우 유합 기간이 일반적으로 10-12주 정도이며 내고정이 충분하다면 수술자의 판단에 따라 방사선학적 유합이 되기 전이라도 석고를 풀고 관절 운동을 시작할 수 있다.

K-강선을 10-12주경에 제거한 후 운동 범위가 회복될 때까지 관절 운동을 적극적으로 시행한다.

관절경을 이용한 정복과 경피적 고정술

월상골-주위 탈구는 골간 인대 파열 또는 주상골 골절을 비롯한 수근골 골절과 인대 파열이 조합된 손상으로, 각각에 대해 관절경적 치료가 가능하기 때문에 월상골-주위 손상도 관절경을 이용하여 성공적으로 치료할 수 있다는 의견이 지배적이고 실제로도 최근들어 여러 관절경적 수술 술기가 보고되고 있다. 월상골-주위 손상의 치료 원칙은 앞서 기술한 대로 수근열의 해부학적 정렬과 안정된 고정으로 이중 해부학적 정렬은 관절경으로 확인하는 것이 가장 정확하다고 할 수 있다. 고정은 주상골 골절의 경우 자가압박 나사를 경피적으로 삽입하는 것이 가장 이상적이나 여의치 않을 경우 K-강선 고정도 가능하다. 골간 인대의 파열에 대해서는 관절경하에 정확한 수근골 정복을 얻고 난 후 수근골 간관절을 관통하는 경피적 K-강선 고정을 한다(그림 6).

개방적 수술과 비교하여 관절경적 수술은 인대를 직접 봉합하지 않고 단지 정렬을 정확히 맞추고 고정만 한다는 것이다. 여기서 월상골-주위 손상에서 파열되는 인대는 전후방 관절막 인대(capsular ligament)와 근위 수근열의 골간 인대(interosseous ligament)로서 이 중 관절막 인대는 혈액 공급이 우수하고 찢어진 면적이 비교적 넓기 때문에 일단 수근 정렬이 제자리로 복원되면 봉합 없이도 일차 치유를 충분히 기대할 수 있다. 반면 골간 인대는 관절 내에 독립적으로 존재하는 활막외(extrasynovial) 구조물로 혈액 공급이 제한적일 뿐만 아니라 길이가 짧고 파열 면적이 적어 봉합 없이 고정만으로 충분한 치유를 기대하기 어렵다는 우려가 있다. 그러나 임상적으로는 급성 주상-월상 해리(scapulohumeral dissociation)는 경피적 K-강선 고정만으로 충분한 치료가 가능하고, 월상골-주위 탈구에 대한 관절경적 정복 및 경피적 고정 후 2년 이상의 추사에서 수근 불안정이 관찰되지 않았다는 기존 연구들을 근거로 임상적으로 충분히 적용할 수 있다고 판단된다.

III 근거 중심 의학에 근거한 경주상 월상골 주위 골절 탈구의 치료

현재까지는 개방적 인대 봉합술이 표준적인 치료로 알려져 있다. 하지만 최근에는 최소 침습적 치료로도 우수한 결과를 보고하면서 과연 개방적 수술이 표준적인 치료인가에 대한 의문이 제기되고 있어 메타분석에 의한 치료 방법에 대하여 고찰을 하고자 한다.

첫째, 주상골 골절이 동반된 월상골 주위 골절 탈구에서 수술 방법에 따라 골 유합의 차이가 있나?

도수 정복과 경피적 핀고정술은 개방적 및 관절경적 수술에 비하여 해부학적정복을 얻을 수 없으며 이로 인하여 파열된 인대의 치유나 골절 유합이 제대로 이루어 질 수 없다고 알려져 있다. 이와 관련하여 지금까지 총 20여 연구(308예)가 보고되었으며 이중 14연구(226예)가 개방적 방법을 3 연구(52예)가 도수정복과 경피적 핀 고정을 3 연구(30예)



그림 6. 경주상 월상골 주위 골절탈구가 동반된 38세 남자 환자의 방사선 및 관절경 사진. 수술 후 24개월 추시 사진상 우수한 골유합과 수근골 정렬이 관찰된다.

에서 관절경적 정복술과 핀 고정술을 시행하였다. 주상골 유합은 개방적 수술의 경우 226예 중 212예에서 골유합을 얻어 평균 94% (85%-100%)의 골 유합율을 보였으며 도수정복과 핀고정술을 시행한 연구에서는 52예 중 48예에서 골 유합을 얻어 평균 92% (71%-96%)의 골유합율을 보였다. 관절경적 수술시에는 모두 30예 중 3예에서 골유합을 얻어 평균 90% (87%-100%)의 골유합율을 보였으며 이들 군의 통계학적 차이는 없었다. 관절경적 방법과 개방적 방법을 비교한 오 등[3]의 연구에 의하면 관절경적 치료를 받은 11예 모두 골 유합을 보인 반면 개방적 정복과 봉합술을 시행 받은 9예 중 1예에서 불유합을 보여 (89%의 유합율) 통계학적으로 관절경적 치료를 시행받은 군에서 더 우수한 골 유합을 보였다.

둘째, 수술 방법에 따라 술 후 기능적 결과나 관절염의 발생 빈도에 차이가 있다?

수술 후 기능적 결과나 관절염의 빈도에 관해서는 정확한 해부학적 정복과 인대 봉합이 가능한 관혈적 치료 방법에서 보다 더 우수한 결과를 보일 것이란 의견이 지배적이었다. 지금까지 모두 11 연구가 보고되었으며 (261예) 이 중 7 연구가 개방적 봉합술을 그리고 도수정복과 핀 고정술과 관절경적 치료가 각각 2연구가 보고되었다. 총 201예를 관혈적 방법으로 수술한 연구들의 결과는 평균 112도 (105-170)의 굴신각과 MMWS 74 (25-95), 비관혈적 치료 방법에서는 143도의 굴신각 (141-144)과 MMWS 81.5 (65-93) 그리고 관절경적 치료 방법에서는 평균 굴신각 124도 (87-144)과 MMWS 81 (70-87)로 측정되었으며 개방적 절개술보다는 도수정복과 핀 고정술 또는 관절경적 정복술과 핀 고정술에서 보다 우수한 기능적 회복을 보였다.

외상성 관절염의 진행은 개방적 치료 방법에서는 모두 23%에서, 도수정복 방법에서는 95, 그리고 관절경적 치료 방법에서는 모두 27%에서 관찰되었다. 관절경적 치료 방법과 개방적 방법에서 비슷한 분포를 보였으나 도수 정복과 핀 고정 방법보다는 높았다.

셋째, 개방적 절개술이 우수한 치료 방법이라면 전방, 후방 및 병합 요법 중 어느 방법을 선택해야 하는가?

개방적 방법 중 전방, 후방 및 전후방 병합 접근법 등에서 각각의 장단점이 보고되고 있지만 이들에 대한 각각의 비교 연구가 보고 되고 있지 않아 아직까지 표준화된 치료 방법으로 제시되고 있는 방법은 없다고 할 수 있다. 오직 2 연구만이 후방 접근법을, 후방 또는 병합 접근법이 5 연구에서, 전방 또는 병합 접근법이 1연구에서 보고된 바 있다. 세 방법 모두 기능적으로 만족할만한 결과를 보였으나 이중 병합 접근법을 시행한 6연구 중 4연구에서 모두 34%에서 후 외상성 관절염의 빈도가 측정되었다.

넷째, 급성 손목 터널 증후군의 치료로 정중신경에 대한 수술적 감압술이 필요한가?

급성 손목 터널 증후군을 치료하지 않는 경우 관절강직, 복합부위통증 증후군 및 지속적 통증으로 상당한 고통을 받을 수 있기 때문에 반드시 전방접근법을 통하여 손목 터널을 절개할 필요가 있다고 주장하는 저자들이 많다. 급성 손목 터널 증후군을 보고한 경우는 모두 9연구이다. 총 233예 중 64예에서(28%) 급성 손목 터널 증후군이 나타났으며 이 중 6연구 46예에서 손목 터널을 절개하였으며 3연구 18예에서 손목 터널 절개술을 시행하지 않았다. 손목 터널을 절개하지 않은 예는 모두 도수정복 후 핀 고정술과 관절경하 정복술과 핀 고정술을 시행받은 연구였으며 절개술을 시행한 군과 시행하지 않은 군 모두 증상이 회복되었다고 하였다. 따라서 손목 터널 증후군 치료를 위하여 손목 터널을 절

개하여 감압을 하지 않아도 될 것으로 판단된다.

III 요약

월상골 주위 골절 탈구에 대한 치료로 다양한 치료 방법이 제시되고 있다. 근거 중심 의학에 의하면 동반된 주상골 유합은 정복이 비교적 정확하게 회복되고 핀고정이나 나사못 고정으로 안정성을 회복하였다면 도수정복과 핀 고정술 또는 관절경하 치료 방법 모두 개방적 접근법과 비슷한 결과를 보이는 것으로 판단된다. 다만 기능적 회복은 최소 침습적 방법이 개방적 수술보다는 우수한 것처럼 보이나 전방, 후방 또는 병합 접근법 사이의 차이는 없다. 합병증으로 외상성 관절염은 관절경적 방법과 개방적 방법 모두 비슷한 발생 빈도를 보이나 저자들의 관절염에 대한 판단 방법이 상이하여 정확한 결론을 내리기는 어려울 것 같다. 월상골 주위 손상시 동반되는 급성 손목 터널 증후군에 대한 치료로 손목 터널에 대한 절개는 필요 없을 것으로 판단된다.

III 참고문헌

1. Chou, Y.C., et al., Percutaneous screw and axial Kirschner wire fixation for acute transscaphoid perilunate fracture dislocation. J Hand Surg Am, 2012. 37(4): p. 715-20.
2. Wong, T.C. and F.K. Ip, Minimally invasive management of trans-scaphoid perilunate fracture-dislocations. Hand Surg, 2008. 13(3): p. 159-65.
3. Oh, W.T., et al., Comparative Outcome Analysis of Arthroscopic-Assisted Versus Open Reduction and Fixation of Trans-scaphoid Perilunate Fracture Dislocations. Arthroscopy, 2017. 33(1): p. 92-100.
4. Sotereanos, D.G., et al., Perilunate dislocation and fracture dislocation: a critical analysis of the volar-dorsal approach. J Hand Surg [Am], 1997. 22(1): p. 49-56.
5. Souer, J.S., et al., Perilunate fracture-dislocations of the wrist: comparison of temporary screw versus K-wire fixation. J Hand Surg Am, 2007. 32(3): p. 318-25.
6. Viegas, S.F., J.W. Bean, and R.A. Schram, Transscaphoid fracture/dislocations treated with open reduction and Herbert screw internal fixation. J Hand Surg [Am], 1987. 12(6): p. 992-9.
7. Weil, W.M., J.F. Slade, 3rd, and T.E. Trumble, Open and arthroscopic treatment of perilunate injuries. Clin Orthop Relat Res, 2006. 445: p. 120-32.
8. Adkison, J.W. and M.W. Chapman, Treatment of acute lunate and perilunate dislocations. Clin Orthop Relat Res, 1982(164): p. 199-207.
9. Apergis, E., et al., Perilunate dislocations and fracture-dislocations. Closed and early open reduction compared in 28 cases. Acta Orthop Scand Suppl, 1997. 275: p. 55-9.
10. Bain, G.I., S. Pallapati, and K. Eng, Translunate perilunate injuries-a spectrum of this uncommon

- injury. *J Wrist Surg*, 2013. 2(1): p. 63-8.
11. Cooney, W.P., et al., Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res*, 1987(214): p. 136-47.
12. Forli, A., et al., Perilunate dislocations and transscaphoid perilunate fracture-dislocations: a retrospective study with minimum ten-year follow-up. *J Hand Surg Am*, 2010. 35(1): p. 62-8.
13. Hee, H.T., H.P. Wong, and Y.P. Low, Transscaphoid perilunate fracture/dislocations--results of surgical treatment. *Ann Acad Med Singapore*, 1999. 28(6): p. 791-4.
14. Herzberg, G., Perilunate Injuries, Not Dislocated (PLIND). *J Wrist Surg*, 2013. 2(4): p. 337-45.
15. Herzberg, G. and D. Forissier, Acute dorsal trans-scaphoid perilunate fracture-dislocations: medium-term results. *J Hand Surg [Br]*, 2002. 27(6): p. 498-502.
16. Hildebrand, K.A., et al., Dorsal perilunate dislocations and fracture-dislocations: questionnaire, clinical, and radiographic evaluation. *J Hand Surg [Am]*, 2000. 25(6): p. 1069-79.
17. Inoue, G., Y. Tanaka, and R. Nakamura, Treatment of trans-scaphoid perilunate dislocations by internal fixation with the Herbert screw. *J Hand Surg [Br]*, 1990. 15(4): p. 449-54.
18. Jeon, I.H., et al., Arthroscopically assisted percutaneous fixation for trans-scaphoid perilunate fracture dislocation. *J Hand Surg Eur Vol*, 2010. 35(8): p. 664-8.
19. Kim, J.P., J.S. Lee, and M.J. Park, Arthroscopic reduction and percutaneous fixation of perilunate dislocations and fracture-dislocations. *Arthroscopy*, 2012. 28(2): p. 196-203.e2.
20. Knoll, V.D., C. Allan, and T.E. Trumble, Trans-scaphoid perilunate fracture dislocations: results of screw fixation of the scaphoid and lunotriquetral repair with a dorsal approach. *J Hand Surg Am*, 2005. 30(6): p. 1145-52.
21. Kozin, S.H., Perilunate injuries: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*, 1998. 6(2): p. 114-20.
22. Liu, B., et al., Arthroscopically assisted mini-invasive management of perilunate dislocations. *J Wrist Surg*, 2015. 4(2): p. 93-100.
23. Liu, B., et al., [Arthroscopic management of lesser arc perilunate injuries]. *Beijing Da Xue Xue Bao*, 2016. 48(2): p. 234-6.
24. Malovic, M., R. Pavic, and M. Milosevic, Treatment of trans-scaphoid perilunate dislocations using a volar approach with scaphoid osteosynthesis and temporary Kirschner wire fixation. *Mil Med*, 2011. 176(9): p. 1077-82.
25. Melone, C.P., Jr., M.S. Murphy, and K.B. Raskin, Perilunate injuries. Repair by dual dorsal and volar approaches. *Hand Clin*, 2000. 16(3): p. 439-48.
26. Moneim, M.S., K.E. Hofamman, 3rd, and G.E. Omer, Transscaphoid perilunate fracture-dislocation. Result of open reduction and pin fixation. *Clin Orthop*, 1984(190): p. 227-35.

27. Pappas, N.D., 3rd and D.H. Lee, Perilunate Injuries. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2015. 44(9): p. E300-2.
28. Park, M.J. and J.H. Ahn, Arthroscopically assisted reduction and percutaneous fixation of dorsal perilunate dislocations and fracture-dislocations. Arthroscopy, 2005. 21(9): p. 1153.
29. Sandoval, E., D. Cecilia, and E. Garcia-Paredero, Surgical treatment of trans-scaphoid, trans-capitate, transtriquetral, perilunate fracture-dislocation with open reduction, internal fixation and lunotriquetral ligament repair. J Hand Surg Eur Vol, 2008. 33(3): p. 377-9.
30. Savvidou, O.D., et al., Perilunate dislocations treated with external fixation and percutaneous pinning. J Wrist Surg, 2015. 4(2): p. 76-80.
31. Siegert, J.J., F.J. Frassica, and P.C. Amadio, Treatment of chronic perilunate dislocations. J Hand Surg Am, 1988. 13(2): p. 206-12.
32. Slade, J.F., 3rd, J.N. Grauer, and J.D. Mahoney, Arthroscopic reduction and percutaneous fixation of scaphoid fractures with a novel dorsal technique. Orthop Clin North Am, 2001. 32(2): p. 247-61.

Midcarpal Instability

강 홍 제

원광대학교 정형외과교실

III Introduction

Midcarpal instability (MCI; 중수근 불안정)는 근위 수근열(proximal carpal row)을 구성하는 수근골 사이의 해리 없이 근위 수근열과 원위 수근열(distal carpal row) 사이에서 비정상적인 운동으로 인해 통증과 함께 기능장애가 발생하는 질환이다. 1934년 Mouchet와 Belot가 “snapping wrist”라고 처음 보고하였으며 1981년 Lichtman에⁹⁾ 의해 몇 개의 증례가 보고되었으나 아직도 그 명칭 및 진단, 원인에 대해 혼란이 있는 질환 중 하나이다. Midcarpal instability는 ligament laxity에 의해 발생하는 Intrinsic MCI와 요골이나 척골의 변형에 의해 이차적으로 발생하는 Extrinsic MCI로 크게 나눌 수 있다. 이에 수근관절 불안정성(Carpal instability)의 기본 개념과 Midcarpal instability의 정의, 분류, 증상, 진단, 치료에 대해 알아보려고 한다.

III Defining carpal instability

수근관절 불안정성(Carpal instability)는 수근골의 정적인 부정정렬(malalignment)뿐만 아니라 생리적인 하중이 가해질 때 동적으로 발생하는 비정상적인 수근골의 운동을 말하고 임상적으로는 조절되지 않는 증상이 있거나 기능적으로 문제가 있는 경우(symptomatic, with uncontrolled pain or clunking during activities)를 말한다.⁵⁾ 반면 증상 없는 수의적 아탈구(voluntary subluxation)는 병적인 상태가 아닌 “laxity”라고 보아야 한다. 수근관절 불안정성은 외상뿐만 아니라 선천성 질환, 염증성 질환, 감염 등 여러 가지 원인으로 발생하는 불안정도 포함하고 있다. Larsen 등은⁷⁾ chronicity, constancy, aetiology, location, direction, pattern 등의 6가지로 carpal instability를 분류하였다(Table 1).

수근골의 불안정성을 형태에 따른 분류는 해리성 불안정성(carpal instability non-dissociative; CID)과 비해리성 불안정(carpal instability non-dissociative; CIND), 복합성 불안정성(carpal instability complex; CIC), 적응성 불안정성(carpal instability adaptive; CIA)로 나눌 수 있다(Table 2).

Table 1. Modified Larsen Classification for carpal instability

1. Chronicity	2. Constancy	3. Aetiology	4. Location	5. Direction	6. Pattern
Acute	Predynamic	Constitutional	Radio-carpal	Volar	Carpal instability dissociative (CID)
Subacute (1–6 weeks)	Dynamic	Traumatic	Proximal intercarpal	Dorsal	Carpal instability non-dissociative (CIND)
Chronic	Static reducible	Inflammatory	Midcarpal	Ulnar translocation	Carpal instability complex (CIC)
	Static irreducible	Adaptive	Distal intercarpal	Dorsal translocation	Carpal instability adaptive (CIA)
		Iatrogenic	Carpometacarpal	Other	
		Miscellaneous	Specific bones or ligaments		

Table 2. Classification of carpal instability

Carpal instability dissociative; CID	Between bones of the same row i.e. DISI(S–L instability), VISI(L–T instability)
Carpal instability non-dissociative; CIND	Between the two rows, or Between the radius and proximal row i.e. Midcarpal instability, Radiocarpal instability
Carpal instability complex; CIC	Between bones of same row and Between two rows i.e. Perilunate dislocation
Carpal instability adaptive; CIA	As results of pathology outside the carpus i.e. distal radius malunion

1. 해리성 불안정(carpal instability dissociative; CID)

해리성 불안정(carpal instability dissociative; CID)이란 근위 또는 원위 수근열 내에서 수근골 간의 골간인대의 손상등으로 발생하는 불안정으로 수근골 불안정성 중 가장 흔하다. 해리성 불안정은 대부분 근위 수근열에서 발생하고 주상-월상 해리(DISI)와 월상-삼각 해리(VISI)가 대표적이다.¹⁴⁾ 원위 수근열은 골간 인대가 강력하여 불안정성이 발생하는 경우가 매우 적고 드물게 축성 해리(axial dissociation)가 발생할 수 있다.

2. 비해리성 불안정(carpal instability non-dissociative; CIND)

비해리성 불안정(carpal instability non-dissociative; CIND)은 요골, 근위 수근열, 원위 수근열 간의 불안정으로 요골과 근위 수근열 간의 radiocarpal instability (요수근 불안정)와 근위와 원위 수근열 간의 Midcarpal instability (중수근 불안정)로 나눌 수 있다.¹⁹⁾ 류마티스 관절염에서 외재 인대(extrinsic ligament)의 stretching, 선천적으로 인대가 이완된 경우, 외상 혹은 radiocarpal dislocation에 의해 발생할 수 있다.

3. 복합성 불안정(carpal instability complex; CIC)

해리성과 비해리성이 같이 있는 복잡한 불안정의 형태를 복합성 불안정(carpal instability complex; CIC)이라고 하며 월상골-주위 탈구(perilunate dislocation)가 대표적인 예다.

4. 적응성 불안정(carpal instability adaptive)

적응성 불안정(carpal instability adaptive)은 수근 관절 자체는 정상이나 외부의 변형에 따라 이차적으로 수근 정렬이 변하는 형태를 적응성 불안정(carpal instability adaptive)이라고 하며 원위 요골의 부정유합으로 인한 이차 부정정렬이 대표적이다. 요골이 부정 유합된 경우 이차적으로 중수관절의 malalignment를 유발할 수 있어 외재성 중수근 불안정(extrinsic midcarpal instability)라고도 한다.

III Defining Midcarpal instability

1981년 Lichtman은 손목을 척측으로 움직일 때 근위 수근열과 원위 수근열 사이에서 비정상적인 운동이 발생하면서 clunk과 함께 통증이 있는 환자 10례를 보고하며 이를 “ulnar midcarpal instability”라는 하였다.⁹⁾

이후 1993년 Lichtman은 이 환자들 대부분이 근위 수근열이 전방으로 굴곡되는 VISI의 경향을 보인다고 하여 이

Table 3. Classification of Midcarpal instability

Midcarpal instability (midcarpal CIND)
A. Intrinsic (ligament laxity)
1. Palmar MIC
2. Dorsal MIC
3. Combined
B. Extrinsic (dorsal displaced radius fracture)

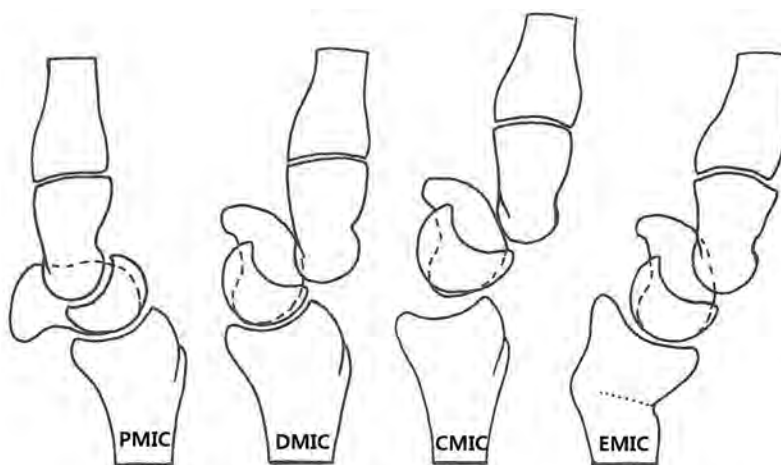


Fig. 1. Classification of Midcarpal instability

를 palmar midcarpal instability라고 하였으며 이외의 다른 형태의 midcarpal instability을 발견하였고 palmar, 'dorsal', 'combined' and 'extrinsic' midcarpal instability로 분류하였다(Table 3)(Fig. 1).⁸⁾

A. Intrinsic MCI

1. 전방 중수근 불안정(palmar midcarpal instability; PMIC)

Midcarpal instability의 대부분은 palmar midcarpal instability(PMIC)로 전체 근위 수근열이 전방으로 굴곡되어 있다. 이 질환은 처음에는 외상에 의해 근위 수근열에서 원위 수근열로 가는 내재 인대의 파열을 원인으로 생각하였으나 이후 이러한 인대가 이완되어 과운동성(hypermobility)을 보이는 경우 주로 발생한다고 알려졌다. 이후 Lichtman은 대부분의 PMIC는 midcarpal뿐만 아니라 radiocarpal joint의 instability 역시 동반한다고 하였다.¹⁰⁾ Park 등은 dynamic stress radiographs에서 정상인에서 10%는 radiolunate articulation의 subluxation을 보인다고 하였으며 이는 PMIC 환자에서 Generalized joint laxity가 있는 경우가 많기 때문에 PMIC는 특정한 인대의 문제보다는 중수근 관절을 연결하는 관절막 인대의 전반적인 과이완성(hyperlaxity)이 원인이라고 생각되고 있다.

정상적으로 손목의 요척 변위(radioulnar deviation)시 요척 변위와 함께 근위열의 굴곡 및 신전 운동도 동시에 일어난다. 즉 요측 변위(radial deviation)시 근위 수근열은 요측 변위와 함께 점차적으로 전방으로 굴곡되고(gradually movement), 척측 변위를 할 때에는 근위 수근열의 점차적으로 신전 운동이 발생한다. 이러한 부드러운 움직임은 수근굴의 형태뿐만 아니라 손목 인대의 기능에 의해 이루어지게 된다. 그러나 인대가 과도하게 이완(hyper-laxity)되어 있는 경우 요척측 변위시 근위 수근열의 부드러운 움직임은 이루어지지 않고, 갑작스러운 움직임(sudden clunk)이 발생하게 된다. 즉, 척측 변위를 하게 되면 삼각골이 원위로 이동하면서 근위 수근열은 신전해야 되지만 손목 인대가 느슨한 경우 근위 수근열의 신전이 일어나지 않고 있다가 척측 변위 마지막 단계에 손목 인대에 장력이 전달되면서 갑자기 신전이 되고 탄발음(snapping)과 함께 통증을 느끼게 된다. 이를 “catch-up clunk”이라고 한다. 초기에는 snapping만 있고 통증이나 기능 장애가 없을 수 있으나 반복적인 경우 주변 조직의 염증을 유발하고 약한 손상에 의해서도 상대적으로 쉽게 불안정성과 함께 증상이 발생할 수 있다.

아직 어떤 인대가 이러한 불안정성을 유발하는지 명확하게 밝히지 못하고 있다. 위에 기술한 근위 수근열과 원위 수근열의 움직임과 중수열의 안정성에는 triquetro-hamate-capitate ligament (THC) 및 Scaphocapitate ligament (SC)가 만나서 형성하는 arcuate ligament와 그 superficial하게 위치하는 Ulnocapitate ligament (UC), radioscaploidcapitate ligament (RSC)가 중수근 관절의 안정성에 중요하다. 해부학적 연구^{9,16,17)}에서 ulnar limb of the palmar arcuate ligament(triquetro-hamate-capitate ligament; THC)와 dorsal radiocarpal ligament의 이상이 그 원인이라고 하였으며 이후 Garcia 등은¹⁾ STT ligaments, dorsal intercarpal ligaments, palmar radio-lunate 와 ulno-lunate ligaments등이 원인이라고 하였으나 아직도 명확한 인대를 특정지을 수 없으며 중수근 관절을 연결하는 관절막과 인대의 전반적인 과이완성(hyperlaxity)이 원인으로 보인다. 또한 2007년 Hagert 등^{2,3)}은 THC ligament에 richly innervated 이 있어 proprioception control 역할을 하는데 이러한 proprioception 기능의 저하도 불안정을 유발한다고 하였다.

대부분은 PMIC가 동적으로 발생하여 방사선 사진에서는 정상으로 보이지만 매우 드물게 PMIC가 방사선 사진에서 static flexion of the proximal carpal row 즉 VISI deformity를 보이는 경우도 있는데 이러한 경우는 대부분 수동

적으로 정복이 가능하지만 바로 정복이 소실되는 경향을 보인다.^{4,9)} 이 경우 일차적인 원인을 찾아야 되며 특히 luno-triquetral ligament (LT) rupture를 배제 하여야 한다. 또한 매우 드물게 교정되지 않는 VISI deformity가 있을 수 있다.

2. 후방 중수근 불안정(dorsal midcarpal instability; DMIC)

Dorsal midcarpal instability(DMIC)는 주로 젊은 사람에서 양측성으로 발생하며 radioscapocapitate ligament (RSC)의 hyper-laxity나 손상과 관련이 있다고 생각된다. DMIC는 유두골에 후방 스트레스와 축성 하중(axial force)이 가해지면 월상골로부터 유두골이 후방으로 이탈구되는 것을 말하며 유두-월상 불안정(capitolunate instability)이라고도 한다. 1984년 Louis는¹²⁾ 11명의 유두-월상 불안정(Capitolunate instability pattern: CLIP)을 보고하였으며 dynamic dorsal displacement test 를 통해 이를 진단내릴 수 있다고 하였다. Louis는 11명의 환자 중 10명의 환자는 보존적 치료를 통해 증상이 없어졌다고 하였다. Johnson and Carrera 등은⁶⁾ 외상 후 chronic 하게 발생한 손목의 통증과 clicking이 있는 환자 12례를 보고하였고 이를 만성 유두-월상 불안정성(Chronic Capitolunate instability; CCI)라고 하였으며 palmar radiocapitate ligament (RSC)를 radial triquetral ligament (LRL)와 봉합 하여 space of Poirier 을 closing 함으로써 증상의 호전되었다고 하였다.

3. 복합성 중수근 불안정(Combined midcarpal instability; CMCI)

Combined midcarpal instability(CMCI)는 과유연성(hyperlaxity)을 가진 사람에게 발생하고 원위 수근열이 전방, 후방 양쪽 방향으로 발생할 수 있으며 radio-carpal instability 를 동반하는 경우도 많다. 1994년 Wright 등은 전후면 방사선 사진에서 radioulnar slope이 증가된 ulnar minus variance 환자에서 발생한 불안정성을 보고하였다. Radioulnar slope이 증가된 경우 척측 변이시 월상골이 척측으로 이동하여 lunate fossa의 척측 모서리(edge)에 매달리는 형태(hang up)가 되고 이러한 근위 수근열의 ulnar translation으로 인해 불안정성에 잘 발생한다고 하였다(Fig. 2).

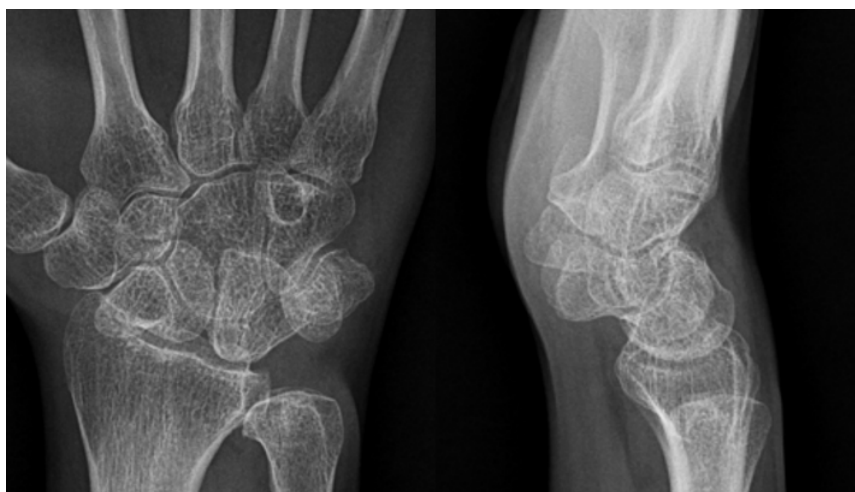


Fig. 2. In ulnar minus variance, lunate's ulnar translation and palmar midcarpal instability during ulnar deviation.

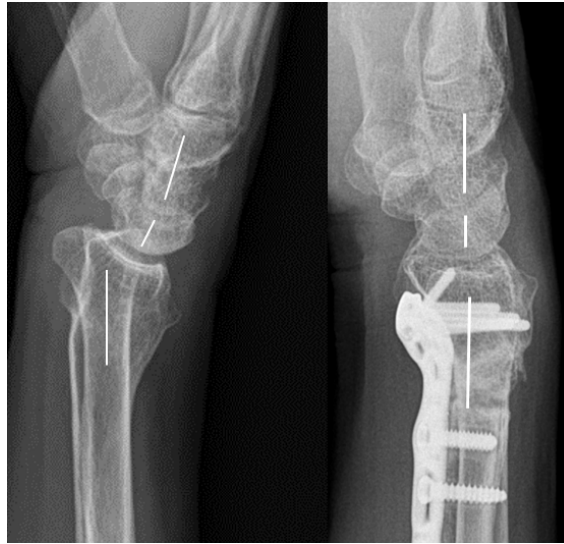


Fig. 3. Extrinsic midcarpal instability or carpal instability adaptive after distal radius malunion. After corrective osteotomy, these malalignment and instability are corrected.

B. Extrinsic MCI

외재성 중수근 불안정(Extrinsic MIC)은 그 원인 수근골과 인대 손상이 아닌 요골이나 척골의 변형에 의해 이차적으로 발생하는 것을 말한다. 1972년 Linscheid and colleagues 등은¹¹⁾ 원위 요골 부정 유합 후 발생한 수근골의 불안정성을 처음 보고하였다. 이후 1984년 Taleisnik 와 Watson 등이¹⁵⁾ 12례의 증례와 함께 Extrinsic MIC라고 하였다. 대부분의 Extrinsic MIC는 원위 요골 골절 부정유합 후 발생한다. 요골 부정 유합으로 후방 각형성이 증가하면 점차적으로 RSC와 UC ligament가 늘어나게 되고 결과적으로 DMCI과 비슷한 상태가 유발된다. 방사선 사진의 측면 사진에서는 요골이 후방 전위(dorsal displacement) 및 후방 각형성(dorsal angulation) 된 경우 월상골이 후방 전위 및 신전하여 DISI 형태가 되고 이에 따라 유두골은 후방으로 전위 및 전방 굴곡하여 최종적으로 요골 정중양선 보다는 후방에 위치하게 된다. 이러한 Extrinsic MCI는 부정 유합된 원위 요골을 교정 절골술(corrective osteotomy)을 시행하여 치료할 수 있다(Fig. 3). 반대로 전방 각형성된 상태로 부정 유합된 경우 비해리성 VISI 패턴의 PMIC가 발생한다. 사실 이러한 형태의 불안정은 true carpal instability 보다는 carpal adaptation에 해당한다. 그러나 거의 대부분의 intrinsic MCI가 보존적 치료를 하는 반면 이러한 Extrinsic MCI는 빈도가 많고 수술적인 치료를 통해 치료가 되기 때문에 임상적으로 더 중요하다고 할 수 있다.

III Grading System

PMIC 정도를 분류 하는 것은 어려운데 Lichtman and Feinstein는 인대의 laxity 정도에 따른 grading system을 만들었다. 그러나 이 시스템은 부정확하고 laxity의 정도가 임상적인 불안정성과 일치하는 것도 아니어서 잘 사용되지 않으며 Hargreaves grading system이 임상적 방사선학적으로 불안정성의 정도를 나타내기에 적합하여 좀 더 많이

Table 4. Hargreaves grading system for PMIC

		Description	Surgical treatment options
Grade 0	Pre-symptomatic	No symptoms of instability but able to perform voluntary catch up clunk. Patient at risk of symptoms.	No treatment
Grade 1	Dynamic	Symptoms of giving way. Symptoms reproduced with a positive midcarpal shift test. No voluntary clunk or sag.	Soft tissue stabilization or arthroscopic capsular shrinkage
Grade 2	Voluntary dynamic	Symptomatic giving way with voluntary subluxation (ulnar sag sign or voluntarily performed catch up clunk).	Soft tissue stabilization or arthroscopic capsular shrinkage
Grade 3	Static reducible	VISI deformity on lateral X-ray at rest. Deformity easily reducible on manipulation.	Soft tissue stabilization or bone procedure
Grade 4	Static irreducible	Fixed VISI deformity on lateral X-ray. Not easily reducible. Locked.	Bone procedure

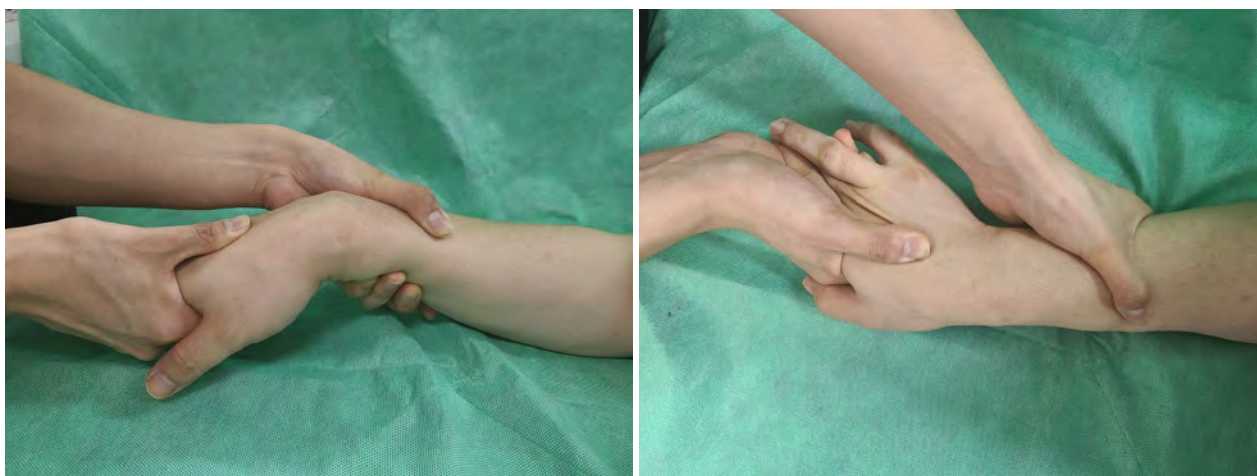


Fig. 4. The midcarpal shift test can be diagnostic for PMIC. This maneuver accentuates the existing palmar subluxation of the distal row and disengages the normal intercarpal contact points. The examiner then moves the wrist into ulnar deviation. As the wrist nears complete ulnar deviation, a strong clunk is felt, and often heard, as the distal row snaps back to its physiologic position.

사용된다(Table 4).⁷⁾

III Clinical assessment

환자들은 보통 불안정성의 임상적인 증상인 clunking과 함께 발생하는 통증을 주소로 내원한다. 그러나 불특정한 가벼운 통증, 근력 저하, 불편감 등의 사소하고 증상을 호소하는 경우도 많고 intrinsic MCI 경우에는 외상 병력이 없는 경우도 많다. 다만 직업적인 반복적인 손상이나 사소한 외상(minor trauma), 스테로이드의 사용등의 병력이 있을 수 있다.^{8,13)}

PMIC 진단에는 중수근 변위 검사(midcarpal shift test)가 가장 중요하다. 환자의 손을 회내전 상태에서 검사자의



Fig. 5. Dynamic dorsal displacement test: by AJR 1984, 143(2):361-4

한손으로 손목을 잡고 반대손으로는 손을 잡고 엄지손가락으로는 3번째 중수골 근위부를 손등에서 손바닥쪽으로 누른 상태에서 원위열이 전방으로 아탈구를 시킨다. 이 상태에서 수동적으로 척측 변위를 가하면 척측변위 거의 마지막에 전방 굴곡된 근위열은 신전되고 원위열은 정복되면서 특징적인 clunk 현상이 통증과 함께 유발된다('Catch up' clunk) (Fig. 4).

DMCI의 평가를 위해서 "Dynamic dorsal displacement test"가 도움이 된다. Louis^{12,18)}는 fluoroscopy 하에서 한손으로 환자의 손목을 굴곡 및 신연(traction)한 상태에서 다른 한손의 엄지 손가락으로 주상골 결절(scaphoid tubercle)의 전방에서 후방으로 압력을 가하면 근위 수근열이 후방으로 아탈구 되거나, 유두골(Capitate)가 월상골의 후방으로 아탈구되는 것을 확인할 수 있다고 하였다(Fig. 5).

III Imaging

대부분의 intrinsic MCI은 영상검사에서 정상 소견을 보인다. 따라서 영상 검사는 다른 병인을 제외하기 위해 시행된다. PMIC에서 X-ray는 VISI deformity가 보이는 경우가 있는데 이 경우 PMIC에서 static VISI deformity가 생겼을 수 있지만, 그보다는 더 흔한 원인인 luno-triquetral ligament rupture와 같은 다른 원인과 감별이 필요하다. luno-triquetral ligament rupture가 있는 경우 LT ballottement가 있을 수 있으며, 중수근 변위 검사나 Fluoroscopy를 통해서 clunking wrist를 확인하는 것으로 구분이 가능하다. 특히 Fluoroscopy 통해 요척운동시 근위열의 비정상적인 움직임을 확인하는 것이 가장 도움이 된다. Arthrogram에서도 정상 소견을 보이며 MRI 또한 다른 병인들을 배제하는 데에 도움을 주지만, 다른 병인이 없는 경우라면 보통 정상 소견을 보인다. 진단적 관절경 역시 PMCI환자에서는 diffuse synovitis 외에는 특별한 이상 소견을 보이지 않는다.

Dorsal MIC 경우 VISI deformity 보다는 DISI deformity가 보일 수 있고 역시 위에 기술한 Fluoroscopy상에서 stress test 를 통해 이상 소견을 진단 내릴 수 있다.

Extrinsic MCI은 요골이 후방 전위(dorsal displacement) 및 후방 각형성(dorsal angulation) 되고 월상골이 후방으로 이동하고 후방 굴곡하게 된다. 이에 따라 유두골은 후방으로 전위 및 전방 굴곡하여 최종적으로 요골 정중양선 보다는 후방에 위치하여 adaptive z-deformity 를 보이게 된다.

III Treatment

Intrinsic MCI은 대부분 보조기를 통한 안정 가료, 일시적인 splint, activity modification 등의 비수술적 치료를 시행 한다. 이러한 보존적 치료가 실패한 경우 extra-articular procedure (radio-ulnar joint leveling), soft tissue procedure, limited intercarpal fusion을 시행해 볼 수 있다. Joint leveling 은 ulnar minus variance가 있는 경우, radial shortening 혹은 ulnar lengthening을 시행하는 데 이를 통해 척측으로 translation 된 월상골을 제 자리에 돌려 주고 근위 수근열의 snapping을 줄여 줄 수 있다. Soft tissue procedure는 인대 손상이 있는 경우에는 인대 봉합술을 시행하거나 laxity가 있는 경우 capsular augmentation 등을 시행할 수 있다. 그러나 Wright와 coworkers 등에 따르면 장기적으로 이러한 soft tissue procedure는 비수술적인 치료와 차이가 없다고 하였다.¹⁹⁾



Fig. 6. Four corner fusion for midcarpal instability

limited intercarpal fusion은 four corner fusion 혹은 triquetrum-hamate fusion을 시행할 수 있으며(Fig. 6) Extrinsic MCI는 부정 유합된 원위요골의 corrective osteotomy를 통해 치료할 수 있다(Fig. 3).

III Reference

1. Garcia-Elias M: The non-dissociative clunking wrist: a personal view. *J Hand Surg Eur Vol*, 33: 698-711, 2008.
2. Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S and Ljung BO: Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. *J Hand Surg Am*, 32: 30-36, 2007.
3. Hagert E, Lluch A and Rein S: The role of proprioception and neuromuscular stability in carpal instabilities. *J Hand Surg Eur Vol*, 41: 94-101, 2016.
4. Hankin FM, Amadio PC, Wojtys EM and Braunstein EM: Carpal instability with volar flexion of the proximal row associated with injury to the scapho-trapezial ligament: report of two cases. *J Hand Surg Br*, 13: 298-302, 1988.
5. Hargreaves DG: Midcarpal instability. *J Hand Surg Eur Vol*, 41: 86-93, 2016.
6. Johnson RP and Carrera GF: Chronic capitolunate instability. *J Bone Joint Surg Am*, 68: 1164-1176, 1986.
7. Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA and Hodge JC: Analysis of carpal instability: I. Description of the scheme. *J Hand Surg Am*, 20: 757-764, 1995.
8. Lichtman DM, Bruckner JD, Culp RW and Alexander CE: Palmar midcarpal instability: results of surgical reconstruction. *J Hand Surg Am*, 18: 307-315, 1993.
9. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR and Mack GR: Ulnar midcarpal instability-clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg Am*, 6: 515-523, 1981.
10. Lichtman DM and Wroten ES: Understanding midcarpal instability. *J Hand Surg Am*, 31: 491-498, 2006.
11. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW and Bryan RS: Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am*, 54: 1612-1632, 1972.
12. Louis DS, Hankin FM, Greene TL, Braunstein EM and White SJ: Central carpal instability-capitate lunare instability pattern: diagnosis by dynamic displacement. *Orthopedics*, 7: 1693-1696, 1984.
13. Mason WT and Hargreaves DG: Arthroscopic thermal capsulorrhaphy for palmar midcarpal instability. *J Hand Surg Eur Vol*, 32: 411-416, 2007.
14. Taleisnik J: Classification of carpal instability. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*, 44: 511-531, 1984.
15. Taleisnik J and Watson HK: Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am*, 9: 350-357, 1984.

16. Trumble TE, Bour CJ, Smith RJ and Glisson RR: Kinematics of the ulnar carpus related to the volar intercalated segment instability pattern. J Hand Surg Am, 15: 384-392, 1990.
17. Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, et al: Ulnar-sided perilunate instability: an anatomic and biomechanic study. J Hand Surg Am, 15: 268-278, 1990.
18. White SJ, Louis DS, Braunstein EM, Hankin FM and Greene TL: Capitate-lunate instability: recognition by manipulation under fluoroscopy. AJR Am J Roentgenol, 143: 361-364, 1984.
19. Wright TW, Dobyns JH, Linscheid RL, Macksoud W and Siegert J: Carpal instability non-dissociative. J Hand Surg Br, 19: 763-773, 1994.

Scapholunate Advanced Collapse

Yun-Rak Choi, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Disconnection of wrist kinematics by dissociation of the scapholunate joints, a condition of progressive instability results in advanced arthritis of radiocarpal and midcarpal joints unless managed appropriately. Scapholunate advanced collapse (SLAC) of the wrist describes the specific pattern of degenerative arthritis seen in chronic dissociation between the scaphoid and lunate.

III Pathoanatomy

Chronic scapholunate dissociation creates a dorsal intercalated segment instability (DISI) deformity, in which scaphoid is flexed and lunate is extended as scapholunate ligament no longer restrains this articulation (scapholunate angle >70 degrees; lunate extended >10 degrees past neutral). Resultant scaphoid flexion and lunate extension creates malalignment of concentric joint surfaces, which results in abnormal distribution of forces across radiocarpal and midcarpal joints.

III Presentation

Not all SLAC wrists are symptomatic, but patients likely present with some degree of wrist pain. Pain may be aggravated by heavy use and is sometimes associated with a clunking sensation during movement. There is usually a decreased wrist ROM and weakness of the grip strength. Pain with provocative movements is usually present like a scaphoid shift test.

III Imaging studies

Imaging begins with standard PA and lateral wrist radiographs. Bilateral clenched-fist views may re-

veal a DISI with a relative widening of the scapholunate interval on the affected side.

III Staging

Watson describes predictable progression of degenerative changes from the radial styloid to the entire scaphoid facet and finally to the unstable capitolunate joint, as the capitate subluxates dorsally on the lunate. The radiolunate joint is commonly spared, unlike other forms of wrist arthritis, since there remains a concentric articulation between the lunate and the lunate fossa of the distal radius.

Stage I: Arthritis between scaphoid and radial styloid

Stage II: Arthritis between scaphoid and entire scaphoid facet of the radius

Stage III: Arthritis between capitate and lunate

Stage IV: pancarpal arthritis observed in rare cases

III Treatment

Nonoperative treatment can include NSAIDS, wrist splints, and possible corticosteroid injections for mild disease.

Operative treatments include:

- Stage I SLAC wrist
 - Radial styloidectomy and scaphoid stabilization procedures
 - PIN and AIN denervation
- Stage II SLAC wrist
 - Proximal row carpectomy (PRC) is indicated to treat Stage II (but not Stage III) SLAC wrist.
- Stage III SLAC wrist
 - Scaphoid excision and four corner fusion (which produces reliable, positive outcomes in patients suffering from debilitating Stage II or Stage III SLAC wrist deformity.)
- Stage IV SLAC wrist
 - Wrist fusion

III Other motion preserving procedures

Initially, lunocapitate (LC) fusion with scaphoid excision was reported to have higher nonunion rates and surgical complications (averages of 30% and 62%, respectively) than those of 4CF with scaphoid excision (averages of 4% and 26%, respectively). With the development of surgical techniques and com-

pression using headless screws, LC fusion has resulted in remarkably lower rates of nonunions and complications (3.8% and 13.8%, respectively) that are equal to or lower than those of 4CF. Currently, LC fusion is regarded as a reliable treatment alternative to 4CF in patients with advanced traumatic arthritis of the wrist.

With recent innovations in arthroscopic techniques for the wrist, LC fusion with scaphoid excision has been increasingly performed with improved patient outcomes. Initially, arthroscopic LC fusion resulted in poor outcomes due to a low union rate (71.4%). Recently, a union rate of 92.9% was reported after arthroscopic 4CF in patients with advanced scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC) or SLAC of the wrist.

III Arthroscopic scaphoid excision and LC fusion: Surgical technique

Under general anesthesia and with the patient in the supine position, each patient's arm was prepared and draped on a hand table and exsanguinated using an Esmarch bandage and tourniquet. The patient's arm was suspended in an ARC wrist tower (Acumed, Hillsboro, OR) using 5 to 8 kg of traction, after placing the index, middle, and ring fingers in finger traps. A midcarpal ulnar portal was created first, and a 1.9-mm video arthroscope was passed through it, after which a midcarpal radial portal was constructed for use as a working portal. To excise the scaphoid bone, a 2.9- or 3.5-mm motorized burr and pituitary rongeur forceps were used across the working portal. After excising the scaphoid (at least the proximal two-thirds of it), the arthroscope was introduced through the midcarpal radial portal, and a 2.9-mm motorized burr was inserted through the midcarpal ulnar portal to remove the cartilage and subchondral bone from both the distal articular surface of the lunate and the proximal capitate until healthy-looking cancellous bones were revealed on both surfaces (Figure 1E and F). At this point, the traction was released, the lunate was reduced relative to the capitate in a slightly flexed manner using a joy-stick wire, and the capitate was ulnarly translated by providing thumb pressure on the radial side of the distal carpal row to achieve greater bony contact between the lunate and the capitate under arthroscopic and fluoroscopic imaging guidance. Then, a 17-gauge needle was inserted percutaneously at the dorsal surface of the capitate, and a 0.9-mm Kirschner wire was inserted into the lunate from the capitate for temporary fixation. When possible, one additional 0.9-mm Kirschner wire was inserted using the same technique. The gap between the lunate and the capitate was filled with demineralized bone material using an arthroscopy-guided bone graft procedure, as described previously^{16,17}. Briefly, the sheath of a 3.5-mm burr was packed with the demineralized bone material and inserted into the lunocapitate interval via the midcarpal ulnar portal. The demineralized bone was inserted into the gap using the trocar of a bone biopsy needle. Then, the Kirschner wires were replaced with the guidewires for

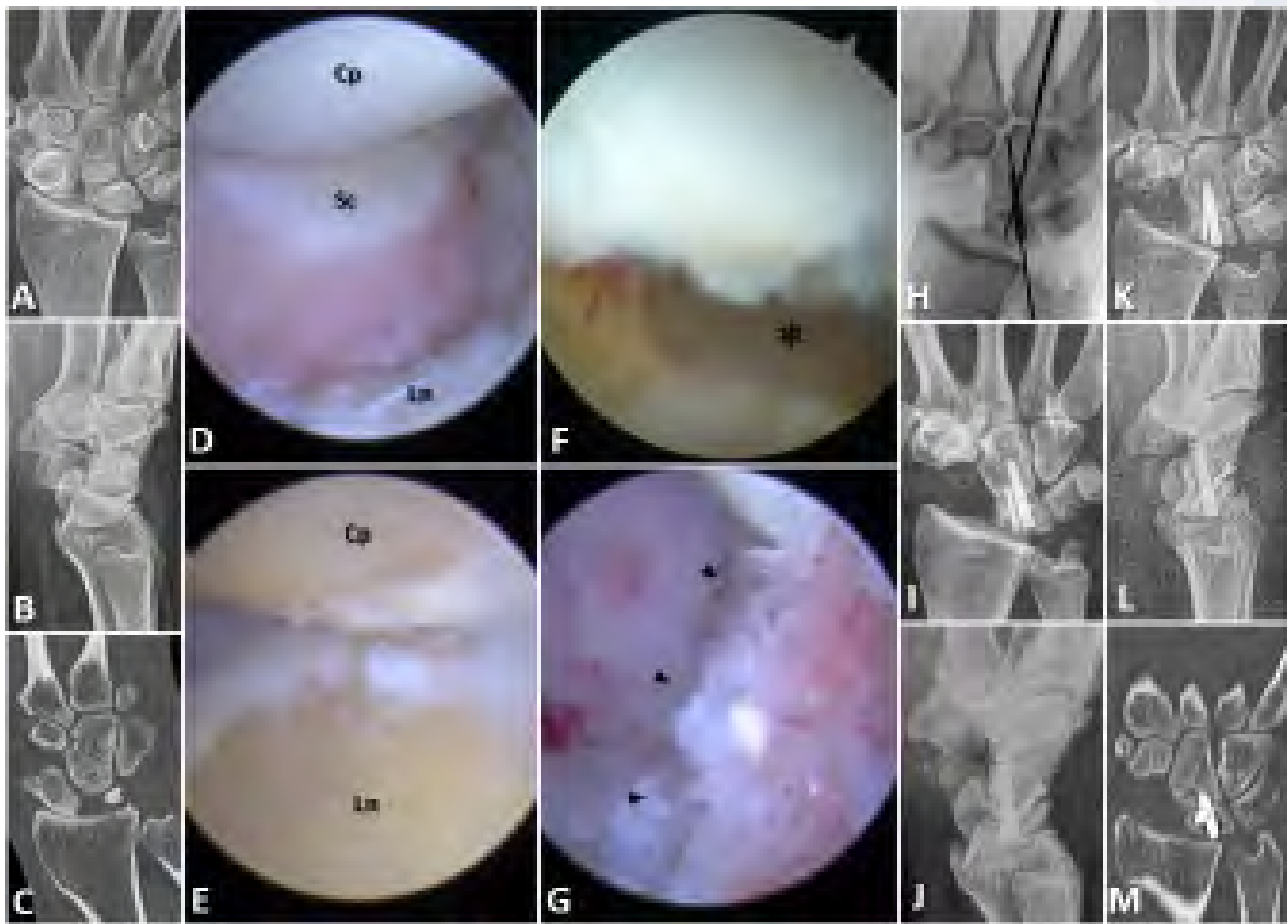


Fig. 1. Arthroscopic lunocapitate fusion in a patient with scapholunate advanced collapse (SLAC). (A, B, and C) Pre-operative posteroanterior and lateral radiographic views and a coronal computed tomographic scan of a 68-year-old male with stage II SLAC of the right wrist. (D) On the ulnar midcarpal view, the scaphoid is dissociated from the scapholunate alignment (Cp, capitate; Sc, scaphoid; Ln, lunate). (E) The radial midcarpal view reveals the cancellous bone underneath the joint surface after curetting the cartilage and subchondral bone. (F and G) On the radial midcarpal view, demineralized bone material (arrowheads) is inserted into the lunocapitate interval using a 3.5-mm burr sheath (asterisk) during fixation with temporary Kirschner wires. (H) On the intraoperative radiograph, temporary Kirschner wires are exchanged for headless compression screws. (I and J) Posteroanterior and lateral immediate postoperative radiographic views. (K, L, and M) Posteroanterior and lateral radiographic views and a coronal computed tomographic scan 10 weeks after surgery, showing that the lunocapitate interval has achieved a bony union.

the headless compression screws, which were used to fix the lunocapitate joint (Figure 1H). After ensuring that the lunate joint surface was free of protruding screws, all arthroscopic procedures were completed, and any loose debris within the joint was removed using a motorized shaver.

After surgery, the patient wore a short-arm thumb spica splint, and digital exercises were encouraged to reduce swelling. After 2 weeks, a well-molded short-arm thumb spica cast was applied to ensure a functional wrist position for 6 to 8 additional weeks. Patients were restricted from moving their wrist until a computed tomography (CT) scan, performed 8 to 10 weeks postoperatively, confirmed the bridg-

ing of the bone at the lunocapitate interval. Wrist motion and progressive strengthening exercises were then instituted.

III References

1. Watson HK, Ryu J. Evolution of arthritis of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;57-67.
2. Weber ER. Biomechanical implications of scaphoid waist fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1980: 83-89.
3. Waitayawinyu T, Pfaeffle HJ, McCallister WV, Nemechek NM, Trumble TE. Management of scaphoid nonunions. *Orthop Clin North Am.* 2007;38:237-249, vii.
4. Krakauer JD, Bishop AT, Cooney WP. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse. *J Hand Surg Am.* 1994;19:751-759.
5. Enna M, Hoepfner P, Weiss AP. Scaphoid excision with four-corner fusion. *Hand Clin.* 2005;21: 531-538.
6. Bain GI, Watts AC. The outcome of scaphoid excision and four-corner arthrodesis for advanced carpal collapse at a minimum of ten years. *J Hand Surg Am.* 2010;35:719-725.
7. Kirschenbaum D, Schneider LH, Kirkpatrick WH, Adams DC, Cody RP. Scaphoid excision and capitoulunate arthrodesis for radioscaphoid arthritis. *J Hand Surg Am.* 1993;18:780-785.
8. Siegel JM, Ruby LK. A critical look at intercarpal arthrodesis: review of the literature. *J Hand Surg Am.* 1996;21:717-723.
9. Dunn JC, Polmear MM, Scanaliato JP, Orr JD, Nesti LJ. Capitoulunate Arthrodesis: A Systematic Review. *J Hand Surg Am.* 2020;45:365 e361-365 e310.
10. Ferreres A, Garcia-Elias M, Plaza R. Long-term results of lunocapitate arthrodesis with scaphoid excision for SLAC and SNAC wrists. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34:603-608.
11. Giannikas D, Karageorgos A, Karabasi A, Syggelos S. Capitoulunate arthrodesis maintaining carpal height for the treatment of SNAC wrist. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35:198-201.
12. Calandruccio JH, Gelberman RH, Duncan SF, Goldfarb CA, Pae R, Gramig W. Capitoulunate arthrodesis with scaphoid and triquetrum excision. *J Hand Surg Am.* 2000;25:824-832.
13. Ho PC. Arthroscopic partial wrist fusion. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2008;12:242-265.
14. Baur EM. Arthroscopic-Assisted Partial Wrist Arthrodesis. *Hand Clin.* 2017;33:735-753.
15. Shim JW, Kim JW, Park MJ. Comparative study between open and arthroscopic techniques for scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Eur Vol.* 2020:1753193420908820.
16. Oh WT, Kang HJ, Chun YM, Koh IH, Lee YJ, Choi YR. Retrospective Comparative Outcomes Analysis of Arthroscopic Versus Open Bone Graft and Fixation for Unstable Scaphoid Nonunions.

Arthroscopy. 2018;34:2810-2818.

17. Kang HJ, Chun YM, Koh IH, Park JH, Choi YR. Is Arthroscopic Bone Graft and Fixation for Scaphoid Nonunions Effective? Clin Orthop Relat Res. 2016;474:204-212.

2020 Update in Hand and Microsurgery

A room

Elbow fracture

정덕환 (경희의대 정형외과)

한수홍 (차의과학대 정형외과)

1) Terrible triad

이주엽 (가톨릭의대 정형외과)

2) Coronoid fracture

이재성 (중앙의대 정형외과)

3) Radial head fracture

김주학 (한양의대 정형외과)

4) Trans-olecranon Fx Dx

김병성 (순천향의대 정형외과)

5) Posterolateral and posteromedial instability 류인혁 (포항세명기독병원 정형외과)

Terrible Triad of the Elbow (주관절 위험 삼주징)

이 주 엽

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

III 서론

주관절 탈구는 관절의 안정성에 기여하는 주위의 모든 인대와 관절막의 손상을 일으킨다. 이때 고에너지에 의한 주관절 탈구는 요골두 골절(radial head fracture)이나 구상돌기 골절(coronoid fracture)을 동반하는 경우가 많다. 이를 Hotchkiss는 “위험 삼주징 (Terrible Triad of the Elbow)”이라고 하여 치료에 특별한 주의를 하여야 하는 가장 심한 형태의 주관절 복합손상이라고 하였다(Fig. 1). 이 손상은 단순 방사선에서 보이는 골편의 크기가 작기 때문에 불안정성이 간과되기 쉽고, 골편의 고정이 어려우며, 고정이 된다고 해도 인대 손상에 의해 유지가 어려운 문제가 있었다. 그러나 최근 주관절에 대한 생역학적 이해 및 수술 기구 등이 개선되어 수술적 치료의 결과가 향상되고 있다. 본 연수강좌에서는 주관절 위험 삼주징의 이해 및 골절의 고정 방법, 측부 인대의 봉합 여부 등에 초점을 맞추어 고찰해 보도록 한다.



Fig. 1. Radiologic findings of terrible triad. Radial head and coronoid fractures are seen with elbow dislocation.

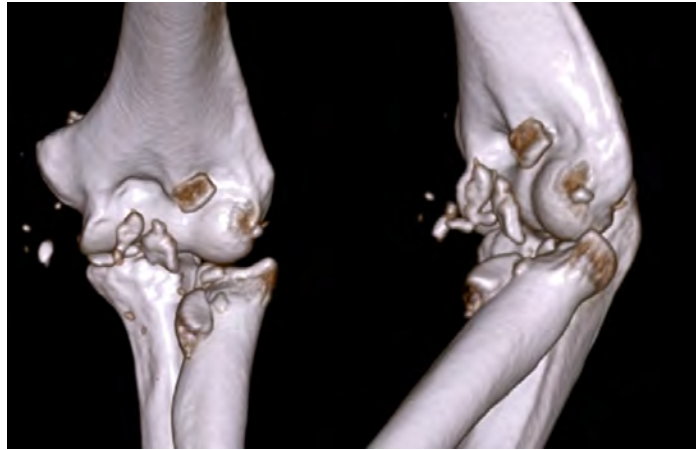


Fig. 2. 3D CT radiographs showing comminuted fractures of coronoid and radial head

III 진단(Diagnosis)

주관절 위험 삼주징의 진단은 대부분 단순 방사선 검사를 통하여 이루어진다. 대개 주관절 탈구와 함께 주관절의 전방으로 작은 골편을 관찰할 수 있는데, 이것이 구상 돌기와 요골두 중 어디에서 떨어져 나왔는지를 구별하기는 어려운 경우가 많다. 보통 구상돌기 골편은 작은 삼각형 모양으로 보이나 분쇄가 심한 경우가 많고, 요골두 골편은 전방 전위가 심하나 후방은 비교적 유지되는 경우가 많다. 이학적 검사에서는 견관절, 전완, 완관절에 대한 검사 및 방사선 촬영도 시행하고 탈구를 정복한 후 신경 손상의 유무도 확인하여야 한다. 전산화 단층 촬영(computed tomography)은 요골두의 골절 형태 및 크기를 확인하는데 도움이 되고 특히 3차원 재건 영상이 수술적 도달법을 결정하는데 도움을 준다(Fig. 2).

III 수술적 치료(Surgical Treatment)

주관절 위험 삼주징은 심한 주관절 불안정성을 동반하기 때문에 비수술적 치료가 선택되는 경우는 없으며, 대부분 좋은 결과는 초래하게 된다. 수술적 치료의 목표는 조기 재활이 가능한 안정적인 주관절을 만드는 것이다. 이를 위하여 요골두 골절의 고정이나 치환술, 구상돌기 골편의 고정, 측부인대 봉합술 등 가능한 모든 수단을 동원하여야 한다. 이러한 조치를 하여도 지속적인 불안정성을 호소하는 경우가 있으며 최근 내측 측부 인대(medial collateral ligament)의 중요성에 대한 내용이 강조되고 있다.

수술적 접근은 팔뚝위 후방 도달법을 사용하여 내측과 외측의 골절을 정복할 수도 있으나, 골절편이 대부분 전방에 있는 것을 감안하면 내측과 외측에 별개의 절개선을 사용하여 접근하는 것이 추천된다. 먼저 외측으로 피부 절개 후 Kocher 간격으로 관절을 완전히 노출시키고 파열된 외측 측부 인대(lateral collateral ligament)를 확인한다. 이때 후방 골간 신경(posterior interosseous nerve)이 손상되지 않도록 전완부의 회내 상태를 유지하는 것이 좋다.

III 구상돌기 골절의 고정(Coronoid fracture fixation)

전통적으로 구상돌기 골절은 외측 도달법으로 정복 및 고정을 하라는 의견이 많았으나, 최근 구상돌기 골절의 형태에 대한 연구 결과 전내측 골편의 고정에는 내측 도달법이 필요하다는 주장이 많다. 구상돌기 골절의 고정은 골편의 크기에 따라 결정하는데, 10% 이하의 작은 골편은 제거가 가능하나 대부분 전내측 면(anteromedial facet)을 포함하는 제 2형 골절이 많아 유관 나사(cannulated screw)나 금속판을 이용한 고정술이 추천된다(Fig. 3). 분쇄가 너무 심하여 고정이 불가능할 것으로 판단될 경우 요골두 치환술 시 제거된 요골두 골편을 이용하거나 장골익(iliac crest), 주두(olecranon)의 말단부를 채취하여 고정을 시행하는 경우도 있다.



Fig. 3. Anatomic plate fixation for anteromedial coronoid fragment.

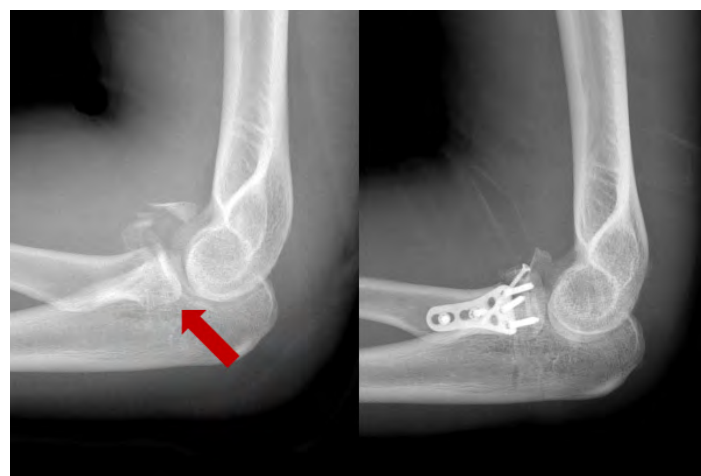


Fig. 4. If posterior fragment of the radial head is not displaced, radial head plate fixation is feasible.

III 요골두 골절의 고정(Radial head fracture fixation)

요골두 골절도 분쇄가 심한 경우가 많으나 위험 삼주징에 동반된 요골두 골절은 후방 골편이 전위가 심하지 않아 고정을 시도해 볼 수 있다. 대개 해부학적 금속판 및 유관나사를 사용하며 골편의 안정성을 부여하여야 한다(Fig. 4). 골절의 정복 및 고정술 이후에는 윤상 인대(annular ligament)를 봉합하지 않아야 금속판으로 인한 자극을 예방할 수 있다. 만약 요골두 골절의 분쇄가 너무 심하여 고정술이 불가능할 경우에는 절제술 보다는 요골두 치환술(radial head replacement)을 시행하는 것이 주관절의 안정성 확보에 도움이 된다(Fig. 5).

III 측부 인대의 봉합(Collateral ligaments repair)

전통적으로 위험 삼주징의 도달은 외측 도달법을 선호하였으므로 외측 측부 인대의 봉합에는 대부분 이견이 없었으

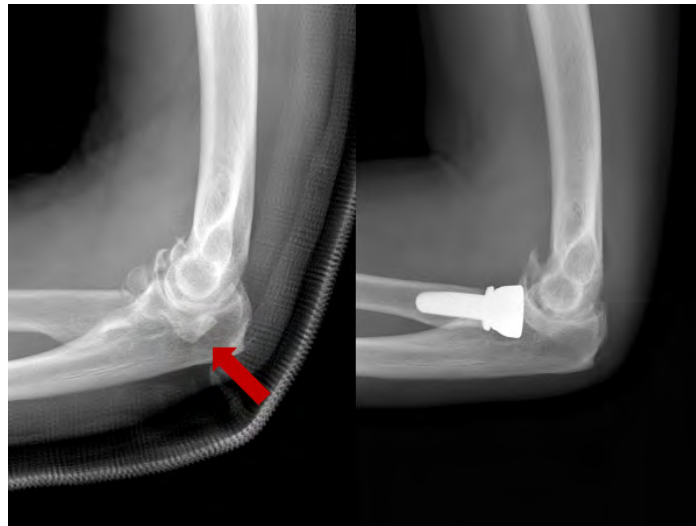


Fig. 5. If posterior fragment of the radial head is displaced, replacement arthroplasty is recommended.

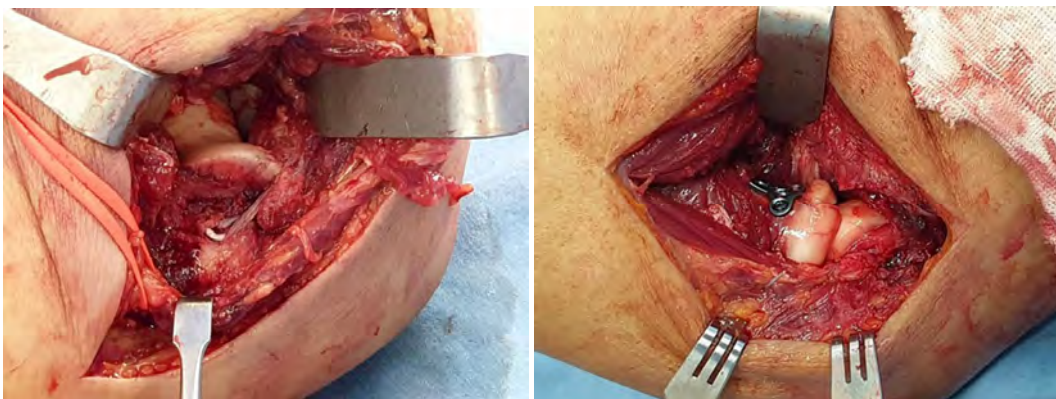


Fig. 6. Internal brace ligament augmentation for medial and lateral collateral ligaments.

나, 내측 측부 인대는 상대적으로 간과되는 경향이 있었다. 그러나 최근 연구에서 내측에서 굴곡근의 파열이 50% 이상에서 동반되며, 내측 도달법을 추가하여 보다 견고한 구상돌기 골절을 하기 때문에 자연스럽게 내측 인대 봉합술도 함께 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 내측 측부 인대는 외측과 달리 봉합할 인대 조직이 많이 남아있지 않기 때문에 내재 보조 인대 보강술(internal brace ligament augmentation) 같이 견고한 비흡수성 봉합사를 이용하여 봉합하는 것이 권장된다 (Fig. 6)

III 결론

본 종설에서는 주관절 위험 삼주징의 진단 및 수술적 치료의 원칙에 대하여 알아보았다. 먼저 이러한 손상은 교통사고 등 강한 외력에서 발생할 수 있음을 인식하고 다른 부위의 관절 및 신경 손상을 의심할 수 있어야 한다. 또한 최근에 개발된 보다 견고한 해부학적 금속판과 비흡수성 봉합사를 이용하여 최대한 주관절의 안정성을 확보할 수 있어야 조기 재활운동이 가능할 것이다. 내측 도달법은 점차 보편화되고 있으며, 향후 내측과 외측의 인대 및 골절을 고정하는 것이 표준적인 치료가 될 것으로 판단된다.

구상돌기 골절(Coronoid Fracture)

이재성, 정형석

중앙대학교 정형외과학교실

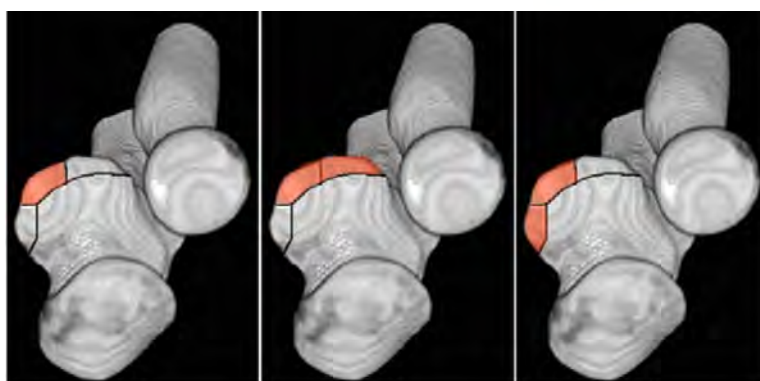
III 해부학적 특징

구상돌기는 시상면에서 주두돌기(olecranon)의 끝보다 높아 주관절의 전방 안정성을 유지하는 가장 중요한 구조물로 형태적으로 가운데에서 가장 튀어나온 첨부(coronoid tip)와 척골과 연결되는 기저부(base), 내측으로 돌출되어 내반 안정에 중요한 역할을 하는 전내측 관절면(anteromedial facet), 그리고 요골두와 관절을 이루는 S형 절흔(sigmoid notch)로 구별할 수 있다. 관절막은 첨부 끝보다 2-3mm 원위부에 붙어있어 첨부는 관절내 구조물이며, 그 앞에 상완근이 넓게 부착하게 된다. 최근 중요성이 부각된 전내측 관절면의 경우 가장 튀어나온 부위(sublime tubercle)에 내측 측부인대의 전방속(anterior band)이 부착하고 있고, 내측으로 돌출이 되어 관절면의 면적을 넓히고, 내반 안정성을 유지하는 데 도움이 되나 척골 간부의 골성 지지를 받지 못해 내반력으로 골절되기 쉬운 구조이다. 외측 척측 측부 인대 또한 윤상 인대를 경유하여 회외전근 능선(supinator crest)에 부착하게 된다.

III 골절의 분류 및 동반손상

전통적으로 Regan-Morrey는 골절편의 크기에 따라 구상돌기 골절을 분류하였다. 주관절의 측면 영상(lateral view)을 기준으로 첨부 골절을 type I, 높이의 50% 미만은 type II, 50%이상을 침범하는 것을 type III로 나눈다. 이러한 분류는 전방 안정성에 관여하는 구상돌기의 이차원적 역할에 충실하게 직관적으로 골절을 분류할 수 있지만, 항상 횡골절 형태로 나타나진 않고, 삼차원적 손상 기전과 동반 손상을 고려한 치료방법을 반영 하지는 못한다. 또한 전내측 관절면의 중요성이 부각되면서 O'Driscoll은 골절된 부위와 형태를 중심으로 한 새로운 분류를 발표하였다. 특히 type II 전내측 관절면 손상을 골절된 부위에 따라 나누었는데, subtype I은 첨부 내측에서 sublime tubercle 앞까지, subtype II는 첨부를 포함한 경우, subtype III는 sublime tubercle을 침범한 경우로 나누었다. 이는 동반 손상과의 연관성을 고려하여 치료 방침을 정하는 데 도움이 되는 분류법이라 할 수 있겠다(그림 1).

구상돌기 골절과 동반되는 손상은 외측 측부 인대 손상, 내측 측부 인대 손상, 요골두 골절, 주두 골절이 대표적 손상이며, 많은 경우 탈구 혹은 아탈구와 관련이 있게 된다. 구상돌기 골절 및탈구가 동반된 환자에 대해 분석한 연구를



II – subtype 1 II – subtype 2 II – subtype 3

그림 1. O'Driscoll classification

보면 골편 크기에 따라 동반되는 손상이 특징지어지게 된다. 구상돌기 첨부 골절이 있으면서 탈구가 동반된 경우 terrible triad 손상 같이 외반 후외측 회전력에 의해 양측의 측부인대 손상, 요골두 골절이 동반되어 상당히 불안정 골절이 되는 경우가 많다. 구상돌기 전내측 관절의 골절이 있으면 내반-후내측 회전력에 의해 외측 측부 인대 손상이 필연적으로 따라오고, 기저부 골절의 경우 주두-경유 골절 및 탈구 (Transolecranon fracture & dislocation)와 관련이 있는 경우가 많다. 따라서 단순히 골편의 크기로 치료를 결정하기 보다는 골편의 위치를 통해 파악한 손상기전을 고려하여 동반된 손상에 따라 치료 방법을 결정해야 한다.

III 골절면에 따른 치료 원칙

1) Type I (tip fracture)

시상면상 높이의 50% 미만의 경우 전방 안정성에 영향을 미치지 않기 때문에 골편의 고정은 크게 의미가 없어 굴곡-신전 시 안정성이 괜찮다면 굳이 수술적 치료는 필요 없다. 그러나 전술한 바와 같이 이러한 골절이 탈구와 관련이 있다면, 외반 후외측 회전력에 의해 양측 측부 인대 손상과 요골두 골절이 동반된 Terrible triad 형태로 상당히 불안정한 손상이다. 이 때 작은 구상돌기 골절면에 대해 외측 접근을 통해 요골 두의 고정과 외측 측부 인대를 봉합하기 전 구상돌기 tip을 소위 lasso 술기로 봉합사 고정이 소개되고 있기는 하지만 수술 시야가 상당히 좁고 기술적으로도 쉽지 않다. 최근 여러 연구에 따르면 이런 손상에 있어서 외측 접근을 통해 요골 두 고정 혹은 치환술, 외측 측부 인대 복원술만을 하여도 안정성에 있어서 충분하다고 보고 되고 있다. 따라서 기술적으로 쉽지 않은 작은 골절면 고정에 집중하기 보다는 동반 손상된 외측 측부 인대 손상과 요골 두 골절에 주의를 기울여 치료해야 하며, 만약 이 후에도 불안정성이 있다면 내측 측부 인대 봉합술을 시행하면 불안정성은 해결이 가능하다(그림 2).

2) Type II (anteromedial facet fracture)

전내측 관절면은 척골 간부에서 내측으로 돌출되어 있어 외측 측부 인대와 더불어 내반 안정성을 유지하는데 도움



그림 2. A. 24세 남자로 Terrible triad 손상 B. coronoid tip은 고정을 하지 않고, 외측 접근을 하여 요골두 고정 및 외측 측부 인대 봉합 시행하고, 불안정성이 남아 내측 접근하여 내측 측부 인대 봉합술 시행 후 2년 추시관찰.

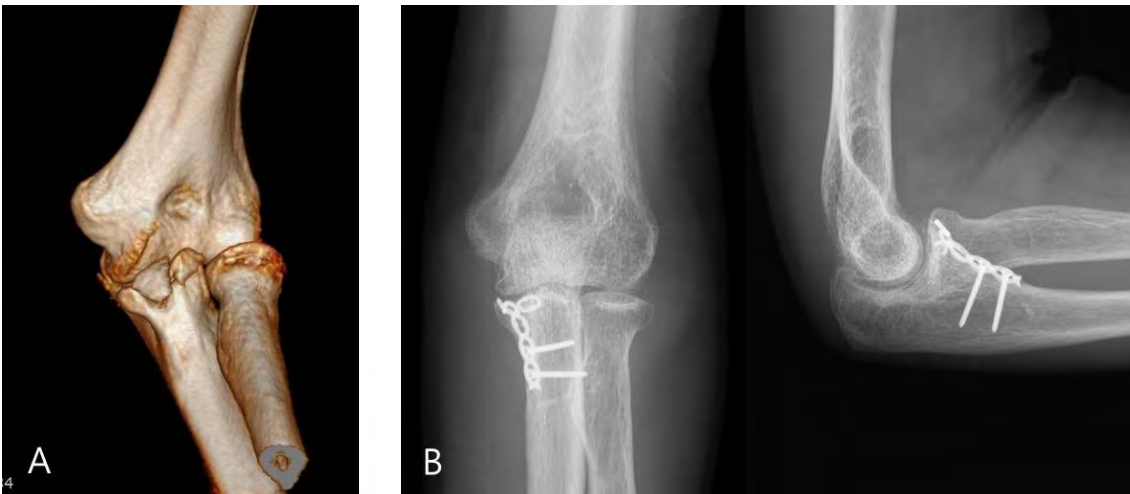


그림 3. A. 56세 여자로 전내측 관절면 골절 (subtype II) B. 내측 접근으로 회내 굴곡근을 분리하여 접근 2.4mm mini-plate를 골절면에 맞춰 buttress plate 고정 후 외측 측부 인대 봉합술을 시행함.

이 되나, 척골 간부의 골성 지지가 없어 내반-후내측 회전력이 가해지면서 외측 측부 인대 손상과 더불어 전내측 관절면이 골절되게 된다. 연구에 따르면 subtype II-III의 경우 골성 고정이 되지 않으면, 후내측 회전 불안정성이 남아 내측에 외상 후 관절염이 조기에 발생하며 봉합된 외측 측부 인대의 회복이 잘 되지 않아 추후 외측 인대 재건술이 필요한 경우가 많아 예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있다. 따라서, subtype I의 경우 골절편이 작아 직접적인 골 고정 보다는 외측 측부 인대 복원술만으로도 충분하며, subtype II-III의 경우 반드시 골편을 고정하여 골성 안정성을 얻는 것이 중요하다. 이 때 구상돌기 전내측 관절면에 접근하는 방법으로 내측 절개를 통한 회내-굴곡근을 분리(over the top approach)방법으로 접근하면 subtype II, III, sublime tubercle까지 노출을 할 수 있으며 고정 또한 가능하다. 특히 척골신경의 박리가 불필요하여 의인성 척골 신경손상을 최소화 할 수 있다는 장점이 있으나, 굴곡근을 외측으로 젖히는 곳 가까이 정중신경과 상완동맥이 위치한다는 것을 항상 염두해 두어야 한다. 많이 쓰는 방법으로 sublime tu-

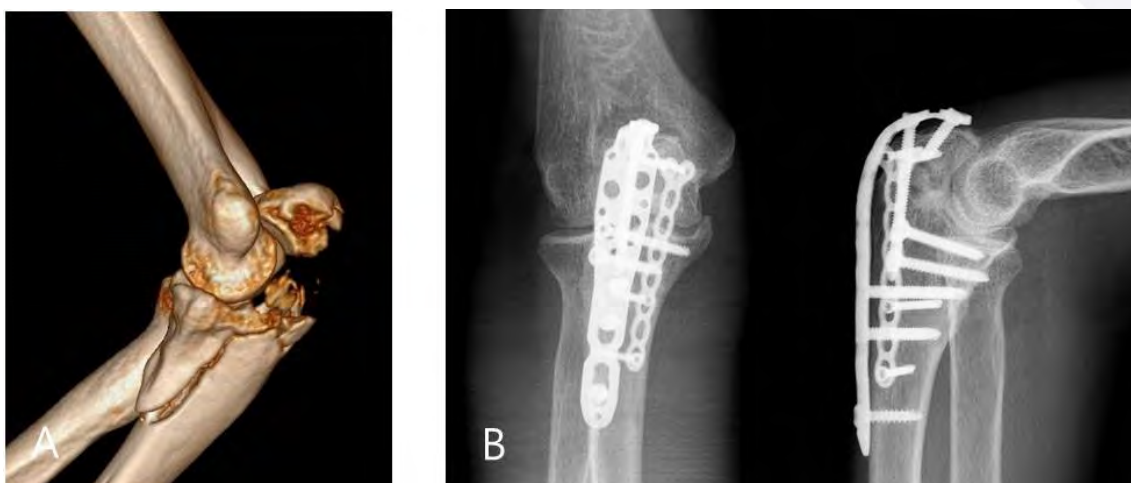


그림 4. 54세 여자 coronoid base와 olecranon을 침범하는 복잡 근위 척골 골절 (complex proximal ulnar fracture) B. 후방 접근을 하여 주두 골절편을 들어 구상돌기 골편을 직접 보고 정복한 후 나사못 고정을 시행함.

bercle과 기저부까지 침범한 경우 FCU를 분리하고 접근할 수 있으나, 이 경우 침부 쪽으로 보기가 힘들고 척골신경을 박리해야 한다는 단점이 있다. 또한 기저부 골절이 있을 경우 FCU를 비롯하여 근육 전체를 앞쪽으로 박리하여 들어 찢히는 방법이 있지만 효용성 면에서 잘 사용하지는 않는다. 본 저자는 회내-굴곡건 분리 방법이 침부는 물론, sub-lime tubercle까지 노출이 가능하고 골절 부위를 충분히 고정할 수 있으며, 척골신경 손상을 최소화 하고 수술시간도 단축할 수 있다는 장점이 있어 이를 선호하고 있다. 고정을 하는 방법으로는 mini-plate를 골 형태에 맞춰 휘어서 고정하고 있다(그림 3).

3) Type III (Basal fracture)

대부분 주두 골절과 동반되고 구상돌기 골절편이 상당히 크다. 구상돌기와 주두가 동시에 골절되면서 전, 후방으로 탈구될 수 있다. 주두-경유 전방 골절 및 탈구인 경우 대부분 구상돌기는 하나의 큰 골편으로 분리되는 특징이 있는 반면 후방으로 탈구되는 경우는 구상돌기 골편이 분쇄되는 경향이 있으며, 요골두 골절 및 외측 측부 인대 손상이 동반되는 경우가 흔하다. 두 경우 모두 주두와 구상돌기 골편을 정확하게 정복하여 정상적인 활차 절흔(trochlear notch)를 회복시키는 것이 중요하다. 이 경우 접근법은 골절된 주두 돌기 골절을 open book 형태로 찢혀 커다란 구상돌기 골절편을 직접 보고 정복할 수 있고 이 때 고정은 후방에서 나사못 등을 이용하여 시행할 수 있다(그림 4). 다만, 구상돌기가 분쇄가 된 경우, 후방에서 직접 보고 정복을 하더라도 고정을 하기는 어려운 경우가 많다. 이 경우는 주두를 먼저 정복하여 척상완 관절의 용적을 회복시키고, 후내측이나 전내측 접근을 하여 구상돌기의 중요 골편을 고정하는 방법이 용이하다.

III 참고문헌

1. 박민중: 수부상지 외과학 완관절과 주관절. 범문에듀케이션

2. Doornberg JN, Ring D: Coronoid fracture patterns. J Hand Surg Am. 2006;31:45-52. Doornberg JN, Ring D: Fracture of the anteromedial facet of the coronoid process. J Bone Joint Surg Am. 2006;88:2216-2224.
3. Hull JR, Owen JR, Fern SE, et al: Role of the coronoid process in varus osteoarticular stability of the elbow. J Shoulder Elbow Surg. 2005;14:441-446.
4. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, et al: Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. Instr Course Lect. 2003;52:113-134.
5. Park SM, Lee JS, Jung JY, et al: How should anteromedial coronoid facet fracture be managed? A surgical strategy based on O'Driscoll classification and ligament injury. J Shoulder Elbow Surg; 2015:74-82
6. Pollock JW, Brownhill J, Ferreira L, et al. The effect of anteromedial facet fractures of the coronoid and lateral collateral ligament injury on elbow stability and kinematics. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:1448-1458.
7. Ring D, Horst TA. Coronoid fractures. J Orthop Trauma. 2015; 20: 437-440

Radial Head Fracture

김 주 학

한양의대 명지병원 정형외과

III 서론

요골 두 골절 및 경부 골절은 주관절 손상의 17~19%, 주관절 골절의 약 33%를 차지한다. 요골 두 및 경부 골절의 치료 목적은 동통 없이 만족할 만한 관절운동 회복과 주관절의 안정성을 얻는데 있으며, 만일 전위가 있으면서 주관절의 불안정성 및 운동 장애를 초래되는 경우에는 수술적 치료가 필요하다. 요골 두는 생역학적으로 외반력에 대항하는 힘의 30% 정도의 역할을 차지하며, 내측 측부 인대 손상이 있을 경우, 이차적인 안정화 구조물로 작용한다. 외측 측부 인대(LUCL)은 내반 및 외회전력에 1차적인 길항 작용을 하며, 손상 시 요골 두가 전완부의 기저부의 지지 역할을 하면서 후외방 불안정성 향상과 전방 버팀목 역할을 하며 주관절의 안정성에 기여하고 있다. 종적 하중(axial force)에 대해 요척골 골간막(interosseous membrane)과 함께 안정화에 기여한다. 또한 척골의 radial notch(요골 절흔)에 근위 요척관절을 이루며 전완부의 회외전과 회내전 운동에 관여한다. 이러한 생역학적인 기능에 이상을 초래하는 경우 수술적 치료의 대상이 될 수 있으며, 기능 회복을 위하여 관혈적 정복술 및 내고정술이나 치환술 등이 필요할 수 있다.

III Injury mechanism and associated injury

주관절을 신전한 상태에서 종적 하중이 요골 두에 가해질 때, 요골 두 골절이 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 주관절 탈구 시 또는 요골 두의 탈구와 동반되어서도 요골 두 골절이 발생할 수 있다. 내측 및 외측 측부인대가 일차적으로 주관절의 안정성에 중요한 역할을 하고, 내외측 측부인대의 손상이나 구상돌기의 골절이 요골 두 골절과 동반되는 경우는 더욱 심한 주관절의 불안정성이 발생한다. 또한 전완부의 요골과 척골 사이의 골간막 파열이 요골 두 골절과 동반되면서 요골의 근위부 이동이 발생하고 되고, 원위 요척 관절의 손상이 동반되므로 반드시 완관절부에 대한 동반 손상의 평가가 필요하다. 따라서 요골 두 골절의 발생 시에는 Monteggia 골절이나 Essex-Lopresti 형 골절 및 탈구인지를 감별하는 것이 필요하다. 또한 고에너지 손상의 경우 원위 요골 골절이나 주상골 골절 또는 근위 상완 골절이 동반되기도 한다.

III Classification

요골 두 골절의 분류로는 Mason classification이 가장 널리 이용되어 왔다. Type I이 nondisplaced fracture, type II는 displaced partial head fracture, type III는 displaced fracture with involved entire radial head fracture이다. Johnston은 여기에 type IV 주관절 탈구와 동반된 요골 두 골절을 추가하였다(Fig. 1). 하지만, 일반 촬영에만 의존하여 동반되는 인대나 골연골 손상에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않고 intraobserver 와 interobserver reliability가 낮은 단점이 있다. Broberg and Morrey 등은 골절부의 전위 정도에 따라 재분류하여 type I 은 2mm 이내의 전위골절로, type II는 2mm 이상 전위, 관절면의 30% 이상 포함한 경우, type III 는 분쇄골절, type IV는 주관절부 탈구와 동반된 경우로 하였다. Charalambous은 삼차원적 CT검사를 이용하는 분류로 2 part partial

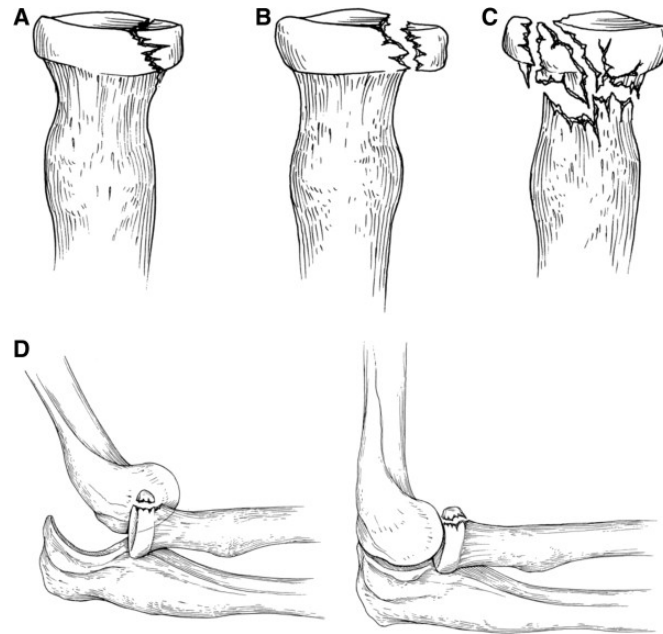


Fig. 1. Mason classification of radial head fracture: Image from Terrible Triad Injury of the Elbow: Current Concepts, JAAOS March 2009(17)

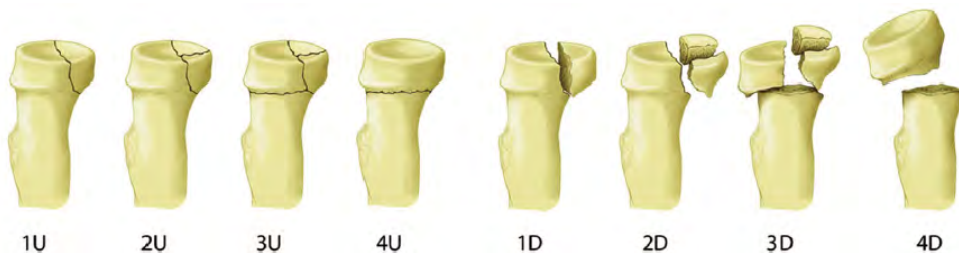


Fig. 2. Charalambous classification: Radial head fractures are classified into 2-part partial articular, comminuted partial articular, comminuted complete articular, and isolated radial neck fractures, all of which can be undisplaced (U) or displaced (D).

articular, comminuted partial articular, comminuted complete articular, isolated radial neck fracture로 나눈 뒤 이 네 가지를 비전위와 전위로 다시 분류하고 있다(Fig. 2).

III Treatment

1. Non-operative treatment

1) Indication

비전위 골절이나 관절운동의 장애를 유발하지 않는 정도의 전위, 골편의 크기가 작을 때는 비수술적인 치료를 시도해 볼 수 있다. 아직까지 정확한 기준은 없으나, 전위 골절의 경우 일반적으로 관절면의 25% 미만을 침범한 경우나 2mm 미만의 전위를 보이는 경우 비수술적 치료의 적응증이 될 수 있다.

2) Technique

조기 관절운동은 주관절 강직을 예방할 수 있는 중요한 방법이기 때문에 일반적으로 immobilization 기간은 1주일 미만으로 하고, 석고 부목(long arm splint)고정을 통하여 환자의 통증이 어느 정도 소실이 되면 관절운동이 가능한 경첩 관절 운동 보조기를 착용한다. 보조기 착용 후 점진적으로 관절운동을 늘려가면서 경과 관찰을 시행하고 수상 후 6주째 완전한 관절운동 범위의 회복을 목표로 한다.

2. ORIF

1) Indication

관혈적 정복 및 내고정술은 일반적으로 관절면의 30%이상을 침범한 경우, 2mm 이상의 모든 전위 골절에 가장 먼저 시도될 수 있는 방법이다. 분쇄가 심한 전위 골절의 경우에는 요골 두 치환술이나 요골 두 절제술을 시행할 수 있기 때문에 그 사용이 제한적이기는 하지만 on-table reduction technique 등을 사용하여 분쇄가 심한 경우에도 관혈적 정복술 및 내고정술을 사용할 수는 있다.

2) Technique

치료의 목적은 soft-tissue attachment를 유지한 채 안정적인 해부학적 정복 및 견고한 고정으로 조기 관절운동을 회복하는 것이다. 최근에는 Charalambous 의 분류가 관혈적 정복 및 내고정을 하는데 도움이 된다. 먼저 partial articular 형태의 골절의 경우 골절부가 대부분 요골 두의 anterolateral quadrant에 위치하고 있기 때문에 LCL이 intact한 경우 common extensor split approach가 시야확보에 유리하다. Bone fragment에 붙어 있는 periosteum 등의 soft tissue 손상을 최소화하면서 dental pick이나 small K-wire 를 사용하여 reduction을 시행한다. 이 때 bone fragment의 impaction이 있어 depression된 경우 intact radial head 를 scaffold로 하여 elevation을 시켜주며, 필요에 따라 olecranon 이나 lateral epicondyle 주변의 bone을 이용하여 bone graft를 시행할 수 있다. 골절부 고정은 주로 1.5~2.5 mm headless screws 를 사용하여 fixation을 한다. Complete articular 형태의 골절은 일반적으로 ECU와 anconus interval 을 통해 approach를 하며, 관절면을 정확히 정복한 상태로 관절면의

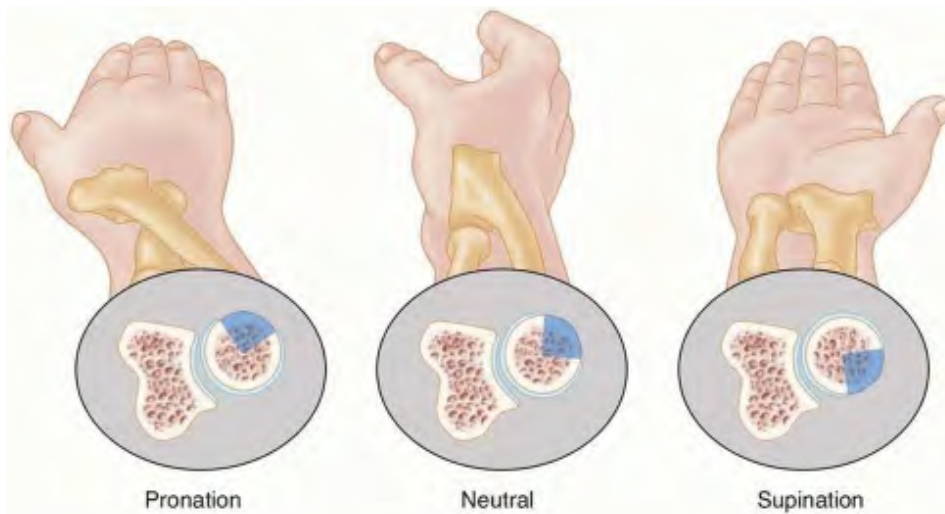


Fig. 3. The safe zone is a roughly 90-degree arc of the radial head that does not articulate with the ulna in the PRUJ with full supination and pronation. With the wrist in neutral rotation, the safe zone is anterolateral.



Fig. 4. On-table reconstruction technique in entire radial head fracture. Fixation of the fracture with a low-profile mini-plate: Image from On-table reconstruction of comminuted fractures of the radial head, Injury, 2010(41)

골절면에 대해서 screw나 K-wire로 고정을 한 뒤 plate를 사용하여 최종적으로 고정을 한다. 하지만, articular surface를 정확하게 reduction하는 것이 어렵고 요골 경부와 골 두의 해부학적 다양성 때문에 plate를 safe zone(Fig. 3)에 정확하게 적용하기 어렵다.

이에 최근에는 관절면을 외부에서 정복하여 고정한 뒤 plate를 사용하여 fixation하는 on-table technique이 소개되고 있다(Fig. 4). 또한 분쇄가 심하지 않은 경우 headless screw를 head에서 oblique하게 여러 방향에서 삽입하여 fixation하는 bouquet technique이 소개되고 있다.

3) Outcome

요골 두 골절에 있어 관절적 정복술 및 내고정술의 결과는 대부분 만족할 만하다. Esser 등은 Mason type II, III 환자를 ORIF 시행하고 평균 7년 추시한 결과 모든 환자에서 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다. 단 주관절 탈구나 구상

돌기 골절이 동반된 Mason type IV의 경우에는 6예 중 2예에서 재수술이 필요하였다고 보고하여 이에 대해서는 조금 더 주의를 해야 한다고 보고하였다. Ring 등은 관절면의 골절편이 3개 이상일 경우에는 관절적 정복술이 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다고 보고하였다. 하지만, Adrian 등은 분쇄가 심한 환자에 있어서도 체외 정복술(on-table reduction)을 사용하여 우수한 결과를 발표하기도 하였다.

3. Radial head excision

1) Indication

요골 두 절제술은 주변의 골 조직이나 인대의 손상이 동반되지 않은 “isolated comminuted radial head fracture”에서 시도해 볼 수 있는 치료 방법이다. 요골 두가 주관절의 2차적인 안정화 구조물이기 때문에 주관절이 불안정한 경우에 요골 두 절제술을 시행할 경우 주관절의 불안정성이 심화되어 좋지 않은 임상 결과를 초래할 수 있다. 하지만, low-functional demand 환자의 경우나 감염이 동반된 경우, 다른 치료 방법이 실패한 경우에는 시도해 볼 수 있는 치료법이다. 일반적으로 지연 요골 두 절제술이 조기 요골 두 절제술보다 좋은 것으로 알려져 있다.

2) Technique

요골 두 절제술은 관절적 방법 및 관절경적 방법 모두 가능하며, 관절적 방법의 경우에는 common extensor splitting 을 통해 접근한다. 요골 두는 head-neck junction 부위에서 절제하며, 절제 후 전완부 회내-회외전 검사를 통해 요골 근위부 절제단이 척골과 충돌하는지 세심하게 평가해야 한다. 이를 통해 근위 요척관절의 충돌 현상이 발생한다면 anconeus interposition arthroplasty를 고려해 볼 수 있다. 또한 주관절 불안정성 검사를 통하여 추가적으로 요골 두 치환물 삽입이 필요한 지에 대한 평가도 해야 한다.

3) Outcome

많은 연구들이 보고한 바에 따르면 isolated comminuted radial head fracture에서 요골 두 절제술의 결과는 양호한 편이다. Antuna 등은 26명의 40세 미만의 미만의 분쇄형 요골 두 골절 환자에 대해 조기 요골 두 절제술을 시행하고 15년 이상 추시한 결과 24명에서 추가적인 수술 없이 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였다. 하지만 그 외 다른 술식과 비교한 연구에 따르면 조기 요골 두 절제술 보다 관절적 정복 및 내고정술을 통하여 임상적으로 더 좋은 결과를 얻었으며, 관절염의 발생도 줄일 수 있다고 보고하였다. 즉, 요골 두 절제술은 주관절의 불안정성이 없는 경우 또는 60세 이상의 환자의 경우 골절이 좋지 않아서 조기 능동적 운동을 위한 견고한 내고정을 얻기가 불충분한 경우에 선택적으로 사용할 수 있는 치료 방법으로 생각된다.

4. Radial head arthroplasty

1) Indication

요골 두 치환술은 관절적 정복술 및 내고정술로 견고한 고정이 어려운 분쇄형 요골 두 골절에서 일차 치료방법으로 사용될 수 있다. 또한 요골 두 절제술 후 불안정성이 유발되었거나 관절적 정복술 후 부정 유합이나 불유합이 발생했을 경우 이차적인 술식으로도 사용될 수 있다.

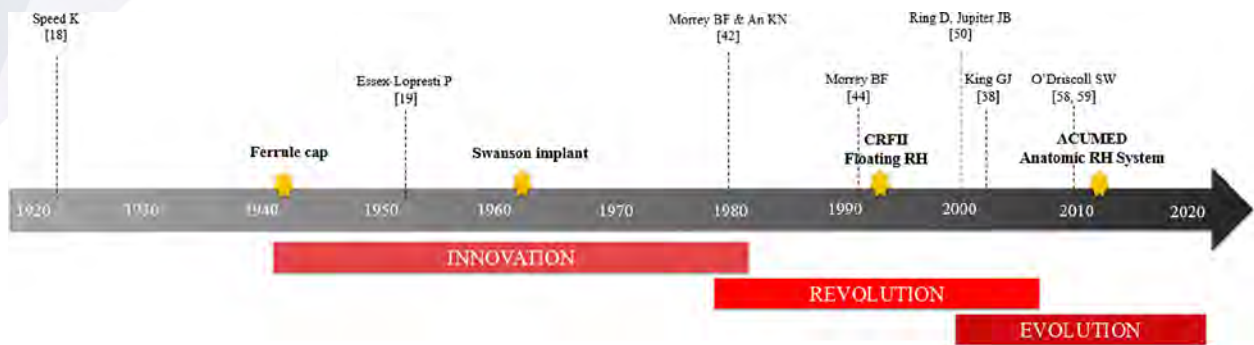


Fig. 5. History of radial head arthroplasty: innovation, revolution, evolution : Image from Radial head arthroplasty: a historical perspective. (2018) International Orthopaedics.

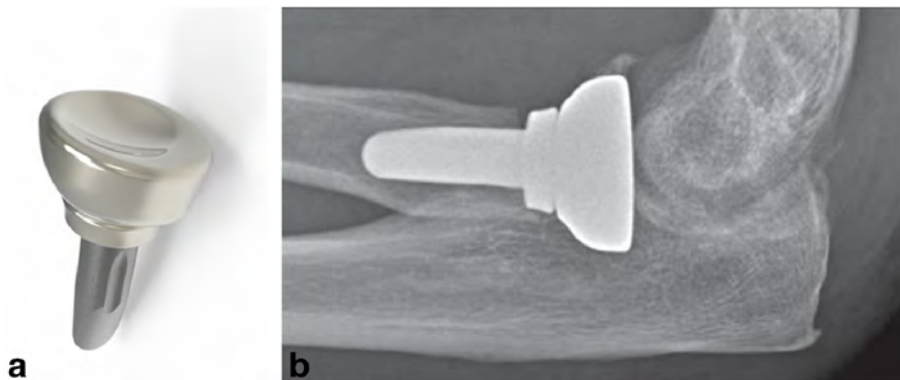


Fig. 6. The Acumed RHP (ACUMED, Hillsboro, Or, USA) is the first anatomic implant designed to replicate native radial head geometry: Image from Radial head arthroplasty: a historical perspective. (2018) International Orthopaedics.

2) Technique

요골 두 치환물은 오랜기간을 거쳐 많은 제품이 만들어지면서 발전해 오고 있다(Fig. 5). 최근에는 해부학적인 요골 두의 비대칭적인 모습을 재현해 낸 해부학적 모양의 치환물도 개발되어 있는 상태이다(Fig. 6).

요골 두 치환술의 수술 술기는 치환물의 종류에 따라 그 방법이 조금씩 상이하기는 하지만 다음과 같은 치료 원칙을 따라서 시행해야 치환물의 크기나 높이에 따른 실패율을 줄이고 더 좋은 임상결과를 얻을 수 있다. 먼저 치환물의 크기 결정은 골편을 관절내에서 완전히 제거한 뒤 외부에서 다시 조립하여 크기를 결정하는 것이 좋으며, 이때 elliptical shape의 anatomical implant가 아닌 symmetrical type의 implant를 사용할 경우 smaller diameter를 기준으로 하는 것이 implant의 overstuffing을 예방할 수 있는 방법이다. 치환물의 크기가 클 경우 관절염이나 관절운동 시 통증을 유발할 수 있다(Fig. 7). 두번째로 치환물의 높이 결정은 근위 요척골 관절이 coronoid tip에서 1~2 cm distal 에 위치하고 있기 때문에 이를 기준으로 하는 것이 좋다. 이때 medial ulnohumeral facet 이 parallel한지 평가하는 것이 도움을 줄 수 있다. 일반적으로 medial ulnohumeral facet은 normal anatomical variance 때문에 기준으로 삼기에는 부족하다. 치환물의 높이가 너무 낮으면 주관절의 불안정성을 유발할 수 있으며, 높이가 너무 높으면 관절염이나, 관절운동 시 장애, 통증을 유발할 수 있다. 마지막으로 크기 결정이 되면 trial implant 를 삽입하고 fluoro-

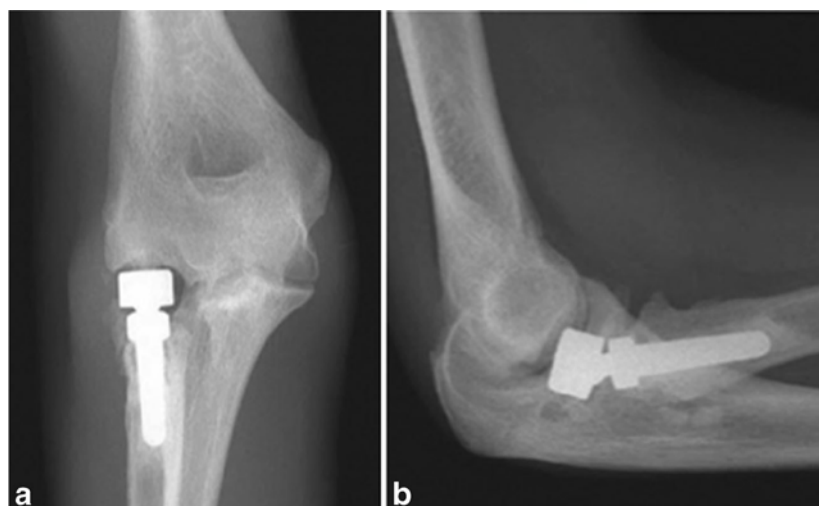


Fig. 7. AP (a) and lateral (b) radiographs demonstrating capitellar wear caused by an overstuffed bipolar radial head implant: Image from Radial head arthroplasty: a historical perspective. (2018) International Orthopaedics.

scopy하에서 주관절과 전완부의 관절운동 및 불안정성을 확인해야 한다.

3) Outcome

요골 두 치환술에 대한 장기 추시 결과는 아직 없지만 중기 추시 결과는 대부분 만족할 만한 보고들이 많다. 결과들은 대부분 수상 후 10일 이내에 수술을 했을 경우가 더 좋았으며, 동반된 연부조직 손상이 많았던 경우는 예후가 좋지 않은 것으로 보고되고 있다. Grewal 등은 26예의 요골 두 분쇄 골절 환자들에게 modular-monopolar prosthesis with loose fit system을 이용한 요골 두 치환술을 시행한 2년 추시 결과, 임상적으로 모든 증례에서 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였으며, 5예에서 정도의 관절염이 관찰되었으나 증상은 없었다고 보고하였다. Zunkiewicz 등도 29예의 요골 두 분쇄골절 환자에서 bipolar prosthesis with loose press stem을 이용하여 요골 두 치환술을 시행한 결과 평균 MEPI 92점으로 임상적으로 만족할 만한 결과를 얻었으며, 2예에서는 불안정성과 overstuffing으로 인하여 재수술이 필요하였다고 보고하였다. 요골 두 치환술 후 장기 결과와 연관된 radiocapitellar arthritis, stem osteolysis, implant failure에 관한 연구들에 있어서도 이러한 finding 들이 임상 결과와 직접적으로 연관성이 많지 않다는 연구들이 많다. Popovic 등은 51명의 환자를 fixed bipolar implant를 사용하여 8.4년 추시한 결과 37예에서 임상 증상과 연관되지 않는 진행성 osteolysis가 관찰되었다고 하였으며, 이것이 환자의 임상 양상과 직접적인 연관성은 없다 하더라도 이러한 implant를 사용할 경우 주의를 해야 한다고 보고하였다. Doornberg 등도 metal head의 사용과 관련된 capitellar erosion에 대해서도 이와 관련된 증상의 발생은 명확하지 않지만 over-lengthening은 피해야 한다고 하였다.

III 요약

요골 두는 주관절의 중요한 이차 안정화 골성 구조물이며, 요골 두의 골절은 통증, 외상 후 골관절염 및 주관절 기능

의 장애를 초래할 수 있다. 따라서 안정적인 주관절은 재건하기 위해 다양한 형태의 요골 두 골절에 대한 여러 치료 방법의 적응 및 방법에 대해 숙지하고 있어야 한다. 비전위성 안정형 요골 두 골절은 비교적 적극적인 조기 관절 운동으로 치료할 수 있을 것이다. 안정형 부분 관절면 골절의 가장 좋은 치료법은 현재 명확하지 않으나, 골절 양상에 따라 조기 관절 운동을 통한 보존적 치료나, 내고정술 중 선택하여 치료할 수 있다. 2개 또는 3개 정도의 단순 골편이 있는 분쇄 골절의 경우는 내고정술을 이용하여 치료할 수 있겠지만, 골절편이 3개 이상으로 안정적인 내고정이 이루어지지 않을 경우에는 요골 두 치환술을 고려할 수도 있겠다. 요골 두 치환술이 내고정술에 비해 단기 추시 결과가 좋다는 보고들이 있지만, 아직까지 장기 추시 결과가 알려져있지 않기 때문에 심각한 합병증 발생 가능성도 고려하여 사용 결정에 신중을 기해야 할 것이다. 요골 두 골절은 단독으로 발생하기도 하지만, 상당 경우 동반 손상(구상돌기 골절, 주두 골절, 인대 손상 등)이 존재할 수 있기 때문에 술 전에 충분한 검사와 분석을 통해 요골 두 골절뿐만 아니라 동반된 여러 손상을 미리 파악하고 수술 시 이들이 같이 해결되어야 바람직한 치료 결과를 얻을 수 있을 것이다.

Transolecranon Fracture-dislocation

김 병 성

순천향대

- 정의: olecranon process와 trochlea notch의 골절이 근위 전완부 전체가 trochlea에 대해 전방 또는 후방으로 탈구되는 형태
- 골성 불안정성(Intrinsic bony instability)
- 축성 손상(Axial loading injury)

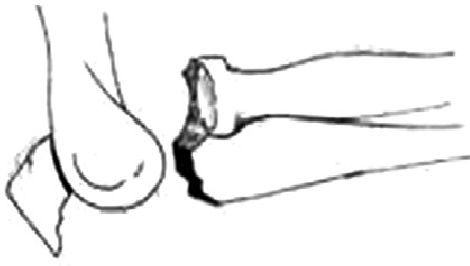
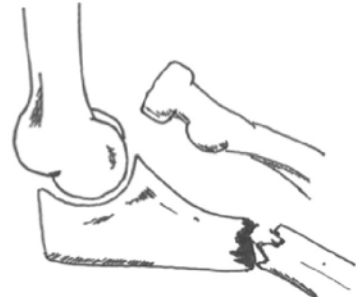
III 특성

- ulnohumeral joint와 radiocapitellar joint의 Disruption
- Proximal ulna fx
- Basal coronoid fx : III > II (>50 % coronoid height)
- Radial head fx
- Collateral ligaments는 대체로 유지됨.

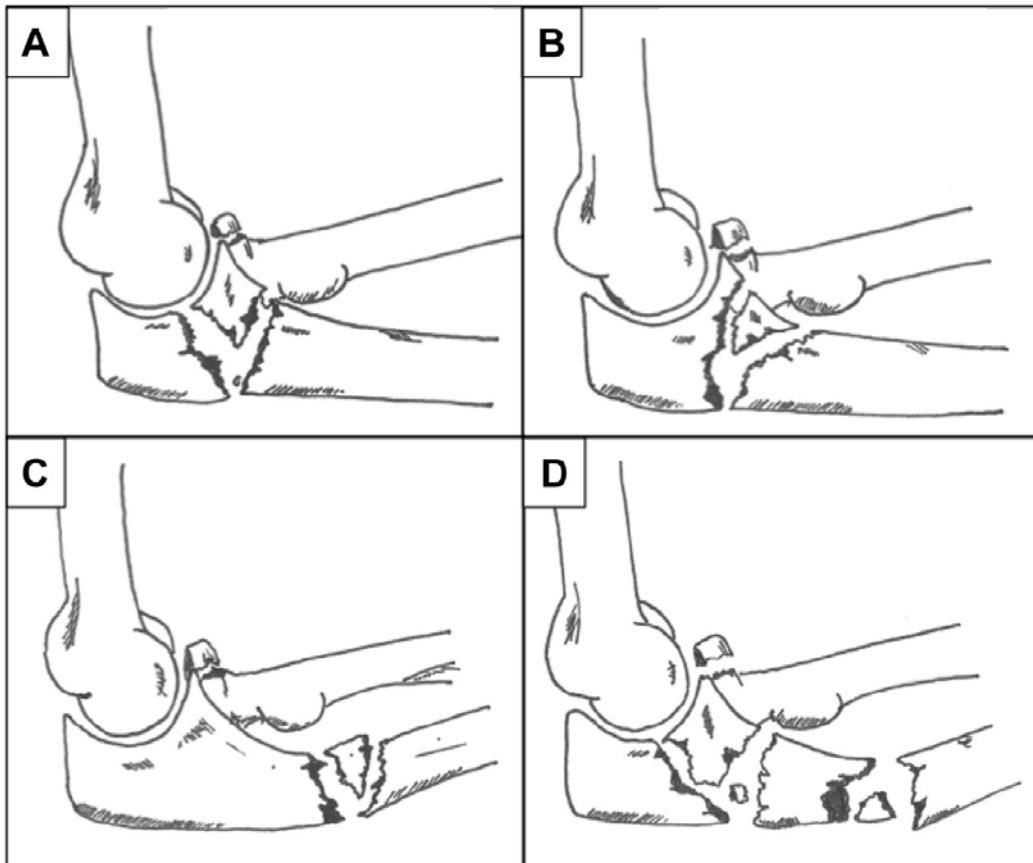
III 분류

	Anterior	Posterior
Radial head fx	Rarely	Frequent(35~100%)
Coronoid fx	Usual(50%)	Always(100%)
Lateral ulnar collateral ligament injury	Unusual	Frequent(50~66%)

1) 전방 탈구

	Transolecranon fx dislocation 	Monteggia lesion 
Proximal radioulnar joint	Intact	Disruption
Ulnohumeral joint	Disruption	Intact
Focus of surgical reduction	Greater sigmoid notch	Ulnar diaphyseal fracture

2) 후방 탈구 Jupiter subtypes for post Monteggia lesions(Bado type 2)



III 도달법 및 술기

- Posterior midline incision
- Tension-band wiring
 - Higher failure rate
 - For simple, noncomminuted transverse or short oblique fx
- Plate
 - Require additional medial/lateral plate
 - Both reconstruction & limited contact dynamic compression plates
 - Pre-contoured plates

III 동반 손상

Coronoid or radial head는 olecranon fx를 고정하기 위한 도달법을 통해 접근하며, 후방 절개 후 피판을 들어올려 추가적인 내외측 접근이 필요함.

III 불안정성 양상

- 요골은 전완부와 함께 후방 전위
- 척골로부터 분리 (Monteggia equivalent)
- 골편을 통한 Ligamentous 파열로 골고정이 되면 인대 봉합이나 재건이 필요치 않음.

III 수술의 목적

- trochlear notch의 해부학적 복원
- coronoid fracture가 있다면 전방 buttress
- 요골두와 같은 주관절 안정성 2차 구조물 복원.

III 고정 방법

- K-wires with tension-band wiring
- Screws
- Plates
- Screws and plates

- Wiring and screws
- Resection of comminuted olecranon

III 전방탈구

- Radioulnar 관계는 유지됨. 요골두 골절이나 측부인대 손상은 드물다.

1) 도달법

후방 또는 내외측 도달법이 쓰인다.

2) 치료 순서

Olecranon, Coronoid → Radial head(Ligament) → Hinged 외고정

3) 고정

	Simple	Comminuted
Olecranon fx	Tension band	Plate
Coronoid fx	K-wire, Screw Plate	Reconstruction using radial head
Radial head fx	Screw or Plate	Replacement
Persistent instability after fixation	Hinged external fixator	

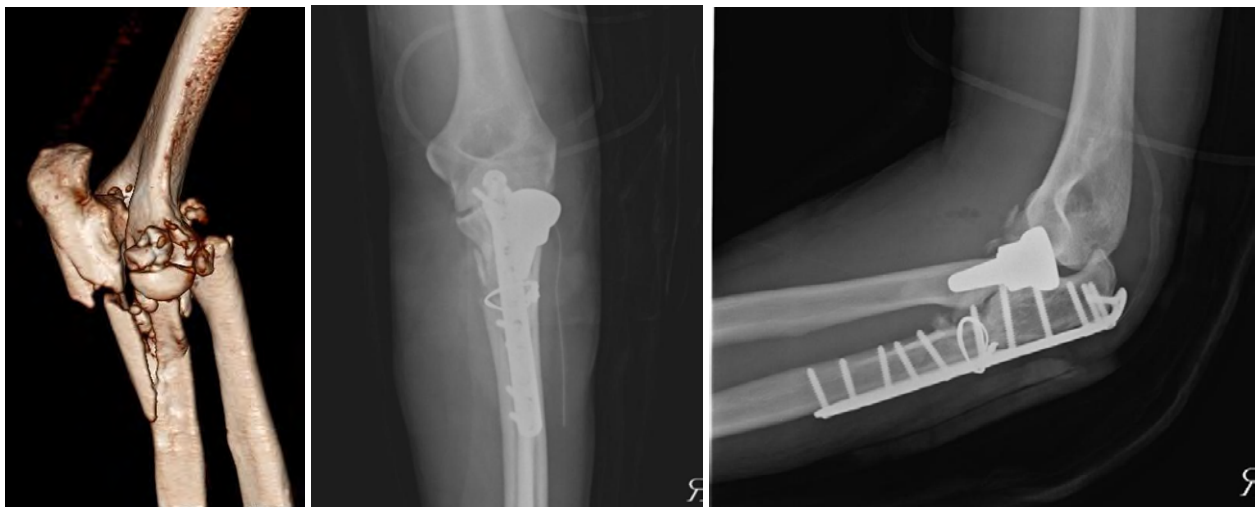


Fig. 1. Anterior transolecranon fx dislocation

4) 불안정성이 지속되는 경우

- 요골두 절제
- coronoid fracture 고정 실패
→ Hinged External fixator

5) hinged external fixator 적응증

- 동반 골절과 요측 측부인대 봉합 후에도 탈구되는 경우
- 조기 관절운동을 시키기에 불충분한 경우

III 후방탈구

- 저에너지 손상: 골다공증이나 중년 여성
- 고에너지 손상: 청년층이 많음, polytrauma, open fx, compartment syndrome이 동반되는 경우
- 전방탈구에 비해 관절운동 범위 제한이 더 심하고, 결과가 좋지 않다.



Fig. 2. Posterior transolecranon fx dislocation

III 결과

	Anterior Fracture Dislocation				Posterior Fracture Dislocation
Publication	Ring et al, ³² JOT 1997	Moushine et al, ³⁵ JSES 2007	Mortazavi et al, ³⁶ Injury 2006	Doornberg et al, ³³ CORR 2004	Doornberg et al, ³³ CORR 2004
Subjects	17	14	8	10	16
Average follow-up	25 mo (14–36)	42 mo (7–84)	37 mo (10–50)	7 y (3–10)	6 y (3–10)
Average age	38 (18–78)	54 (22–82)	35 (22–58)	42 (20–72)	53 (21–82)
Gender	14 male, 3 female	6 male, 8 female	7 male, 1 female	7 male, 3 female	8 male, 8 female
Ground-level fall	1 (6%)	2 (14%)	1 (12.5%)	2 (20%)	5 (31%)
High-energy fall	3 (18%)	3 (21%)	1 (12.5%)	2 (20%)	9 (56%)
MVA	11 (65%)	6 (43%)	4 (50%)	4 (40%)	1 (6%)
Other	2 (12%)	3 (21%)	2 (25%)	2 (20%)	—
Open fracture	5 (29%): 2 type II, 2 type IIIA, 1 type IIIB	6 (43%): 4 type II, 2 type IIIB	1 (13%): type I	3 (30%): 2 type II, 1 type IIIA	1 (6%): type IIIA
Radial head	2 (12%): 1 comminuted, 1 marginal fx	1 (7%)	2: 1 comminuted, 1 marginal fx	1 (10%)	13 (81%)
Coronoid	8 (47%)	5 (36%)	4	5 (50%)	16 (100%)
LCL	—	—	—	—	2 (20%)
Nerve injury	0	0	0	1 ulnar nerve palsy	—
F/E ROM	113 (14–127)	103 (22–125)	93 (22–115)	110 (20–130)	95 (30–125)
P/S ROM	Normal in all but 4	144 (68 pro, 76 sup)	158 (75 pro, 83 sup)	155 (80 pro, 75 sup)	115 (60 pro, 55sup)
Broberg-Morrey	Excellent 7 (41%) Good 8 (47%) Fair 2 (12%) Poor 0 (0%)	Excellent 4 (29%) Good 6 (43%) Fair 2 (14%) Poor 2 (14%)	Excellent 2 (25%) Good 5 (62.5%) Fair 1 (12.5%)	Excellent 4 (40%) Good 5 (50%) Fair 0 Poor 1 (10%)	Excellent 5 (31%) Good 7 (44%) Fair 1 (6%) Poor 3 (19%)
ASES score	—	—	89 (69–100)	89 (52–100)	78 (28.5–100)
DASH score	—	—	—	—	—
Reoperation	2 (12%) 1/3 tubular plates had loss of fixation	3 (21%) failed tension band wiring (43% of tension band constructs)	4: 1 (12.5%) failed tension band, 3 elective hardware removal	5 (50%): 1 failed tension band, 3 capsular release, 1 ulna nonunion	—
Arthrosis	2 (12%)	4 (29%)	0 (0%)	2 (20%)	9 (56%)
Heterotopic ossification or synostosis	1 (6%)	4 (29%) heterotopic ossification	1 (12.5%) heterotopic ossification	1 (10%) heterotopic ossification	4 (25%) synostosis

III 지연 불안정성

- 불충분한 골편 고정 I
 - TBW(50%), semi-tubular or 1/3 tubular plates
- Coronoid, radial head, capsuloligamentous 부재
- 골다공증에서 고정 실패

III 주의점

단순 골절과 분쇄 골절의 차이를 분석하고, 단순 골절이라고 하더라도 원위부 사형(oblique pattern)이라면 tension band wiring보다는 DCP, (not one-third tubular plates)가 추천된다.

III 요약

Transolecranon fracture dislocation은 골성 불안정성을 가진 병변으로 plate와 screws를 이용해 trochlear notch를 해부학적으로 안정시키고, 조기 관절운동을 시키며, 합병증은 소상 정도, 부적절한 정렬, 고정 등과 관련이 있다.

III References

1. Mouhsine E, Akiki A, Castagna A, et al: Transolecranon anterior fracturedislocation. J Shoulder Elbow Surg 2007;16:352-357.
2. Ring D, Jupiter JB, Sanders RW, et al: Transolecranon fracture-dislocation of theelbow. J Orthop Trauma 1997;11:545-550.
3. Mortazavi SMJ, Asadollahi S, Tahririan MA: Functional outcome following treatment oftransolecranon fracture-dislocation of the elbow. Injury 2006;37:284-288.

Posterolateral and Posteromedial Instability

류 인 혁

포항세명기독병원 정형외과

주관절의 주요 손상력인 축성힘(axial force)과 전완부 회전력(rotational force)은 다양한 형태의 골절과 연부 조직 손상을 가져올 수 있다. 이를 이론적으로 분류하면 1) valgus+forearm ER, 2) valgus+forearm IR, 3) varus+forearm IR, 4) varus+forearm ER으로 나눌 수 있다. 하지만 주관절은 해부학적으로 외반주(cubitus valgus)라는 형태학적 특징을 띄고 있어 가장 흔한 주관절 손상 형태는 첫번째 형태인 valgus+forearm ER 손상으로 axial force에 주관절 내측의 인대와 근육 손상을 가져오며 이어 동반되는 rotational force에 의해 전완부가 외회전되는 기전에 의한 LCL complex 및 overlying extensor 근육의 손상을 가져오는 posterolateral instability 기전이며 다음이 varus+forearm IR 손상 기전에 의해 주로 급성으로 외측 측부 인대 복합체(lateral collateral ligament complex) 손상과 구상돌기 전내측의 골절을 동반하는 후내측 회전 불안정성(posteromedial rotatory instability; PMRI) 기전으로 다음이 Varus+ forearm ER 기전으로 단순 주관절 후내측 탈구의 기전이며 valgus+forearm IR의 경우는 저자의 경험상 아직 관찰한 경우는 없었다.

III 후외측 회전 불안정성

Eduard Albert가 1881년 재발성 주관절 탈구 증례를 보고한 이후 이와 관련한 많은 보고가 있어왔다. 1991년 O'Driscoll은 외측 측부 인대(LCL)의 척측 기시부 이완으로 인해 척-상완 관절의 회전 아탈구가 발생하고 이로 인해 이차적으로 요-상완 관절의 탈구가 발생한다고 하였으며 이를 후외측 회전 불안정성이라 하였다. 하지만 이후 여러 문헌을 통해 외측 척측 측부 인대 뿐만 아니라 요측 측부 인대와 같은 외측 측부 인대의 다른 부위도 주관절 후외측 회전 불안정성에 관여한다고 알려져 왔다.

1) 원인

주관절의 후외측 회전 불안정성은 외측 측부 인대의 기능 부전으로 발생하는 것으로 알려지고 있다. 가장 흔한 원인은 주관절 탈구 후 손상된 외측 측부 인대의 불완전한 치유로 인한다. 하지만 이는 실제 일상적으로 발생하는 주관절 탈구의 1~2%미만에서 발생하는 것으로 알려져 있어, 내측 측부 인대와 마찬가지로 주관절탈구시 손상되는 외측 측부

인대는 비교적 잘 치유되는 것으로 추정된다. 그럼에도 불구하고 내측에 비해 외측 주관절에서 불안정성이 많이 남는 이유는 일상 생활을 하는 가운데 일어나는 많은 활동이 주관절에 내반력을 많이 가하기 때문인 것으로 생각되고 있다. 명확한 주관절 탈구가 없는 손상의 경우에도 후외측 회전 불안정성은 생길 수 있다는 점은 기억해야 한다. 만성 외상과염으로 수 차례 스테로이드 주사를 맞거나 만성 외상과염이나 요골 두 수술 시 외측 측부 인대의 척측 부위에 손상을 주거나 불충분한 처치를 할 경우 발생할 수도 있으며 내반 주 변형의 후유증으로 발생할 수도 있다. 그 밖에 장기간 목발 보행을 하는 등 외측 주관절에 만성 부하를 주는 경우나 결체 조직 질환을 앓는 환자에서도 발생할 수 있다.

2) 병태생리

외측 측부 인대는 요측 측부 인대(Radial collateral ligament), 윤상 인대(Annular ligament), 외측 척측 측부 인대(Lateral ulnar collateral ligament), 부 외측 측부 인대(Accessory lateral collateral ligament)로 구성되며 외상과 기저부를 따라 기시하는 것으로 알려졌다. 외측 척측 측부 인대는 가장 뒤쪽에 위치하며 근위 척골의 회외근 능선에 넓게 부착하고, 요측 측부 인대는 이보다 앞쪽에 위치하면서 원위부에서 윤상 인대와 합쳐진다. 후외측 회전 불안정성의 주된 기전은 척-상완 관절은 정상적인 가운데 요골 두만 단독으로 아탈구 되는 것이 아니라 요골 두와 함께 척골이 상완골 원위부에서 멀어지는 방향으로 회외전 되는 것으로 외측 척측 측부 인대가 주관절 후외측 회전 안정성을 유지하는데 가장 중요한 구조물로 알려져 왔다. 하지만 여러 사체 연구를 보면 외측 척측 측부 인대의 척골측 삽입부 절단만으로는 주관절 불안정성이 발생하지 않았으며, 요측 측부 인대와 같은 외측 측부 인대의 다른 부위도 주관절 후외측 회전 불안정성에 관여한다고 알려지고 있다. 또, 그 위를 덮고 있는 신전근 및 회외근도 주관절 안정성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 왔다. 따라서 주관절의 외측 안정성에는 외측 측부 인대 복합체 및 신전-회외근이 복합적으로 작용하는 것으로 생각된다.

3) 진단

(1) 병력

대부분의 후외측 회전 불안정성을 가진 환자는 증상이 모호해서 처음부터 생각하고 보지 않으면 진단하기가 쉽지 않다. 환자들은 흔히 통증, 잠김(locking), 걸리는 느낌, 스쳐 지나가는 느낌(snapping), 불안정감 등의 증상을 호소하며 이는 주로 손을 짚고 의자에서 일어나거나 무거운 물건을 드는 등 전완이 원위 상완부에 대해 회외전, 신전, 외반 위치가 되면서 두드러지게 된다. 후외측 회전 불안정성의 원인이 될 수 있는 주관절 탈구, 외상과염 또는 요골 두 골절로 수술 받은 병력, 외상과염으로 수 차례 스테로이드 주사를 맞은 병력 등은 진단의 중요한 단서가 될 수 있다.

(2) 이학적 검사

먼저 주관절의 변형 및 이전 수술시 피부 절개 위치 등을 확인하여 내반 주 변형이 있는 경우 지연성 후외측 회전 불안정성의 가능성을, 이전 수술시 피부 절개 위치가 후방에 치우친 경우 외측 측부 인대의 의인성 손상 가능성을 생각해 볼 수 있다. 대부분 주관절 관절 운동 범위의 제한은 관찰되지 않으나 일부에서 불안정성에 대한 두려움으로 약간의 신전 제한이 관찰될 수 있으며, 보통 외상과나 외측 측부인대 주위로 압통이 관찰되나 만성 환자의 경우 압통이 없거나 미미한 정도로 관찰될 수도 있다.

외측 측부 인대의 안정성 검사를 위해 일종의 선별 검사(Screening test)로 쉽게 해 볼 수 있는 검사로 Tabletop relocation test나 Pushup and Chair apprehension test가 있다. Tabletop relocation test는 환자가 탁자 앞에서 탁자의 측면 모서리를 잡고 전완을 외회전한 상태에서 주관절이 외측을 향하게 하면서 체중을 실어 팔굽혀 펴기 하면 주관절이 약 40도 정도 굴곡되는 순간 통증과 함께 주관절이 탈구되려는 느낌이 나타나게 된다. 다시 이를 반복 하면서 검사자가 엄지 손가락으로 요골 두를 지지해주면 이러한 통증과 탈구되려는 느낌이 사라지게 된다. Pushup apprehension test는 환자가 전완을 외회전, 팔을 어깨 너비 이상으로 벌린 상태로 바닥이나 벽을 짚고 팔굽혀 펴기를 할 때 팔을 완전히 신전하기를 주저하거나 신전시 탈구가 발생하게 되며 Chair apprehension test는 환자가 전완을 외회전, 팔을 어깨 너비 이상으로 벌리고 팔을 이용하여 의자에서 일어나려 할 때 팔을 완전히 신전하기를 주저하거나 신전시 탈구가 발생하게 된다.

후외측 회전 불안정성 검사(PLRI test)를 통해 확진을 할 수 있는데 환자는 바닥에 등을 대고 누운 상태에서 팔을 머리 위로 올리고 검사자는 환자의 머리쪽에 서서 주관절을 굴곡한 상태에서 검사자가 한 손으로 상완을 잡고 반대쪽 손으로 외반-회전 시킨 후 서서히 주관절을 신전시키면 약 40도 굴곡 상태에서 요골 두가 후외측으로 아탈구 되면서 소두가 돌출되고 요골두와 소두 사이가 움푹하게 되는 것을 느낄 수 있으며 다시 주관절을 굴곡시킬 때 아탈구 되었던 요골두가 정복되면서 발생하는 clunk를 느낄 수 있다. 후외측 회전 불안정성 검사를 시행할 때 후외측 회전 불안정성이 있는 환자에서 때때로 무의식적 근육 수축(muscle guarding)이 관찰되기도 하며 이 또한 양성 소견으로 판정할 수 있다(apprehension test). 하지만 의식이 있는 환자에서 후외측 회전 불안정성 검사를 통해 후외측 회전 불안정성을 확인하는 것은 쉽지 않으며 때때로 건장한 환자의 경우 전신 마취 하에서도 확인하는 게 힘든 경우도 있다.

(3) 방사선 검사

단순 방사선 검사상 대부분 정상 소견이 관찰되나 간혹 외상과의 작은 견열 골편이나 소두의 후외측부 골결손(Osborne-Catterill lesion) 및 요골두에서 골 결손을 관찰할 수 있다. 부하 방사선 검사(stress radiographs)는 유용하게 이용될 수 있다. 후외측 회전 불안정성 검사 방법과 비슷하게 전완을 최대한 회외전 한 상태에서 촬영한 측면 방사선 사진에서 요골 두의 후방 아탈구와 함께 척-상완 관절 간격이 넓어지는 소견을 확인할 수 있으며, 같은 방법으로

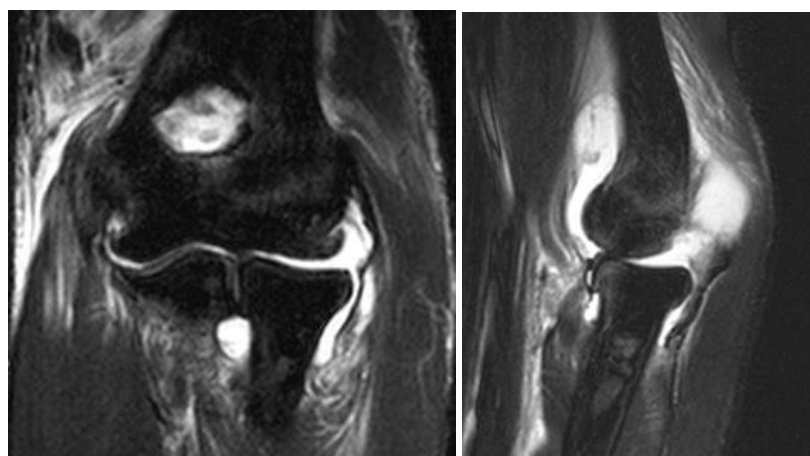


그림 1. 이완된 외측 측부인대 복합체 및 요골 두의 후방 아탈구

촬영한 전후방 방사선 사진에서 척-상완 관절의 부정 정렬 및 요골두와 소두의 중첩 소견을 관찰할 수도 있다. 주관절에 내반 부하를 가한 상태에서 촬영한 전후방 방사선 사진에서 정상에 비해 외측 관절 간격이 넓어지는 것을 확인할 수도 있다. 자기 공명 영상은 진단을 위해 반드시 필요한 것은 아니나 이를 통해 외측 척측 측부 인대 복합체(lateral ulnar collateral ligament complex)가 골편을 물고 떨어지거나 늘어난 소견을 확인할 수도 있으며(그림 1) 외측 주관절 통증을 일으키는 기타 다른 질환을 감별하는데도 도움이 될 수 있다. 또, 검사 전 조영제나 20-30mL의 생리 식염수를 관절내 주입하고 촬영한 자기 공명 영상은 진단에 많은 도움이 된다는 보고도 있다.

(4) 감별 진단

후외측 회전 불안정성은 요소두 활막 추벽(radiocapitellar synovial plica), 요골 터널 증후군(radial tunnel syndrome), 요소두 연골증(radiocapitellarchondrosis), and 윤상 인대 협착증(annular ligament stenosis) 등과 같이 외측 주관절 통증을 일으키는 질환과 감별하여야 한다.

4) 수술적 치료

후외측 회전 불안정성 환자의 보존적 치료 및 자연 경과와 관련하여 별로 알려진 것이 없지만 대부분의 증상이 있는 환자의 경우 수술적 치료를 받는다. 만성 후외측 회전 불안정성의 경우 남은 조직을 일차 봉합하는 것보다 건 이식을 통한 재건술이 결과가 더 좋은 것으로 알려져 있으며 수술적 치료는 건 이식술을 통한 외측 척측 측부 인대를 재건함으로써 척-상완 관절의 후외측 회전 안정성을 회복하는 것을 목표로 하고 있다. 치료 결과는 외상에 의해 발생했거나, 통증보다는 불안정성을 호소하는 환자에서 더 좋은 것으로 알려져 있으며, 요골두나 구상 돌기가 없거나 관절 연골의 손상이 있는 경우 결과가 나쁜 것으로 알려져 있다. 실제 외측 척측 측부 인대를 재건하는데 있어 가장 중요한 것은 외상과에 등척점(isometric point)을 정확하게 찾는 것으로 알려져 있다. 하지만 최근 여러 생역학적 연구 결과를 보면 실제 등척점은 존재하지 않으며 요측 측부 인대(RCL)는 주관절 굴곡 과정에서 외과에 의해 영향을 받지 않는데 반해 외측 척측 측부 인대는 주관절 굴곡 과정에서 외과의 골융기 주위를 돌아가 외측 척측 측부 인대가 등척성이 없는 것을 의미한다고 하였다. 또한 후외측 회전 불안정성에 있어 외측 척측 측부 인대와 함께 요측 측부 인대의 중요한 역할과 관련하여 보고가 되고 있으며 이는 해부학적인 재건을 위하여 외측 척측 측부 인대와 요측 측부 인대를 함께 재건하는

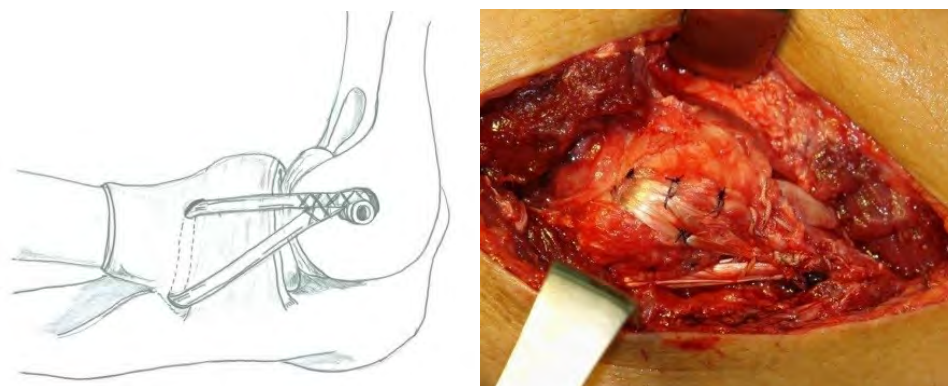


그림 2. 외측 척측 측부인대 및 요측 측부 인대의 동시 재건법

새로운 술기들에 대해 해결의 실마리를 던져주고 있으며 다양한 수술적 결과를 설명해 주고 있다. 따라서 기존의 전통적 술식외에 이러한 생역학적 특징을 고려한 새로운 술식이 최근에는 소개되고 있다(그림 2).

그 밖에 자가 삼두 건을 이용한 재건술을 통해 좋은 결과가 보고되기도 하였으며, 최근 관절경을 이용한 외측 척측 측부 인대 복합체 봉합 및 중첩술을 통하여 좋은 결과가 보고되고 있다. 고령의 환자나 성장판이 아직 남아있어 기존의 방법으로 성장판 손상의 위험이 있는 소아 환자의 경우 잔여 외측 척측 측부 인대를 당겨 중첩하여 봉합하는 방법이 사용될 수도 있다. 급성 손상의 경우 재건술보다 일차 봉합술이 결과가 더 좋다. 15도 이상 내반 주(cubitus varus)가 있거나 구상 돌기가 없는 환자의 경우 인대 재건술 단독으로는 실패할 가능성이 높아 내반 주 교정술이나 구상 돌기 재건술이 함께 이루어져야 하겠다.

술 후 처치와 관련하여 중력에 의해 주관절에 반복적인 내반 부하가 걸릴 경우 재건한 외측 척측 측부 인대가 이완될 수 있으므로 주의하여야 하겠다. 따라서 술 후 12주간 재건한 외측 척측 측부 인대를 보호하기 위하여 경첩 보조기(hinge brace)를 착용하는 것이 좋다.

5) 결과 및 합병증

외측 척측 측부 인대 재건술은 일반적으로 80-90%에서 만족할만한 결과를 보고하고 있으나 한결같이 좋은 결과가 관찰되지는 않는다. 심각한 술 후 합병증은 드물며, 기능적으로 큰 지장이 없는, 5-10도 정도의 종말 신전 장애가 43%에서 관찰된다는 보고가 있다.

III 후내측 회전 불안정성

전통적으로 구상 돌기 골절은 관상면에서 골편의 크기에 따라 분류하였다. 하지만 O'Driscoll 등은 골절 크기, 해부학적 위치 및 손상 기전 등을 고려하여 새롭게 분류하였으며 구상 돌기 전내측면 골절을 제 2형(type2)로 따로 분류하였고 세부적으로 다시 전내측 가장자리(anteromedial rim) 골절을 제1 아형(subtype 1), 이와 함께 첨부(tip) 골절 동반시 제 2 아형, 전내측 관절(sublime tubercle) 골절 동반시 제 3 아형으로 구분하여 이의 중요성을 강조하였다. 이처럼 구상 돌기 전내측면 골절을 따로 구분하는 이유는 주관절 손상에 있어 보다 흔한 후외측 회전 손상과는 다른 손상 기전으로 발생하며, 동반 손상 및 치료 방법에 있어 차이가 있기 때문이다.

후내측 회전 불안정성은 전완이내회전 된 상태에서 주관절에 내반 및 후내측 회전 손상이 가해져 발생되며, 주로 요골두 골절 및 구상 돌기의 첨부 또는 수평 골절 등을 동반하는 후외측 탈구와 달리, 수직 방향의 전내측 구상돌기 골절, 내측 측부 인대의 후방 속, 외측 측부 인대의 손상이 동반된다(그림 3). 적절한 치료를 받지 못할 경우 골 결함과 동반된 불안정성으로 인해 외상 후 관절염이 급격히 진행되는 것으로 알려졌다. 단순 방사선 사진상 분명하지 않아 의심하고 보지 않을 경우 간과하여 놓치기 쉽다. 주관절 전후방 및 측방 사진에서 관절면의 아탈구나 불일치(incongruity) 소견이 보이며 간혹 전완부를 외회전하여 찍은 측면사진에서 손상된 외측 측부 인대로 인해 후외측방으로 아탈구되어 보여 후외측 회전 불안정성과 혼동되기 쉬우므로 주의를 요한다. 동반된 구상돌기 골절을 상세히 파악하고 치료 방침을 결정하기 위해 CT영상을 삼차원적으로 재구성한 3D-CT검사가 많은 도움이 된다. MRI검사를 통해 외측 측부 인대와 신전근 복합체의 파열 및 전이 정도를 알 수 있어 치료 방법 결정시 유용한 정보를 얻을 수 있다(그림 4).



그림 3. 구상돌기의 수평골절← 및 수직골절

수술적 치료시에는 전내측 구상 돌기 골절이 불안정성을 동반할 경우 외측 측부인대의 봉합과 함께 구상돌기의 내



그림 4. 후내측 회전 탈구 환자의 방사선 소견

고정이 권장되고 있으며 필요시 내측 측부 인대의 봉합이 필요하다고 알려져 있다. 또한 Pollock 등은 사체 실험에서 5mm 이상의 제 1 아형, 2.5mm 이상의 제 2 아형 그리고 크기와 상관없이 제 3 아형 전내측 구상 돌기 골절은 정상적인 주관절의 생역학적 복원을 위해서는 외측 측부 인대의 봉합과 함께 고정이 필요하다고 하였다. 하지만 아직까지 이와 관련하여 임상 보고가 많지 않으며 작은 구상 돌기 골절의 경우 어느 정도의 크기면 고정술이 필요하지 않을 수 있는지, 혹은 구상 돌기가 견고하게 고정되어 주관절의 안정성이 회복되었을 경우에도 외측 측부 인대의 봉합이 꼭 필요한지에 대해서는 아직 일치된 치료 방침이 설정되지 않고 있어 이와 관련한 추가 연구 및 임상 치료 결과에 대한 분석이 필요하겠다.

III Reference

1. Abe M, Ishizu T, Nagaoka T, Onomura T. Recurrent posterior dislocation of the head of the radius in post-traumatic cubitus varus. J Bone Joint Surg Br 1995;77:582-5.
2. Ahmad CS, Lee TQ, ElAttrache NS. Biomechanical evaluation of a new ulnar collateral ligament re-

- construction technique with interference screw fixation. *Am J Sports Med* 2003;31:332-7.
3. Andrews JR, Timmerman LA. Outcome of elbow surgery in professional baseball players. *Am J Sports Med* 1995;23:407-13.
 4. Arvind CH, Hargreaves DG. Tabletop relocation test: a new clinical test for posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:707-8.
 5. Azar FM, Andrews JR, Wilk KE, Groh D. Operative treatment of ulnar collateral ligament injuries of the elbow in athletes. *Am J Sports Med* 2000;28:16-23.
 6. Cage DJ, Abrams RA, Callahan JJ, Botte MJ. Soft tissue attachments of the ulnar coronoid process. An anatomic study with radiographic correlation. *Clin Orthop Relat Res* 1995:154-8.
 7. Cain EL, Jr., Dugas JR, Wolf RS, Andrews JR. Elbow injuries in throwing athletes: a current concepts review. *Am J Sports Med* 2003;31:621-35.
 8. Callaway GH, Field LD, Deng XH, Torzilli PA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Biomechanical evaluation of the medial collateral ligament of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1223-31.
 9. Chen FS, Rokito AS, Jobe FW. Medial elbow problems in the overhead-throwing athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:99-113.
 10. Cohen MS. Lateral collateral ligament instability of the elbow. *Hand Clin* 2008;24:69-77.
 11. Cohen MS, Bruno RJ. The collateral ligaments of the elbow: anatomy and clinical correlation. *Clin Orthop Relat Res* 2001:123-30.
 12. Cohen MS, Hastings H, 2nd. Rotatory instability of the elbow. The anatomy and role of the lateral stabilizers. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:225-33.
 13. Conway JE, Jobe FW, Glousman RE, Pink M. Medial instability of the elbow in throwing athletes. Treatment by repair or reconstruction of the ulnar collateral ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:67-83.
 14. David TS. Medial elbow pain in the throwing athlete. *Orthopedics* 2003;26:94-103; quiz 4-5.
 15. Doornberg JN, Ring D. Coronoid fracture patterns. *J Hand Surg Am* 2006;31:45-52.
 16. Doornberg JN, Ring DC. Fracture of the anteromedial facet of the coronoid process. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:2216-24.
 17. Dunning CE, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA, King GJ. Ligamentous stabilizers against posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A:1823-8.
 18. Dunning CE, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA, King GJ. Muscle forces and pronation stabilize the lateral ligament deficient elbow. *Clin Orthop Relat Res* 2001:118-24.
 19. Dzugas SS, Savoie FH, 3rd, Field LD, O'Brien MJ, You Z. Acute radial ulno-humeral ligament injury in patients with chronic lateral epicondylitis: an observational report. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1651-5.

20. Ellenbecker TS, Mattalino AJ, Elam EA, Caplinger RA. Medial elbow joint laxity in professional baseball pitchers. A bilateral comparison using stress radiography. *Am J Sports Med* 1998;26:420-4.
21. Erne HC, Zouzias IC, Rosenwasser MP. Medial collateral ligament reconstruction in the baseball Pitcher's elbow. *Hand Clin* 2009;25:339-46.
22. Faber KJ, King GJ. Posterior capitellum impression fracture: a case report associated with posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:157-9.
23. Gong HS, Kim JK, Oh JH, Lee YH, Chung MS, Baek GH. A new technique for lateral ulnar collateral ligament reconstruction using the triceps tendon. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2009;13:34-6.
24. Goren D, Budoff JE, Hipp JA. Isometric placement of lateral ulnar collateral ligament reconstructions: a biomechanical study. *Am J Sports Med* 2010;38:153-9.
25. Imatani J, Ogura T, Morito Y, Hashizume H, Inoue H. Anatomic and histologic studies of lateral collateral ligament complex of the elbow joint. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8:625-7.
26. Jeon IH, Micic ID, Yamamoto N, Morrey BF. Osborne-cotterill lesion: an osseous defect of the capitellum associated with instability of the elbow. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:727-9.
27. Jobe FW, Stark H, Lombardo SJ. Reconstruction of the ulnar collateral ligament in athletes. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:1158-63.
28. Kalainov DM, Cohen MS. Posterolateral rotatory instability of the elbow in association with lateral epicondylitis. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1120-5.
29. Langer P, Fadale P, Hulstyn M. Evolution of the treatment options of ulnar collateral ligament injuries of the elbow. *Br J Sports Med* 2006;40:499-506.
30. Lin F, Kohli N, Perlmutter S, Lim D, Nuber GW, Makhsous M. Muscle contribution to elbow joint valgus stability. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:795-802.
31. Lynch JR, Waitayawinyu T, Hanel DP, Trumble TE. Medial collateral ligament injury in the overhand-throwing athlete. *J Hand Surg Am* 2008;33:430-7.
32. McAdams TR, Masters GW, Srivastava S. The effect of arthroscopic sectioning of the lateral ligament complex of the elbow on posterolateral rotatory stability. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:298-301.
33. McKee MD, Pugh DM, Wild LM, Schemitsch EH, King GJ. Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87 Suppl 1:22-32.
34. Meyers A, Palmer B, Baratz ME. Ulnar collateral ligament reconstruction. *Hand Clin* 2008;24:53-67.
35. Morrey BF. Reoperation for failed surgical treatment of refractory lateral epicondylitis. *J Shoulder Elbow Surg* 1992;1:47-55.
36. Morrey BF, An KN. Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *Am J*

Sports Med 1983;11:315-9.

37. Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. Clin Orthop Relat Res 1985;84-90.
38. O'Driscoll SW. Classification and evaluation of recurrent instability of the elbow. Clin Orthop Relat Res 2000;34-43.
39. O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. J Bone Joint Surg Am 1991;73:440-6.
40. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, Ring D, McKee MD. Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. Instr Course Lect 2003;52:113-34.
41. O'Driscoll SW, Lawton RL, Smith AM. The "moving valgus stress test" for medial collateral ligament tears of the elbow. Am J Sports Med 2005;33:231-9.
42. O'Driscoll SW, Spinner RJ, McKee MD, Kibler WB, Hastings H, 2nd, Morrey BF, et al. Tardy posterolateral rotatory instability of the elbow due to cubitus varus. J Bone Joint Surg Am 2001;83-A:1358-69.
43. Ochi N, Ogura T, Hashizume H, Shigeyama Y, Senda M, Inoue H. Anatomic relation between the medial collateral ligament of the elbow and the humero-ulnar joint axis. J Shoulder Elbow Surg 1999;8:6-10.
44. Olsen BS, Sojbjerg JO, Dalstra M, Sneppen O. Kinematics of the lateral ligamentous constraints of the elbow joint. J Shoulder Elbow Surg 1996;5:333-41.
45. Olsen BS, Sojbjerg JO, Nielsen KK, Vaesel MT, Dalstra M, Sneppen O. Posterolateral elbow joint instability: the basic kinematics. J Shoulder Elbow Surg 1998;7:19-29.
46. Olsen BS, Vaesel MT, Sojbjerg JO, Helmig P, Sneppen O. Lateral collateral ligament of the elbow joint: anatomy and kinematics. J Shoulder Elbow Surg 1996;5:103-12.
47. Osborne G, Cotterill P. Recurrent dislocation of the elbow. J Bone Joint Surg Br 1966;48:340-6.
48. Paletta GA, Jr., Wright RW. The modified docking procedure for elbow ulnar collateral ligament reconstruction: 2-year follow-up in elite throwers. Am J Sports Med 2006;34:1594-8.
49. Park MC, Ahmad CS. Dynamic contributions of the flexor-pronator mass to elbow valgus stability. J Bone Joint Surg Am 2004;86-A:2268-74.
50. Petty DH, Andrews JR, Fleisig GS, Cain EL. Ulnar collateral ligament reconstruction in high school baseball players: clinical results and injury risk factors. Am J Sports Med 2004;32:1158-64.
51. Pollock JW, Brownhill J, Ferreira L, McDonald CP, Johnson J, King G. The effect of anteromedial facet fractures of the coronoid and lateral collateral ligament injury on elbow stability and kinematics. J Bone Joint Surg Am 2009;91:1448-58.
52. Rahusen FT, Brinkman JM, Eygendaal D. Arthroscopic treatment of posterior impingement of the

- elbow in athletes: a medium-term follow-up in sixteen cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:279-82.
53. Regan W, Lapner PC. Prospective evaluation of two diagnostic apprehension signs for posterolateral instability of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:344-6.
54. Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:1348-54.
55. Regan W, Morrey BF. Classification and treatment of coronoid process fractures. *Orthopedics* 1992;15:845-8.
56. Ring D. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Hand Surg Am* 2006;31:1679-89.
57. Rohrbough JT, Altchek DW, Hyman J, Williams RJ, 3rd, Botts JD. Medial collateral ligament reconstruction of the elbow using the docking technique. *Am J Sports Med* 2002;30:541-8.
58. Safran M, Ahmad CS, Elattrache NS. Ulnar collateral ligament of the elbow. *Arthroscopy* 2005;21:1381-95.
59. Sanchez-Sotelo J, Morrey BF, O'Driscoll SW. Ligamentous repair and reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:54-61.
60. Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll SW, Morrey BF. Anteromedial fracture of the coronoid process of the ulna. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:e5-8.
61. Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll SW, Morrey BF. Medial oblique compression fracture of the coronoid process of the ulna. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:60-4.
62. Savoie FH, 3rd, Field LD, Gurley DJ. Arthroscopic and open radial ulnohumeral ligament reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *Hand Clin* 2009;25:323-9.
63. Schwab GH, Bennett JB, Woods GW, Tullos HS. Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament. *Clin Orthop Relat Res* 1980;42-52.
64. Schwartz ML, al-Zahrani S, Morwessel RM, Andrews JR. Ulnar collateral ligament injury in the throwing athlete: evaluation with saline-enhanced MR arthrography. *Radiology* 1995;197:297-9.
65. Seki A, Olsen BS, Jensen SL, Eygendaal D, Sojbjerg JO. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow: configuration of Y and its role. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:53-9.
66. Smith GR, Altchek DW, Pagnani MJ, Keeley JR. A muscle-splitting approach to the ulnar collateral ligament of the elbow. Neuroanatomy and operative technique. *Am J Sports Med* 1996;24:575-80.
67. Thompson WH, Jobe FW, Yocum LA, Pink MM. Ulnar collateral ligament reconstruction in athletes: muscle-splitting approach without transposition of the ulnar nerve. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:152-7.
68. Timmerman LA, Schwartz ML, Andrews JR. Preoperative evaluation of the ulnar collateral ligament

by magnetic resonance imaging and computed tomography arthrography. Evaluation in 25 baseball players with surgical confirmation. *Am J Sports Med* 1994;22:26-31; discussion 2.

69. Vitale MA, Ahmad CS. The outcome of elbow ulnar collateral ligament reconstruction in overhead athletes: a systematic review. *Am J Sports Med* 2008;36:1193-205.
70. Waris W. Elbow injuries of javelin-throwers. *Acta Chir Scand* 1946;93:563-75.
71. Wilson FD, Andrews JR, Blackburn TA, McCluskey G. Valgus extension overload in the pitching elbow. *Am J Sports Med* 1983;11:83-8.

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Hand contracture (수부세부전문의 강좌)

김광석 (전남의대 성형외과)

강호정 (연세의대 정형외과)

1) Dupuytren's contracture

어수락 (동국의대 성형외과)

2) Volkman's contracture

김영우 (W병원 정형외과)

3) IP and MPJ contracture

기세휘 (인하의대 성형외과)

4) PIP joint contracture release with free flap

노시영 (광명성애병원 성형외과)

Dupuytren's Contracture

어 수 락

동국의대 성형외과

III 서론

손바닥 연부조직의 구축 병변은 기존에 이미 기술된 바 있었지만, 1832년 프랑스의 Baron Guillaume Dupuytren 이 그 underlying mechanism을 처음 발표한 이래, 수장부의 근막(palmar fascia or aponeurosis) 및 수지에서 진행성 비후와 비가역성 구축을 일으키는 질환을 지칭하게 되었다. 수장부 피부에서는 얇아진 피하조직층에 의해 피부에 달라붙게 되며, pitting 또는 dimpling 현상을 보이기도 한다. 정확한 병인은 확실하진 않지만 Scandinavian 또는 Celtic 민족에서의 가족력이 있고 autosomal dominant 유전양상으로 보고되었으며, 또한 알코올리즘, 흡연, 갑상선 질환, 간질환, 당뇨, 반복적인 수부의 작은 외상, 또는 반복적인 수작업 등으로 인해 구축이 발생한다고 알려져 있다. 40세 이상의 중년층 또는 노년층에서 호발하며 남자에서 여자보다 5배 이상 발생하고 유색인종 보다는 백인에서 양측 성으로 나타나는 경우가 많다. 수장부의 척측 원위수장주름(distal palmar crease)에서 시작하여 제 4, 5 수지에 호 발하고 손바닥 면의 피하에 가벼운 통증성 결절이 중수지관절 수장부에서 촉진된다. 점차적으로 비후된 건대는 세로로 형성되어 제 4, 5수지를 끌어당김으로써 중수지관절과 근위지관절 부위의 굴곡 구축을 야기한다. 당뇨병자에서는 수 장부의 요측에서 많이 발생한다는 보고도 있다.

이소성 Dupuytren's disease로서 Dupuytren 구축을 보이는 환자의 5%에서는 내측 족저부근막의 구축을 보이거나 (Ledderhose disease), 3%에서는 남성 성기의 경화 (Peyronie disease)를 보이기도 한다. 또한 근위지관절의 배 부에서 knuckle pads 가 관찰되는 것을 Garrod nodule이라고 칭하는데 이러한 경우 점진적으로 발전하여 재발도 더 잘하는 것으로 알려져 있다.

무엇보다도 수장부와 수지의 정상적인 근막(fascia)에 대한 폭넓은 해부학적 지식과 그의 비후화된 병적인 여러 cords 형태로의 변환을 충분히 이해하는 것이 치료의 합병증을 피하고 신경혈관다발의 손상을 최소화할 수 있는 기본이다.

III 해부학적 이해

수장부의 근막은 크게 천층과 심층으로 나뉘는데, 천층의 근막은 수장근막(palmar aponeurosis)으로 Dupuytren

질환에서 주로 침범되는 반면, 심층의 근막은 골간근을 덮고 깊은 위치에 존재하여 Dupuytren 질환에서 잘 침범되지 않는 것이 일반적인 견해이다. 수장근막은 장장근(palmaris longus)의 건으로부터서 삼각형 모양의 구조를 보이는데 pretendinous band를 형성하는 종섬유(longitudinal fiber), 근위 및 원위 수장주름 2개를 형성하는 횡섬유 (transverse fiber) 및 심층과 천층의 근막을 연결해주는 수직 섬유(vertical fiber)로 나뉘어진다(Fig. 1) 원위 수장주름 부위에서 형성되는 근위 횡섬유(proximal transverse palmar ligament)는 pretendinous band 보다 더 깊은 위치에 존재하여 Dupuytren 질환에서 전형적으로 침범되지는 않으며, 무지 쪽에서 근위교련인대(proximal commissural ligament)와 연결된다. 원위 횡섬유는 natatory ligament 라고도 불리우며 소지 외전근(abductor digiti minimi)

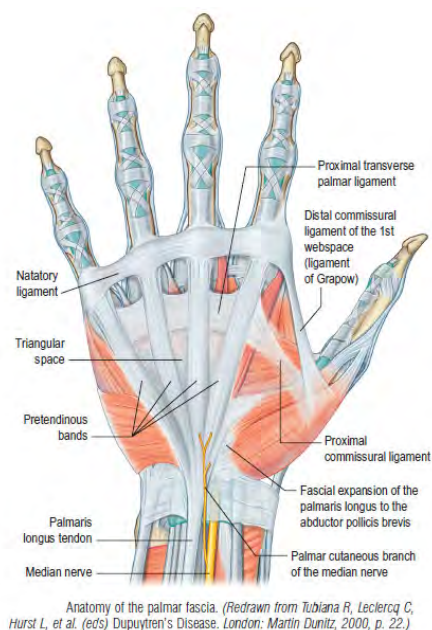


Fig. 1. Normal palmar fascia (from Neligan Plastic Surgery Vol. 6, p.373 Fig 17.1)

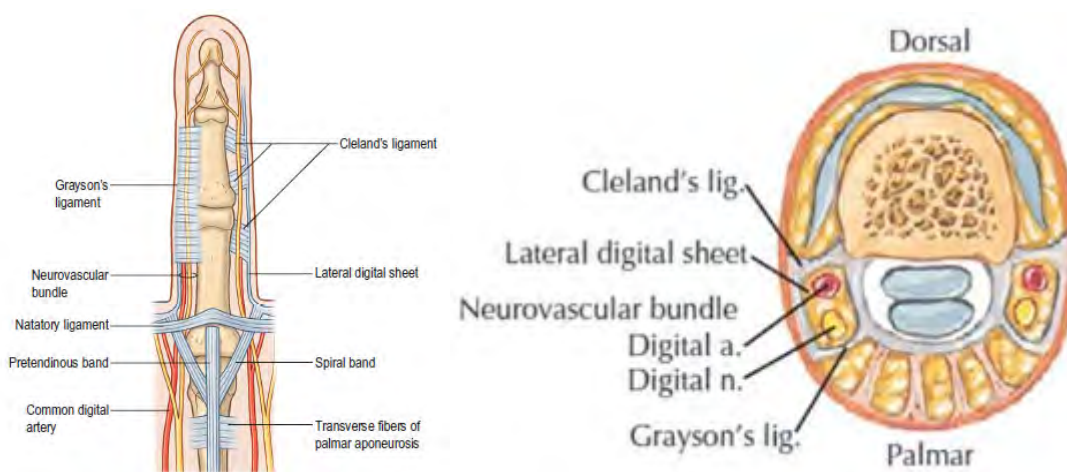


Fig. 2. Normal digital fascia (from Neligan Plastic Surgery Vol. 6, p.374 Fig 17.2)

및 척측의 신경혈관다발을 감싸게 된다.

수지의 근막은 측면에 있는 Cleland's ligament, Grayson's ligament, Transverse retinacular ligament에 의해 수지를 배부와 수장 측으로 구분하게 하는데 (Fig. 2), Cleland's ligament는 지관절부위에서 측면 피부 쪽으로 퍼지는 모양으로 붙어서 신경혈관다발의 배부 쪽에 위치하며 Dupuytren 구축에서 침범되지 않는 구조물로 알려져 있다.

병리학적으로는 손바닥근막의 만성염증질환에 의한 결체조직의 비후성 구축을 보이는데, 섬유아세포의 증식과 type III 콜라겐의 축적이 특징적이다. 콜라겐 type III를 생성하는 근섬유아세포 (myofibroblast)가 Dupuytren 조직에 많이 분포하며, prostaglandins 및 섬유아세포에서 근섬유아세포로의 분화를 촉진하는 TGF- β 등의 여러 성장 인자(growth factor) 또한 병변 근막(fascia)에서 많이 발견된다(Fig. 3). Glycosaminoglycans, matrix metalloproteinase의 증가, free radicals에 의한 미세외상 등도 구축의 발현에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 최근 DNA microarray에 의하면 musculoaponeurotic fibrosarcoma oncogene homolog B (MafB)의 유전인자들도 밝혀져 있다.

Dupuytren 질환은 크게 3단계의 과정을 거치는데 (1) 증식기(proliferative)에는 원위수장주름에 결절이 생성되고 섬유용해활동성(fibrinolytic activity)이 증가되어 있으며, (2) 퇴행기(involutional)에는 근섬유아세포가 발달하여 현저한 nodular thickening과 조기 관절구축의 양상을 보이는 nodule-cord unit을 형성하여 섬유아세포의 stress alignment를 관찰할 수 있게 된다. (3) 잔여기(residual)에는 결절의 크기가 줄고 acellular fibrous cord로 발전되는데 type III 콜라겐이 지속적으로 축적되어 점차적으로 type I 콜라겐으로 대체된다.

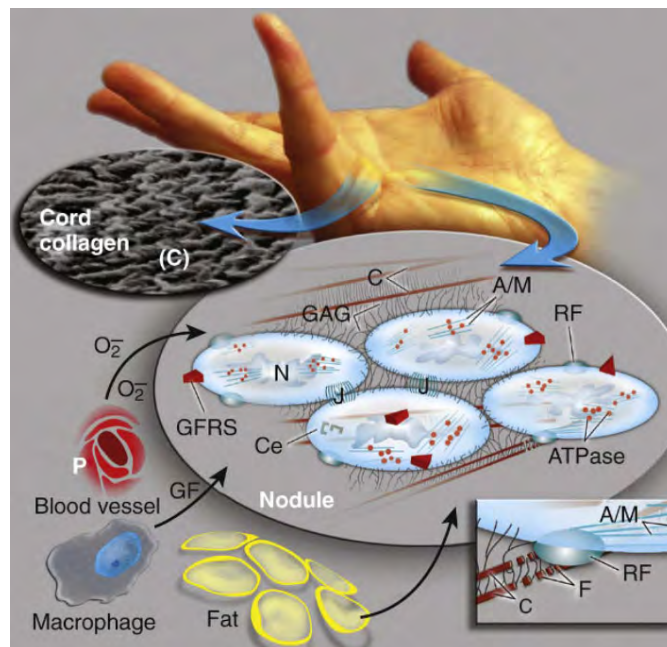


Fig. 3. Cellular, molecular and collagen components of Dupuytren's disease (A/M, actin and myosin filaments; ATPase, adenosine triphosphatase; C, collagen with triple helix; Ce, centrioles; GAG, glycosaminoglycans; GF, growth factors; GFRS, growth factor receptor site for tumor growth factor beta, epidermal growth factor beta, PDGF, platelet-derived growth factor; J, gap junctions; N, indented nucleus; O₂⁻ oxygen free radical; P, pericyte; RF, α 5, β 1-receptor/fibronexus attachment site.) (from Hurst L. Dupuytren's disease in Rehabilitation of the Hand and Upper extremity, Fig.22-3)

섬유증식기 과정에서 fascial structure (건초 구조물)들은 cord라는 병변으로 변하게 되는데, retrovascular cord는 신경혈관다발의 배부에 위치하게 되어 현저하지는 않지만 근위지관절의 재발성 구축을 초래하게 된다(Fig. 4). Cleland's ligament는 보통 침범되지 않으며, pretendinous cord가 중수지관절의 구축을 초래하는 주된 요인이 된다. Spiral cord는 pretendinous band, spiral band, lateral digital sheet, Grayson's ligament에 의해 형성되

Table 1. Fascial anatomy of Dupuytren's disease (from Neligan, Plastic Surgery, 4th ed. VI. Table 17-1.)

Table 1. Fascial anatomy of Dupuytren's disease		
Diseased structure	Anatomic origin	Clinical significance
Palmar cords		
Pretendinous cord	Pretendinous band	MCP joint flexion contracture
Vertical cord	Vertical fibers of McGrouther or septa of Legueu and Juvara	Causes painful triggering
Palmodigital cords		
Spiral cord	Pretendinous band, spiral band, lateral digital sheet, Grayson's ligament	Displaces the neurovascular bundle medially and superficially (spiral nerve)
Natatory cord	Natatory ligament (distal fibers)	Webspace adduction contracture
Digital cords		
Central cord	Pretendinous cord (digital extension)	PIP joint flexion contracture
Retrovascular cord	Retrovascular band of Thomine	PIP and DIP joint flexion contracture; prevents full correction of PIP joint contracture
Lateral cord	Lateral digital sheet (often closely associated with pretendinous and natatory cord)	PIP and DIP joint flexion contracture; displaces neurovascular bundle medially
Abductor digiti minimi cord	Abductor digiti minimi tendon	PIP joint flexion contracture
Thumb and first webspace cords		
Proximal commissural cord	Proximal commissural ligament	First-web adduction contracture
Distal commissural cord	Distal commissural ligament	First-web adduction contracture
Thumb pretendinous cord	Pretendinous band	MCP joint flexion contracture

DIP, distal interphalangeal; MCP, metacarpophalangeal; PIP, proximal interphalangeal.

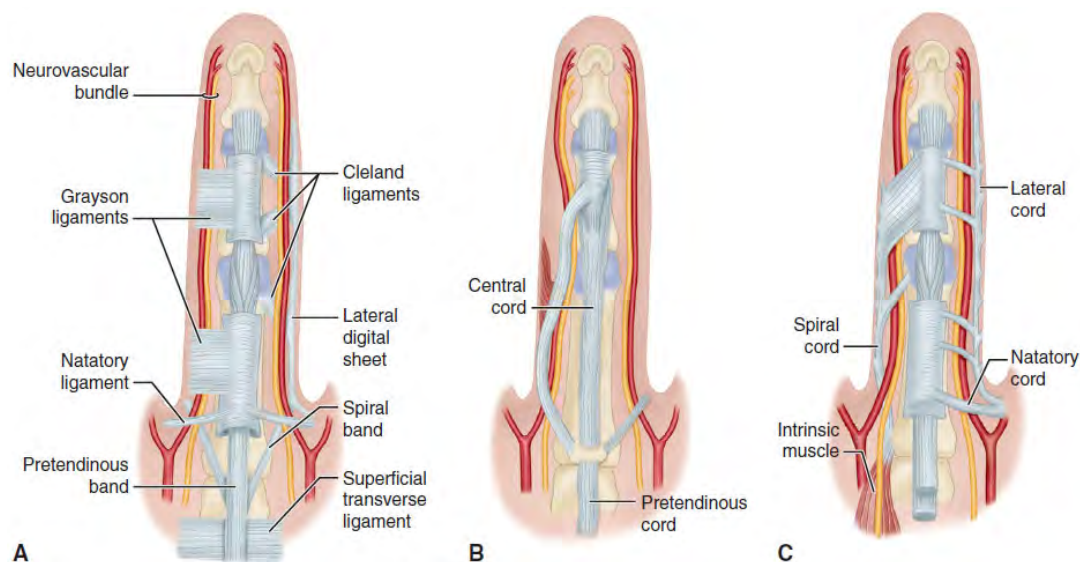


Fig. 4. A. Normal palmar and digital fascia B. Diseased fascia in continuity with the pretendinous cord C. Other common fascial disease patterns (from Campbell's Operative Orthopasdics, 13th ed, Fig. 75-3, p.3737)

는데, 근위부에서는 신경혈관다발의 배부쪽에 원위부에서는 수장부쪽에 위치하여 spiral cord의 수축시, 신경혈관다발이 수지의 중앙 및 표층부에 위치하게 된다(Fig. 5, 6). 제 4, 5수지에서는 주로 신경혈관다발의 변위가 주로 척측 방

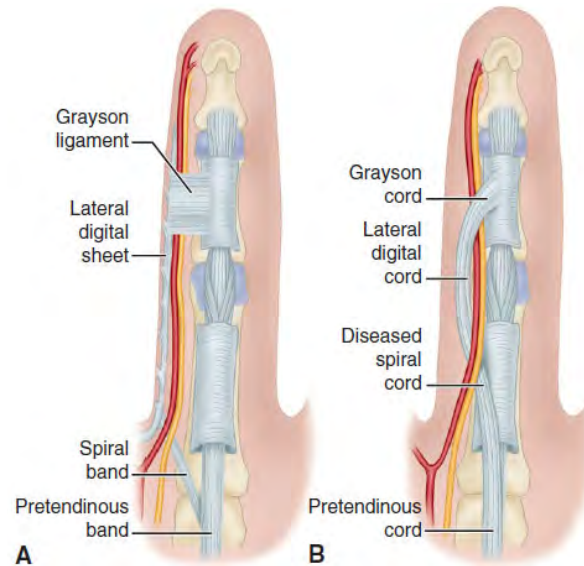


Fig. 5. A. Normal fascia, B. Spiral cord produce medial displacement of neurovascular bundle. (FT, flexor tendon. L, lumbrical. NVB, neurovascular bundle. SC, spiral cord) (from Campbell's Operative Orthopasdics, 13th ed, Fig. 75-4, p.3737)

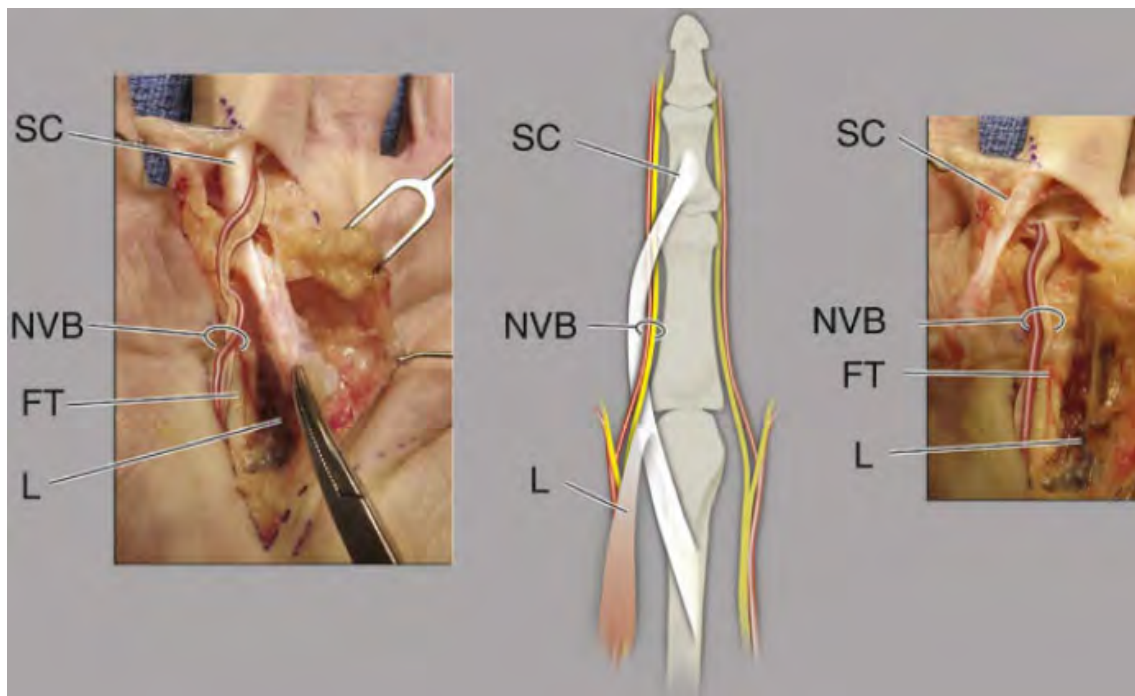


Fig. 6. Spiral cord in Dupuytren's disease (FT, flexor tendon; L: lumbrical; NVB, neurovascular bundle; SC, spiral cord) (from Hurst L. Dupuytren's disease in Rehabilitation of the Hand and Upper extremity, Fig.22-6)

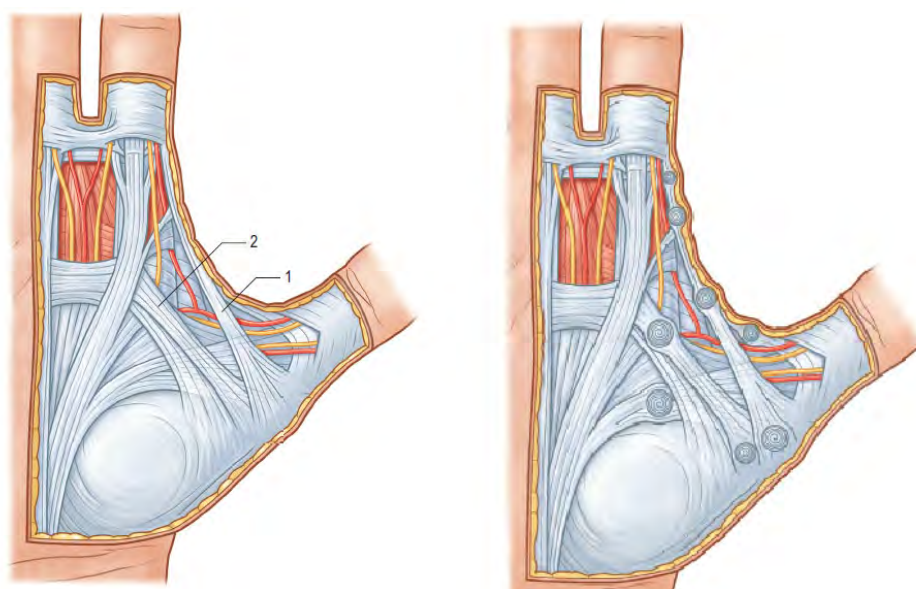


Fig. 7. A. Normal fascial anatomy of the 1st web space. 1. Distal commissural ligament (ligament of Grapow). 2. Proximal commissural ligament. B. Pathologic anatomy (from Neligan Plastic Surgery Vol. 6, p.374 Fig 17.3)

향에서 관찰된다. 드물지만 lateral digital cord는 원위지관절부위의 구축을 야기할 수 있다(Table 1).

제 1 수지간 또한 Dupuytren 질환에서 침범되는데 proximal commissural cord (proximal transverse fibers of the palmar aponeurosis와 연속됨)와 distal commissural cord (nataory ligament와 연속됨)를 형성하며 이는 제 1수지간의 내전 구축을 초래하게 된다 (Fig. 7). 무지의 pretendinous band는 cord를 형성하여 중수지관절의 구축을 야기한다.

III 임상 양상 및 진단

임상양상은 확실히 예측하기가 어렵지만, 통증은 국한되고 수장부의 결절은 없어지거나 멍쳐져 커지는 경우도 있는데, 점차적으로 섬유화된 cord를 형성하여 수장부 또는 수지의 구축을 초래하는 것이 특징이다. 구축은 갑자기 진행되기도 하지만 어느 정도 기간에는 일정한 상태를 유지하는 등, 다양한 과정을 보인다. 진단은 환자의 증세로 쉽게 판단할 수 있는데, 초기에는 수장부의 원위지 주름 부위에서 dimpling이나 pitting이 관찰되기도 하고, 수장부의 주름을 변형시키기도 한다(Hugh Johnson sign). 점차적으로 결절성 비후 증세를 보이다가 점차적으로 구축으로 발전하게 된다. 이들 구축은 주로 수장부의 척측부위에서 발생하며 수지에까지 이르기도 한다. 중수지관절부위에서의 부드럽게 촉지되는 결절은 병적인 spiral cord에 의한 신경혈관다발의 변위를 암시한다 (Short-Watson sign). 병적인 cords는 중위지골 이하부위 즉 원위지관절을 침범하는 경우는 드물지만 환자들은 원위지관절의 운동장애를 보이기도 하고, 주로 악수, 글러브 착용, 호주머니에 손을 집어 넣는 행동 등에서 불편을 호소한다. 특이하게도 근위지관절의 배부에서 관찰되는 knuckle pads, 즉 Garrod's nodule은 Dupuytren 질환 환자의 15%에서 보고되는데, 수부의 양측성 및 동시다발적 발생함(ex. Ledderhose's, Peyronie's)을 암시한다. 하지만 족지에서의 구축은 발생하지 않는다.

수장부에서 만져지는 nodule과 cord를 관찰하고 tabletop test를 통해 쉽게 진단할 수 있는데, 감별진단으로는 camptodactyly, 외상성 반흔 구축, 화상후 반흔 구축, Volkmann's ischemic contracture, 관절 강직증, desmoid fibroma, 결절성 근막염 등이 있으며 영상의학적 검사나 조직검사 등은 불필요하다.

III 치료

치료의 목적은 변형된 수장부와 수지를 교정함으로써 수부기능의 향상을 도모하는 데 있다.

초기 치료는 스테로이드 주사, 물리치료, ultrasound therapy, external beam radiation therapy 등의 방법이 있고, 교원질의 분해효소인 clostridial collagenase 주사요법 등이 보고되고 있다. 스테로이드 주사요법은 통증을 동반한 결절에는 효과를 볼 수 있지만, Dupuytren's cords나 관절 구축에는 효과가 없는 것으로 알려져 있다. Enzymatic fasciotomy로서 clostridial collagenase는 0.58mg을 0.25 ml의 희석액에 용해시켜 25-gauge의 주사기를 사용하는데(Fig. 8) 부작용으로는 국소 부종, 통증, 멍, 소양증, 국소 림프절의 비후, 압통 등이 보고되었지만 수술 없이 신속하고 극적인 효과를 보이기 때문에 굴곡견과 멀리 떨어져 저명한 cord를 보이는 환자에서 선택적으로 사용될 수 있다. 하지만, 항응고제를 복용중이거나 림프부종, 림프절 수술을 시행받은 환자 등에서는 금기가 된다. 또한 방사선 치료요법이 시행되기도 하며 이러한 모든 적절한 치료 후에도 재발을 잘 하는 것으로 알려져 있다. 보존적인

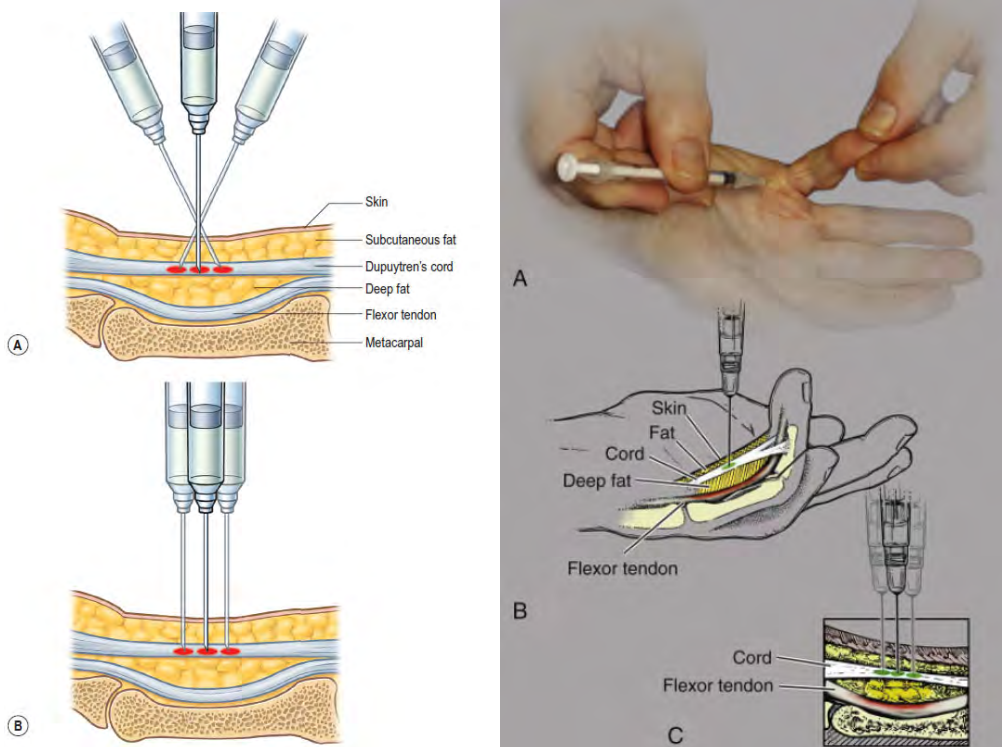


Fig. 8. Collagenase 주사요법(from Hurst L. Dupuytren's disease in Rehabilitation of the Hand and Upper extremity, Fig.22-12)

치료방법으로는 dimethyl sulfoxide, vitamin E, methylhydrazine, allopurinol, colchicine, and interferon- γ , 에 대한 연구도 진행 중에 있다.

경피적 주사 건막절개술 (Percutaneous needle aponeurotomy, PNA)은 25-gauge 주사 바늘을 이용하여 1% lidocaine with 1:100,000 epinephrine, 1cc를 주입한 후 구축되어 있는 cord 부위를 분리시켜 주는 방법인데, 원위 수장부 감각신경의 손상을 주의해야 한다.

수술적 치료는 근위지관절의 어떠한 굴곡 구축을 보이는 경우나, 중수지관절이 30° 이상의 굴곡 구축을 보이는 경우 시행할 수 있는데, 증식기에 수술을 시행하는 경우 수지의 강직이나 굴곡 구축이 발생할 수도 있으므로 수술의 적절한 시기는 관절의 구축 정도, 퇴행성 관절 질환의 존재여부, 다른 유발 요인 등을 종합적으로 고려하여 시행하여야 한다. 특히 중수지관절의 구축은 측부인대를 긴장상태로 있게 하므로 이완술이 응급을 요하진 않지만, 근위지관절의 구축은 측부인대의 구축 및 관절연골의 변형을 초래하므로 구축이완술을 가능한 빨리 시행해주는 것이 좋다. 제 1수지간의 내전 구축, 소지의 외전 구축, A1 pulley위로 심한 건초염을 보이는 경우, 원위 수장부 주름의 maceration을 보이는 경우에도 수술적 적응증이 될 수 있다. 하지만 근위지 관절의 구축이 오래 진행되어 관절면의 변화가 있거나, CRPS 병력이 있는 경우, 수술적 치료의 금기증이 되며 오랜 흡연력, 말초혈관질환, 당뇨 등의 환자에서는 특히 주의를 요한다.

구축이나 수장부 피부와의 달라붙은 정도 등에 따라서 다양한 종류의 수술 절개법이 이용되는데, 근위지관절의 침범이 없다면 zig-zag 절개법이 수지에서 가장 널리 이용될 수 있다(Fig. 9). 다수의 횡절개를 이용한 방법은 신경혈관

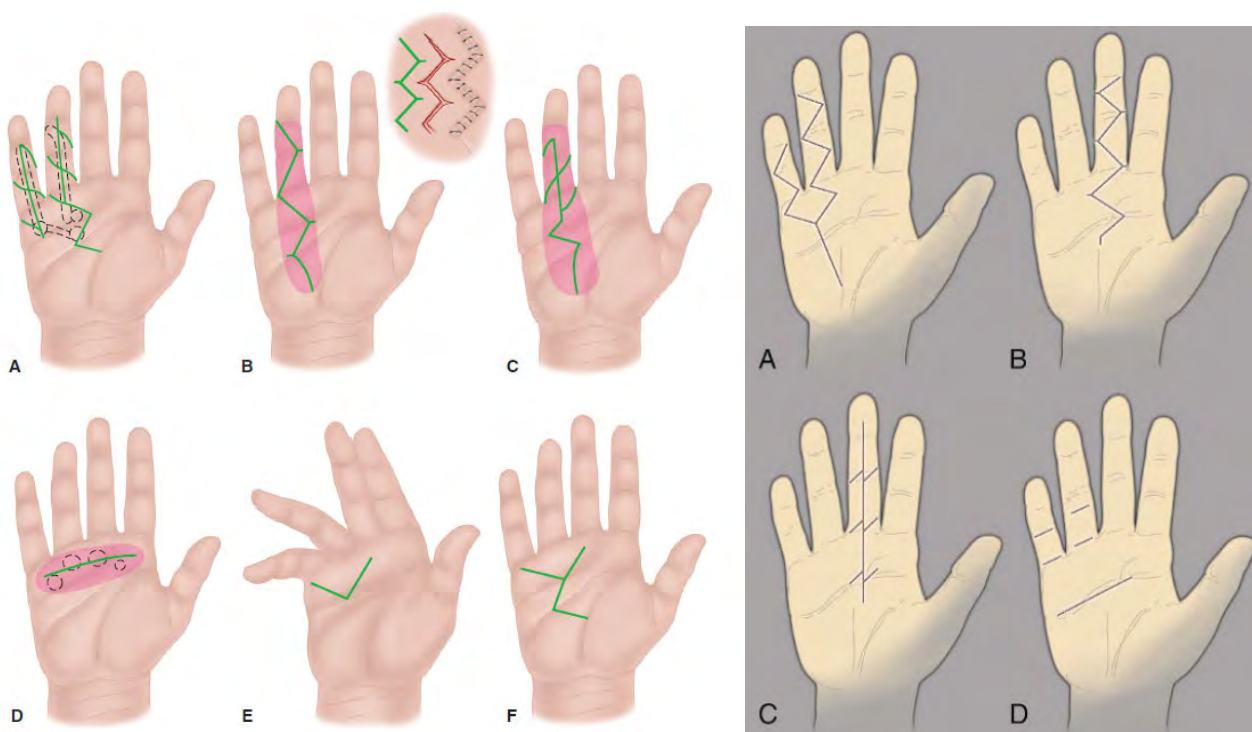


Fig. 9. Various incision for Dupuytren's contracture (from Hurst L. Dupuytren's disease in Rehabilitation of the Hand and Upper extremity, Fig.22-9)

다발의 손상없이 안전하게 접근할 수 있다. 수술적 방법으로는 크게 subcutaneous fasciotomy, partial fasciectomy, complete fasciectomy, dermatofasciectomy, open-palm technique (McCash), fasciectomy with skin grafting, 절단술, 관절 절제술 및 관절 고정술 등을 시행할 수 있다(Fig. 10, 11).



Fig. 10. Complete fasciectomy for removal of the pretendinous & spiral cords.

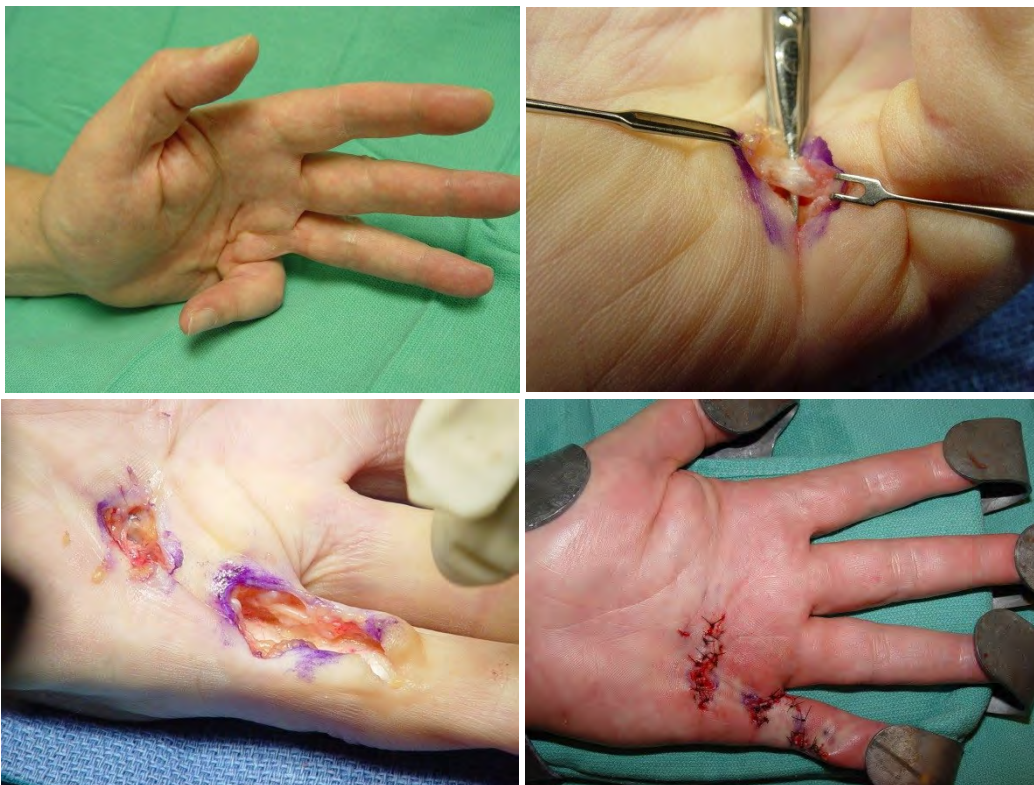


Fig. 11. Partial fasciectomy with transverse incision.

적절한 수술방법의 선택은 환자의 나이, 직업, 수지 및 수부의 기능 상태, 수장부 피부의 상태, 골변형의 여부, 환자의 건강 상태 등 여러 요인을 고려하여 선택하여야 한다. Partial (selective) fasciectomy는 이미 성숙된 cord 조직만 제거하기 때문에 술후 morbidity가 적어서 가장 널리 사용되는 방법이다. 특히 제 5수지의 경우 굴곡구축이 40도 이상 심한 경우 절단술을 요하는 경우도 있다. Fasciectomy 후에도 굴곡구축이 지속되는 경우 관절절개술(joint capsulotomy)을 요하기도 한다.

수술 후에는 가능한 한 빨리 관절움직임을 시작하여 재구축을 조기에 예방하는 것이 중요하다. Collagenase를 사용하거나, percutaneous fasciotomy를 시행한 경우 soft, bulky dressing으로 적절한 압박을 가해주는 것이 좋고 3일후에는 정상적인 수부 움직임을 권유한다. 술후 3-4개월가량은 야간에 신전 상태의 부목을 유지한다. Fasciectomy를 시행한 경우, 수장부 부목을 이용하여 중수지관절 및 근위지관절을 최대한 신전 상태로 유지하며 술후 3-5일째부터서는 능동적, 수동적 운동을 시작하는 것이 좋다. 피부이식을 시행한 경우 5일째까지는 bolster dressing을 유지하고 일주일이후부터 수지 운동을 권장한다. 술후 부종, 멍, 통증은 흔히 관찰되지만, 구축의 잔존, 굴곡 운동의 제한, 피부 파판의 괴사, 굴곡건 및 수지 신경혈관다발의 손상, 복합부위 통증증후군 (complex regional pain syndrome) 등의 합병증도 숙지하여야 한다.

술후 이차적인 술기로는 skeletal traction, wedge osteotomy, total volar tenoarthrolysis, PIP arthrodesis, amputation 등을 필요로 할 수 있다.

Author's preferred surgical treatment method

The Surgical Release of Dupuytren's Contracture Using Multiple Transverse Incisions. Arch Plast Surg. 2012 Jul;39(4):426-30.

저자는 multiple transverse incision을 통한 partial fasciectomy 술기를 선호하는데, 이는 minimally invasive technique의 일환으로서 피부구축이 악화될 가능성이 적다는 장점이 있으며, Dupuytren 구축의 치료 목적인 “질환의 완전 치료보다는 수부 기능의 향상을 도모” 할 수 있다는 점에서 최소한의 수술절개를 통해서 만족할 만한 결과를 얻고 있다.

Fig. 2. Preoperative and intraoperative findings

(A) Dupuytren's disease affecting the middle and ring finger with contractures. The metacarpophalangeal (MCP) joint was flexed 120 degrees but the proximal interphalangeal (PIP) joint was not affected in the middle finger. The MCP joint was flexed 90 degrees and the PIP joint was flexed 130 degrees in the ring finger. (B) The fibromatous cords were resected through the transverse incisions. (C) Z-plasties were used to cover the wound of the ring finger. The other incisions were closed directly.

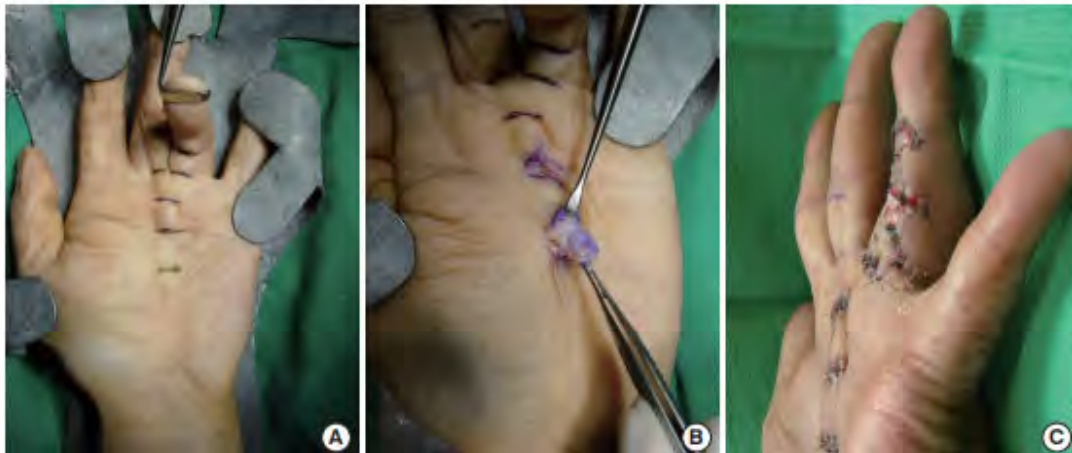


Fig. 3. Preoperative and intraoperative findings

(A) Dupuytren's disease affecting the little finger with the metacarpophalangeal joint flexed 90 degrees and the proximal interphalangeal joint flexed 110 degrees. (B) The fibromatous cords were resected through the transverse incisions.



Fig. 4. Postoperative 18 months

(A) At postoperative 18 months, there was no flexional contracture and no cords. (B) Full extension was achieved at the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints.



References

1. Kníže J, Miletín J, Nejedlý A, et al. Current treatment options of dupuytren's disease. *Acta Chir Plast.* 2018;59:142-148.
2. Rodrigo JJ, Niebauer JJ, Brown RL, et al. Treatment of Dupuytren's contracture: long-term results after fasciotomy and fascial excision. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:380-7.
3. Mansha M, Flynn D, Stothard J. Safety and Effectiveness of Percutaneous Needle Fasciotomy for

- Dupuytren's Disease in the Palm. *J Hand Microsurg.* 2017 Dec;9:115-9. Epub 2017 Aug 8.
4. 수부외과학, Chapter 6. 듀피트렌씨 구축, p.65-70, 2014, 대한수부외과학회, 범문에듀케이션,
5. Campbell's Operative Orthopaedics. 12th Ed. Chapter 75. Dupuytren contracture. p.3625
6. Chung K, Walley KC, Rosental TD. Management of complications of Dupuytren contracture. *Hand Clin.* 2015;31:345-354.
7. Mcfarlane RM. Patterns of the diseased fascia in the fingers in Dupuytren's contracture. Displacement of the neurovascular bundle. *Plast Reconstr Surg.* 1974;54:31-44.
8. Strickland JW, Bassett RL. The isolated digital cord in Dupuytren's contracture: anatomy and clinical significance. *J Hand Surg Am.* 1985;10:118-24.
9. Rodrigo JJ, Niebauer JJ, Brown RL, Doyle JR. Treatment of Dupuytren's contracture. Long-term results after fasciotomy and fascial excision. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:380-7.
10. Luck JV. Dupuytren's contracture; a new concept of the pathogenesis correlated with surgical management. *J Bone Joint Surg Am.* 1959;41:635-64.
11. Green's operative hand surgery, Chapter 4. Dupuytren disease, 7th ed. p.128-51. 2017.
12. Lam WL, Rawlins JM, Karoo ROS, et al: Re-visiting Luck's classification: a histological analysis of Dupuytren's disease. *J Hand Surg Eur.* 2010;35:37-312.
13. Holland AJ, McGrouther DA: Dupuytren's disease and the relationship between the transverse and longitudinal fibers of the palmar fascia: a dissection study. *Clin Anat.* 1997; 10:97-103.
14. Reilly RM, Stern PJ, Goldfarb CA: A retrospective review of the management of Dupuytren's nodules. *J Hand Surg Am.* 2005;30:1014-8.
15. Hettiaratchy S, Tonkin MA, Edmunds IA: Spiralling of the neurovascular bundle in Dupuytren's disease. *J Hand Surg Eur.* 2010;35:103-8.
16. Hueston JT: Dorsal Dupuytren's disease. *J Hand Surg Am.* 1982;7:384-7.
17. Smith P, Breed C: Central slip attenuation in Dupuytren's contracture: a cause of persistent flexion of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 1994;19:840-3.
18. White S: Anatomy of the palmar fascia on the ulnar border of the hand. *J Hand Surg Br,* 1984;9: 50-6.
19. Rehabilitation of the hand and upper extremity. Chapter 22. Dupuytren's disease: Surgical management. 6th ed. Elsevier. p.266-80. 2011.
20. McIndoe A, Beare RL. The surgical management of Dupuytren's contracture. *Am J Surg.* 1958;95: 197-203.
21. Lee HJ, Eo SR, Cho SH, Jones NF. The Surgical Release of Dupuytren's Contracture Using Multiple Transverse Incisions. *Arch Plast Surg.* 2012 Jul;39(4):426-30.
22. 정문상, 백구현. 듀피트렌 구축, 손외과학, 군자출판사, 2005. p.210-28.

Volkmann's Ischemic Contracture

김 영 우

W병원 정형외과

III 서론

급성 구획증후군은 근막, 골 등의 단단한 경계에 둘러 싸인 제한된 공간, 구획(compart) 내, 조직압이 증가 하면서 구획 내 조직의 관류가 저하되고, 고압 상태가 지속 되면서 마침내는 내부 연부조직(주로 근육과 신경)이 괴사 되면서 나타나는 임상증상 혹은 증후군으로 정의된다. 이러한 동맥 부전이나 근육 허혈 후 수 시간 내에 발생하는 마비성 구축(paralytic contracture)에 대하여 1881년 Volkmann이 처음 보고하였고, 이후 여러 학자들이 정의와 원인에 대하여 보고하였다. 구획 증후군이 발생되면 기초대사량이 크고 허혈 상태에 가장 취약한 근육이 가장 먼저, 광범위하게 손상을 받게 되며, 괴사 및 섬유화가 발생하게 된다. 이러한 섬유화의 진행은 결국 근육의 수축, 이완 기능이 소실되며, 그에 따른 관절의 구축이 진행되어 이환된 상지에 심각한 기능적 장애를 초래하게 된다. 신경은 근육에 비하여 허혈에 잘 견디지만 압력에 민감하여, 증가된 구획압에 오래 노출되고 주변 근육의 섬유화가 진행되면 신경도 허혈성 괴사에 빠져 영구적인 신경 마비, 감각 소실, 만성 통증을 유발 하게 된다. Volkmann 허혈성 구축은 급성 구획 증후군 발생 시 치료 되지 않거나, 불충분한 치료 후 괴사된 근육과 신경이 섬유화되어 수부, 상지 기능에 심각한 장애를 남기는 것이다. 급성 구획증후군과 Volkmann 허혈성 구축은 치료 방법이 다르지만 두 가지 병증은 연속적으로 발생하는 것으로 이해 하는 것이 바람직하며 장기적이고 치명적인 후유증을 남길 수 있어 급성 구획증후군 발생 위험성 있는 환자는 면밀한 관찰과 관심으로 빠른 진단과 적극적인 치료로 대처 하여야 한다.

III 해부학

1) 전완부의 구획

전완부는 4개의 구획으로 나눌 수 있고 여기에 방형 회내근(Pronator Quadratus)를 따로 분리 하면 5개로 구분할 수도 있다(Fig. 1)

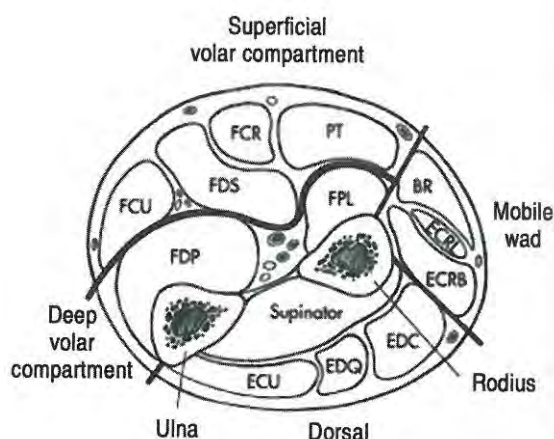


Fig. 1. 전완부의 구획

(1) 표층 장측 구획 (superficial volar compartment)

표재 굴곡근을 포함하는 구획(FDS, FCR, FCU, PT)

(2) 심부 장측 구획 (Deep volar compartment)

심부 수지 굴곡근 (Flexor digitorum profundus, FDP), 장 무지 굴곡근(flexor pollicis longus, FPL), 방형 회내근(pronator Quadratus)을 포함하는 구획으로 전완골에 직접적으로 붙어 있고 단단한 근막에 둘러 싸여 있어 구획 내 압력 상승 시 가장 먼저, 가장 심한 손상을 받는다. 각 근육들이 개별적인 구획 증후군을 나타낼 수 있어 이학적 검사시 주의 요한다.

(3) 배측 구획(dorsal compartment)

충수지 신전근(extensor digitorum communis, EDC), 장 무지 신전근(extensor pollicis longus, EPL), 인지 고유 신전근(extensor indicis proprius, EIP), 소지 신전근(extensor digiti minimi, EDM)을 포함하는 구획

(4) 운동 충전 공간(mobile ward space)

상완요근(Brachioradialis, BR), 장-단 요측 신전근(extensor carpi radialis longus-brevis, ECRL, ECRB)을 포함,

2) 손목의 구획

손목 관절에는 수근관(carpal tunnel)이라는 하나의 구획이 존재한다. 엄밀히 말하면 근막이 존재하는 부위가 아니라서 구획이라고 할 수는 없지만 전완부 구획 증후군 시 전완부의 압력이 수근관에 영향을 주어 정중신경에 문제를 초래 하므로 근막 절개 시 수평 수근 인대까지 열어주어야 하며, 구획으로 보는 것이 타당할 것으로 사료된다. 또한 수부의 조직압이 굴곡건 건초(flexor tendon sheath)나 충양근 관(lumbrical canals)을 통하여 수근관으로 전해질수도 있다.

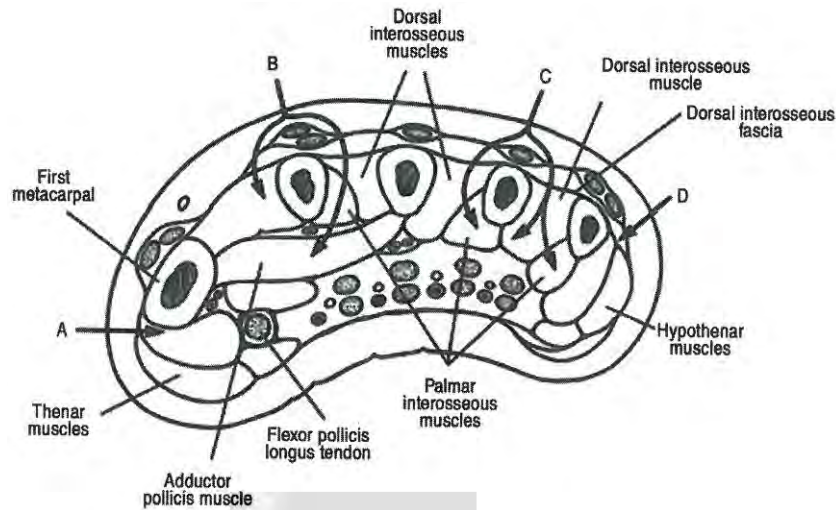


Fig. 2. 수부의 구획

3) 수부의 구획(Fig. 2)

무지구 근(thenar muscle) 구획, 소지구 근(hypothenar muscle) 구획, 무지 내전근(adductor pollicis muscle), 4개의 배측 골간근(4 dorsal interossei muscle) 구획, 3개의 수장측 골간근(3 palmar interossei muscle) 구획으로 나눌 수 있어 모두 10개의 근막 구획(myofascial compartment)으로 이루어져 있다. 수부의 구획 역시 해부학적 변이(variation)가 존재하므로 근막 절개를 통한 감압술(decompression) 시 동반한 해부학적 변이를 고려하여 적절한 감압이 이루어졌는지 반드시 확인하여야 한다.

4) 수지의 구획

Cleland 인대와 Grayson 인대로 구분되는 상하 2개의 구획이 존재한다.

III 급성 구획 증후군

1) 병태 생리

정상적인 근육 내 압력은 6mmHg이하로 알려져 있다. 제한된 구획 내에서 조직의 부종이나 출혈이 발생 하게 되면 구획 내 압력이 증가되어 미세 혈관 순환을 감소시키게 되며 국소적인 근육의 허혈을 유발 하게 된다. 이러한 압력의 증가는 여러 구획 중 뼈에 근접한 가장 심부의 구획에서부터 압력이 올라가므로 심부 수지 굴근(FDP) 및 장무지 굴근(FPL)이 전완부에서 가장 먼저 손상 받게 된다.

구획 증후군에 있어서 조직압 상승에 대해서는 두 가지 병리학적 기전이 제시되고 있는데, Rowland의 동정맥 경사도(arteriovenous gradient: AV gradient) 이론과 허혈 재관류 (Ischemia-reperfusion) 이론이 있다.

국소 혈류량(local blood flow: LBF)과 동정맥 경사도에는 다음과 같은 관계가 있다.

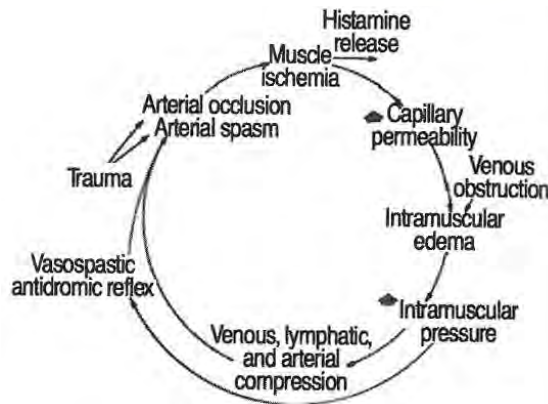


Fig. 3. 구획 증후군의 병태 생리 순환도

$$LBF = (Pa - Pv) / R,$$

Pa: Local arterial pressure(동맥압)

Pv: Local venous pressure(정맥압)

R: Vascular resistance(국소 혈관 저항)

조직에 둘러싸인 정맥의 내압은 주위 조직 내압보다 작을 수 없다. 그래서 조직 내압이 증가 하면 정맥 내압도 증가 되고, 동정맥 경사도도 감소하게 되어 이런 상태가 심해지면 근육과 신경의 대사에 공급되는 국소 혈류량도 감소하게 된다. 동정맥 경사도 이론에서는 조직 내압이 증가하거나 국소 동맥압이 감소될 때 국소적인 동정맥 경사도의 감소가 유발되고 국소 혈류량이 감소되는 것이다. 국소적인 동정맥 경사도가 낮아지면 근육과 신경에 대한 산소 공급이 감소 하게 되어 그 기능이 중단되며, 세포의 괴사가 진행되어 섬유화 조직으로 대체되는 과정을 거치고 이런 변화는 교액성 신경병증(strangulation neuropathy)를 유발한다.

허혈은 세포 내 저장된 에너지를 고갈시키는데 산화(oxidation) 또는 당 분해(glycolysis)에 의한 에너지 생산이 감소하고, ATP(adenosine triphosphate)의 감소를 유발하여 근육 내 칼슘 이온 수준을 변화시킨다. 이에 따라 각종 효소가 분비되어 세포막이 손상되고 세포 내 독성 화학 물질이 세포 외로 유출되어 모세관 유출(capillary leak)이 증가 되고 조직 내 압력이 증가된다. 백혈구 활동이 증가하면 모세관 유출은 더욱 증가된다. 실험상으로는 백혈구 활동을 억제시켜 허혈성 재관류에 의한 손상을 감소시킬 수 있고, mannitol, catalase, oxygen-free radical scavenger 등으로 전처리 함으로서 재관류에 의한 손상을 줄일 수 있다(Fig. 3).

2) 원인

구획 내 부피의 감소를 초래하거나 구획 내용물의 부피 증가를 초래할 수 있는 다양한 원인들에 의하여 구획 증후군이 초래 될 수 있다.

소아에서는 상완골 과상부 골절(supracondylar fracture of the humerus)이 가장 흔한 원인이며, 성인에서는 전완부 골절, 특히 원위요골 골절이 가장 흔한 원인으로 알려져 있는데, 잘못된 석고 고정이나 관혈적 정복술 및 내 고정술 후 근막을 봉합하는 것이 원인이 될 수도 있다. 팍 조이는 cast 나 부목 고정, 압력붕대 감기도 원인이 되며, 장시간

의 지혈대 사용, 사지 압박 증후군, 혈우병 환자에서 외상 후 발생하는 내 출혈, 과도한 운동, 뱀 교상(snake bite), 고용량의 수면제나 알코올 등을 섭취한 후 의식이 없는 상태에서의 기면도 장시간 특정 신체부위의 압박을 통해 압박성 신경 마비나 구획 증후군을 일으킬 수 있다. 의인성(iatrogenic) 원인으로는 조영제의 혈관의 유출, 혈액 응고 억제제 복용에 의한 혈종, 약물이나 경화제의 동맥 내 주사, 국소 마취제에 포함되는 고 장액성 식염수 등에 의해서 발생 될 수 있다.

3) 진단

구획압이 증가하고 4-6시간이 경과하면 근육에 비가역적인 변화가 발생하므로, 구획 증후군은 조기 진단이 절대적으로 필요하다. 임상양상은 '5 P' 혹은 '6 P'로 Pain(통증), Puffiness (종창), Pallor(창백), paresthesia(이상감각), Pulselessness(맥박상실), Paralysis(마비) 등이 있다.

가장 중요한 증상은 통증(Pain)이며 손상의 정도에 비례 하지 않는 지속적이고 점차 강도가 심해지는 통증으로 고정(immobilization)으로도 완화되지 않으며, 거상(elevation)후 오히려 증상이 심해지는 특성이 있다. 특히 소아에서 골절부위와 관계가 없는 손가락을 수동으로 신전할 때 심한 통증을 호소하는 passive muscle stretch test 양성소견을 보인다면 급성 구획증후군에 대한 즉각적인 조치를 시행 하여야 한다. 부종과 피부의 팽팽함(Puffiness)은 구획 증후군의 최초의 증후(sign)이다. 단단한 느낌으로 마치 야구공을 누르는 느낌이 있고, 이 팽팽함은 손상 부위에만 국한되지 않고 구획 전역에 걸쳐 나타난다. 피부는 반들거리고 따뜻해져 붕와직염과 비슷하다.

감각이상(Paresthesia)이나 마비(Paralysis)는 신경의 허혈증을 시사하는 주요 소견으로 fine touch를 담당하는 무수 typeC 신경섬유는 허혈에 민감하여 감각이상이 먼저 나타나게 된다. 원위부 혈류 저하는 심부 장측 구획까지 압력이 충분히 높아져야 발생하며 구획증후군은 수축기 동맥압(120mmHg)보다 훨씬 낮은 압력(30-40mmHg)에서 발생하므로 초기에는 맥박상실(Pulselessness)이 발생 하지 않으며, 원위부 동맥박동이 있더라도 급성 구획증후군의 진단을 배제할 수 없다.

특히 다발성 외상의 환자나 의식이 없는 환자에서는 이러한 임상증상의 변화 만으로 조기 진단하기 어려운 경우가 많다, 이러한 환자에서는 손의 내재근 음성 자세(intrinsic-minus posture)를 취하는 것으로 구획 증후군을 의심하여야 하며 조직압 측정이 필수적인 진단 과정이 된다.

임상 증상에 의한 진단도 중요하지만 조직압 측정은 진단에 결정적이며, 객관적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 측정 변이가 심하여 반드시 건측과 비교하여야 한다. 조직압 측정의 방법으로는 주입방법(infusion technique)이 있는데 Whiteside 방법(Fig. 4)과 Matsen 방법(Fig. 5)은 같은 원리로서 지속적으로 구획압을 측정할 수 있고 구획 증후군의 위험성이 있으면서 감각이 저하된 환자에서 적당하다. Wick-Catheter방법으로 Murbarak이 기술한 방법으로, 현재는 1회용으로 상품화된 조직압 측정기가 소개되고 있다(Fig. 6). 이러한 방법으로 측정된 구획압이 이론적으로는 30mmHg 이상이면 정상 모세혈관 관류 압력인 20-25mmHg 이상이 되어 구획 증후군을 유발할 수 있어, Murbarak 등은 30mmHg 이상의 구획압이면 근막 절개술을 하여야 한다고 주장하였다.

하지만 whiteside나 Matsen등은 45mmHg이상의 구획압시 근막 절개술 시행할 것을 주장하였다.

근육은 4시간 이후부터 기능적 변화가 나타나며, 6시간 이후부터는 비가역적인 변화가 나타나게 된다. 일단 근육은 괴사에 빠지면 조직압이 줄어들더라도 근육의 자연적인 재생은 불가능한 것으로 알려져 있다. 신경은 구획압이

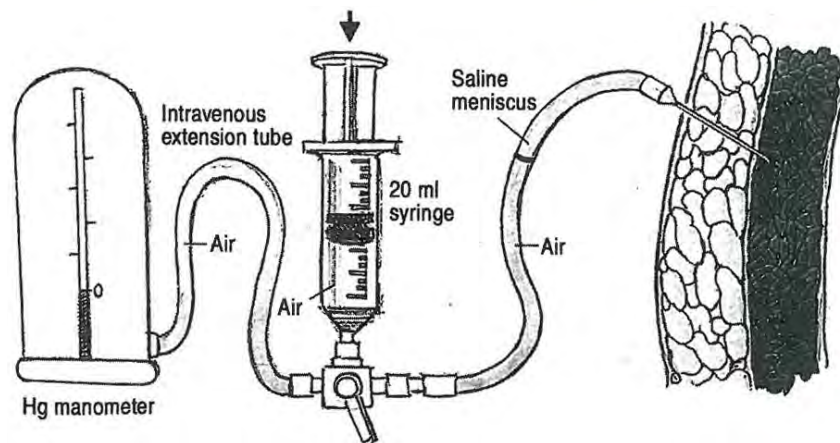


Fig. 4. Whiteside 방법

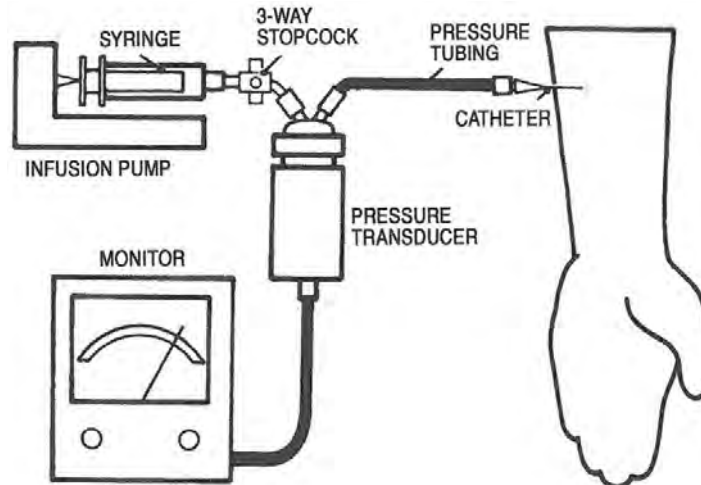


Fig. 5. Matsen 방법



Fig. 6. Wick-catheter방법(Stryker 휴대용 전자 조직압 측정기)

50mmHg이상이면 신경전도의 완전 차단이 발생하며 30분 이내에 기능적 변화가 나타나게 되고, 비가역적인 변화는 8시간에서 12시간 이후에 발생한다. 신경이 기능은 압력이 낮아지게 되면 제한적이거나 호전될 수 있다.

4) 치료

조기 진단과 치료만이 Volkmann구축을 예방할 수 있다. 구획증후군의 치료는 구획압력을 증가시킨 요인을 제거하는 것이다. 가장 먼저 하여야 할 것은 외부 압박을 제거하는 것이나 압박된 cast나 bandage를 즉각 제거하고, 탈구나 골절의 정복이 되어있지 않다면 정확한 정복을 시도하며 이환된 사지를 심장 높이로 유지하여 가장 동정맥 분압차를 크게 유지해야 한다. 너무 높은 사지 거상은 동맥 혈류 감소로 국소 허혈을 유발할 수 있다.

이런 치료에도 불구하고 30분에서 1시간 내에 증상이 회복되지 않고 구획압의 감소가 이루어지지 않는다면 모든 침범된 구획에 대하여 즉각적인 근막 절개술(immediate fasciotomy)을 시행하여야 한다. 허혈증이 사지를 위협하지 않을 때에는 수술 초기에 지혈대를 사용하는 것이 도움이 될 수 있으나, 허혈시간이 critical한 경우에는 지혈대 사용 시 허혈을 악화시킬 수 있으므로 사용하지 않는 것이 권장된다. 절개선은 지그재그형이나 S자 형을 사용하고(Fig. 7), 관절에 종적 절개는 가능한 피하도록 한다. 수근관 감압술은 항상 시행하여야 하며, 필요시 수근부의 Guyon관도 감압한다. 근막 절개술 시행 시 피부 신경이 손상받지 않도록 주의하고 피부에 위치한 표재 정맥을 최대한 보존하도록 하여야 한다. 전완부 심부 장측 구획의 감압이 확실히 되었는지 확인하여야 하며, 근육의 변색이 있는 경우 또는 순환회복을 보이지 않거나 물리적 자극에 반응하지 않는 경우에는 괴사된 근육의 절제술을 같이 시행하여야 한다. 이때 불충분한 근육 절제가 이루어지면 오히려 감염이나 이차적인 신경 압박의 주요 원인이 되므로 광범위한 근육 절제가 시행되어야 하며 추후 기능적 유리 근 피판술을 통하여 기능의 회복을 도모하여야 한다. 동반된 동맥 손상은 봉합술이나 정맥 이식술 시행하며, 신경 손상도 일차 봉합이 가능하다면 봉합술을 시행한다. 예방적 근막 절개술은 액와 동맥이나 상완 동맥의 봉합시 또는 사지 접합술 시행 시 고려한다. 증상 발현 후 24시간 이내에 시행한 근막 절개술은 예후가 좋은 것으로 보고된다. 2-3일 이상 지난 경우에는 괴사된 근육의 감염이나 연부조직의 결손을 유발할 수 있어 오히려 근막 절개술은 금기하는 견해도 있었으나, 개방성 창상에 대한 치료 방법의 발전으로 열린 상처에 대한 적절한 치료를 할 수 있고 환자 전신 상태가 허락하는 경우에는 24시간 이후에도 근막 절개술을 통해 조직압을 낮추어 아직 살아 있는 근육의 회복을 기대할 수도 있고 괴사된 근육을 제거 함으로서 향후 발생 가능한 관절의 구축이나 신경 압박을 예방 하는 것이 향후 상지 기능 회복 치료에 오히려 도움이 된다. 그러므로 2-3일 후 발견된 급성 구획 증후군도 근막 절개술의

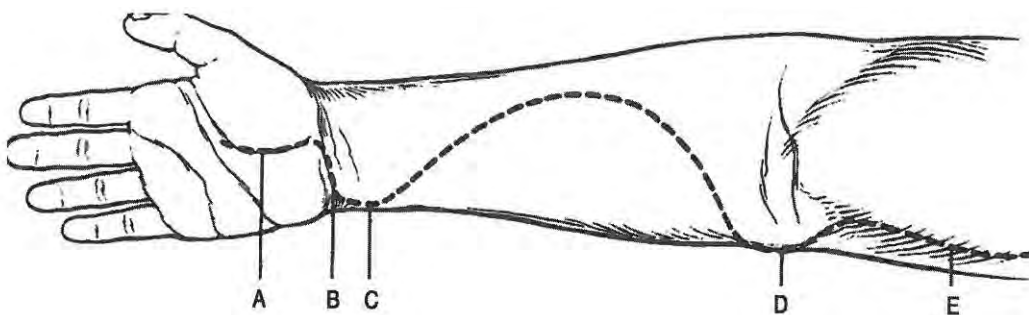


Fig. 7. 상지의 근막 절개선

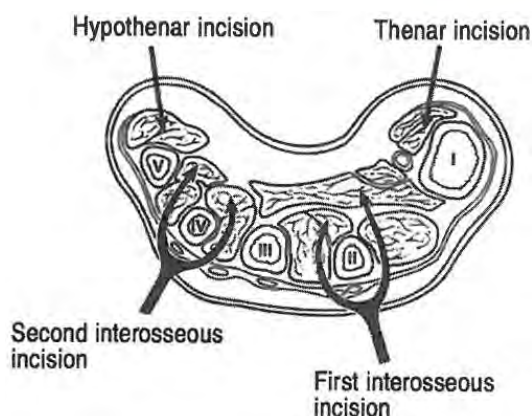


Fig. 8. 수부의 근막 절개선

적응이 될 수 있다.

수부에 발생한 구획 증후군은 내재근을 침범하게 되므로 수배부와 무지구 및 소지구 절개를 통하여 감압시킨다(Fig. 8). 수지부 감압은 mid-axial lateral incision을 통해 시행한다. 주로 비우성측에서 근막 절개를 하는데 보통 무지와 5수지는 요측에서 제 2,3,4 수지는 척측에서 시행한다.

근막 절개 후 상처는 압력이 내려가면 가급적 조기(가능하면 5일 이내)에 봉합 하거나 피부이식을 통하여 봉합하여 이차적인 감염을 예방하여야 한다.

III 볼크만 허혈성 구축(established Volkmann's ischemic contracture)

만성 구획 증후군(Chronic compartment syndrome)이라고도 불리며 급성 구획 증후군 후에 발생하는 일종의 합병증이다. 상지 압궐 손상후에 나타나는 수부의 기능 저하는 직접 손상뿐 만 아니라 적절한 구획 박리가 이루어지지 않은 결과로 근육의 허혈, 괴사 후 발생한 전환부의 구축 상태를 의미한다. 특히 심부 굴곡근 구획이 가장 손상받기 쉬우며 표층 전완부근육, 신전근, 수부의 내전근 순서로 손상을 받는다. 구획 내 손상의 정도는 근육 중심부에 경색이 가장 심하며, 주변부로 갈수록 측부순환(collateral circulation)에 의하여 손상을 덜 받게 된다.

근육이 죽은 다음, 죽은 조직이 남아 있는 시기로 부분적으로 섬유화가 진행되는 시기를 necrotic stage라 하고, 근육세포가 fibrous tissue로 대체되어 완전히 섬유화되는 시기를 fibrous stage라 하는데 근육은 그 크기와 혈액 공급 정도에 따라 다르나 이러한 섬유화는 6-12개월 정도 소요된다. 이 과정 중 신경에 대한 이차적인 압박이 발생하면서 압박성 신경병증으로 진행된다. 압박성 신경병증은 운동기능의 감소와 감각의 저하, 극심한 통증을 유발하게 되어 같이 치료하여야 한다.

1) 분류(Classification)

Volkmann구축의 진단은 병력과, 이학적 검사, 근전도 검사를 통하여 이루어지며 손상된 부위에 따른 Holden 분류와, 근괴사의 심한 정도에 따른 변형된 Seddon-Tsuge의 분류법을 병합한 방법이 일반적으로 사용되어진다. 전완

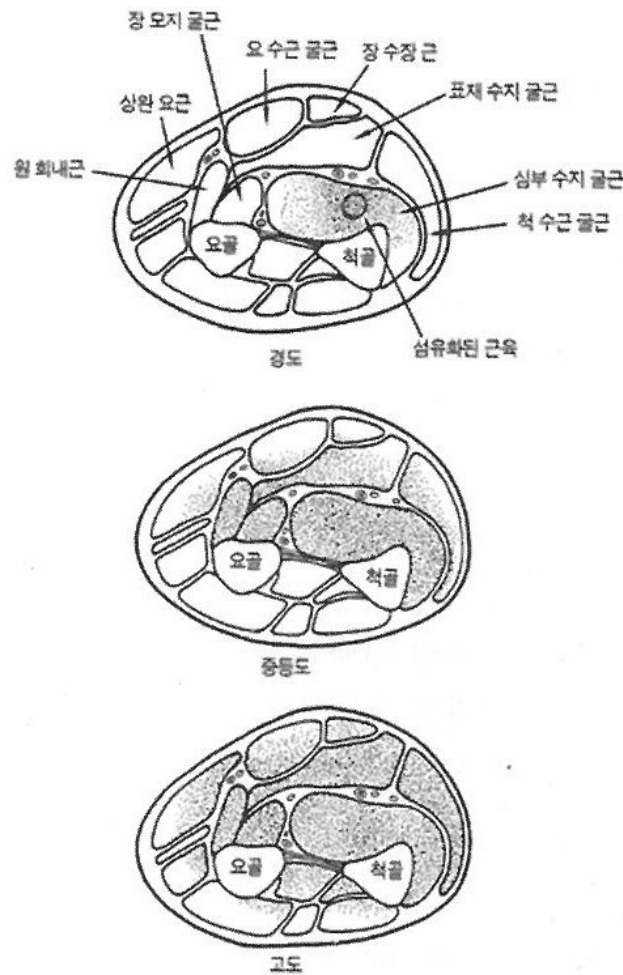


Fig. 9. Tsuge 분류

부에는 약 20개의 근육이 있으며 근육의 섬유화는 일정한 패턴을 가지게 된다. Holden 분류법은 구축이 손상 부위보다 원위부에 발생된 경우를 제 1형, 손상부위에서 발생한 경우를 제 2형으로 분류하였으며, Tsuge는 근육괴사의 정도에 따라 경도(mild), 중등도(moderate), 고도(severe)로 분류하였다(Fig. 9).

경도는 심수지 굴곡근이 부분적으로 변성된 상태로 주로 3,4 수지에 나타나며, 좀 더 심해지면 2, 5 수지도 침범한다. 가끔은 무지에도 나타나며, 대부분의 경우 감각저하는 없고 건유합(tenodesis)된 것 같은 임상양상을 보인다. 중등도는 대부분의 모든 심부 굴곡근 및 장무지 굴곡근까지 침범한 형태로 표층 굴곡근의 일부도 포함된다. 신경 증상은 다양하게 나타난다. 고도는 모든 굴곡근과 일부 신전건의 이환이 동반된 경우로 관절의 구축, 심한 신경병증, 골절의 부정 유합 등이 대부분 동반되며, 심한 경우 피부에 색소 소실이나 반흔 같은 이영양성 변화(dystrophic change)가 나타나기도 한다,

2) 임상적 소견

구축은 건의 섬유화에 의한 것이며 해당 근육에 따라 다양한 구축이 발생할 수 있으며 주로 심부 전방 구획의 근육

인 장무지 굴곡근과 심부 수지 굴곡근 및 방형회내근이 구축되며 피부나 관절의 변화에 의한 구축이 아니므로 손목 관절을 수동적으로 신전 하면 수지의 굴곡구축이 심해지고, 손목을 수동적으로 굴곡하면 수지의 굴곡 구축이 줄어들어 수지의 능동적인 신전이 어느 정도 가능해진다

상완부, 전완부, 수부까지 심하게 손상된 경우 주관절 굴곡, 전완부 회내전, 수근관절 굴곡, 무지 굴곡-내전, 중수지 관절은 신전, 지간 관절은 굴곡된 변형을 보이게 된다. 중수지 관절 신전과 지간 관절 굴곡은 갈퀴손 변병이 유발된다. 수동적으로 운동이 가능하더라도 만성적인 근육 불균형과 관절운동의 소실로 결국에는 고정된 변형과 구축으로 진행하게 된다.

정중신경과 척골 신경이 마비되는 일은 구획증후군에 흔하며, 이 경우 손의 전방에 감각 소실 또는 저하와 함께, 수부의 내재근이 마비되어 내재근 음성손인 갈퀴손 변형이 초래될 수 있다. 허혈에 의한 신경의 마비는 일반적으로 2년 이상이 경과되면서 상당히 회복되며, 갈퀴손 변형은 시간이 경과하면서 소실되는 경향을 보인다.

치료하지 않은 구획증후군이 수부의 내재근에만 국한된다면 근육의 괴사의 정도, 국소적인 신경 손상 정도에 따라 다른 양상의 임상 결과를 나타낸다. 골간근과 충양근이 구축되어 중수관절은 굴곡되고 지관절은 신전되는 내재근 양성 변형을 초래한다. 무지구근, 무지내전근과 제1 배측 골간근은 무지의 굴곡-내전 변형에 관계된다. 반대로 운동 신경 손상은 내재근 음성 변형을 유발 하므로 최종적인 임상 양상은 기능이 남아 있는 내재근과 신경 손상의 상대적인 양에 따라 나타난다.

3) 치료

Volkmann 구축의 수술적 치료는 운동 기능과 통증의 감소, 감각 기능의 재건을 목표로 한다. 급성 손상 3개월 후부터 수술적 치료가 시작되며, 근막 절개술을 시행하였던 동일 절개를 통해 시행한다.

(1) 치료 시기

근육의 괴사가 진행되고 섬유화가 완전히 진행되기 전단계인 괴사기(necrotic stage)에는 손상의 범위를 판정하기 어렵고, 근육 손상이 잘 발생되며, 감염 발생 위험이 높다. 그리고 어느 정도의 재생 가능성에 대한 염두도 두어야 하므로, 섬유화가 진행되는 6개월에서 1년 사이에는 주로 보존적인 치료를 시행하게 된다. 섬유화 과정을 거치면서 손목과 수지의 굴곡이 점차 심해지는데, 이때의 물리 치료는 구축을 예방하는 것에 목표를 두어야 하며, 수동적 신연 운동(passive stretching exercise)과 dynamic splint를 착용시켜 구축이 발생 하고 악화 되는 것을 막는 것이 중요하다. 야간에는 최대한 손이나 손목을 신전하는 부목을 착용하도록 한다. 경증의 경우에도 보존적 치료를 주로 시행할 수 있다.

(2) 수술적 치료

① 정도

비수술적 치료에 반응 하지 않는 경우 에 섬유화된 근육의 일부를 제거하거나 건연장술로 수지의 구축을 해결 할 수 있다. 만약 모든 수지의 침범이 이루어진 경우에는 건 연장술이 더 좋은 선택이 될 수 있다. 하지만 수술한 근육의 약화가 초래 되므로 조심 하여야 하며, 표재 굴곡근이 정상일 때 만 시행 가능하다. 만약 근육의 약화가 심한 경우에는 건 이전술을 함께 시행하는 것이 좋다.

② 중등도 및 고도

중등도 및 고도의 Volkmann 허혈성 구축의 수술적 치료는 신경 감압술, 구축이완술, 건이전술, 변형 교정술, 그리고 기능적 유리 근 피판술의 단계로 나누어질 수 있다.

a. 신경 감압술

신경의 압박이 오래 될수록 신경의 비가역적인 손상이 발생하므로 신경이상이 확인될 경우 가급적 조기에 신경 감압술을 시행하여야 한다(신경 기능 이상 소견 이후 3개월 이내에 수술하는 것이 권장된다). 정중신경이 가장 쉽게 압박되는 전완부 신경으로 압박 가능성이 있는 모든 전완부 구조물(lacertus fibrosus, 원형회내근, 표재 수지 굴근, 수근관)을 확인하고 감압하여야 한다. 척골 신경은 비교적 이환 가능성은 낮지만 발생시 수지 기능에 더 많은 소실을 초래한다.

b. 구축 이완술

주로 발생하는 주관절 굴곡구축, 전완의 회내전 구축, 완관절의 굴곡구축, 무지의 굴곡 및 내전 구축, 수지의 갈퀴손 변형 등이 최소 6개월의 물리 치료 및 신전 부목에 반응 하지 않는 경우 이완술의 적응이 된다. 건연장술은 정도에 주로 사용 하게 되며 중등도 이상의 구축에서는 근력 약화 위험성 때문에 굴곡근 근위 유리술을 사용 하여야 한다. 하지만 근 유리술 만으로는 완전한 구축 회복은 어려울 수 있으며, 재발의 가능성도 염두에 두어야 할 것이다.

c. 건 이전술

건 이전술은 신경 감압술로 근 기능이 어느 정도 회복되고 관절운동성을 확보한 이후에 시행하여야 좋은 결과를 얻을 수 있다. 주로 완관절의 신전건은 보존되는 경우가 많으므로 이 근육을 이용한 무지와 수지의 굴곡건 재건이 이루어진다. 수지 굴곡 기능을 재건하기 위하여 장 요 수근 신전을 심부 수지 굴건으로, 무지의 굴곡을 위하여 상완요근을 장 무지 신전근으로 이전하는 술식이 많이 사용 된다.

d. 변형 교정술

구축 이완술이나 건 이전술로 만족스러운 기능 회복을 얻었으나 구축이 심한 경우에 골 단축이나 유합을 이용하여 남아있는 구축을 해결하는 방법으로 근수근열 절제술을 통하여 수근관절 운동성으로 일부 회복할 수 있으며 수지 지관관절 고정술도 수지 변형 교정에 좋은 방법이 될 수 있다. 하지만 요, 척골 단축술이나 수근관절 고정술은 거의 시행하지 않는다.

e. 기능적 유리 근 피판술

만약 건 이전술을 시행할 만한 건강한 근육이 남아 있지 않는 경우 인 고도의 Volkmann 허혈성 구축 환자에서 적응이 되며, 광배근과 박근등을 사용 할 수 있다. 수술후 근력은 정상의 1/3 정도로 얻을 수 있다.

III Reference

1. 정문상, 백구현, 이영호: 근육과 건의 질환. In 정문상, 백구현 저: 손외과학, 1판 pp 417-450, 서울, 군자 출판사,

2005, 백구현:손의 외과학.

2. 김익동, 김풍택, 박병철, 한석. 볼크만 허혈성 구축증에서 굴곡근 해리술의 효과. 대한 정형외과학회지, 1993;28: 1199-1206.
3. 오창욱, 이현주. 외상후 발생하는 급성 구획 증후군. 대한골절학회지, 2010;23:399-403
4. Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC and Kozin SH: Compartment syndrome. Green's operative hand surgery, 6th edition, 1929-946, 2010.
5. Tsuge K: Volkmann's contracture. Comprehensive atlas of hand surgery, 253-70
6. Eaton RG, Green WT, Stark HA: Volkmann's ischemic contracture, J Bone Joint Surg Am. 47:1289, 1965
7. Holden CEA: The pathology and prevention of Volkmann's ischemic contracture. J Bone Joint Surg Br. 61:296-300, 1979
8. Tsuge K: Treatment of established Volkmann's contracture. J Bone Joint Surg Am. 57:925-9, 1979

Contracture Release of the IPJ and MPJ

기 세 휘

인하대학교 의과대학 성형외과학교실

지간관절과 중수지간관절의 가동성과 운동성은 손의 기능에 많은 부분을 차지한다. 지간관절에 발생하는 강직과 변형은 선천적인 이상, 신경병적, 화상, 외상 후, 그리고 잘못된 부목고정, 관절염, 혈행장애 등의 원인에 의하여 야기된다. 지간관절의 변형은 굴곡구축, 신전구축, 측면변형으로 나타나고 이로인한 관절 가동성의 저하, 강직으로 많은 기능장애를 초래한다. 외상으로 인한 손상이나 화상에 의한 경우에는 초기에 적절한 물리치료와 있는 다양한 수술로 구축을 예방할 수 있다. 하지만 가끔은 잘못된 부목으로 잘못된 자세로 고정이 된 경우 관절강직이 발생하는 안타까운 경우도 발생한다. 따라서 지간관절 강직의 병태생리, 변형이 일어난 해부학적 구조, 강직의 원인을 알고 적절한 물리치료와 교정수술법들을 잘 안다면 환자의 손의 기능회복에 많은 도움이 될 것이다.

이미 발생한 지간관절의 구축, 강직은 손의 여러 해부학적 구조의 특정부위에 국한된 경우도 있지만 대부분은 강직이 지속되어 2차적으로 다른 해부학적 부위에 구축, 강직이 발생하여 치료를 까다롭게 한다. 구축 및 강직은 단순히 피부구축에서 수장부근막, 굴곡건건막, 굴곡건, 신전건, 수부내재근, 관절면 및 관절 주위 인대 그리고 뼈까지 복합적으로 발생할 수 있다. 지간관절의 강직, 구축에서 가능한 수술적 치료방법은 강직의 부위가 한정되고 복합적이지 않다면 단순한 피부이식, Z-성형술, 굴곡건, 신전건 박리술, 관절 이완술 등으로 치료가 가능하지만 여러 해부학적부위에 강직이 동반된 경우에는 상기 술식을 동시에 실시하고 필요하다면 다양한 식피술이나 피판술을 통한 구축의 제거가 필요하기도 한다. 대부분 수부 손상 후 염증 반응, 부종, 부목고정, 반흔 형성과정을 거치며 손이 자세나 구축방향이 강직의 자세나 강직으로 자꾸 가려고 한다. 강직이 발생한 손의 기능을 복구는 매우 어려운 문제이고 수술적 치료 후 다시 이러한 염증, 부종, 반흔화를 다시 반복하므로 수술 후 치료결과를 예측하기가 어렵다. 한 두 군데 발생한 구축의 경우 물리치료나 간단한 수술방법으로 교정이 가능하지만 여러 부위에 동시에 구축이 발생한 경우에는 복잡한 치료방법이 동원되고 또한 결과도 좋지 않은 경우가 많다.

저자는 선천기형, 외상, 등 여러 원인에 의한 지간관절과 중수지간관절의 구축, 강직의 증례와 그 치료경험으로 지간관절 강직의 병태생리, 원인 치료방법들과 그 결과에 대하여 발표 토의하려 한다.

유리피판술을 이용한 근위지관절 구축 이완술

노 시 영

광명성애 병원 성형외과

III 서론

수부에 발생한 근위지관절의 구축의 해결은 환자, 의사, 물리치료사에게 해결이 어려운 문제로 인식되어 왔다. 수부 근위지관절의 기능적 중요성은 그 운동의 범위가 0-100도이지만, 기능적으로 전체 각 손가락의 기능을 85%를 담당하고 있다. 근위지관절의 구축을 이해하기 위해서는 정상적인 구조의 이해가 필요하다. 근위지관절은 중위지 기저부와 근위지 골두로 되어 있는 관절과 그 양측에 Proper and accessory collateral ligament, 수배부에는 수장판이라는 과신전을 막아주는 fibrocartilage, 굴곡건과 신전건으로 되어 있다.

또 신전건은 수배부 중앙에서는 extensor digitorum commis가 중위지 기저부에 부착하고 lateral band가 근위지에서는 수장부에서 통과하여 수배부로 올라가면서 conjoined tendon을 형성하게 된다. 그 수장부와 수배부에 피부에 성질이 다른 수장부, 수배부 피부로 이루어져 있다. 근위지관절의 구축을 해결하기 위해서는 이에 모든 구조물들이 구축의 원인이 될 수 점을 인식하고 있어야 한다. 저자는 근위지관절 구축 이완술에 발생한 연부조직 결손을 유리피판술을 이용한 재건 대해 논의하고자 한다. 이는 피판의 혈관의 주행에 따라서 Arterial type과 venous type으로 분류할 수도 있다.

III 본문

1. Arterial free flap

피판 혈관경이 동맥에 기반을 두고 있는 유리피판은 동맥이 있는 신체 어디에서 사용이 가능하지만, 근위지관절의 수장부에 적용하기 위해서는 그 크기와 피부의 성상을 고려하면 선택의 폭이 좁아진다. 그 공여부로 손바닥과 발바닥의 조직을 기반으로 하는 Thenar free flap, hypothenar free flap, partial 2nd toe pulp free flap, 2nd toe planter flap 등은 이 조건에 잘 부합한다. 근위지관절 구축을 일으키는 굴곡건 박리술, 신전건 박리술, check rein 이완술 후 발생한 피부 결손이 근위지관절을 넘어서는 경우는 lateral arm free flap과 최근 많이 이용하는 anterior lateral thigh flap이 사용할 수 있으나, 피부 특성상 진피와 피하지방이 두터워 적응하기 용의하지 않다.



Fig. 1. 우측 약지에 발생한 근위지관절의 구축 수술전. 이전 수술로 근위지관절 volar plate의 구축, 심부굴곡건의 shorten, 연부조직 부족 발생



Fig. 2. 수술중 사진. 근위지관절에 zig-zag incision을 넣고 박리중의 사진으로 중앙에 이전 심부굴곡건(FDP)이 A4 pulley가 소실된 상태로 문합되어 있음(A). 심부굴곡건(FDP)을 젖히고 아래 위치한 volar plate의 check rein을 Blade 15를 이용하여 절개후 근위지 신전이 가능(B). 심부굴곡건(FDP)을 박리후 근위지 관절의 굴곡이 가능함(C).

1) 2nd toe planter free flap

공여부의 특징이 toe pulp free flap에서 비슷하지만, pulp의 조직이 아닌 middle & proximal phalanx의 planter or lateral 조직을 이용하는 점에서 다르다. 피판에서 digital artery & nerve를 얻어낼 수 있어, middle & proximal phalanx에 연부조직의 결손으로 tendon exposure의 경우가 적응증이 된다. 하지만, 연부조직 결손의 크기가 크게 되면, 채취할 피판의 크기가 큰 thenar free flap이나 ALT free flap 등 다른 피판을 사용하도록 한다. 발가락의 주혈관경(digital artery) 중 하나(tibial side)와 Digital nerve도 희생해야 한다.

2) 2nd toe toe free flap

공여부의 조직학적 특성상 수지 첨부에 발생한 연부조직의 결손 또는 위축이 된 경우 적용이 적당하다. distal phalanx bone으로부터 fibroseptae이 있어 물건을 잡을 때 skin이 밀리지 않는 특징을 이용하여 재건에 이용할 수 있지만, 수지의 수질부 결손에는 탁월하지만, 지관절 재건에는 원래 조직에 비해 두터운 단점이 있다. 피판의 크기가 근위지관절에 적용하기 적절하다.

혈관은 flow through 방식으로 사용하기는 어렵고 end to side의 방식으로 문합하여야 하므로, 피판의 원위부의 손가락의 혈행이 줄어드는 단점이 있다. 하지만, 공여부는 일차봉합으로 대부분 해결이 가능하다.

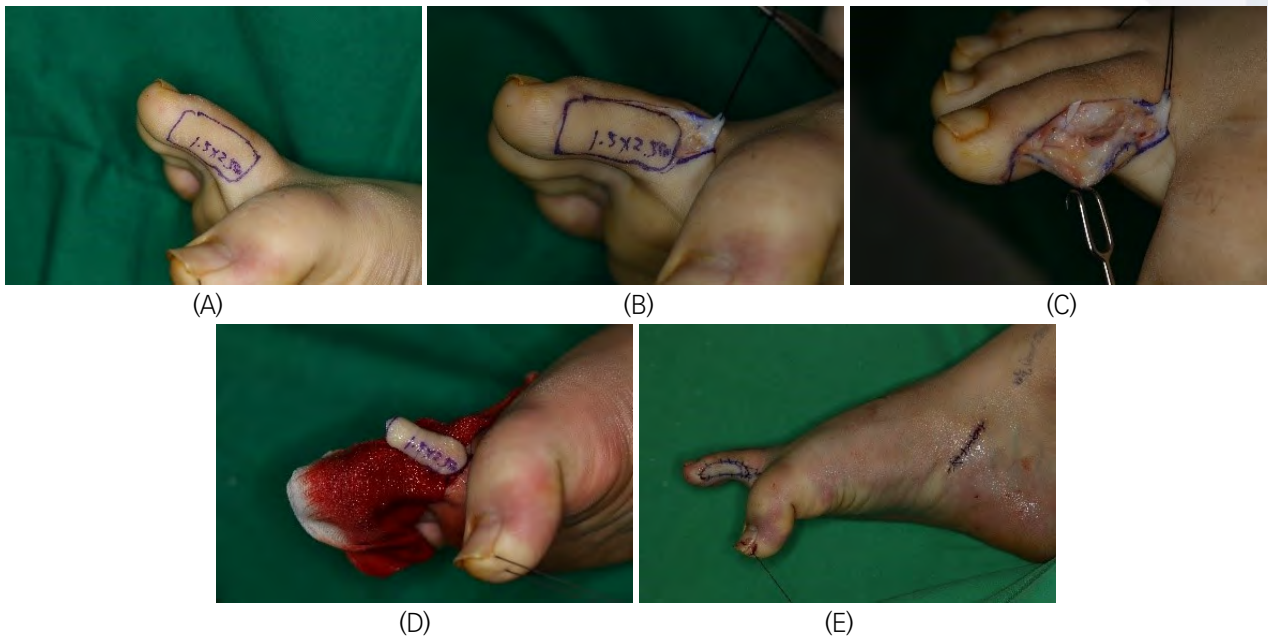


Fig. 3. 수술중 사진으로 공여부. 우측 제2족지 medial side의 중위지를 중심으로 planter와 dorsum of foot 중간에서 결손의 크기에 맞게 피판을 작도함(A). dorsal approach 이용하여 피부절개후 middle line의 존재하는 digital artery를 확인하면서 fibroseptae를 절개함(B). 화살표는 2nd toe의 digital artery 피판의 planter에 포함할 subcutaneous vein이 보임(C). 피판을 분리전 지혈대를 둔 상태로 혈행이 돌아온 상태(D). 공여부에 전층식피술(FTSG)을 시행(E)

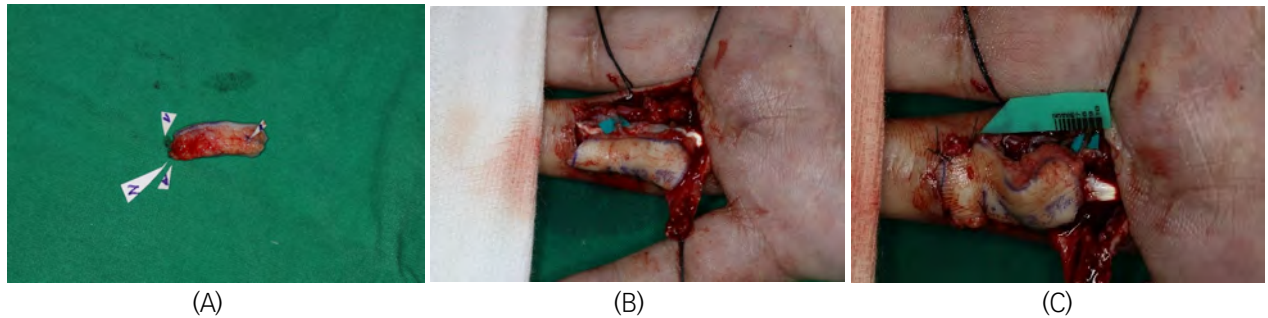


Fig. 4. 얻어낸 피판으로 동맥은 flow though type으로 문합하기 위해 피판의 근위부와 원위부에 동맥이 위치하도록하고 근위부에 subcutaneous vein을 보존함(A). 원위부 관절에서 피판의 원위부의 동맥과 proper digital artery와 문합함(B). 중수지관절에서 proper digital artery와 피판의 동맥을 문합함. 같은 위치에서 신경도 end to side 방식으로 문합함(C).

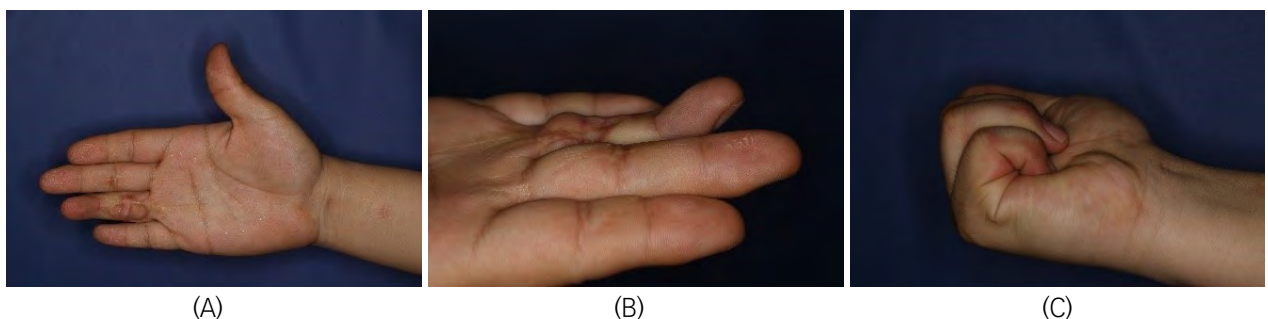


Fig. 5. 2nd toe planter을 이용한 근위지관절 구축을 구축이완술과 유리피판술 시행후 6개월. A4 pulley 소실, 인해 굴곡건의 길이가 짧아서 발생한 원위지관절의 구축장애는 있으나, 근위지관절 운동이 개선됨.

3) Thenar free flap

Thenar free flap의 구성은 손목의 수장부에서 전완부와 무지구(thenar area) 피부를 포함한 연부조직과 그 안에 존재하는 radial artery superficial palmar branch, venae comitance, subcutaneous vein으로 구성되어 있다.

혈류는 요골동맥(radial artery)에서 무지구로 나오는 동맥은 그 평균 길이가 3cm으로 2nd toe pulp free flap, venous free flap, anteriorlateral free flap 등의 유리피판들에 비해 비교적 짧아 수술시 이를 고려하여 한다. 또 피판에 포함된 venae comitance은 직경이 작아 피판에 포함되는 피하정맥(subcutaneous vein)을 포함하는 것이 좋다. 이는 혹시 있을 수 있는 피부으로 가는 혈관경이 없거나, 동맥문합하고도 혈류가 돌아 오지 않는 경우에 venous free flap으로 치환이 가능하게 한다. 또한 수술 중 피판으로 가는 혈관경을 원위부에 잘라서 문합이 어려운 경우 salvage procedure로 이용할 수 있으므로 피판에는 근위부와 원위부에 정맥을 각각 1개 씩은 보존하는 것 추천된다.

2. Venous free flap

Venous free flap의 구성은 피부를 포함한 연부조직과 그 안에 존재하는 정맥으로 구성되어 있다. 이를 얻어 낼 수 있는 공여부는 인체 모두에서 가능하나, 수부 재건에 사용되는 venous free flap은 수술의 편의성 때문에 공여부가 전완부(volar forearm), foot dorsum, thigh 등 이용이 가능하다.

혈류는 수혜부 동맥 또는 efferent 정맥에서 들어와서 모세혈관을 통하여 연부조직과 피판에 영양공급을 하고 afferent vein으로 나가는 것이 일반적이다. 실험적인 model에서는 피판의 정맥 혈관에 동맥 또는 정맥을 연결하기도 한다. 이런 특성으로 유리 피판내에 동맥과 정맥을 연결하는 동맥형 유리 피판과는 다른 혈액 방향으로 영양공급을 가지게 된다. 정맥의 특성상 피부에 가까워 피판은 얇게 얻어 낼 수 있어 수부의 수장부와 수배부에 다양하게 사용이 가능하다. 하지만, 수배부에 얇은 피판을 얻는 것을 제외하고 수장부에 사용하게 되면, 색상이 다르고 물건을 잡을 때 밀리지 않도록 하는 fibroseptae가 없어 불편할 수도 있다.

혈행이 artery-capillary- vein으로 가는 혈류가 아니어서 동맥의 압력이 높게 되면, iatrogenic A-V fistular을 만드는 결과를 초래할 수도 있다. 또한 수술직후 지혈대를 풀어도 다른 동맥형 유리피판술에 비해 blanching이 늦게 돌아와서 arterial spasm으로 혼동되기 쉽다. 이때는 혈관 문합부에 Doppler을 이용하여 spasm이 있는지 확인하거나, 혈류가 피판 전체에 들어가기를 기다린 후 marginal bleeding을 점검하도록 한다.

III 결론

근위지관절에 발생한 구축의 이완술은 관절 자체의 문제, 그 양측에 Proper and accessory collateral ligament, 수배부에는 수장판이라는 과신전을 막아주는 fibrocartilage, 굴곡건과 신전건의 복합적인 문제로 발생하고 그 해결은 각 원인이 되는 요인을 선제적인 해결이 필요하다.

더불어 수술중 발생하게 되는 근위지관절 연부조직결손을 유리피판술로 재건하면 굴곡건의 gliding에 충분한 연부조직을 제공하고, 그 고정기간을 줄여 물리치료를 보다 일찍 시작할 수 있으며, 공여부 선택이 자유로운 장점이 있다.

III 참고문헌

1. Lee DC, Kim JS, Ki SH, Roh SY, Yang JW, Chung KC Partial second toe pulp free flap for fingertip reconstruction *Plast Reconstr Surg* 2008 Mar 121(3):899-907
2. Noh SM, Kim JS, Lee DC, Roh SY, Yang JW. Reconstruction of Soft Tissue Defect of the Finger with Thenar Free Flap. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg*. 2008 Jul;35(4):450-454. Korean.
3. Yang JW, Kim JS, Lee DC, Ki SH, Roh SY, Abdullah S, Tien HY, The radial artery superficial palmar branch flap: a modified free thenar flap with constant innervation *J Reconstr Microsurg* 2010 Oct 26(8):529-38
4. Hede Yan, Cunyi Fan, Feng Zhang and Weiyang Gao Arterialized Venous Flaps in Reconstructive and Plastic Surgery <http://dx.doi.org/10.5772/56364>

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Lower extremity의 재건

한경진 (아주의대 정형외과)

신동혁 (건국의대 성형외과)

1) Open fracture에서의 연부조직 재건

서유준 (가톨릭의대 정형외과)

2) Skin cancer의 재건

박보영 (이화의대 성형외과)

3) Bone reconstruction

이영호 (서울의대 정형외과)

경골 개방성 골절의 연부 조직 재건

서 유 준

가톨릭의대 정형외과

경골 골절은 장관골 골절 중에서 가장 흔한 골절이며, 이 중에서 약 24% 정도가 개방성 골절이다. 개방성 골절은 단순히 골절 부위가 개방창을 통해서 외부 환경에 노출되어 있음을 의미하는 것이 아니며, 폐쇄성 골절보다 고 에너지 손상으로서 골절의 분쇄 정도가 심하고, 연부 조직의 손상이 동반되어 있으며, 신경 및 혈관 손상 가능성이 높음을 뜻한다. 개방성 골절은 폐쇄성 골절에 비하여 감염이나 불유합 등의 합병증 발생율이 현저히 높기 때문에 치료에 세심한 주의가 요구된다. 개방성 골절 이후에 감염이 발생하면 긴 치료 기간이 소요되며 환자는 심각한 경제적, 기능적 손실을 피할 수 없게 되므로 개방성 골절의 치료에 있어서 가장 중요한 것은 감염 방지이며, 이를 위한 일차 치료 목표는 연부 조직 재건을 통해서 개방성 골절을 빨리 폐쇄성 골절로 전환시키는 것이다.

III 분류

개방성 골절의 분류로는 Gustilo 분류가 가장 널리 사용되고 있다. Gustilo 분류는 분류 기준이 너무 간단하고 다소 주관적이어서 관찰자간 일치도(inter-observer agreement)가 60%정도에 불과한 단점이 있지만, 반대로 임상적으로 적용하기가 쉽고, 이미 널리 사용되고 있어서 의료진 간의 의사소통이 원활하다는 장점이 있다. 또한, 분류에 따라 치료 결과와 장기적 예후의 예측이 가능한 것도 또 다른 이점이다. 하지만 이와 같은 장점에도 불구하고, Gustilo 분류는 개방성 골절에 동반된 연부 조직의 손상 정도를 육안으로 확인되는 개방창의 크기만으로 평가하게 되어 있어서, 연부 조직의 손상 정도와 범위, 신경이나 혈관 손상 여부에 대한 정확한 정보가 반영되어 있지 않으며, 이로 인해 연부 조직의 손상 정도에 대한 정확한 평가 및 재건술의 계획 수립에는 유용성이 떨어진다. Gustilo 분류에서 혈관 손상이 동반된 경우를 제3C형으로 분류하였지만, 여기에서 제3C형은 동맥혈 공급이 완전 차단되어 허혈 상태에 빠져 있으며 즉각적인 혈관 재개통이 필요한 만으로 한정되며, Gustilo 분류는 동맥의 일부 손상이 있는 경우를 따로 구분하지 않는다. 정형외과나 외상외과, 또는 혈관외과 의사의 관점에서 혈관의 손상 여부를 평가할 때 가장 중요한 것은 손상된 하지의 동맥혈 공급이 원활하게 이루어지는가를 확인하는 것이지만, 연부 조직 재건의 관점에서는 손상된 하지의 동맥혈 공급이 원활하게 이루어지는지 뿐만 아니라 유리 피판술 시에 수혜부 혈관 경(recipient vascular pedicle) 역할을 할 수 있는 모든 혈관의 상태가 어떠한 지에 대한 정확한 평가가 반드시 필요하다. Chummun 등은 제3B형을 두 가지로 나

누어서 혈관 손상 없는 경우는 제3B형, 혈관 손상이 있는 경우는 제3B+형으로 구분하는 분류 방법을 제안하였으며, Stranix 등은 제3B형을 손상되지 않은 동맥의 수에 따라 세 가지로 나누어 제3B-3형, 제3B-2형, 제3B-1형으로 구분하는 분류 방법을 제안하였다. 경골 개방성 골절에서 연부 조직 재건술이 필요한 경우에는 수술 전에 conventional angiography나 CT-angiography를 시행하여 전 경골 동맥, 후 경골 동맥 및 비골 동맥의 손상 여부를 정확하게 평가하고 변형된 Gustilo 분류 방법을 참고하여 치료 계획을 수립하는 것이 적합한 수술 방법의 선택 및 치료 결과 예측에 도움이 될 것이다.

III 연부 조직 재건의 시기

Godina는 1986년에 외상 후에 연부 조직 재건술을 시행 받은 532명의 치료 결과를 분석하여 보고하였는데, 시간이 경과할수록 혈관 조직을 포함한 연부 조직의 염증성 변화(inflammatory change) 및 섬유화(fibrosis), 감염균의 집락형성(colonization)이 진행되므로 수상 후 72시간 이내에 연부 조직 재건술을 시행해야 가장 우수한 치료 결과를 기대할 수 있다고 하였다. 그 이후로 Godina가 제안한 72시간 이내 연부 조직 재건술 시행은 30여년이 지난 지금까지도 외상 환자의 연부 조직 재건술에 있어서 표준 치료 지침으로 여겨지고 있으며, 경골 개방성 골절의 연부 조직 재건도 Godina의 치료 지침에 따라 최대한 빨리, 이상적으로는 수상 후 72시간 이내에 시행하는 것이 권장된다. 그런데 Godina의 치료 지침을 모든 환자에게 적용하는 것은 현실적으로 몹시 힘든 일이다. Shammas 등은 2008년부터 2015년까지 미국의 National Trauma Databank에 등록된 3297명의 경골 개방성 골절 환자의 치료 과정을 분석하여 보고했는데, 연부 조직 재건술은 평균적으로 수상 후 230.1시간이 경과한 후에 시행되었으며, 인종이나 지역, 보험 가입 상태 등의 사회적 요인과 환자의 연령이나 외상의 중증도 같은 의학적 요인에 따라 연부 조직 재건술의 수술 시기에 차이가 많이 있었다. 한편, Godina의 치료 지침이 소개된 이후로 30여년의 기간 동안 새로운 창상 치료 방법과 창상 피복 재료가 비약적으로 개발되어 개방창과 연부 조직 결손의 치료에도 많은 발전적 변화가 있었다. 그 중에서 음압 창상 치료법은 1990년대부터 임상적으로 사용되기 시작했으며 개방창의 외부 환경과의 접촉을 차단시켜주고 부종 감소, 감염 방지, 개방창 크기 감소, 치유 촉진 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 처음에는 만성 개방창의 치료 방법으로 도입되었으나 점차 사용 범위가 확대되었고 현재는 개방성 골절의 치료에도 많이 활용되고 있다. 아직 많은 논란이 있으나, 음압 창상 치료법을 사용하면 경골 개방성 골절의 연부 조직 재건술을 수상 후 72시간 이내에 시행하지 않더라도 우수한 치료 결과를 얻을 수 있으므로 Godina의 치료 지침은 더 이상 유효하지 않다는 의견도 여러 연구자들에 의해 제시되었다. 따라서, 원칙적으로는 연부 조직 재건술을 Godina의 치료 지침대로 가능한 조기에 시행하도록 노력해야 하겠으나, 여의치 않을 경우에는 음압 창상 치료법을 활용하여 어느 정도의 조절이 가능하다고 생각한다.

연부 조직 재건술의 시행 시기를 결정함에 있어서 다발성 외상(polytrauma) 환자는 일반 외상 환자와 구별해서 다른 관점에서 고민할 필요가 있다. 연부 조직 재건술 고려 시의 전제 조건은 적절한 초기 치료의 결과로 개방창에 괴사 조직이 남아 있지 않고 감염의 징후도 보이지 않아야 하며, 환자의 전신 상태가 양호하여 연부 조직 재건술을 감당할 수 있어야 한다. 그런데 다발성 외상 환자는 전신 상태가 불안정하기 때문에 연부 조직 재건술을 서둘러서 시행하면 연부 조직 재건술의 결과가 좋지 못한 것은 물론이고 환자의 전신 상태도 악화될 가능성이 있다. 다발성 외상 환자에서 외상 자체에 의한 신체의 손상과 이로 인해 유발되는 전신적 염증 반응을 1차 손상(first hit)이라고 하며, 1차 손상 후

에 발생하는 감염 등의 합병증이나 1차 손상으로부터 전신 상태가 회복되지 않은 상태에서 시행되는 추가적인 수술에 의한 전신 반응을 2차 손상(second hit)이라고 하는데, 2차 손상은 전신 상태를 급격히 악화시킬 수 있다. 다발성 외상 환자의 치료 개념은 1970년대의 delayed surgery에서 1980년대의 early total care (ETC), 2000년대의 damage control surgery (DCS)를 거쳐서 2010년대에는 early appropriate care (EAC)와 safe definitive surgery (SDS)로 발전하였는데, 2차 손상으로 인한 전신 상태 악화를 방지하고 우수한 치료 결과를 얻고자 하는 것이 변화의 주된 이유이다. 다발성 외상 환자에 동반된 개방성 골절의 치료에도 위의 개념이 도입되어 소위 damage control orthopedics (DCO)가 시행되고 있다. 이런 관점에서 볼 때 다발성 외상 환자에 동반된 개방성 골절의 연부 조직 재건술 시행 시기도 2차 손상이 발생하지 않도록 환자의 전신 상태를 고려하여 결정해야 한다. 2017년에 Cherubino 등은 damage control surgery (DCS) 개념을 연부 조직 재건술에도 접목시켜서 damage control soft tissue reconstruction이라는 용어와 개념을 처음으로 소개하였다.

III 연부 조직 재건 방법

손상된 연부 조직을 재건하고자 할 때는 환자의 전신 상태, 기저 질환, 골절의 양상, 손상의 정도, 신경 및 혈관의 손상 여부, 결손의 크기와 깊이, 손상 구역(zone of injury)의 범위, 환자와 의료진의 선호 방법, 미용적 및 기능적 측면 등을 모두 고려하여 적절한 방법을 선택해야 한다. 연부 조직 재건 방법은 단순 창상 봉합술에서부터 피부 이식술, 국소 피판술(local flap), 유경 피판술(pedicled flap), 유리 피판술(free flap)에 이르기까지 여러 가지가 있는데, 천공지 피판술(perforator flap)의 도입으로 다양성이 더 증대되었다. 과거에는 재건 사다리(reconstructive ladder) 개념에 의거하여 간단한 재건 방법을 먼저 고려하고 여의치 않으면 더 복잡한 재건 방법을 고려하였으나, 현재에는 미세수술의 발전으로 수술의 난이도가 높아져도 가장 우수한 치료 결과를 얻을 수 있는 방법을 먼저 고려하는 재건 엘리베이터(reconstructive elevator) 개념도 널리 받아들여지고 있는 추세이다.

경골 개방성 골절의 연부 조직 재건 방법은 결손 부위의 해부학적 위치에 따라서 다소 차이가 있다. 과거에는 근위부 1/3은 비복근 피판술(gastrocnemius flap), 중간부 1/3에는 가자미근 피판술(soleus flap), 원위부 1/3은 유리 피판술이 주로 추천되었으며, 혈액 공급이 풍부하여 감염에 대한 저항성이 더 뛰어날 뿐만 아니라, 빈 공간(dead space)을 채울 수 있으며 결손 부위에 맞게 3차원적으로 모양을 변형시키기 쉽다는 이유로 근막피부 피판술(fasciocutaneous flap)보다 근 피판술(muscle flap)이 더 권장되었다. 하지만 근래에는 근막피부 피판술과 근 피판술의 치료 결과에 유의한 차이가 없는 것으로 보고된 바 있으며 천공지 피판술이 널리 사용되면서 하퇴부의 연부 조직 재건에도 다양한 유경 또는 유리 천공지 피판술이 활용되고 있다. 최근에 Hallock과 AlMugaren 등은 이러한 최신의 치료 경향을 반영하여 유용한 하퇴부 연부 조직 재건 방법을 결손 부위의 해부학적 위치에 따라 분류하여 제시하였으며, 이를 참고하면 적절한 연부 조직 재건 방법의 선택에 도움이 될 것으로 생각된다.

1) 국소 피판술

결손부의 크기가 작은 경우에는 인접한 피부 조직을 이용하여 결손부를 덮을 수 있는데, 여러 가지 방법 중에 전위 피판(transposition flap)이나 양경 피판(bi-pedicled flap)이 유용하다(Fig. 1, 2). 하지만 결손부의 크기가 크거나



Fig. 1. 전위 피판(Transposition flap)



Fig. 2. 양경 피판(Bi-pedicled flap)

빈 공간(dead space)이 있으면 사용하기 곤란하므로 적용 가능한 경우가 제한적이다.

2) 유경 근 피판술

유경 근 피판술은 혈액 공급이 풍부하고 혈관 경의 해부학적 변이가 적어서 실패율이 낮으며 미세 혈관 문합술이 필요하지 않으므로 매우 유용한 방법이다. 비복근 피판술은 근위부 1/3의 연부 조직 재건에 사용되는데, 주로 내측 두(medial head)를 사용하지만 결손부의 위치에 따라 외측 두(lateral head)를 이용할 수도 있다(Fig. 3). 비복근은 두꺼워서 충분한 회전과 이동이 어려운 경우가 종종 있는데, 근육의 기시부를 부분적으로 대퇴골에서 분리하거나 근막을



Fig. 3. 비복근 피판술(Gastrocnemius flap - lateral head)



Fig. 4. 내측 반가자미근 피판술(Medial hemi-soleus flap)

제거하는 방법, 근육에 여러 개의 횡 절개선을 만드는 방법, 거위발 건(pes anserinus) 아래로 지나가게 하는 방법 등을 사용하면 해결할 수 있다. 외측 두를 이용할 때는 총 비골 신경이 손상되지 않도록 조심해야 하고 내측 두보다 길이가 짧은 점을 염두에 두어야 한다.

가자미근 피판술은 중간부 1/3의 연부 조직 재건에 유용하다. 결손부의 크기가 크면 가자미근 전체를 사용해야 하나, 가자미근 전체를 사용하면 회전 반경이 커서 회전 및 이동에 어려움이 생기는 단점이 있다. 따라서 결손부를 다 덮을 수 있다면 내측 반가자미근 피판술 (medial hemi-soleus flap)을 시행하는 것이 더 편리하다(Fig. 4).



Fig. 5. 후 경골 동맥 천공지를 이용한 프로펠러 피판술(Posterior tibial artery perforator based propeller flap)

3) 유경 근막피부 피판술

유용하게 사용할 수 있는 근막피부 피판술에는 피부 천공지(cutaneous perforator)를 이용한 프로펠러 피판술(propeller flap)과 신경피부 피판술(neurocutaneous flap)이 있다. 하퇴부를 주행하는 세 개의 동맥 모두에서 여러 개의 피부 천공지가 분지되는데, 경골 개방성 골절에서는 전면 구획의 연부 조직과 전 경골 동맥이 손상되는 경우가 많으므로 후 경골 동맥이나 비골 동맥에서 분지하는 피부 천공지를 이용한 프로펠러 피판술이 더 안전하다(Fig. 5). 결손부의 크기가 크지 않고, 주변에 박동성(pulsatility)이 강한 피부 천공지가 있다면 프로펠러 피판술을 고려할 수 있다. 프로펠러 피판술은 정맥 울혈이 잘 발생하는 단점이 있으므로 혈관 경을 박리할 때는 천공지가 모 혈관(mother vessel)에서 분지하여 피판에 이르는 부위까지 충분한 길이를 확보하고 주변 조직에서 완전히 분리해서 혈관 경의 꼬임이나 눌림이 발생하지 않도록 주의해야 한다. 신경피부 피판술 중에는 복재 신경(saphenous nerve)과 비복 신경(sural nerve)을 이용한 신경피부 피판이 유용한데(Fig. 6), 복재 신경피부 피판술은 근위부 기저(proximally based)나 원위부 기저(distally based)로 모두 사용이 가능하며, 비복 신경피부 피판술은 원위부 기저(distally based)로 사용된다. 정맥 울혈의 가능성이 있으므로 혈관 경을 박리할 때는 신경 주변의 피하 지방 조직 및 근막을 포함하여 폭이 3cm 이상이 되도록 하는 것이 중요하다.

4) 유리 피판술

앞에서 설명한 국소 피판술이나 유경 근 피판술, 유경 근막피부 피판술의 공통된 단점은 손상 구역의 범위가 넓은 경우에는 사용하기가 곤란하다는 것이다. 손상 구역은 괴사 구역(zone of necrosis), 정체 구역(zone of stasis), 충혈 구역(zone of hyperemia)의 세 구역을 구분되지만, 실제로는 세 구역을 뚜렷하게 구분하기 힘들고 전체적인 손상 구역의 정확한 범위가 어디까지인지조차도 판단하기가 어렵다. 그런데 개방성 골절은 대부분 고에너지 손상으로 손상



Fig. 6. 복재 신경피부 피판술 (Saphenous neurocutaneous flap)

구역 범위가 넓어서 국소 피판술이나 유경 피판술의 공여부가 손상 구역 내에 포함되는 경우가 많다. 국소 또는 유경 피판술의 피판이나 혈관 경이 손상 구역 내에 있으면 혈액 순환이 불량하고 피판의 괴사가 발생할 가능성이 높다. 따라서 국소 피판술이나 유경 피판술은 손상 구역 범위가 좁고 결손부 주변의 연부 조직 상태가 건강한 경우에만 사용해야 한다. 반면에 유리 피판술은 신체의 다른 부위에서 피판을 거상하여 결손부를 재건하는 것이므로 적절한 수혜부 혈관 경을 선택하여 혈관 문합만 성공적으로 시행하면 우수한 치료 결과를 얻을 수 있다. 결손부에 건강한 연부 조직과 풍부한 혈액 공급이 제공되므로 연부 조직의 재건뿐만 아니라 감염 방지, 골 유합 촉진 등 개방성 골절의 전반적인 치료 측면에도 더 유리하다. 또한 국소 및 유경 피판술은 크기와 위치에 제약이 많이 따르지만 유리 피판술은 적절한 수혜부 혈관 경만 존재한다면 크기나 위치와 상관없이 시행할 수 있다. 따라서 광범위 결손이나 결손부 주변의 연부 조직 상태가 불량한 고에너지 손상일 경우에는 유리 피판술의 시행이 더 권장된다. 천공지 피판의 도입 이후로 신체의 어느 부위에서나 다양한 종류의 유리 피판을 거상할 수 있게 되었는데, 수많은 유리 피판 중에서 연부 조직 재건에 어떤 유리 피판을 선택할 지는 의료진의 선호도에 따라 다를 것이다.

저자들은 피판 선택 시에 근 피판보다는 근막피부 피판을 더 선호하는데, 미용적인 측면에서 더 우수하고 동일 부위에 추가적인 수술이 필요한 경우에 창상 관리에 대한 부담이 덜하기 때문이다. 개방성 골절의 치료 과정에서 적지 않은 경우에 골 이식술이나 내고정물 제거술 등의 추가적인 수술이 필요한데, 근 피판술 및 피부 이식술을 시행한 부위에 피부 절개를 가하면 피부가 탈락되거나 괴사 되는 등, 창상 치유에 문제가 발생할 가능성이 있다. 반면에 근막피부 피판은 피판의 경계 부위를 따라서 피부 절개를 가하고 혈관 경이 손상되지 않도록 주의하면 창상 치유에 문제가 발생하는 경우가 거의 없다. 저자들은 많은 피판 중에서 전외측 대퇴부 피판을 가장 선호하는데, 다양한 크기의 피판 거상이 가능하며, 비교적 긴 혈관 경을 얻을 수 있어서 손상 구역에서 벗어난 부위에서 혈관 문합이 가능한 장점이 있다(Fig. 7). 게다가, 많은 경우에 동측의 대퇴부에서 피판을 거상하여 수술 부위를 이환된 하지 한 곳에 국한시킬 수 있고, 무엇보다도 수술 과정에서 환자의 체위 변경이 필요하지 않아서 편리하다. 그 이외에는 결손부의 크기가 광범위한 경우에 광



Fig. 7. 전외측 대퇴부 피판술 (Anterolateral thigh flap)

배근(latissimus dorsi) 피판을 선호하며, 다른 부위에서 피판의 거상이 여의치 않을 때에 복직근(rectus abdominis) 피판을 사용하기도 한다.

III 결론

경골 골절은 장관골 골절 중에서 가장 흔한 골절이며 해부학적 특성 상, 연부 조직의 손상을 동반한 개방성 골절이 발생하기 쉽다. 개방성 골절의 치료에서 가장 중요한 것은 감염의 방지이며, 이를 위해서는 연부 조직을 재건하여 개방성 골절을 빨리 폐쇄성 골절로 전환시켜야 한다. 연부 조직의 재건 시기는 빠르면 빠를수록 좋지만, 다발성 외상 환자의 경우처럼 조기에 연부 조직 재건술을 시행 할 수 없을 경우에는 음압 창상 치료법을 적극적으로 이용해야 한다. 수술 전에는 손상 구역 및 혈관의 손상 여부에 대한 정확한 평가가 반드시 필요하며, 이를 바탕으로 각각의 환자 별로 가장 적절한 재건 방법을 선택해야 할 것이다.

III References

1. Court-Brown CM, McBirnie J. The epidemiology of tibial fractures. J Bone Joint Surg Br 1995;77: 417-21.
2. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. J Trauma 1984;24:742-6.
3. Chummun S, Wigglesworth TA, Young K, et al. Does vascular injury affect the outcome of open tibial fractures? Plast Reconstr Surg 2013;131:303-9.

4. Stranix JT, Lee ZH, Jacoby A, et al. Not all Gustilo type IIIB fractures are created equal: Arterial injury impacts limb salvage outcome. *Plast Reconstr Surg* 2017;140:1033-41.
5. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg* 1986;78:285-92.
6. Haykal S, Roy M, Patel A. Meta-analysis of timing for microsurgical free flap reconstruction for lower limb injury: Evaluation of the Godina principles. *J Reconstr Microsurg* 2018;34:277-92.
7. Shammass RL, Mundy LR, Truong T, et al. Identifying predictors of time to soft-tissue reconstruction following open tibia fractures. *Plast Reconstr Surg* 2018;142:1620-8.
8. Robert N. Negative pressure wound therapy in orthopaedic surgery. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017;103:S99-103.
9. Steiert AE, Gohritz A, Schreiber TC, Krettek C, Vogt PM. Delayed flap coverage of open extremity fractures after previous vacuum-assisted closure (VAC) therapy - worse or worth? *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62:675-83.
10. Raju A, Ooi A, Ong YS, Tan BK. Traumatic lower limb injury and microsurgical free flap reconstruction with the use of negative pressure wound therapy: is timing crucial? *J Reconstr Microsurg* 2014;30:427-30.
11. Cherubino M, Valdatta L, Tos P, et al. Role of negative pressure therapy as damage control in soft tissue reconstruction for open tibial fractures. *J Reconstr Microsurg* 2017;33:S08-13.
12. Lee ZH, Stranix JT, Rifkin WJ et al. Timing of microsurgical reconstruction in lower extremity trauma: An update of the Godina paradigm. *Plast Reconstr Surg* 2019;144:759-67.
13. D'Alleyrand JC, O'Toole RV. The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care. *Orthop Clin North Am* 2013;44:499-507.
14. Pape HC, Andruszkow H, Pfeifer R, Hildebrand F, Barkatali BM. Options and hazards of the early appropriate care protocol for trauma patients with major fractures: Towards safe definitive surgery. *Injury* 2016;47:787-91.
15. Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, Kovach SJ, Esterhai JL, Mehta S. Open tibial shaft fractures: II. Definitive management and limb salvage. *J Am Acad Orthop Surg* 2010;18:108-17.
16. Hallock GG. Evidence-based medicine: lower extremity acute trauma. *Plast Reconstr Surg* 2013;132:1733-41.
17. Cho EH, Shammass RL, Carney MJ et al. Muscle versus fasciocutaneous free flaps in lower extremity traumatic reconstruction: A multicenter outcomes analysis. *Plast Reconstr Surg* 2018;141:191-9.
18. AlMugaren FM, Park CJ, Suh HP, Hong JP. Best local flaps for lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2020;8:e2774.

Lower Extremity Reconstruction after Skin Cancer Resection (피부암 절제술 후의 하지 재건)

박 보 영

이화의대 성형외과

피부암의 진단 및 필요한 검사의 그리고 치료 방법의 결정을 위해서는 NCCN(National Comprehensive Cancer Network)guideline 을 주로 참고하게 된다. 이에 따르면, 피부암의 치료 방침은 비흑색종성 피부암인지 혹은 흑색종인지에 따라 달라지게 되며, 하지에 발생할 수 있는 육종(soft tissue sarcoma) 및 DFSP나 Merkel cell carcinoma 등에 대해서도 추가적인 분류를 시행하여 치료에 관한 지침을 제시하고 있다.

피부암 절제술 후의 하지 재건에 있어서 가장 중요하게 고려할 사항은 절제량 및 병변의 위치라 할 수 있다. 다른 부위와 마찬가지로 피부암의 절제량은 진단된 피부암의 종류에 따라 달라지게 된다. 비흑색종(non-melanotic)성 피부암의 경우 임상에서 흔히 접할 수 있는 기저세포암(basal cell carcinoma)이나 편평세포암(squamous cell carcinoma)을 주로 지칭하게 된다. 이러한 피부암들은 일반적으로 절제량이 크지 않은 경우가 많으며, 절제 후 병변의 크기가 크지 않거나 피부의 여유가 있는 부위라면 일차 봉합을 통해서 치유될 수 있다. 뿐만 아니라, 봉합이 불가능한 경우라도 단순한 피부 이식을 통해 치료가 가능한 경우가 많다. 최근에는 절제 후에 지연 상처 치유(delayed wound healing)을 다양하게 적용하여 좋은 결과를 얻었다는 논문들도 소개되고 있다. 하지만, 병변이 관절 부위나 무개가 실리는 부분에 위치해 있다면, 다양한 재건 방법을 고려해 볼 수 있다.

흑색종의 일차 치료는 수술로써 광역절제술 및 감시림프절 생검(sentinel lymph node biopsy) 혹은 림프절제술(Lymphadenectomy)을 시행하게 된다. 절제범위는 NCCN guideline을 따르게 되나, 일반적으로 절제량이 비흑색종성 피부암에 비해서는 넓어지게 되며, 그 위치 및 병변의 크기에 따라 피부이식/국소 피판/유리 피판을 적절하게 사용하여 재건할 수 있다. 최근에는 천공지 피판을 이용하여 절단을 피하고 사지보존(limb-salvage)이 가능하게 되었으며, 기능적인 재건 또한 가능하게 되었다.

하지의 육종 절제 후 재건 등도 임상에서 종종 접할 수 있다. 조직학적 분류에 따라 다르지만, 흑색종에 비해서도 절제량이 많은 경우가 있어 유리 피판술을 이용하여 재건을 시행하게 경우가 자주 발생한다.

본 강의에서는 하지의 다양한 피부암/연조직암 절제술 후에 재건을 시행한 임상 증례를 중심으로 살펴보고자 하며, 특히 다른 부위와 다른 하지의 특성을 고려한 재건 등에 대한 최신 지견 등에 대해서도 소개하고자 한다.

Bone Reconstruction - Bone Reconstruction after Large Defect -

김경욱, 이영호

서울대학교병원 정형외과학교실

골절에 있어서 오랜 기간 동안 비수술적 방법이 유일한 치료법이었으나, 1775년경 프랑스에서 골절에 대한 수술적 치료가 처음 시작된 이래로 세계 2차 대전을 거치면서 수술, 마취 및 수술 후 관리 방법의 발전으로 인하여 골절에 대한 수술적 치료에 있어서 상당한 진전이 있어왔다. 그 중 개방성 광범위 결손 골절에 있어서 항생제와 무균 수술 기법이 없을 시에는 높은 감염률과 사망률로 인하여 “Lose a limb to save a life” 개념으로서의 사지 절단술이 빈번히 진행되어 왔으나, 세계 제2차 대전을 거치면서 대량의 자가 해면골 이식이 절단술의 대체 수술로 시행되고 1970년대에 들어 빠르고 효과적인 골격 안정화를 가능하게 하는 외고정술 기법의 도입 및 연부조직 손상에 대한 재건을 가능하게 하는 다양한 피판술의 발전으로 인하여 “Era of limb preservation”의 개념이 도입되어왔다. 오늘날 개방성 골절의 치료는 적극적인 변연 절제, 조기의 골절 부위 안정화, 손상된 뼈와 연부조직의 빠른 회복을 위한 조기 상처 봉합 또는 피복을 통한 기능적 수복을 도모하는 “Era of functional restoration”의 개념이 도입되고 있다.

III Bone reconstruction

Keating 등에 의하면 광범위 골 결손은 전체 골절에서 차지하는 비율이 0.4%인 반면, 개방성 골절에서는 11.4%를 보인다고 보고하는 등, 광범위 골 결손은 개방성 골절에서 발생하는 비중이 높다고 할 수 있다. 광범위 골 결손은 고 에너지 손상, 감염, 종양에 대한 제거, 재수술(revision surgery)의 원인으로 발생 할 수 있으며, 일반적으로 골격 원주의 50%이상 또는 2cm이상의 결손이 있을 시를 의미한다. 외상에 의한 골 결손은 개방성 골절과 골편의 압출을 유발하는 피하 위치로 인하여 경골에서 호발하는 것으로 알려져 있으며, 해부학적 위치상 관절면, 골간단, 골간에서 발생할 수 있으며 그 중 골간에서 가장 높은 유병률을 보인다. 골 결손은 부상 당시 골편의 압출에 의해 또는 개방성 골절의 변형 절제술시에 발생 할 수 있으며, 결손 정도는 골절에 관련된 골편의 길이와 골 원주의 부분 또는 분절의 손실을 포함하는지의 관점에서 고려 될 수 있다. 길이상 2cm이상의 분절 결손은 골격 안정화만으로는 자발적인 치유가 어려운 반면, 골 원주의 50%이상 포함된 골 결손의 경우에는 자발적인 치유가 가능하지만 많은 경우에서 정상 골 부피와 강도를 회복하기 위하여 추가적인 치료를 필요로 한다.

골 결손의 치유의 예후에 영향을 미치는 요소는 골 결손의 해부학적 위치, 연부 조직 손상 정도뿐만 아니라 환자의 나이, 만성 질환의 유한 여부, 약물 사용 여부, 음주 여부, 흡연 여부 및 골 형성 반응의 양과 질에 영향을 미칠 수 있는 국소 기계적, 생물학적 환경 등에 의해서도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

Management

골 결손에 대한 재건 방법으로는 크게 골 이동(bone transport) 또는 골 결손부 충전술로 나뉘볼 수 있다. 그 중 몇 가지 특징적인 방법에 대하여 알아보하고자 한다.

1) 골 이동(bone transport)

(1) 신연 골 형성술(distraction osteogenesis)

신연 골 형성술을 통한 분절 골 결손의 치료는 외 고정 장치 또는 골수내정을 사용하여 제어된 방식으로 골 분절을 이동(transporting)시키는 것을 포함한다. 1905년경에 Ilizarov는 미세 원형 와이어 프레임으로 불유합 골을 치료하면서 이러한 방법을 정립하였다.

이 수술 기법은 추가 와이어와 반편으로 외 고정 후에 골간단부 피질골 절골술을 시행하고 휴지기를 거친 후, 하루에 1mm씩 골 결손부로 골편을 이동시킨다. 분절 골편이 이동하여 결손부의 맞은편에 닿게 되면 골 가교가 생성될 때까지 몇 주간 압박된 상태로 유지하게 된다. 경화기(consolidation phase)는 이동기(transport phase)보다 두 배 가량 길게 지속하게 된다. 신연 골 형성술은 신뢰성이 높고 추가 연부 조직의 손상 위험성이 낮으며 골 재건 동안 체중 부하가 가능하고 무엇보다 재건이 필요한 결손부의 크기의 제한이 없다는 장점을 지니고 있다. 반면 골 재건에 많은 시간이 소요되며 환자의 정신적 스트레스가 심하며 핀 주위 감염, 재건된 골의 골절 위험성, 프레임 제거 후 각 변형의 가능성이 있다는 단점이 있다. Lowenberg 등에 따르면 평균 8.7cm의 경골 결손을 있는 34명의 환자군에서 골 이동까지의 기간은 10.8개월을 보였으며, 골결합부 불유합 소견은 8.8%, 재수술 비율은 29%을 보였으나 중국에는 모든 환자군에서 골유합을 보였다.

외 고정 지수(external healing index, cm/day)를 감소시키기 위하여 피질골 절골술을 근위 및 원위부에서 동시에 시행하여 두 개의 골편을 이동시키는 다단계 이동 기법(multilevel transport technique) 또는 골수내정이나 금속판을 삽입하여 골편의 이동이 완료될 시 조기에 외 고정 장치를 제거하는 방법 등의 새로운 하이브리드 기법들이 소개되고 있다.

2) 결손부 충전술(defect filling)

(1) 자가 골 이식술

자가 골 이식을 위한 이식편은 장골 능선에서 채취되며 분절 골 손실에서 일반적으로 사용된다. 자가 골 이식술은 채취 가능한 양에 한계가 있고 공여부 관련 상대적으로 높은 합병증을 보임에도 불구하고 5cm 이하의 골 결손 부위의 재건에 있어서 가장 먼저 고려되어야 할 표준 치료법이다. 자가 해면골 이식편은 골형성(osteogenic) 세포 및 골유도(osteoinductive) 요소로서보다 주로 골전도성(osteoconductive) 기질로서 작용한다. 골 결손 부위에 이식된 자가

해면골 이식편은 괴사 이식 세포에 의해 제거되고 흡수되면서 주변 골 조직에서 재관류화되어 새로운 골 조직으로 점진 대체 되는 과정을 거치게 된다. 이에 따라 큰 골 결손 부위에서는 신생 골 형성 및 골 유합에 상당한 시간이 소요될 뿐만 아니라 골 형성이 일어나기 전에 이식 골이 모두 흡수되어 골 유합을 얻지 못할 가능성이 높아지게 된다. 따라서 5cm 이상의 광범위 결손에서는 자가 골 이식술이 아닌 다른 수술법을 고려해야 한다.

(2) 동종 골 이식술

동종 이식 골에 대한 화학적 또는 방사선 조사에 의한 멸균 작업은 이식편의 생존력 및 강도에 안 좋은 영향을 미치게 된다. 동종이식 해면골은 골전도성 물질로서 작용하며, 포복대치(creeping substitution)에 의해 숙주골로 포함되는 과정을 거친다. 또한 피질 지주골 이식편은 분절 결함의 재건에 있어서 구조적 유용성을 지니고 있다. 외상에 의한 관절 표면의 주요 관절 구성요소의 손상은 드물지만, 젊은 환자군에서 관절 표면의 동종 골 치환은 관절 성형술의 대체재로서 고려해 볼 수 있다.

(3) 유도 막 생성술(Induced membrane technique, Masquelet technique)

1986년 Masquelet에 의해 개발된 방법으로 자가 골 이식 방법으로 골유합을 얻기 어려운 5cm 이상의 광범위한 골 결손 부위에 사용하기 유용한 방법이다. 골 재건은 두 단계의 수술적 시행 단계를 필요로 한다. 첫 번째 수술은 유사 활막을 형성하는 단계로 광범위 변연 절제와 필요시 피판술을 이용한 연부조직 재건을 시행하고 골 결손 부위에 polymethyl methacrylate(PMMA) 시멘트 스페이서를 채워 넣게 된다. 첫 번째 수술로부터 6-8주후에 시행되는 두 번째 수술은 해면골 이식 단계로 결손 부위에 채워두었던 골 시멘트를 유사 활막이 손상되지 않도록 조심스럽게 제거하고 빈 공간에 자가 해면골 이식을 시행 후 유도막을 봉합하게 된다. 유도 막 생성술은 최대 25cm까지 결손 부위 길이의 구에 반치 않고, 골막의 유도(induction)로 골 이식물의 흡수를 방지할 수 있으며, 항생제 함침 시멘트 스페이서를 사용함에 따라 감염을 방지하고 2차 수술 기간까지 사강(dead space)을 보존할 수 있다는 장점이 있다. 이 기법의 현대적 사용은 종종 골수강 내 고정을 통한 정적 고정을 통하여 외 고정 장치에 의한 물리적 합병증을 방지하고 조기 체중 부하의 재개를 가능하게 하는 장점이 있다. 2000년 Masquelet 등의 발표에 따르면 상,하지의 4-25cm의 골 결손이 있는 35명의 환자에서 100%의 골유합을 보고하였다.

(4) 혈관부착 비골 이식술(Vascularized fibular graft)

1975년 Taylor 등이 혈관부착 유리 비골 이전술(vascularized free fibular transfer, FVG(vascularized fibular graft), 유리 골 피판술(free bone flap))을 발표한 이후 광범위 골 결손을 재건하는 방법으로 많이 이용되고 있다. 비골은 가늘고 긴 뼈로서 강도가 매우 강하기 때문에 상지 및 하지의 장골(long bone)의 결손 부위의 재건에 유용하다. 골 간부(diaphysis)를 이식할 경우에는 25cm 까지도 사용 가능한 매우 유용한 골 조직 공여부이다. 골과 연부조직, 피부 등의 동시 결손 시에, 혈관부착 비골 주변의 피부 또는 근육 등의 연부 조직을 동시 이식하여 골피부 피판(osteocutaneous flap)으로 사용하면, 심한 연부 조직 결손을 동반한 외상성 골 결손이나 피부 상태가 불량하고 고질적인 배농을 갖고 있는 만성 골수염의 치료에 우수한 효과가 있는 방법으로 이용할 수 있다.

① 광범위 골 결손

가. 종양

악성종양의 광범위 절제 후 사지 구제술을 시행하는 경우가 증가하고 있다. 종양 절제술 후 사지 재건에는 동종골 이식, 인공대체물, 골이전술, 비 혈관부착 및 혈관부착 자가골 이식술 등을 시행할 수 있다. 골 결손이 큰 경우에는 혈관부착 비골 이식의 좋은 적응증이 된다. 혈관부착 비골 이식은 환부가 방사선 치료로 섬유화 되거나 전신 항암요법으로 주위 조직 상태가 불량하여도 일차적인 골유합을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 종양 절제 후 혈관부착 비골 이식을 이용한 재건시 일차적인 혹은 최종 골유합을 얻을 확률은 86-100%인 반면, 외상에 의한 재건 시에는 77-82%로 종양 재건 시 골유합의 기회가 높은 것으로 알려져 있다.

나. 외상

개방성 골절은 일차적으로 감염이나 비활성 조직을 철저히 제거하여야 하며 필요 시 이 과정을 반복하여야 한다. 또한 치료 과정이나 추후의 재건을 위해 일시적인 외 고정 장치로 안정성을 부여한다. 연부조직 결손은 가능한 조기에 국소 근육 이전이나 유리조직 이식을 통하여 피복하고 이차적으로 골이식을 통하여 골결손을 재건하는 것이 전통적인 치료 방법이라 할 수 있다. 골 결손의 재건을 위해서는 Papineau술식, 비 혈관부착 또는 혈관부착 자가골 이식, 골이전술 등이 사용된다. 골 결손이 매우 큰 경우에는 고식적 방법보다 혈관부착 비골 이식이 좋은 적응증이 되며 동반된 연부조직 결손이 있을 때는 혈관부착 비골-피부 유리 피판 이식이 선택될 수 있다. 이를 통하여 일차적인 골유합을 얻을 수 있고, 하중부하에 따른 이식된 비골의 비후를 기대할 수 있다

② 감염된 골 결손

만성 골수염이나 감염성 불유합에 의한 골 결손 재건시에는 대부분 두 단계에 걸친 재건과정이 필요하다. 일단계에는 감염된 부골과 내고정물을 제거하고 주위 염증성 육아조직을 철저히 변연절제하여 혈행이 유지된 신선한 조직에서 출혈이 되는 것을 확인하여야 한다. 전신적 항생제 치료와 더불어 골 및 연부조직 결손 부위에 국소적 항생제 치료를 위해 항생제를 섞은 시멘트 비드를 삽입한다. 변연절제시 얻은 조직은 배양하여 선택적 항생제를 전신적으로 투여하며 보통 염증소견이 육안적 및 혈액검사상 조절될 때까지 3-6주간 항생제 치료를 유지 한다. 염증소견이 조절되면 이차적으로 혈관부착 비골 이식을 시행한다. 결손 조직이 광범위 할 때는 비골과 함께 가자미근이나 장족무지굴근을 함께 이식하는 복합조직이식이 사용된다. 비골의 고정은 감염이 잘 조절된 상태라면 잠김 금속판 등으로 이식 비골을 지지하는 가교 금속판 고정술(bridging plating)을 시행할 수 있다.

혈관부착 골이식술에 의해 이식된 골 분절은 환부에 혈류를 공급하는 매개체로 작용하기 때문에 감염된 골 결손을 치료하는 데 특히 유용하다. 혈관부착 비골 이식술로 충분한 길이의 골 분절을 이식할 수 있으므로 술자가 결손의 크기가 커지는 것에 대한 심적 부담을 덜고 감염된 골 조직을 충분히 변연 절제 할 수 있다.

③ 재건 실패

골 결손에서 결손된 골의 크기와 상관없이 비 혈관부착 자가 골이식술에 의해 치료가 실패한 경우는 혈관부착 골이식술의 적응증이다. 특히 이식된 골의 선택이나 상태 및 골의 고정이 부적절한 경우 등 명백한 실패의 원인을 알 수 없을 때는 혈관부착 골이식술로 치료하는 것이 좋다.

III Soft tissue reconstruction

하지에서 발생하는 골 결손은 흔히 연부조직 결손을 동반하며, 이러한 결손은 외상, 염증, 화상 또는 종양의 광범위 절제 등이 원인으로 기여하며 이 때 발생하는 피부 및 연부조직의 광범위한 결손은 뼈, 근육, 관절 또는 인대 등의 주요 조직이 노출되는 경우가 흔하다. 이러한 결손의 수복을 위해 피부이식, 국소 피판술, 유리 피판술 등의 다양한 방법이 시도되고 있지만 결손이 크거나 관절 부위 또는 주요 조직들이 노출되었을 경우에는 단순 봉합이나 피부이식 등의 비교적 간단한 방법으로 해결할 수 없는 상황이 많이 발생하게 된다. 부분층 피부 이식의 경우 빠르고 쉬운 수복이 가능하지만 술 후 반흔과 구축이 흔하고 전층 피부 이식의 경우 반흔 구축은 적지만 공여부의 제한이 증가하는 단점이 있다. 국소나 근거리 피판술은 적응증이 제한적이기는 하지만, 미세수술 수기가 필요하지 않고, 수술 소요 시간이 단축되는 등의 장점이 있다. 하지만 이들 술식들은 결손의 크기, 위치에 따라 많은 제한점이 있다. 유리 피판술은 미세 수술 수기를 이용하므로 수술 시간이 비교적 길고 고령이거나 전신 상태가 안 좋은 경우, 다발성 손상에서는 하기 힘들며, 혈관 문합 후 혈전 형성 등의 단점이 지적되고 있다. 하지만 한번에 큰 결손을 해결할 수 있고, 다양한 복합 조직을 동시에 재건할 수 있으며 수혜부에 건강한 조직을 제공할 수 있다는 장점들이 있다

Management

연부조직 재건은 안정적인 환자 상태, 좋은 혈행, 감염의 조절 그리고 골격 고정이 되었을 시에 시행되어야 한다. 바탕(bed)의 혈행이 좋거나 주요 구조물의 노출이 없을 시에는 피부이식 또는 이차 봉합으로 회복이 가능하지만, 그렇지 못할 경우에는 국소 근막피부 피판술, 근육 피판술 또는 유리 피판술 등의 피복이 필요하다. 국소 피판술은 저-에너지 손상으로 인하여 결손이 작을 경우 또는 환자 상태가 오랜 마취를 견디지 못할 경우 등에서 사용된다. 유리 피판술은 국소 피판술로 피복이 어려울 정도로 결손의 범위가 큰 경우, 손상에 의해 국소 조직의 혈행이 좋지 않은 경우에 사용된다. 음압창상치료(NPWT, negative pressure wound therapy)는 복잡 재건술이 어려운 또는 국소 피판술이 가능하지 않은 주요 구조물들이 노출된 연부조직 결손 환자들에서 사용된다. 이 방법은 결손 부위의 육아조직 생성을 자극하여 피부 이식술 또는 이차 봉합에 의한 회복을 도모한다. 다음에서 하지 부위별 재건 방법에 대하여 알아보하고자 한다.

1) 무릎 및 하지 1/3 근위부 결손

무릎 부위를 포함한 하지 1/3 근위부 손상은 국소 근육 피판술에 의하여 충분히 치료될 수 있다. 가장 많이 사용되는 방법은 근육 피판만을 이전하고 추가로 피부이식을 시행하게 되는 비복근 피판술(gastrocnemius flap)이다. 결손 부의 위치, 크기, 이전 상처 등에 따라 비복근중 내측, 외측 또는 양측 비복근 두가 사용될 수 있다. 다만 외측 비복근 두를 사용할 경우에는 피판 회전이 비골 두에 의해 제한이 있을 수 있고, 총비골신경의 손상을 주의해야 한다.

2) 하지 1/3 중간부 결손

하지 1/3 중간부의 피복이 필요할 시에는 비복근 근육과 반가자미근 근육 피판술 같은 근육 피판술이 사용될 수 있다. 위의 근육 피판술은 복잡한 유리 피판술이 적용될 수 없는 상태의 환자들에 있어서 유용한 방법이다. 국소 피판술은 연부 조직 결손을 치료하는데 유용한 방법이지만, 하지 중간부에서 넓은 범위의 손상을 유발하는 고 에너지 손상에

의한 결손은 유리 피판술이 좀 더 신뢰할 수 있는 방법이다.

3) 하지 1/3 원위부 결손

하지 1/3 원위부에서의 결손 재건에는 국소 피판의 제한된 유용성으로 인하여 유리 피판술이 흔히 사용된다. 중요한 고려 사항은 피판의 두께와 결손의 두께가 일치해야 한다는 점이다. 결손의 크기 또는 위치의 문제로 유리피판술을 할 수 없는 환자군에서는 근막피부 피판술이 가능하다. 후경골동맥 또는 비골동맥 천공지에 기반한 원위 기반 근막피부 피판은 저 에너지 손상에 따른 중, 소형 크기의 결손 또는 이러한 피판의 혈행에 문제를 야기하는 박탈성 손상이 없을 시 사용될 수 있다. 또한 이러한 근막피부 피판술은 더 큰 회전 반경과 좋은 성형술을 위하여 도상화(islandized) 될 수 있다. 원위 기반 비복(또는 역행성 비복) 피판술은 종아리 뒤쪽으로부터 14cm까지 채취가 가능한 가변성 근막피부 피판이며, 하지, 발목 그리고 족부의 결손을 피복하는데 사용될 수 있다.

III 증례

광범위 골 결손을 동반한 하지 골절 환자군에서 골 재건술 및 필요 시 연부조직 재건술을 통하여 술 후 골유합을 얻었던 증례들을 첨부하였다.

- 1) 52세 남자. 3개월전 발생한 개방성 골절로 타원에서 골조직 및 연부조직 재건술을 수 차례 받았던 분으로 골 유합 소견 없음으로 본원으로 전원 되었음. (Fig. 1.)
- 2) 44세 남자. 5개월 전 발생한 개방성 경-비골 골절로 타원에서 내-외고정술 시행하였으나 감염 소견으로 내고정물을 제거하고 지속적인 변연 절제술 시행하였으나 골 유합 소견 없었음. (Fig. 2.)
- 3) 29세 남자. 9개월 전 발생한 원위 경-비골 골절로 타원에서 내-외고정술 시행하였으나, infectious nonunion 소견으로 수 차례 재건술 및 변연 절제술 받았던 환자임. (Fig. 3.)
- 4) 47세 남자. 7개월전 발생한 경-비골 개방성 골절로 타원에서 외고정 수술 및 피판술 시행하였으나 감염 소견으로 지속적인 변연 절제술 및 항생제 시멘트 비드 삽입술 시행하였음. (Fig. 4.)
- 5) 19세 남자. 경-비골 골절 소견으로 타원에서 내고정술 및 피판술 수 차례 시행하였으나 골조직 및 연부조직 감염 소견 보였음. (Fig. 5.)
- 6) 24세 여자. 타원에서 대퇴골 골종양 제거술 후 재건술 및 골 유합 수술을 하였으나 prosthesis-related infection 소견을 보였음. (Fig. 6.)
- 7) 53세 남자. 8개월전 경골 골절로 타원에서 내고정술 받았으나 골수염 및 불유합 소견으로 전원되었음. (Fig. 7.)
- 8) 23세 남자. 4개월전 발생한 경-비골 개방성 골절로 타원에서 내고정술 받았으나 감염성 불유합 소견 보였음. (Fig. 8.)
- 9) 62세 남자 환자. 골종양 제거술 및 종양 대체물 수술한지 17년째 보행이 어려움을 호소하였음. (Fig. 9.)
- 10) 24세 남자. 경골의 골종양 진단 받았음. (Fig. 10.)
- 11) 18세 여자. 경골의 골종양 진단 받았음. (Fig. 11.)

III 요약

광범위 골 결손에 있어서 골 결손 부위 재건과 더불어 골 피복은 필수적인 요소이다. 골 피복시에는 혈류 공급 감소를 방지하기 위하여 근막 또는 근육이 포함된 피판을 이용하여야 하고, 추가적인 수술의 가능성으로 인하여 가능한 큰 피복이 필요하며, 피판 괴사는 골 감염을 유발하기 때문에 가장 안전한 피판술을 선택하여야 한다. 주의해야 할 것은 골 결손 치유와 연부조직 치유를 분리해서가 아닌 통합해서 치료하는 것이 중요하다.

III Reference

1. Tornetta P, Rockwood and Green's Fractures in Adults, Philadelphia:Wolters Kluwer; 2019.
2. Shokrollahi K, Flaps practical reconstructive surgery, New York:Thieme; 2017.
3. 김광석, 혈행화 골 변이술을 이용한 상지 골 결손의 재건. 주상골 손상과 미세재건술 비법, 대한미세수술학회 편. *우리의학사*; 2010.
4. 박종웅, 유리 생비골 이식을 이용한 하지 재건. 수부 기형과 변형의 교정 및 미세 조직 이식술, 대한미세수술학회 편. *우리의학사*; 2011.
5. Keating JF, Simpson AHRW, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg [Br]* 2005;87-B:142-50
6. Mauffrey C, Barlow BT, Smith W. Management of Segmental Bone Defects. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23:143-153
7. Mitchell SE, Keating JF, Robinson CM. The treatment of open femoral fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg [Br]* 2010;92-B:1678-84
8. Decoster TA, Gehlert RJ, Mikola EA, et al. Management of Posttraumatic Segmental Bone Defects *J Am Acad Orthop Surg* 2004;12:28-38
9. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990;72:299-304
10. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty-Five Open Fractures of Long Bones. Retrospective and Prospective Analyses *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-458
11. Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, et al. Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft. *Ann Chir Plast Esthet* 2000;5(3):346-53
12. Chadayammuri V, Hake M, Mauffrey C. Innovative strategies for the management of long bone infection: a review of the Masquelet technique. *Patient Saf Surg* 2015;9:32
13. Pipitone PS, Rehman S. Management of traumatic bone loss in the lower extremity. *Orthop Clin North Am* 2014;45:469-82

14. Molina CS, Stinner DJ, Obrebsky WT. treatment of traumatic segmental long bone defects: A critical analysis review. *J Bone Joint Surg Rev* 2014;2:1-11
15. Nauth A, McKee MD, Einhorn TA, et al. Managing bone defects. *J orthop Trauma* 2011;25:462-6
16. Lee JE, Kim MB, Han DH, et al. One-Barrel Microsurgical Fibula Flap for Reconstruction of Large Defects of the Femur *Ann Plast Surg* 2018;80:373-378
17. Lowenberg DW, Buntic RF, Buncke GM, et al. Parrett BM: Long-term results and costs of muscle flap coverage with Ilizarov bone transport in lower limb salvage. *J Orthop Trauma* 2013;27(10):576-581.
18. Mendieta MJ, Roblero C, Vega JC. Neurotized distally based sural flap for heel reconstruction. *J Reconstr Microsurg* 2013;29:501-504
19. Huntington TW. Case of bone transference. Use of a segment of fibula to supply a defect in the tibia. *Ann Surg* 1905;41:249-257
20. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ: The free vascularized bone graft. a clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975;55:533-544
21. Nicoll EA. The treatment of gaps in long bones by cancellous insert graft. *J Bone Joint Surg* 1956;38B:70-82
22. Enneking WF, Eady JL, Burchardt H. Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental skeletal defect. *J Bone Joint Surg* 1980;62A:1039-1058
23. Malizos KN, Nunley JA, Goldner RD, et al. Free vascularized fibula in traumatic long bone defects and in limb salvaging following tumor resection: comparative study. *Microsurgery* 1993;14:368-374
24. Yazar S, Lin CH, Wei FC. One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities. *Plast Reconstr Surg* 2004;114:1457-1466
25. Peat BG, Liggins DF. Microvascular soft tissue reconstruction for acute tibial fracture: late complications and the role of bone grafting. *Ann Plast Surg* 1990;24:517-520
26. Pederson WC, Person DW. Long bone reconstruction with vascularized bone grafts. *Orthop Clin N Am* 2007;38:23-35
27. 정덕환. 혈관부착 비골 동맥 피부편을 이용한 하지 재건술. *대한미세수술학회지* 1992;1-1:45-50
28. Le Thua TH, Pham DN, Boeckx W, et al. Vascularized fibular transfer in longstanding and infected large bone defect. *Acta Orthop Belg* 2014;80(1):50-5
29. Ihara K, Doi K, Yamamoto M, et al. Free vascularized fibular grafts for large bone defects in the extremities after tumor resection. *J Reconstr Microsurg* 1998;14:371-376

A



B-1



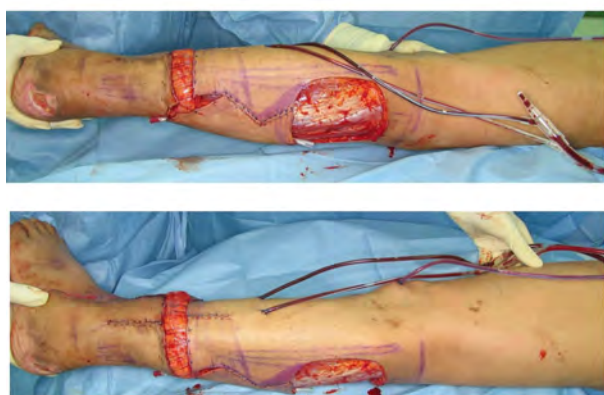
B-2



B-3



B-4



C

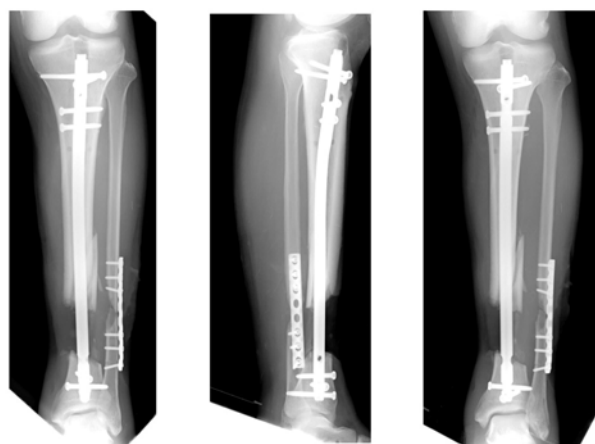
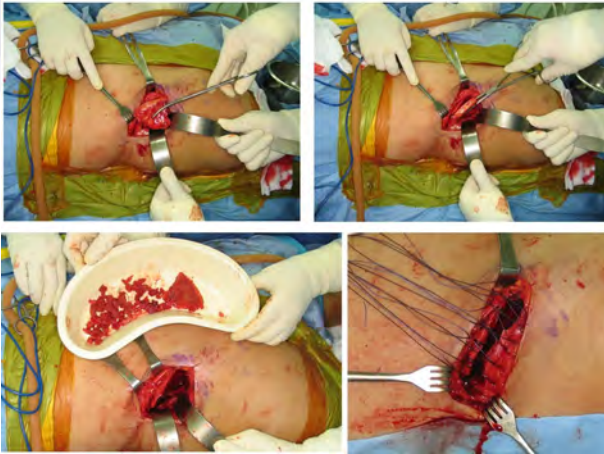


Fig. 1. A: 경골 전내측으로의 failed free flap surgery로 인한 연부조직 결손부를 확인할 수 있었다. 급성 감염 소견은 없었음. B: 지속적인 변연 절제술 후 연부 조직이 안정화 되었을 시, 하지 길이 및 각 변형을 조절하기 위하여 비골부 관혈적 정복 및 내고정술을 먼저 시행하였다. 그 후, 경골로의 골수내정 삽입술을 시행하였다. 동시에 연부조직 결손에 대해서는 역행성 비복동맥 피판술을 시행하였다. C: 수술 후 일반 방사선 사진상, 하지 길이와 정렬이 회복되었음을 확인하였다. Permanent IM nailing을 위하여 interlocking screw를 최대한 삽입하였다.

D



E



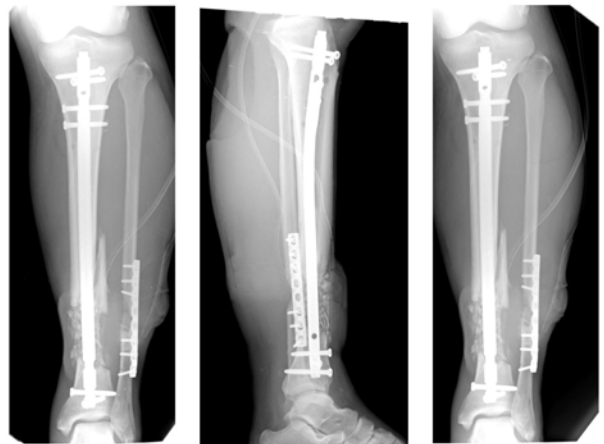
F-1



F-2



G



H



Fig. 1. D: 장골 능선에서 피질-해면 자가골을 채취하였다. 자가골 채취 이후 골막을 단단히 봉합하여 추가적인 합병증을 예방하였다. E: 골 결손 부위에 피질-해면 자가골 이식을 시행하였다. F: 피판술의 공여부에는 피부 이식을 시행하였다. G: 자가 골 이식후 촬영한 일반 방사선 영상. H: 3년 경과 후, 수술 부위의 완전한 경화 및 피질화 소견을 보였고 운동 범위에 있어서도 만족할 만한 결과를 얻었다.

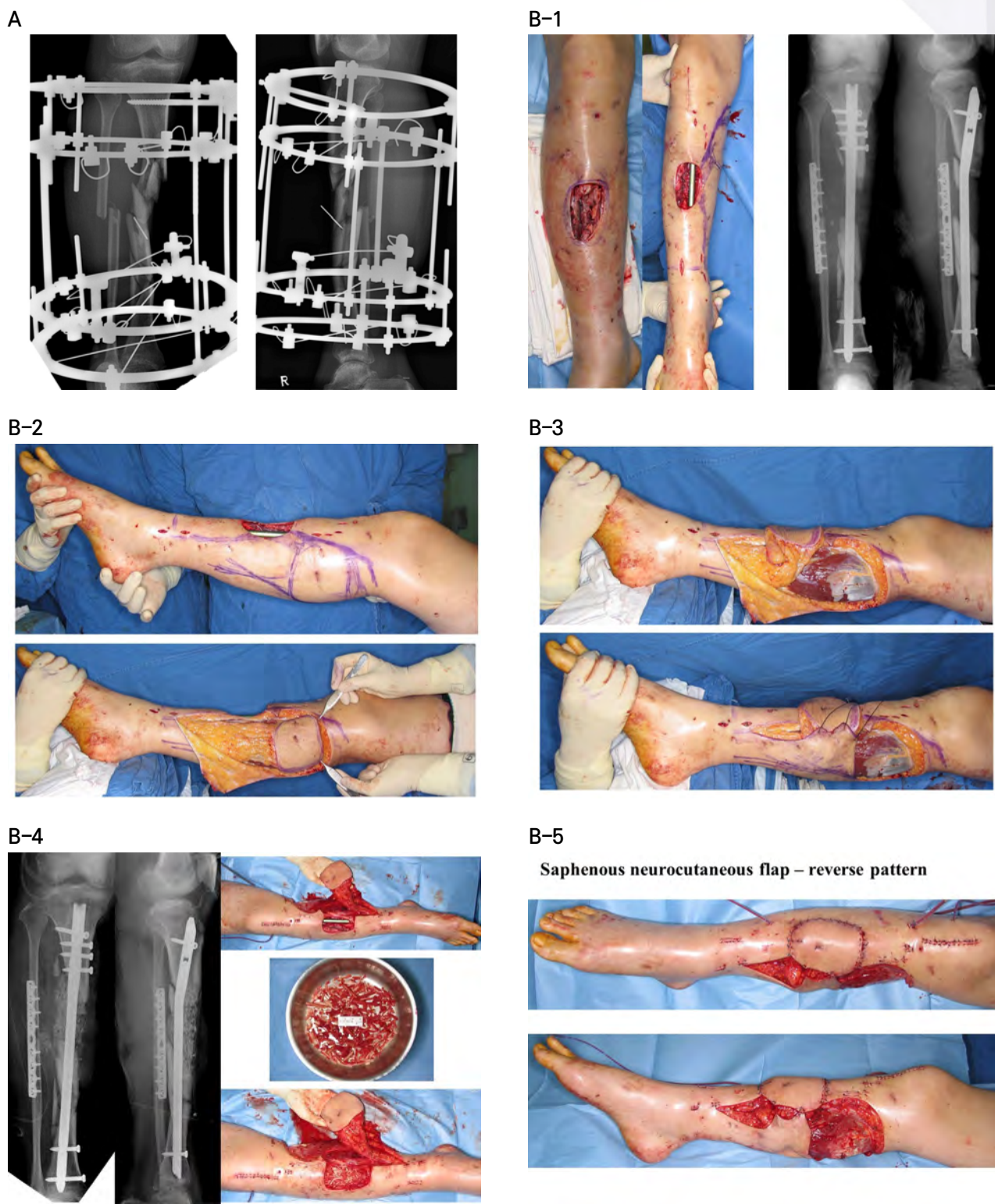


Fig. 2. A: 본원 내원 당시 외고정물만 적용된 상태로 감염 소견은 없었으나 경-비골의 불유합 소견 보였음. B: 지속적인 변연 절제술 후 연부 조직이 안정화 되었을 시, 한 단계 수술로 하지 길이 및 각 변형을 조절하기 위하여 비골부 관혈적 정복 및 내고정술을 먼저 시행, 경골로의 골수내정 삽입술을 시행, 연부조직 결손에 대해서는 역행성 복재 신경피부 피판술을 시행하였다. 동시에 골 결손부에는 장골 능선에서 자가골을 채취하여 채워 넣었다. 피판 공여부에는 피부이식술을 시행하였다.

C



D-1



D-2



Fig. 2. C: 수술 후 3주 째, 이식된 자가골 및 연부 조직이 잘 유지되는 모습을 보였다. D: 수술 6년후, 수술 부위 경골과 비골에 완전한 경화 및 비후화 소견을 보였음. 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였음.

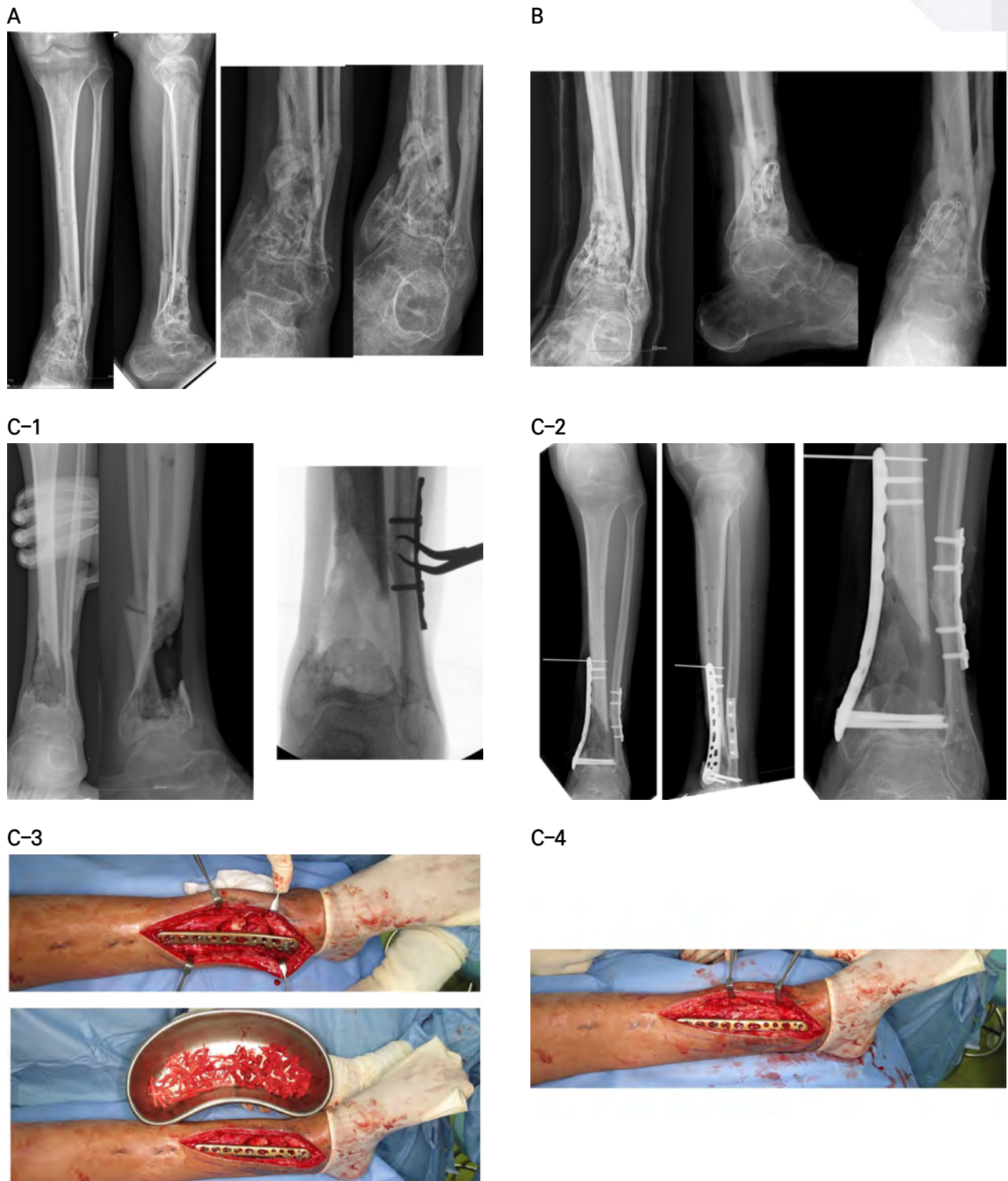


Fig. 3. A: Active draining pus 소견, 경골의 infectious nonunion, varus deformity 및 비골의 malunion 소견 보였음. B: 수술장 소견 상 심한 감염 소견으로 광범위 변연절제, 정맥 항생제 투약 및 항생제 시멘트 비드 삽입으로 masquelet induced membrane을 유도하였음. 타원에서 오랜 기간 cast apply로 발목 관절의 구축이 온 상태로 관절 운동을 위하여 Ilizarov를 apply 하지 않았음. C: 6주 후, 감염 소견이 없어진 것이 확인되었으며, 경골에 생성된 induced membrane을 유지한 채 항생제 시멘트 비드를 제거하였음. 하지 길이 유지를 위하여 비골에 대한 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하였으며, 동시에 경골에 대한 내고정 및 골 결손부에 대한 자가골 이식술을 시행하였다.

D



E



F

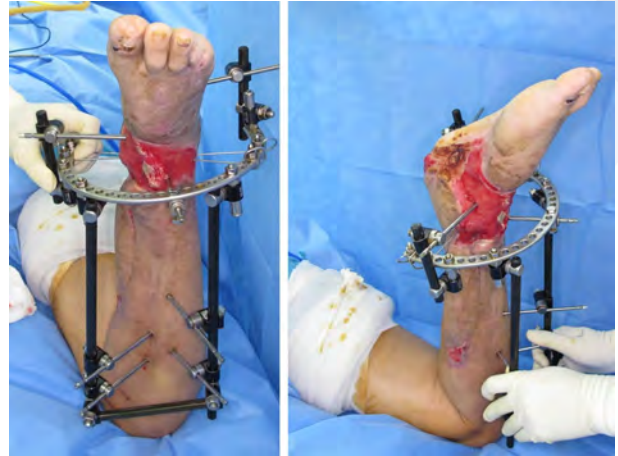


Fig. 3. D: 경골 골 결손부의 골 이식 후 모습. E: 수술 9개월 후, 일반 방사선 사진 영상상 골 유합이 확인되었으며 연부 조직 또한 다른 부작용 없이 회복되었다. F: 5년 추시 후, 골절부위들은 비후화되면서 추가적인 수술 없이 완전한 골유합과 안정성을 얻을 수 있었다. 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였다.

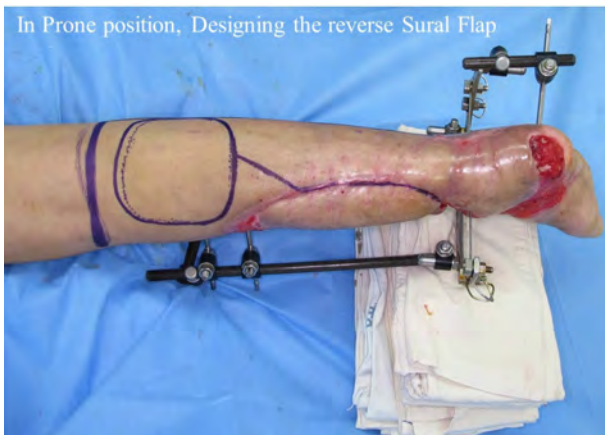
A



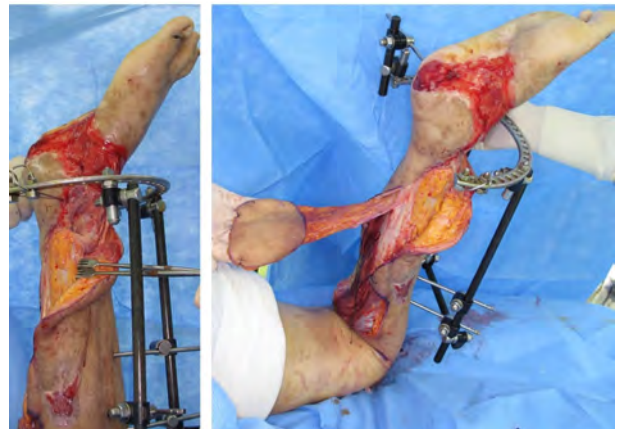
A-2



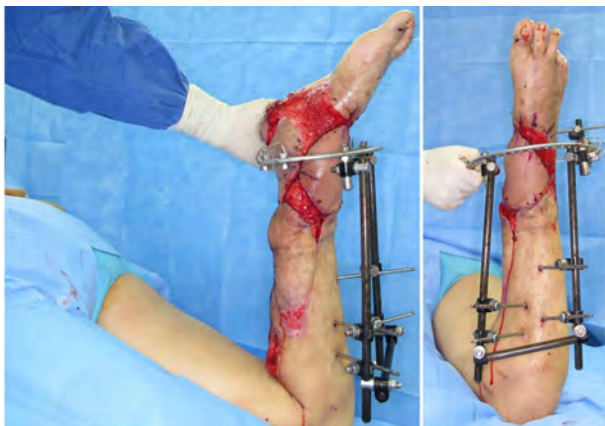
B-1



B-2



B-3



C

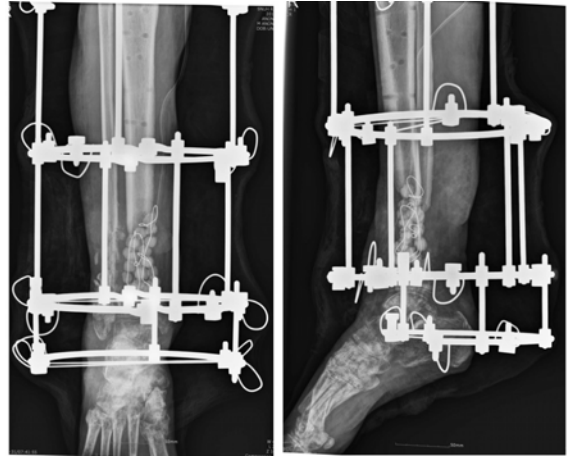


Fig. 4. A: 내원시 불유합 소견을 보였으나 지속적인 변연 절제술 및 항생제 사용으로 급성 감염 소견은 없었다. 오랜기간 외고정으로 인하여 척측 변형이 발생하였음. B: 경골 전면부의 연부조직 결손부의 피복을 위하여 역행성 비복 피판술을 시행하였음. C: 종골 부위의 연부 조직 결손부에는 이판 국소 회전 전진 피판술을 시행하였음.

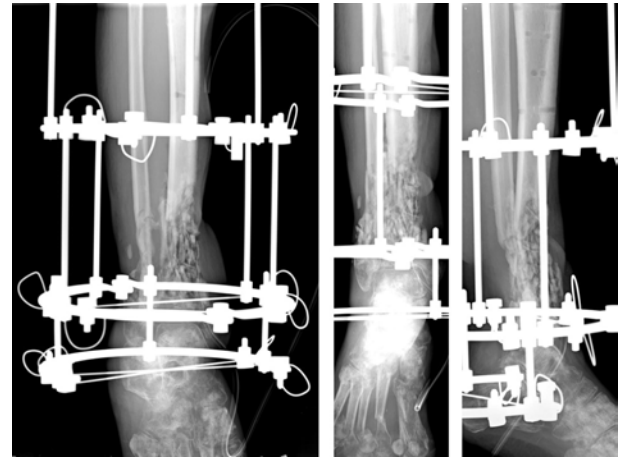
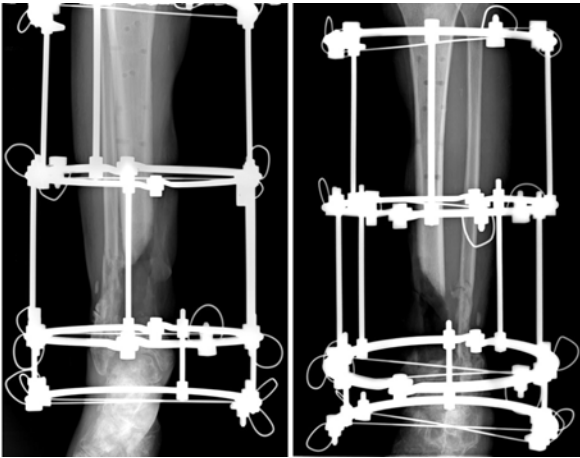
D



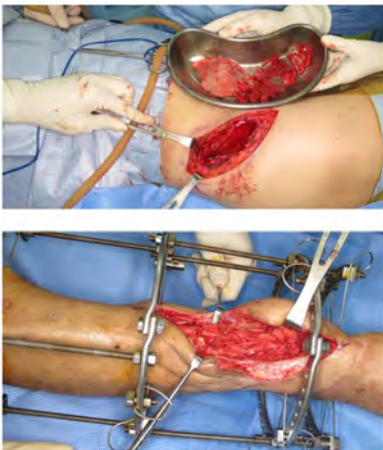
E



F-1



F-2



G-1

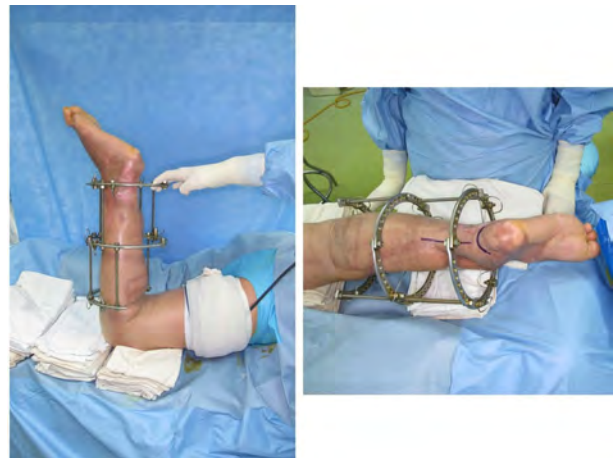
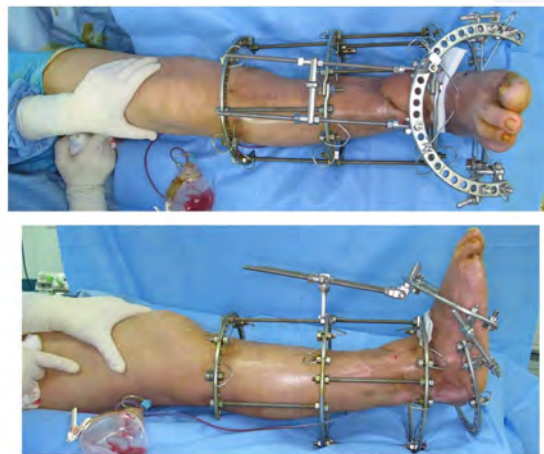


Fig. 4. D: 공여부 및 잔여 결손부에는 피부 이식을 시행하였음. E: 6주후 Ilizarov 외 고정 장치 적용으로 골절 부위 안정화 및 골절 부위로의 항생제 시멘트 비드 삽입술을 시행하였음. F: 3주후 감염 소견이 없는 것을 확인하고 항생제 비드 제거 및 자가골 이식술을 시행하였음. G: 자가골 이식술 시행후 4개월째. 척추 변형에 대하여 Achilles lengthening을 시행하였음.

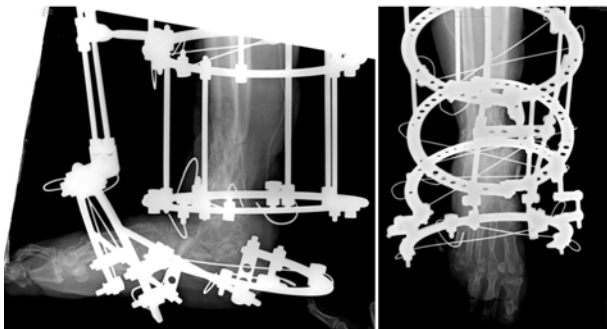
G-2



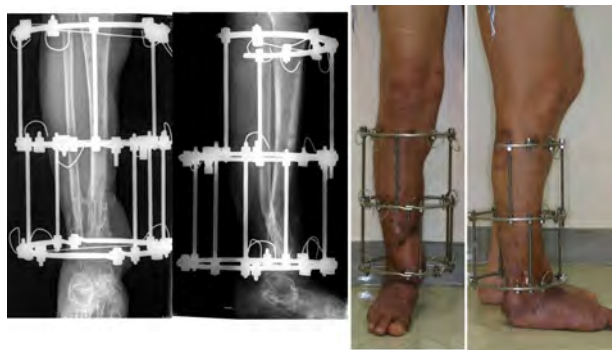
H-1



H-2



I

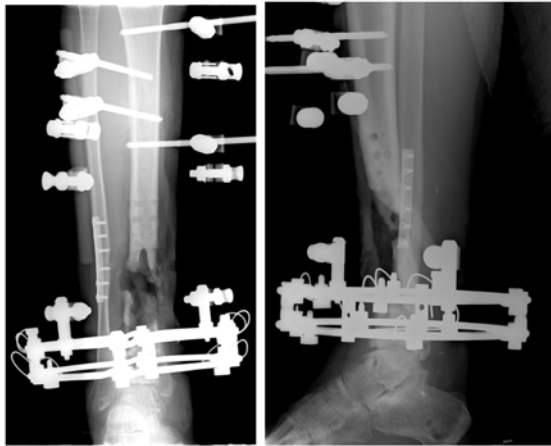


J

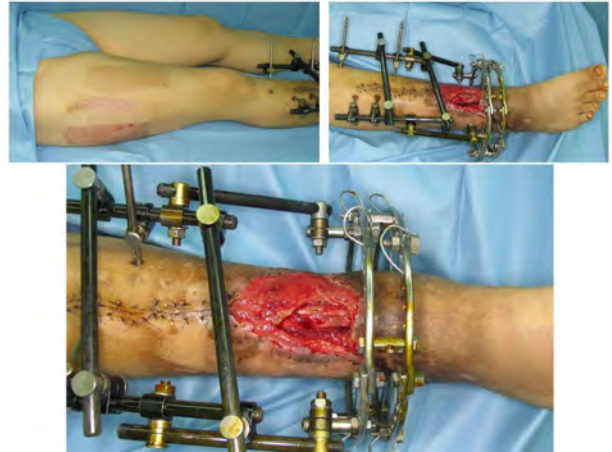


Fig. 4. G: 자가골 이식술 시행후 4개월째. 첨족 변형에 대하여 Achilles lengthening을 시행하였음. H: 경골 외고정 프레임 아래쪽으로 족부 프레임을 연장하여 첨족 변형이 점진적으로 교정되도록 하였음. 첨족 변형이 교정되도록 3개월 이상 유지하였음. I: 수술 8개월째. 일반 방사선 영상에서 골 유합 소견이 확인되었음. 첨족 변형은 교정 되었으며 환자는 외 고정 장치가 있는 채로 체중 부하가 가능하였음. J: 수술 후 9개월째. 골유합 소견 확인되었으며 만족스러운 보행 및 일상 생활이 가능하였음.

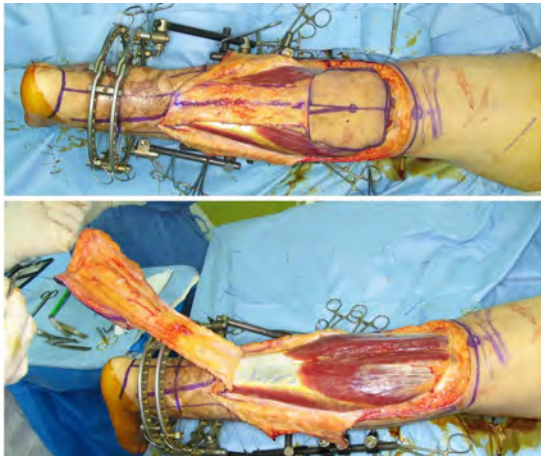
A-1



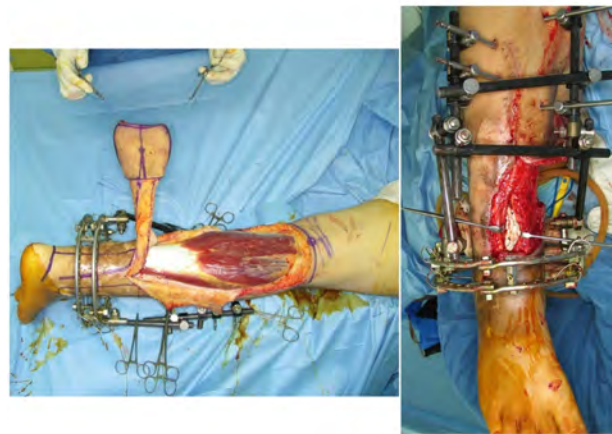
A-2



B-1



B-2



B-3



B-4

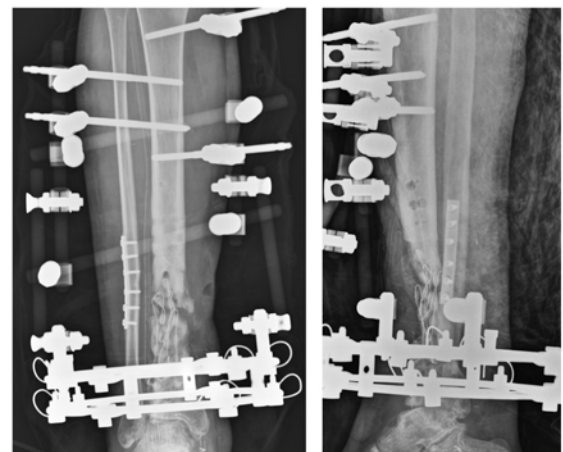


Fig. 5. A: 타원에서 경-비골의 내고정수술 후 infectious nonunion소견으로 경골 내고정물 제거 후 외고정 수술하였음. B: 비복동맥 피판술로 연부조직 피복을 시행하고 항생제 시멘트 비드 삽입술을 시행하여 감염 조절을 하였다. 활동성 감염 소견으로 내고정기로의 전환은 하지 않았다.

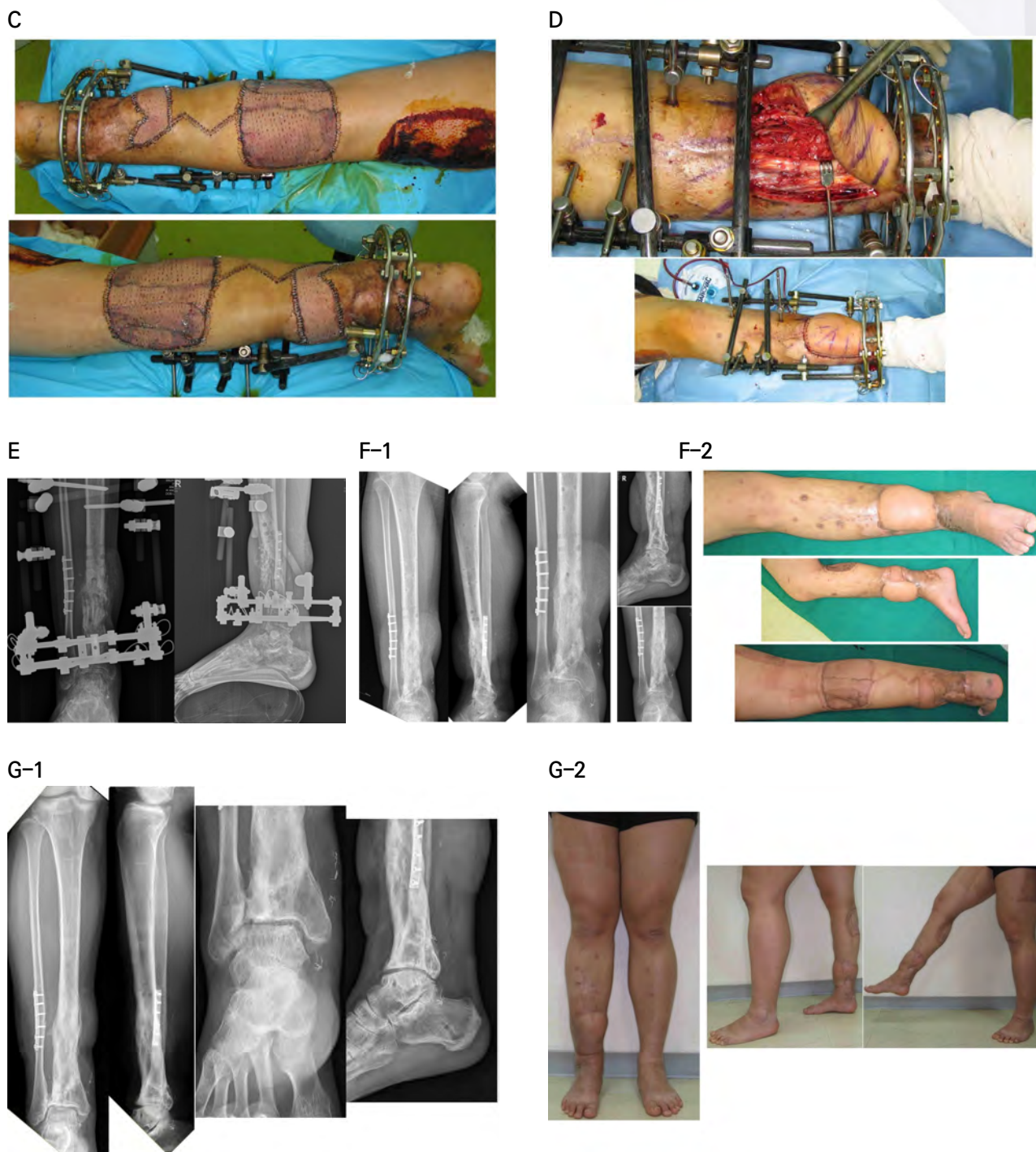
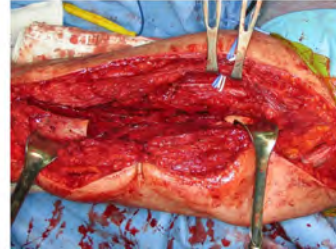


Fig. 5. C: 피판 공여부에는 피부이식을 시행하였음. D: 경골 골 결손 부위에 자가 골 이식술을 시행하였다. E: 수술 후 1개월. 가골의 형성 및 비골의 비후화로 점차 안정성을 얻어가고 있음. F: 수술 후 6개월. 골 이식 부 및 연부조직 이식부의 특이 소견 없이 호전 양상을 보였음. G: 수술 후 6년. 골이식부의 추가적인 수술 없이 완전한 골유합 및 안정성을 얻을 수 있었고 하지부동이나 각 변형 없이 만족스러운 생활이 가능하였음.

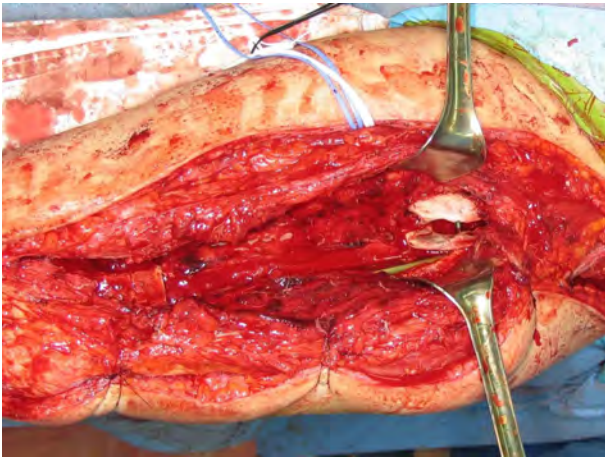
A



B-1



B-2



C



D-1



D-2

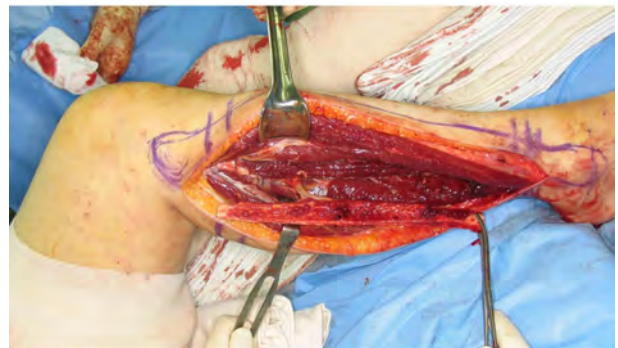
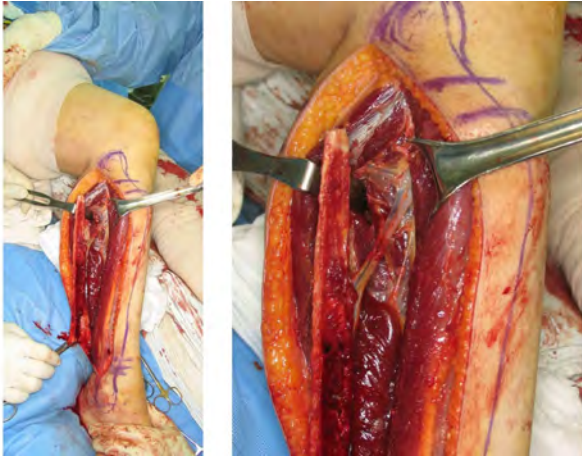


Fig. 6. A: tumor removal 후, allobone graft하였으나 prosthesis-related infection 소견으로 변연절제술 및 항생제 시멘트 삽입술 시행하였으나 감염 조절이 안되어서 전원되었음. B, C: 사골(dead bone) 및 시멘트를 제거하고 철저한 변연 절제술을 시행한 뒤 16cm의 골 결손이 발생하였다. 혈관 문합을 위해 미리 대퇴동맥과 그 주변 정맥을 찾아 표시하였다. 유리 생비골 이식을 하기 전 잠금 금속판을 이용하여 미리 고정하고, 추후 비골의 삽입을 용이하게 하기 위해 근위부에 window를 내었다. D: 비골을 채취하는 과정과 채취한 비골의 모습.

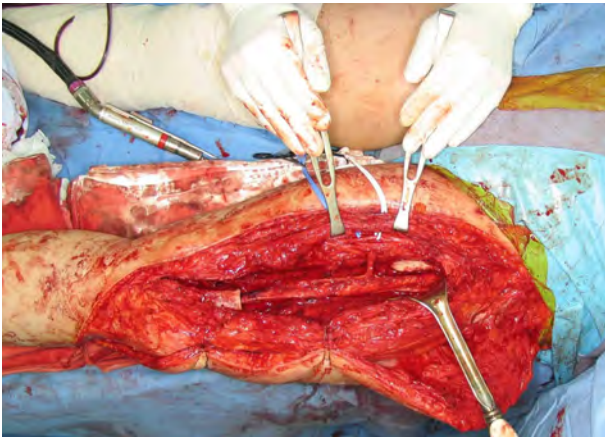
D-3



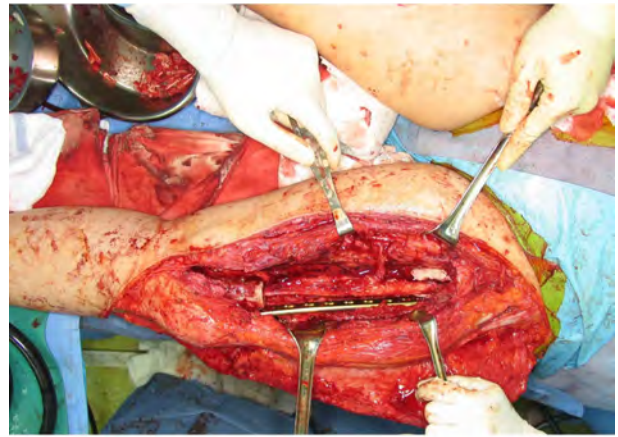
D-4



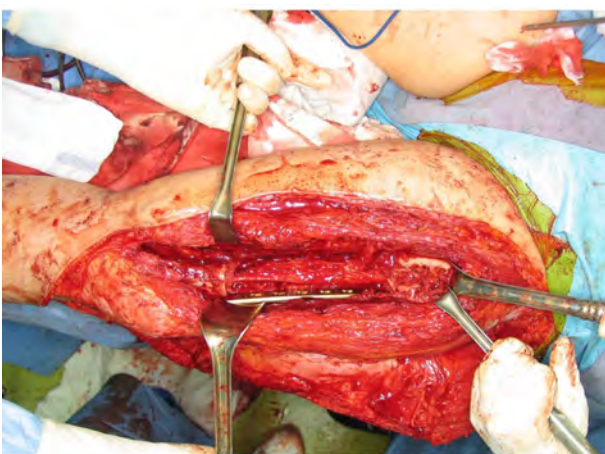
E-1



E-2



E-3



E-4



Fig. 6. D: 비골을 채취하는 과정과 채취한 비골의 모습. E: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠금 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다.

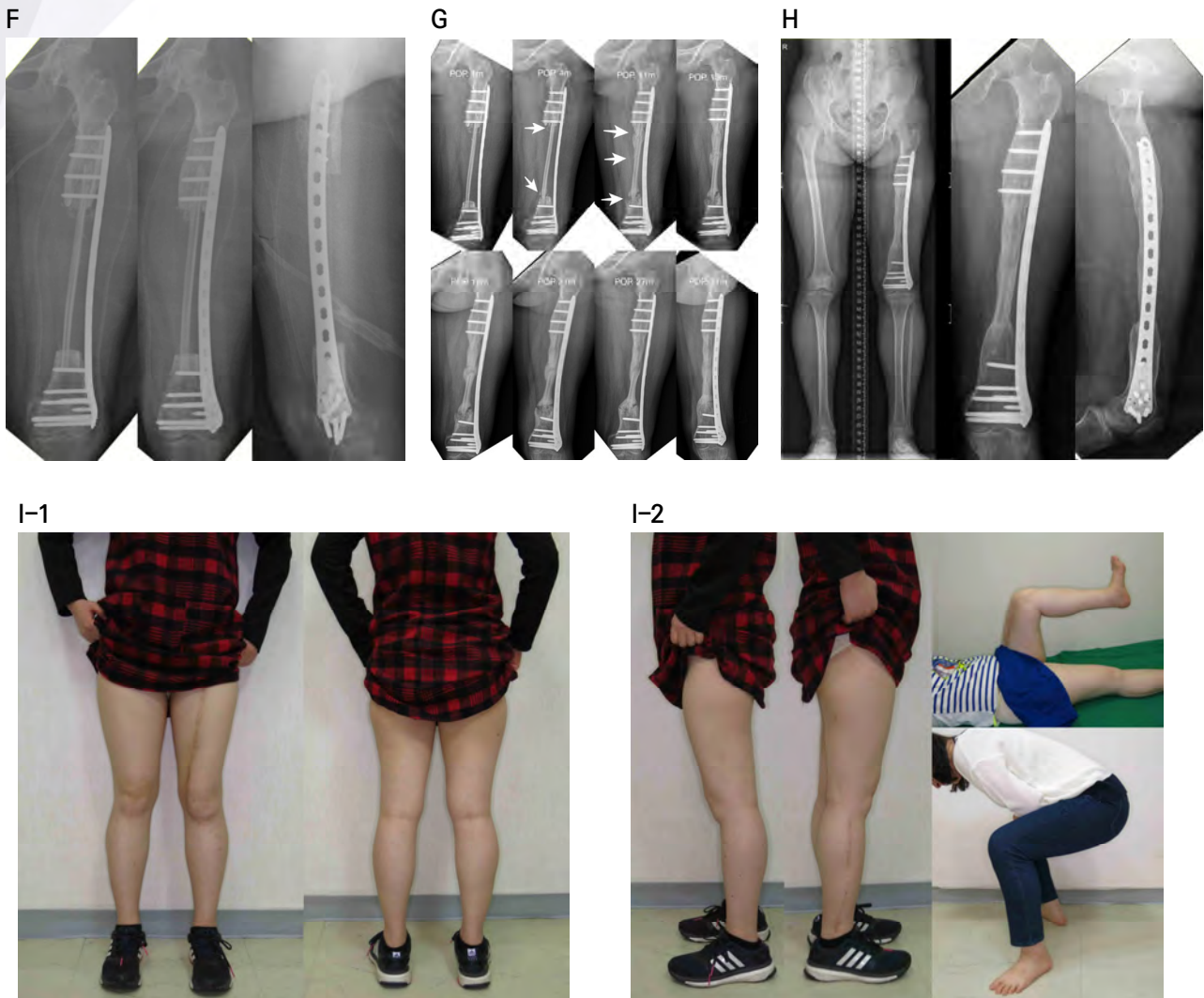


Fig. 6. F: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠금 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다. G: 수술 후 4개월째 이후 스트레스 골절(하얀 화살표)들이 발생하였으나, 잠금 금속판으로 인한 안정성으로 가골의 형성 및 비골의 비후화로 점차 안정성을 얻어가고 있다. 수술 후 31개월째 골절부위들은 비후화되면서 추가적인 수술 없이 완전한 골유합과 안정성을 얻을 수 있었다. H, I: 최종 추시시에 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였다.

A



B-1



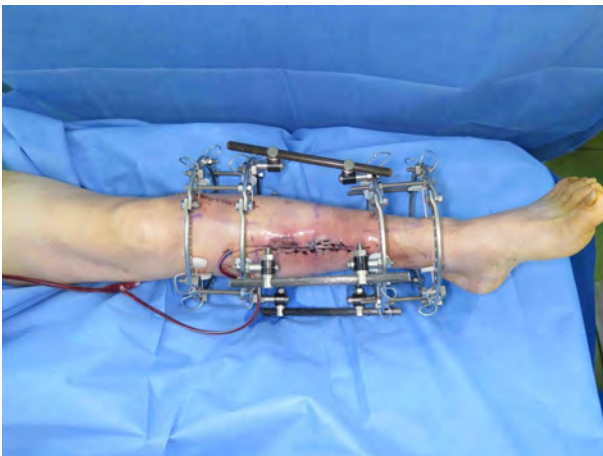
B-2



B-3



B-4



B-5

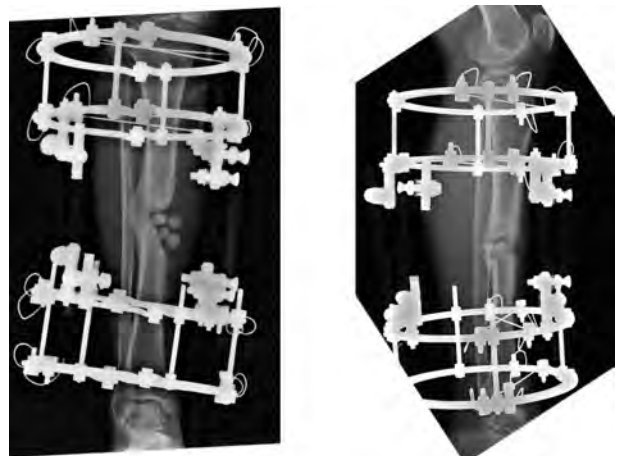


Fig. 7. A: 타원에서 경골 내고정술 받았으나 infectious nonunion소견으로 내고정물 제거된 상태로 전원 되었음. B: 근위 경골의 내고정물 제거 및 경골 불유합 부위의 변연 절제술, 항생제 시멘트 비드 삽입술 및 골절 부위 안정화를 위하여 외 고정 장치를 적용하였음.

C-1



C-2



D-1



D-2



D-3



Fig. 7. C: 수술 6주째. 감염 소견 없음을 확인하고 외 고정 장치 제거하였음. 골절 부위의 골 유합 소견이 확인되어 내고정술은 시행하지 않고 자가 골 이식술로 골 결손 부위에 채워주었음. D: 수술 부위로의 가골의 형성으로 점차 안정성을 얻어가고 있음. 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였다.

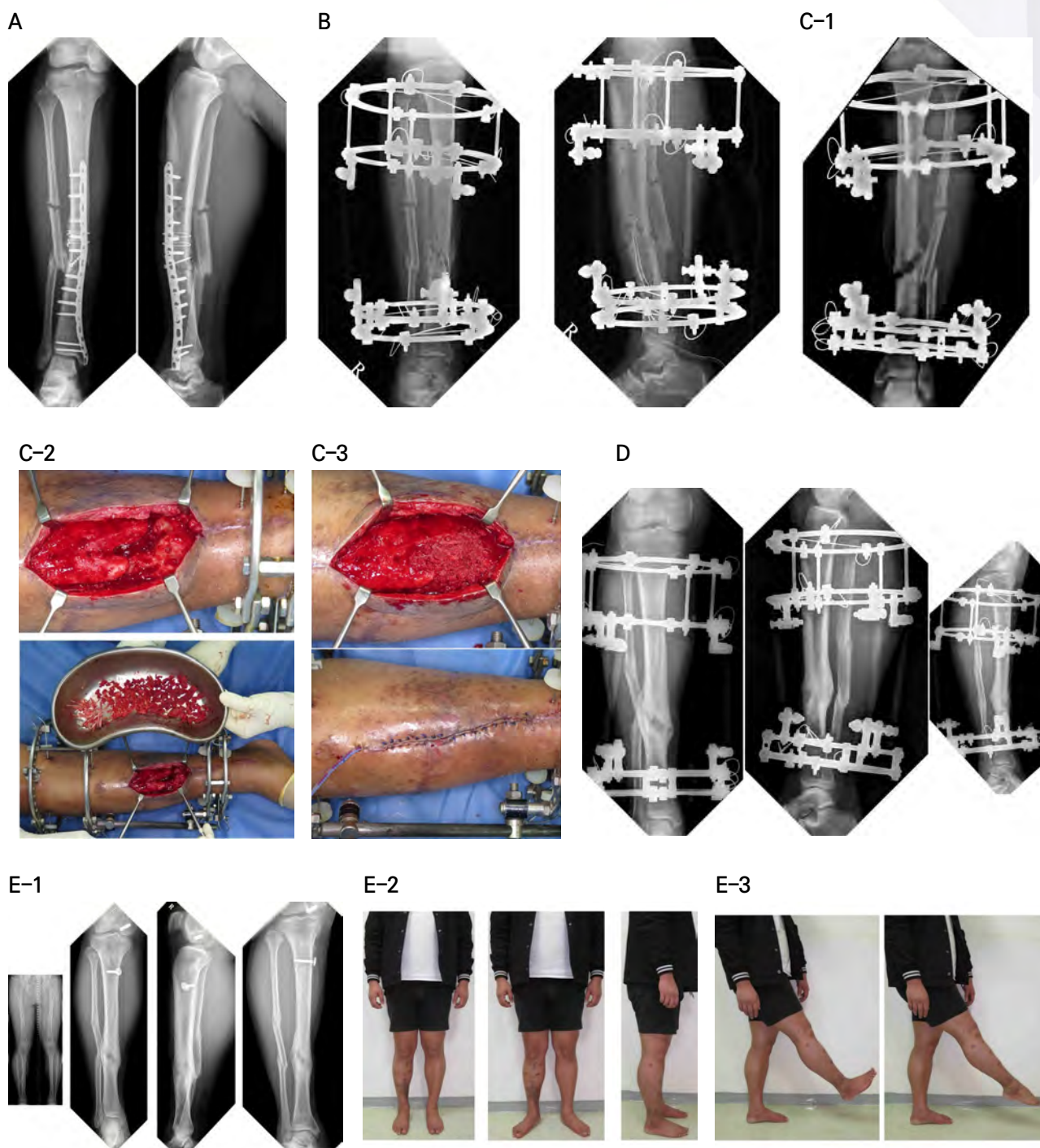
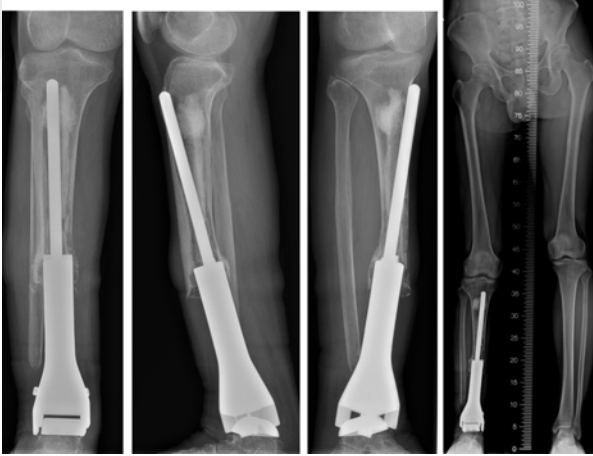


Fig. 8. A: 감염성 불유합 소견으로 지속적인 변연절제술 중 본원으로 전원됨. B: 내고정 장치를 제거하고 외고정 장치를 적용하였으며, 변연 절제술을 시행하며 항생제 시멘트 비드 삽입술을 시행하였음. C: 6주후. 감염의 소견이 없어서 골 결손부로의 자가 골 이식술을 시행하였음. D: 수술 8개월째. 경골과 비골에서 골유합 진행 소견 보임. E: 수술 후 2년째. 골절 부위들은 비후화되면서 추가적인 수술 없이 완전한 골유합과 안정성을 얻었음. 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였다.

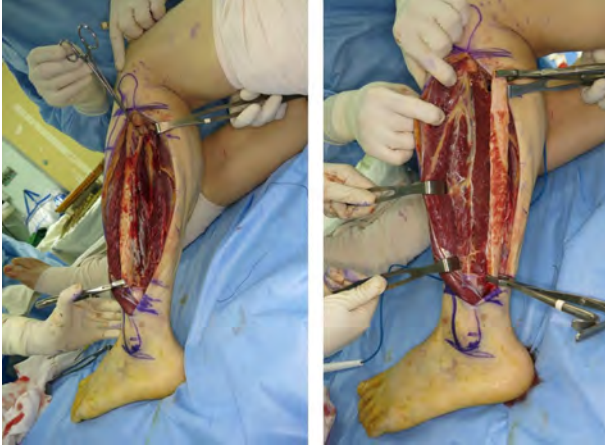
A



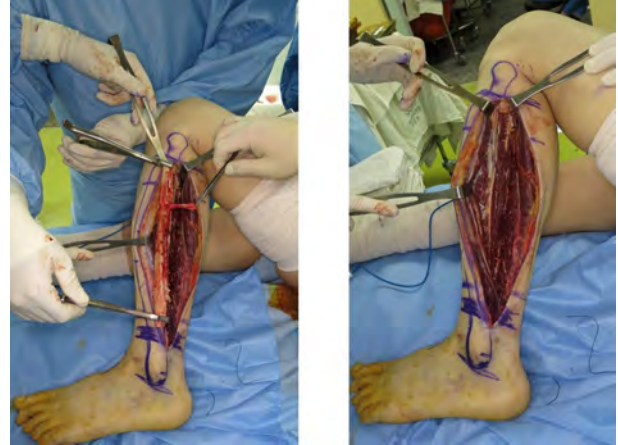
B



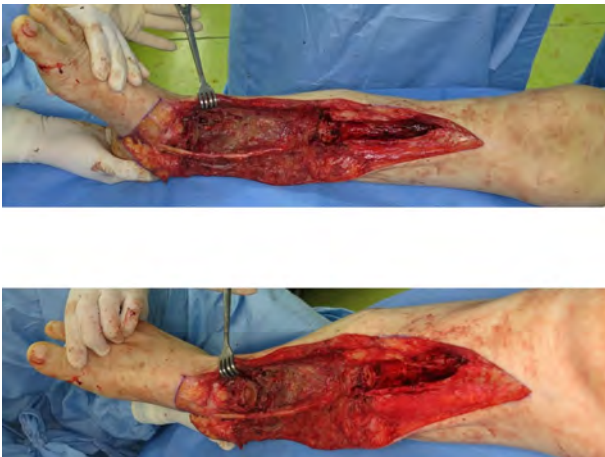
C-1



C-2



D-1



D-2

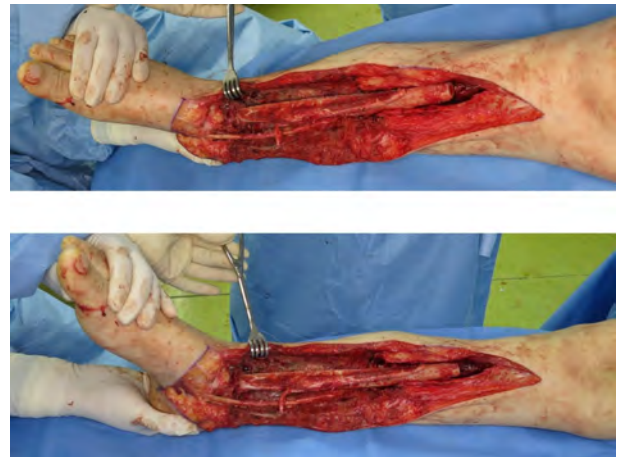
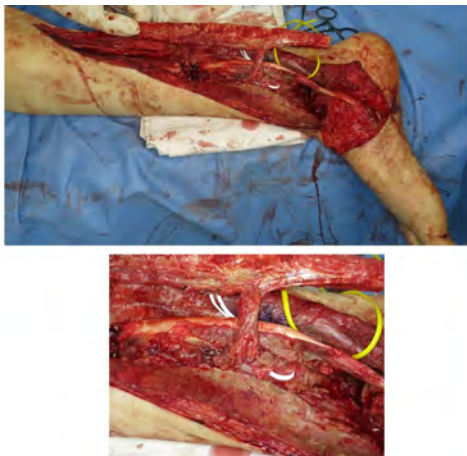
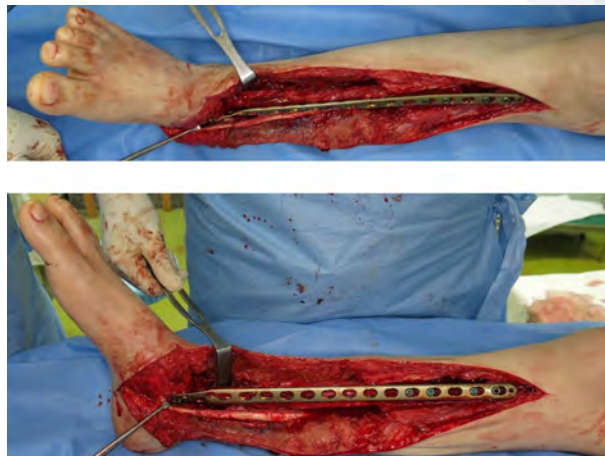


Fig. 9. A: 일반 방사선 영상 검사상 failed tumor prosthesis 소견 보였음. B: 종양 대체물 감염에 따른 골 파괴 및 광범위 골 결손 소견으로 종양 대체물 제거, 변연절제술 및 항생제 치료를 하였다. C: 혈관부착 유리 비골을 채취하는 과정. D: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠금 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다. 원 위부는 거골에 고정하였다.

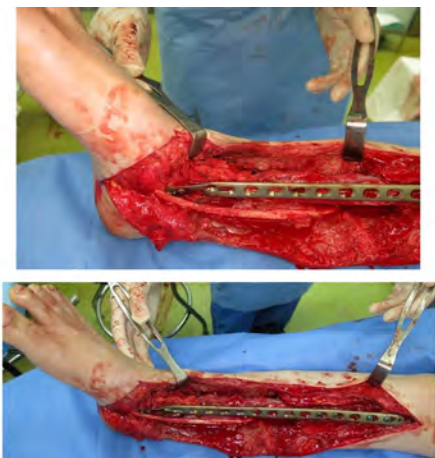
D-3



D-4



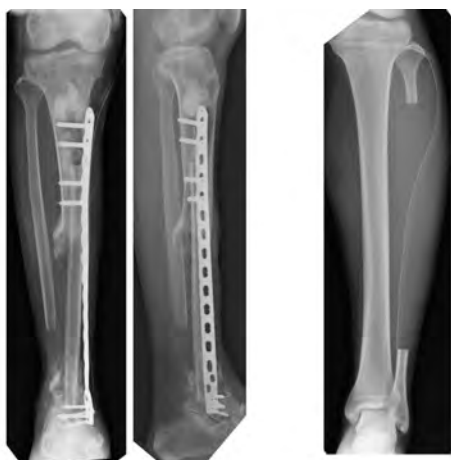
D-5



D-6



D-7



E



Fig. 9. D: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠김 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다. 원위부는 거골에 고정하였다. E: 수술 후 4년 추시. 이식골의 골유합 및 안정성을 얻을 수 있었다. 거골하 관절은 보존되어 수술부 발목 관절에서의 'fair'의 운동 범위를 얻을 수 있었다.

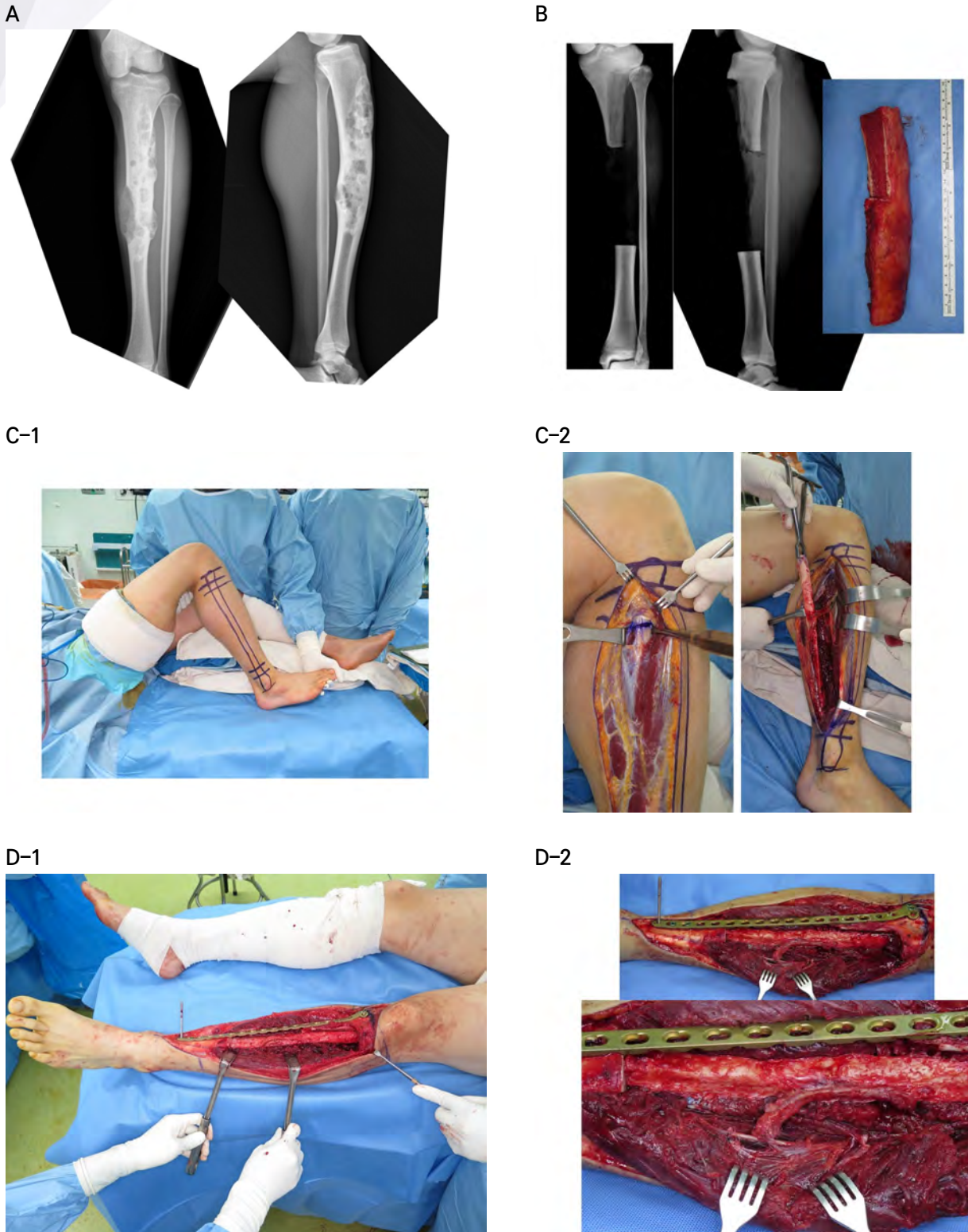
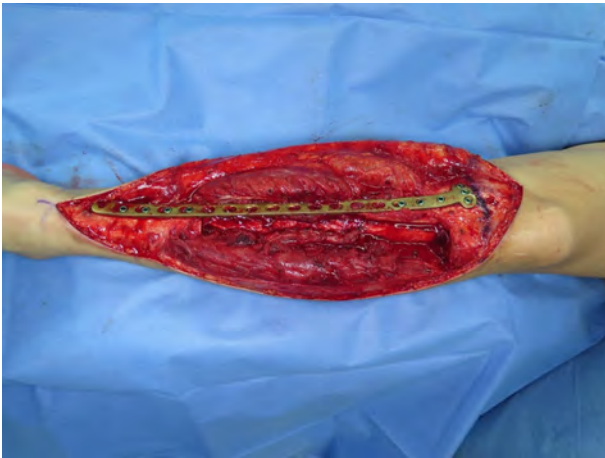
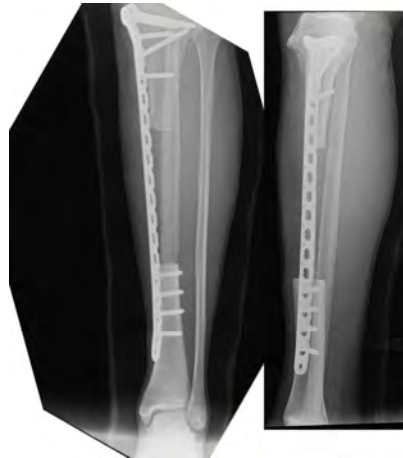


Fig. 10. A: 경골의 골종양 소견으로 경골의 변형이 진행되고 있음. B: 종양 절제 후 23 cm의 골 결손이 발생하였다. C: 혈관부착 유리 비골을 채취하는 과정과 채취한 비골의 모습. D: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠김 금속 판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다.

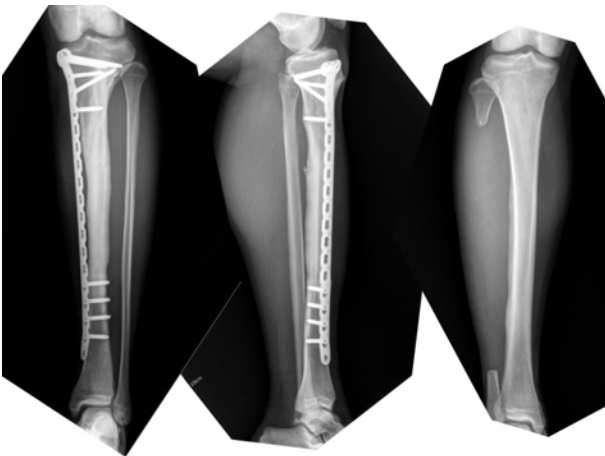
D-3



D-4



E



F



Fig. 10. D: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠김 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다. E: 골이식 후 4년째 골절부위들은 비후화되면서 완전한 골유합과 안정성을 얻을 수 있었다. F: 하지부동이나 각변형 없이 정상 보행 및 생활이 가능하였다.

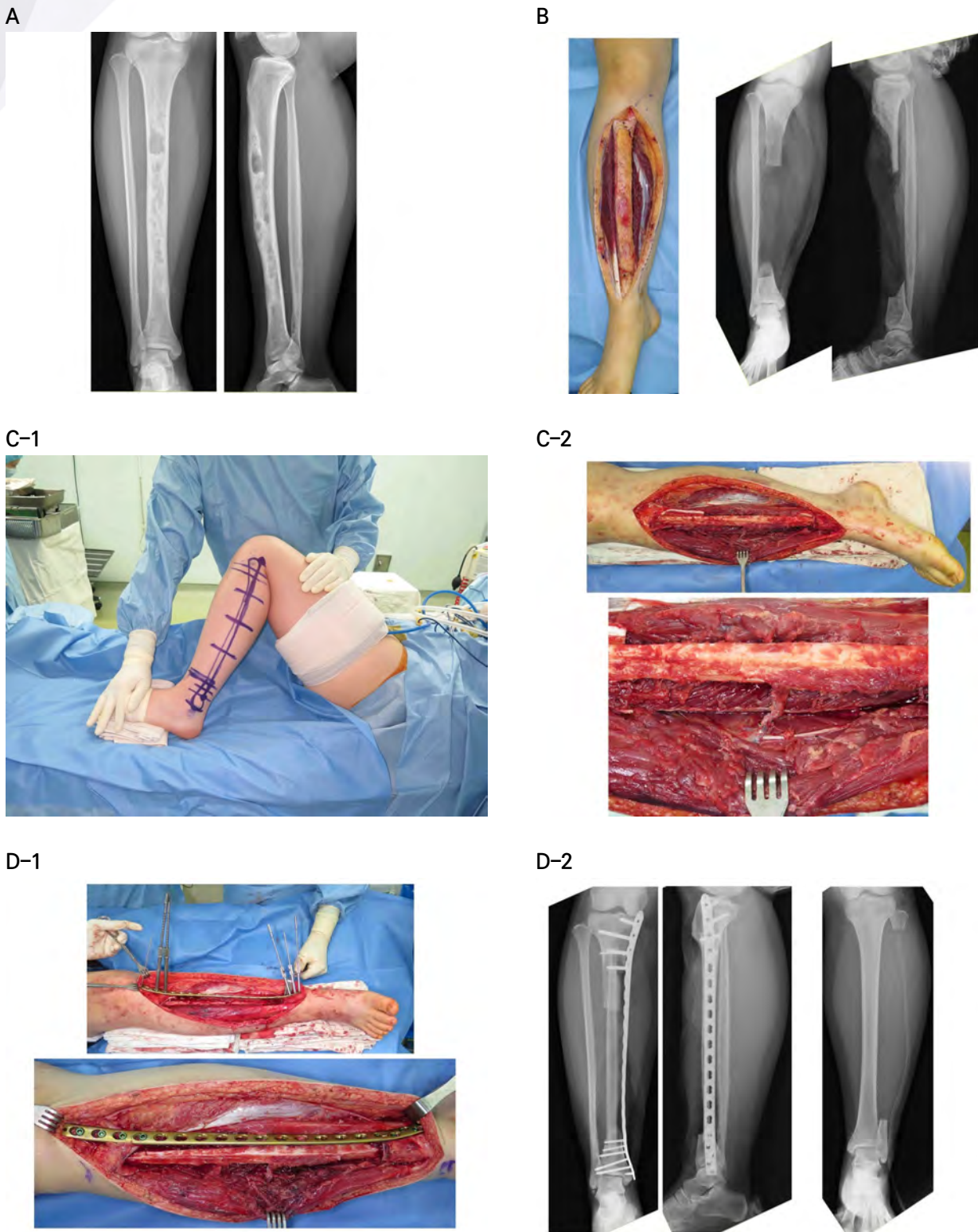


Fig. 11. A: 경골의 골종양 소견으로 경골의 각변형이 진행되고 있음. B: 골 종양 절제 후 27cm의 골 결손이 발생하였음. C: 혈관부착 유리 비골을 채취하는 과정과 채취한 비골의 모습. D: 비골을 이식하는 과정. 공여부에 inlay 형태로 비골을 이식하고, 혈관을 문합한 뒤, 잠김 금속판으로 고정 후, 공여부와 이식골의 접합부에 자가 골반골 이식을 시행하였다.

E-1



E-2



Fig. 11. E: 최종 추시에서 완전한 골유합 소견과 이식된 비골의 비후화 소견을 관찰할 수 있으며, 하지 부동 및 각변형은 업었고 각 관절의 운동 제한 없이 정상적인 보행 및 생활이 가능하였다.

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Breast reconstruction: Refinement of DIEP flap

윤을식 (고려의대 성형외과)

장 학 (서울의대 성형외과)

1) perfusion zone of DIEP flap

우경제 (이화의대 성형외과)

2) How to efficiently get the best perfusion

한현호 (울산의대 성형외과)

3) Robotic harvest of DIEP flap

송승용 (연세의대 성형외과)

4) Venous superdrainage in DIEP flap

이중호 (가톨릭의대 성형외과)

Perfusion Zone of the DIEP Flap

Kyong-Je Woo, M.D., Ph.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital, College of Medicine,
Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

III 서론

1979년 스웨덴의 Dr. Holmstrom에 의해 처음으로 free transverse rectus abdominis myocutaneous (TRAM) 피판을 이용한 유방재건술이 소개 되었다. 이후 복직근을 최소한으로 채취하기위해 muscle-sparing TRAM이 시행 되었다. 1980년대에는 천공지 피판 (perforator flap)의 개념이 활성화 되었고 Dr. Koshima는 1989년에 복부 피판을 복직근을 포함하지 않고 거상하는 방법인 deep inferior epigastric artery perforator (DIEP) 피판을 발표하였다. 최근에는 DIEP 피판은 자가조직을 이용한 유방재건의 'gold standard'로 여겨지고 있다.

III 본론

1. DIEP 피판의 perfusion zone

복부피판을 이용한 유방재건에서 피판의 부분괴사나 지방괴사는 흔한 합병증 중에 하나이고, 이런 피판 혈류와 관련된 합병증을 줄이기 위해 거상한 복부피판의 혈류에 대한 해부학적 연구가 활발히 이루어져 왔다. 복부피판의 perfusion zone에 대한 연구는 Dr. Schefflan이 1983년에 zone 1-4로 나눌 수 있다고 발표하였고 zone 4의 경우 피판 괴사가 흔히 일어난다고 보고 하였다. 이후에 복부피판의 perfusion zone에 대한 연구가 활발히 발표되었다.

1) Hartrampf perfusion zone

혈관경 반대쪽의 medial hemiabdomen이 혈관경측의 lateral zone보다 혈류가 좋아 zone 2로 정의함.

Zone1: 혈관경 동측 내측(medial) 절반.

Zone 2: 혈관경 반대측 내측 절반.

Zone 3: 혈관경 동측 가측(lateral) 절반.

Zone 4: 혈관경 반대측 가측 절반.

2) Holm perfusion zone

혈관경 반대측의 내측 절반보다 혈관경 동측 외측 절반으로 혈류가 먼저 관류하므로 동측 외측 절반을 zone 2로 정의함.

Zone 1: 혈관경 동측 내측 절반.

Zone 2: 혈관경 동측 가측 절반.

Zone 3: 혈관경 반대측 가측 절반.

Zone 4: 혈관경 반대측 내측 절반.

3) Perforasome 이론

2009년 Dr. Saint-Cyr 등은 perforator 주변으로 방사형의 혈관 구조가 밀집해 있으며 perforator에서 멀어질수록 혈류는 떨어지지만, 인접한 perforator 사이는 direct linking vessel과 indirect linking vessel을 통해 연결이 이루어진다고 발표하였다. Direct linking vessels은 sub-fascia 또는 지방층에서 연결되어 인접한 perforator zone으로 혈류를 유지할 수 있는 역할을 한다. Indirect linking vessel은 subdermal plexus로의 연결이며 recurrent flow를 통한 연결로 direct linking vessel만큼 좋은 혈류를 보내지 못한다. Saint-Cyr 등은 DIEP flap도 이러한 perforasome을 따르며 medial row perforator가 좀더 넓은 perforasome을 가지고 있고 반대측으로 direct linking vessel에 의해 혈류가 공급된다고 발표하였다. 따라서 medial row perforator의 경우 DIEP 피판의 perfusion zone이 Hartrampf perfusion zone에 가깝고, lateral row perforator의 경우 반대측보다 동측이 혈류가 좋아 Holm perfusion zone을 따른다고 보고하였다.

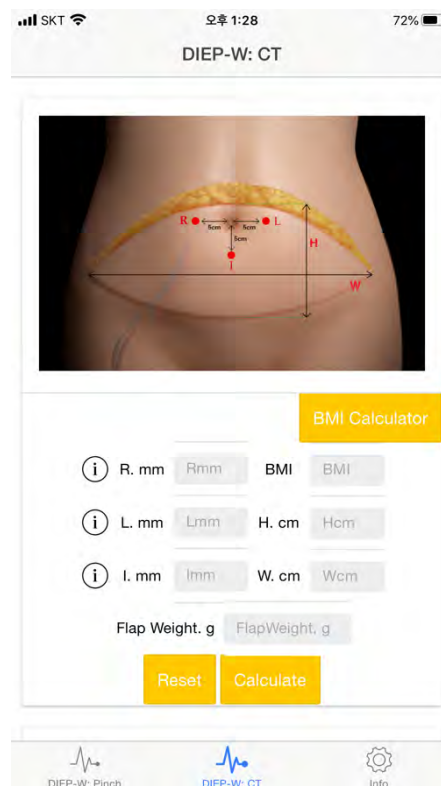
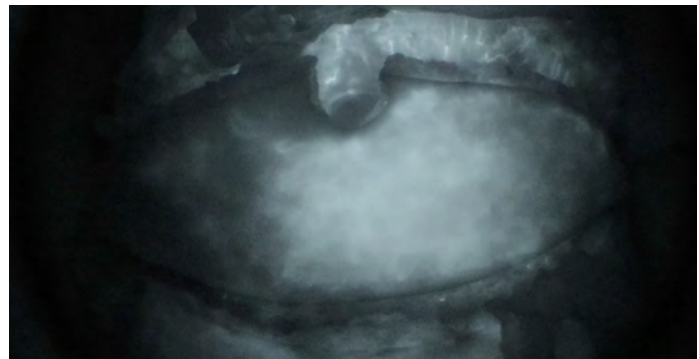
이러한 perforasome 이론을 기반으로 하여 2010년 Rozen등은 medial과 lateral row의 perforator를 중심으로 하는 DIEP perforator angiosome을 발표하였다. 기존의 perfusion zone의 경우 동측과 반대측, 가측과 내측을 포함하는 횡적인 요소만 고려해 구분을 했지만 이는 perforator flap인 DIEP flap과는 맞지 않는 면이 있다. DIEP flap의 경우 다른 천공지 피판과 마찬가지로 천공지의 위치, 천공지의 수 등에 의해 피판의 혈류 양상이 달라지기 때문에 단순히 횡적으로 나누는 것은 맞지 않을 수 있다.

2. Intraoperative perfusion imaging: Laser assisted ICG fluorescent imaging

최근에는 indocyanine green (ICG) florescent imaging을 이용해 비침습적으로 실시간으로 혈류를 시각화할 수 있다. DIEP 피판의 경우에도 피판을 거상 후 실시간으로 perfusion zone을 관찰할 수 있다. 그러나 수술 전 어떤 perforator를 선택하고, 몇 개의 perforator를 포함하는 것이 좋을 것인지 결정을 하는 것은 쉽지 않은 문제이다. 문헌에 따르면 피판의 75% 이상을 사용해야 하는 경우에는 혈류 관련 합병증이 증가하므로 양측 혈관경을 이용하는 것을 추천하고 있다.

1) Volumetric planning

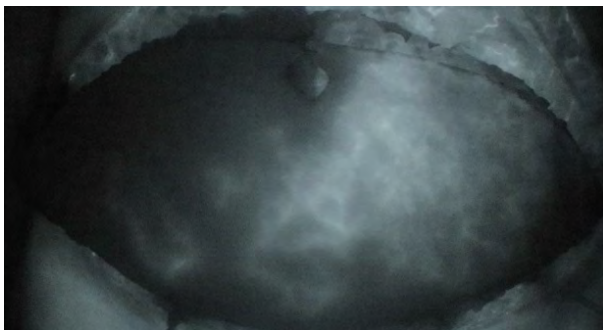
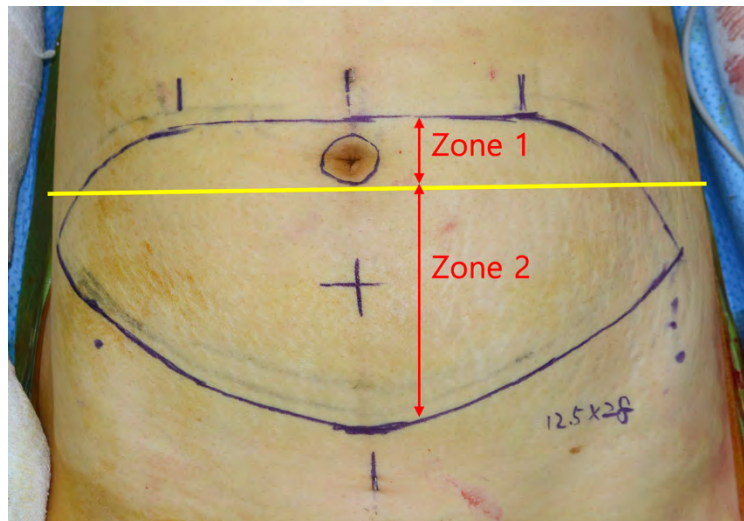
이런 결정은 수술 전 정상쪽 유방의 부피와, 피판의 부피를 비교함으로써 가능하다. 유방의 크기는 CT angiography를 이용해서 단면적을 측정해 부피를 구하거나 3-D scan을 이용해서 측정이 가능하다. 피판의 부피는 CT



angiography 등의 영상을 이용할 수도 있지만 필자의 경우 배꼽 주변 복부 피판의 두께를 핀치 검사나 영상 검사에서 측정해 피판의 크기에 따른 피판을 예측하는 모델을 사용한다. 이 모델이 프로그램화 된 “DIEP-W” 어플리케이션을 이용해 간단히 구하고 있다. 이러한 volumetric planning을 통해 perforator의 수와 양측 또는 단측 혈관경을 쓸 것인지를 여부를 계획할 수 있다.

2) Vertical location of perforators and Perfusion zone

DIEP 피판의 dominant perforator의 위치에 따라 피판의 perfusion zone이 달라질 수 있다. 수직으로 배꼽 레벨 또는 그 위쪽에 위치한 perforator를 zone 1 perforator, 배꼽 아래 레벨에 위치한 perforator를 zone 2 perforator로 정의하고 두 그룹의 perforator의 rapid perfusion zone을 ICG fluorescent angiography를 이용해 비교해 보았다.



Zone 1 perforator



Zone 2 perforator

	Zone 1 perforator	Zone 2 perforator	P value
Number of the patients, n	21	19	
Height of the flap, mean±SD, cm	12.5±0.9	12.5±0.7	0.830
Width of the flap, mean±SD, cm	30.5±4.2	30.5±3.9	0.851
Flap weight, mean±SD, g	720±325	712±267	0.830
Number of perforators, mean±SD, n	1.19±0.4	1.37±0.5	0.347
Total area of the flap, mean±SD, cm ²	245±51	227±44	0.233
Perfusion area, mean±SD, cm ²	141±44	159±28.7	0.134
Perfusion volume, mean±SD, g	415±212	480±174	0.126
Ratio of perfusion area	57.5±11.2%	71.3±9.7%	<0.001

분석 결과 두 군에서 피판의 크기나 perforator의 수는 차이가 없었지만, 전체 피판 면적에 대한 perfusion 면적 비율은 zone 1의 경우 평균 57.5 %로 zone 2 천공지의 71.3 %에 비해 유의하게 낮았다. 따라서 배꼽이나 배꼽 상부 레벨 (zone 1)의 천공지가 dominant perforator이고 60% 이상의 피판을 사용해야 하는 경우에는 배꼽 아래의 천공지 (zone 2)를 피판에 포함시키는 것이 perfusion zone을 확장시켜 지방괴사를 예방할 수 있는 방법이 될 수 있다. 반면에, 천공지의 크기나 direct linking vessel의 발달 정도에 따라 perfusion zone은 variation이 있어 수술중 ICG angiography를 이용한 피판 혈류를 직접 확인하고 이식할 피판의 범위를 결정하는 것이 가장 안전한 방법이라 할 수 있다.

References

1. Lee KT, Eom Y, Jeon BJ, Mun GH. Vertical Spacing of Perforators in Deep Inferior Epigastric Perforator Flap Breast Reconstruction Can Affect the Outcomes. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142: 319-329. doi: 10.1097/PRS.0000000000004549.
2. Tan J, Ohjimi H, Takagi S, Kawakami Y, Eto A. Rezoning Free Muscle-Sparing Transverse Rectus Abdominis Myocutaneous Flaps Based on Perforasome Groupings and a New Understanding of the Vascular Architecture of the Deep Inferior Epigastric Artery-Based Flaps. *Ann Plast Surg.* 2019;83: e59-e67. doi: 10.1097/SAP.0000000000001859.
3. Anker AM, Prantl L, Strauss C, Brebant V, Baringer M, Ruewe M, Vykoukal J, Klein SM. Clinical Impact of DIEP Flap Perforator Characteristics - A Prospective Indocyanine Green Fluorescence Imaging Study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2020.
4. Han HH, Kang MK, Choe J, Jaikel K, Kim EK, Cha HG, Choi EJ, Eom JS. Estimation of Contralateral

- Perfusion in the DIEP Flap by Scoring the Midline-Crossing Vessels in Computed Tomographic Angiography. *Plast Reconstr Surg* 2020;145:697e-705e.
5. Holm C, Mayr M, Hoftner E, Ninkovic M. Perfusion zones of the DIEP flap revisited: a clinical study. *Plast Reconstr Surg* 2006;117:37-43.
 6. Lee KT, Lee JE, Nam SJ, Han BK, Mun GH. Is Holm Zone III safe from fat necrosis in medial row perforator-based deep inferior epigastric perforator flaps? *Microsurgery* 2015;35:272-278.
 7. Rozen WM, Ashton MW, Le Roux CM, Pan WR, Corlett RJ. The perforator angiosome: a new concept in the design of deep inferior epigastric artery perforator flaps for breast reconstruction. *Microsurgery* 2010;30:1-7.
 8. Momeni A, Sheckter C. Intraoperative Laser-Assisted Indocyanine Green Imaging Can Reduce the Rate of Fat Necrosis in Microsurgical Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2020;145:507e-513e.
 9. Saint-Cyr M, Wong C, Schaverien M, Mojallal A, Rohrich RJ. The perforasome theory: vascular anatomy and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 2009;124:1529-1544.
 10. Wong C, Saint-Cyr M, Mojallal A, Schaub T, Bailey SH, Myers S, Brown S, Rohrich RJ. Perforasomes of the DIEP flap: vascular anatomy of the lateral versus medial row perforators and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:772-782.
 11. Woo KJ, Kim EJ, Lee KT, Mun GH. A Novel Method to Estimate the Weight of the DIEP Flap in Breast Reconstruction: DIEP-W, a Simple Calculation Formula Using Paraumbilical Flap Thickness. *J Reconstr Microsurg* 2016;32:520-527.
 12. Lee KT, Mun GH. Volumetric Planning Using Computed Tomographic Angiography Improves Clinical Outcomes in DIEP Flap Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2016;137:771e-780e.

좋은 혈류의 피판을 효율적으로 얻기 위한 전략 (How to Efficiently Get the Best Perfusion)

한 현 호

울산의대 성형외과

III 서론

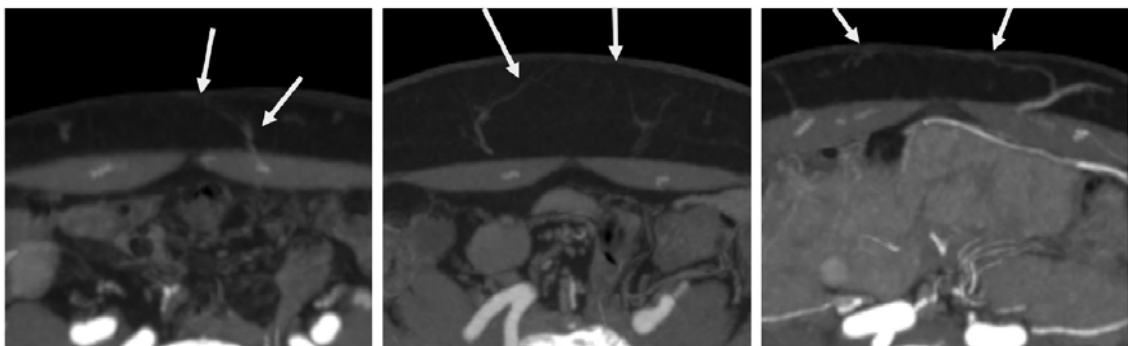
심하복벽 천공지 피판은 현재 유방재건을 위해 사용하는 가장 흔한 자가조직 중 하나이다. 국민건강보험공단의 자료에 따르면 유방암은 2010년 약 16,398건에서 2018년 30,393건으로 거의 두배 가까이 급격하게 증가하였고 유방재건 역시 2010년 약 800건에 불과하던 것이 2014년 약 6,000건으로 급격하게 증가하였다.

늘어나는 유방재건의 수요를 따라가기 위해서는 노력과 시간이 많이 들어가는 심하복벽 천공지유리피판술을 효율적으로 시행하는 것이 요구되고 있다. 또한 유방재건 수술은 미용적 측면에서도 환자의 요구도가 높기 때문에 피판의 부분괴사 등이 발생하지 않게, 사용되는 피판 전체가 좋은 혈류 상태로 유지되는 것 역시 중요하다.

III 수술 전 전략

1) CT angiography

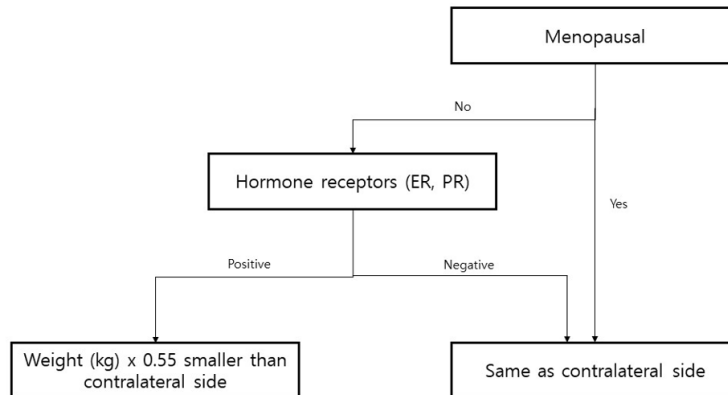
주로 양측 전절제와 재건이 시행되는 미국과 캐나다와 달리 한국의 유방 재건은 편측 유방재건이 흔히 시행된다. 이 경우 피판을 최대한 사용하려면 피판의 중앙선을 넘는 zone II 부위의 혈류 상태가 중요하다. 수술 전 CT angiog-



raphy를 통해 이에 대해 미리 예측할 수 있다. 이를 예측해 보는 방법에 대해 논의 보고자 한다.

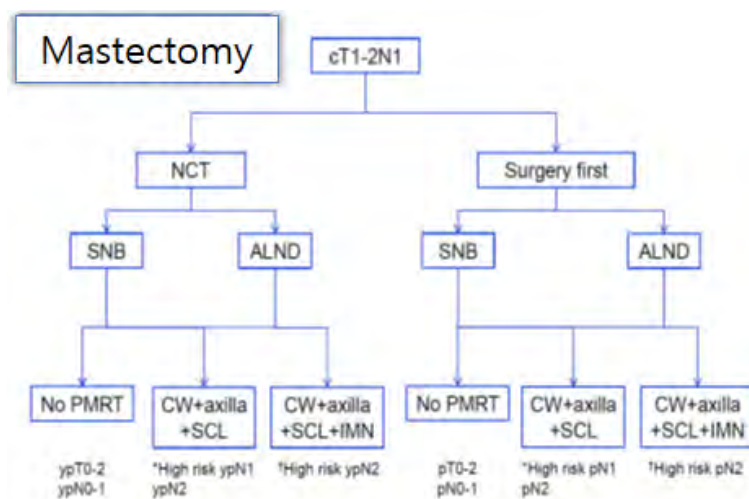
2) 호르몬 수용체 양성 여부

ER or PR 호르몬 수용체 양성인 경우 selective estrogen receptor modulators(SERMs) 또는 aromatase inhibitors(AIs) 를 복용하게 된다. 그런데 SERMs를 복용하는 가임기 여성에서 유방크기의 감소를 예상할 수 있다. 이러한 경우 이를 고려하여 유방을 재건하는 것이 필요할 수 있다.



3) 방사선 치료 가능성

cT3/pT3이상이거나 cN2/pN2이상의 환자에서는 수술 후 방사선치료를 시행한다. 최근 N1인 경우에도 intermediate risk group로 분류되어 이 중 high risk(young age<40세, LVI(+), HR(-), high proliferative index) 환자에서는 방사선 치료가 시행된다. 이러한 경우 피판의 혈류가 좋지 않을 때 지방 피사가 일어날 확률이 높고 방사선 치료 후 재건 한 가슴이 줄어들 가능성이 있어 이를 고려하는 것이 좋다.



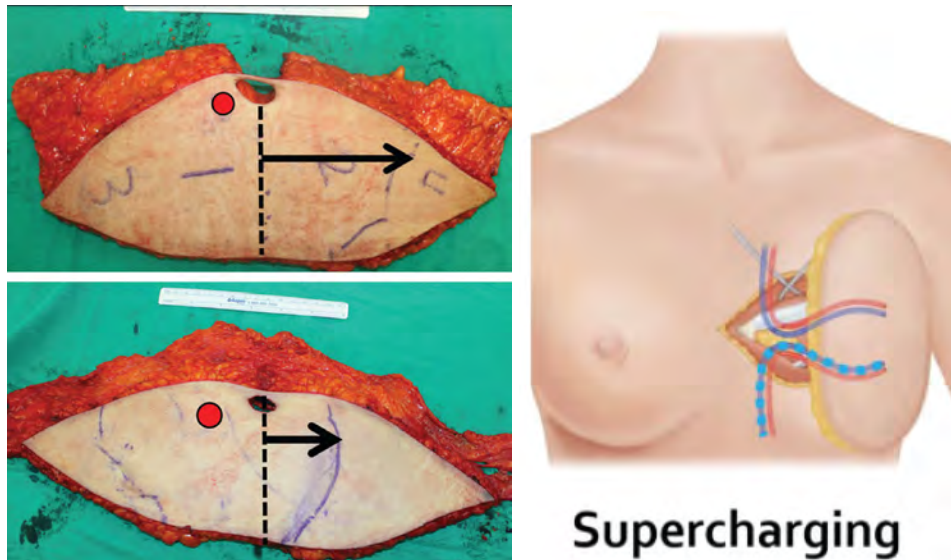
*High risk pN1: young age (<40), HR (-), high grade, high proliferative index, LVI (+), ENE (+)

†High risk pN2: medial/central tumor location

III 수술 중 전략

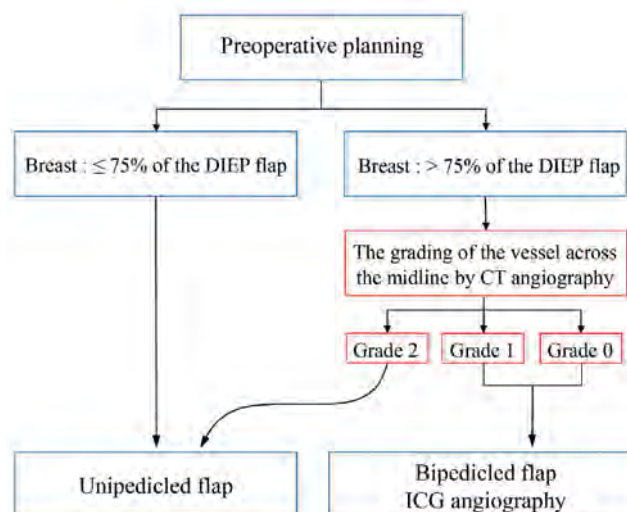
1) 인도시아닌그린을 이용한 인도시아닌그린을 이용한 혈관조영술

수술 중 인도시아닌그린을 이용한 혈관조영술로 zone II의 혈류 상태가 어떠한지 파악한다. 절제된 유방의 무게를 고려하여 양측 피판경 박리 여부를 결정한다.



2) 양측피판경 사용 유무 결정

피판의 부피와 유방의 부피가 비슷한 걸로 예상되면 먼저 박리를 시행한 혈관경 측의 반대편천공지혈관을 클램프로 일시적 결찰을 하고 인도시아닌 혈류촬영술을 시행한다. 만약 양측 피판경을 사용하게 된다면 내흉가슴동정맥의 역행성 방향을 사용하여 수술 시간을 줄일 수 있다.



III 참고문헌

1. 국민건강보험통계연보 2010, 2018.
2. 한국유방암학회백서
3. Han HH, Kang MK, Choe J, et al. Estimation of contralateral perfusion in the DIEP flap by scoring the midline-crossing vessels in computed tomographic angiography. *Plast Reconstr Surg* 2020;145:697e-705e.
4. Seok Nam Y, Hong E, Kwon JG, et al. Safety of retrograde flow of internal mammary vein: Cadaveric study and anatomical evidence. *J Reconstr Microsurg* 2020;36:316-324.

Robotic Harvest of DIEP Flap

송 승 용

연세의대

DIEP 피판 거상술은 기존에 시행되었던 TRAM 피판 거상술과 비교했을 때 복직근과 근막에 상대적으로 적은 손상을 준다. 복부 지방을 이용하여 가슴을 재건하는 시술 자체가 배에 긴 반흔을 남기기는 하나, 근막과 근육에 보다 적은 손상을 줄 수 있다는 점은 최소침습이라는 최근의 외과 수술의 경향과 맞아 떨어지는 것이라 생각된다. 의사의 입장에서 환자의 해부학적 구조를 최소로 손상시키면서 결과가 기존 술기와 별다른 차이가 없다면 당연히 덜 침습적인 술기를 선택할 것이다. 복직근과 근막에 손상을 주는 경우 탈장 또는 근막의 약화로 복부에 국소적 돌출이 일어날 수 있으며, 이는 TRAM 피판술의 잘 알려진 합병증 중 하나였다. 이를 줄이기 위해 복직근의 앞근막을 가급적 짧게 열고, 근막 자체를 피판에 붙이는 면적을 가급적 줄이며, 충분한 장력을 갖는 봉합사로 견고하게 봉합하고, 필요한 경우 무세포동종진피 (ADM, acellular dermal matrix)를 사용하기도 한다.

DIEP 피판 수술시 수술의 편의성과 피판으로 대칭적인 가슴 모양을 만들기 위해 충분한 길이의 혈관경 길이를 얻는 것이 중요하다. 이를 위해 복직근 앞쪽 근막을 아래까지 충분히 열고, 조수가 기구를 이용하여 시술자의 시야를 충분히 확보하고 수술 기구가 자유롭게 사용될 수 있도록 공간을 만들어 주어야 하는데 혈관경의 끝부분은 상당히 깊은 곳에 있어 수술자도 자세를 잡기가 쉽지 않고 조수도 적절히 보조하기가 쉽지 않은 문제점이 있었다. 또한, 이런 과정을 잘 했다 하더라도 근막을 아래까지 여는 것이 전술한 최소침습 및 탈장 방지에는 역행하는 것이므로 보다 덜 침습적으로 혈관경을 얻을 수 있는 수술 기구나 방법의 개발이 필요했다.

로봇수술은 내시경 수술이 업그레이드된 형태의 수술 기법으로 작은 절개창을 통해 수술을 할 수 있는 장점이 있다. 본 저자는 혈관경을 박리하는데 최근 도입된 DaVinci SP 로봇 시스템을 이용하여 성공적인 결과를 얻었기에 과정 및 결과를 보고하고자 한다.

복부 절개선 및 적절한 천공지 선택은 기존의 DIEP피판술과 동일하다. 복직근 앞 근막을 최소로 열면서 필요한 천공지를 박리하고 천공지가 모여 복직근 아래로 주행하는 순간 기존 방법을 이용한 박리를 멈추고 로봇을 이용한 박리를 진행한다. DaVinci SP는 약 2.5cm의 직경을 가진 포트를 삽입하여 수술을 진행하는데, 추후 배꼽을 만들 자리에 절개선을 넣어 여기에 로봇팔을 진입시켰다. 복직근 앞 근막에도 절개선을 넣어 로봇팔을 삽입한 후, 로봇 손부분이 이미 박리해 놓은 혈관경에 위치하도록 하고 근막을 닫은 후 CO2 가스를 주입하여 공간을 만든다. 이후 로봇을 이용하여 원하는 길이의 혈관경을 박리 및 획득한다. 이렇게 함으로써 짧은 길이의 절개선만을 복직근 앞 근막에 남기고 수술

진행이 가능하였다. 얻어진 혈관을 가슴이 절제된 쪽에 미리 준비한 수혜부 혈관에 잇고, 적절하게 피판을 고정하여 수술을 마무리할 수 있었다. 환자는 수술 후 6개월 정도 지났으며 공여부에 별다른 합병증은 없었다.

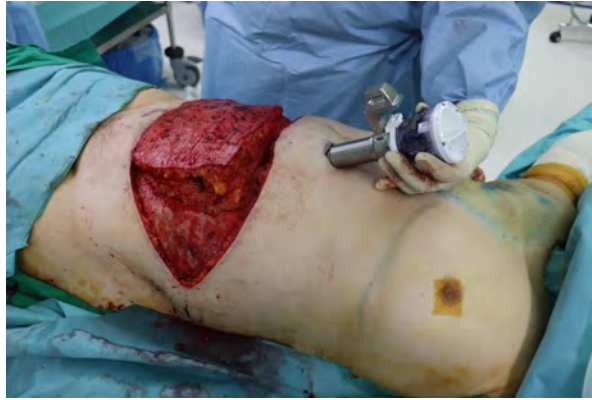


그림 1. DaVinci SP의 port를 배꼽이 될 부분에 위치시킨 모습

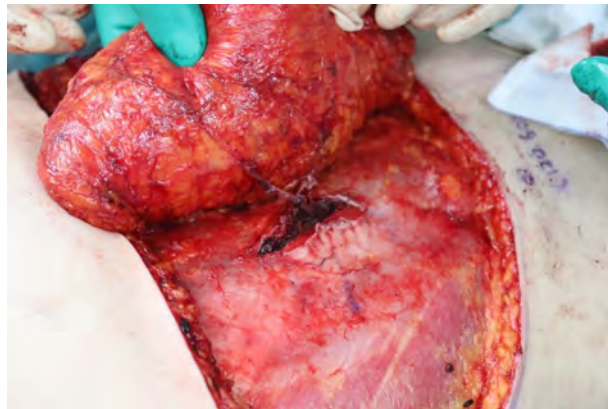


그림 2. 최종적으로 모든 박리가 진행된 후 복직근 앞근막 절개선

Venous Superdrainage in the Breast Reconstruction with Deep Inferior Epigastric Artery Perforator Flap

Jung Ho Lee, M.D., Ph.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Catholic University of Korea

III Introduction

복부 유리 피판을 이용한 유방 재건이 높은 성공률을 보이고 있음에도 불구하고, 혈류 순환 부전으로 인한 합병증은 대부분의 경우 2차 수술을 요하며, 이는 환자뿐 아니라 의사에게도 큰 부담으로 작용하게 된다.

심하복벽 천공지(DIEP) 피판을 이용한 유방 재건 수술에서 보이는 혈류 부전은 많은 경우 정맥 혈류 부전에 의한 경우가 많은데, 문합 부위의 기술적인 문제 없이도 혈류 부전이 발생하는 경우가 있기 때문에 미세 수술을 시행하는 의사는 이러한 가능성을 항상 염두에 두고, plan B를 준비하여야 한다. 본 강의에서는 DIEP 피판을 이용한 유방 재건 수술에서 나타날 수 있는 정맥 순환 부전의 원인과 천복벽 정맥(SIEV)을 이용한 구제술에 대해 논의해보고자 한다.

III Pathophysiology

DIEP 피판을 이용한 유방 재건술시 정맥 문합 부위에 혈전이 발생하거나, 혈종, 혈관의 꼬임 등 정맥을 압박하는 기계적인 문제가 발생했을 때 피판의 정맥 순환 부전이 나타날 수 있다. 이러한 DIEP 피판 수술 후 나타나는 정맥 순환 부전은 드물지 않으며, 논문에 따라 약간의 차이가 있지만, 약 3~25%까지 이르고 있다. 기계적인 문제에 의한 정맥 순환 부전은 술자의 기술적인 문제와 연관되어 있기 때문에, 피판 거상이나 혈관 문합 시 주의를 요한다면 예방이 가능하다. 그러나, 술자를 당황하게 만드는 상황은 기술적인 문제가 없는 상황에서도 DIEP 피판의 intrinsic vascular anatomy에 의해서도 정맥 순환 부전이 일어날 수 있다는 것이다.

많은 선행 연구에서, 하복부 조직의 동맥 혈류를 담당하는 주된 혈관은 deep inferior epigastric artery인 것으로 알려져 있으며, perforator 직경이 충분히 큰 경우, 1개의 dominant perforator만으로도, 전체 하복부 면적의 약 70%까지 혈류 공급이 가능하다는 연구 결과도 보고되어 있다.

그러나, 정맥 혈류는 동맥 혈류와는 달리 deep system 보다는 superficial system이 주로 작용하는 것으로 알려져 있다. 따라서, DIEP 피판은 거상 과정에서 superficial system이 막히게 되면 피판은 일시적으로 정맥 순환 부전에 빠지게 되는데, 이 때 superficial system과 deep system 사이의 connecting vessel을 통해 정맥혈이 drain되어 피

판의 혈류가 안정화되는 것으로 알려져 있다. 따라서, 이러한 connecting vessel의 발달이 미약한 경우, superficial system에서 deep system으로 정맥혈이 우회되지 않기 때문에 정맥 혈류 부전이나 피판의 울혈이 나타날 수 있다.

이러한 합병증을 예방하기 위해서는 수술 전 평가 시 CT나 MRI, 초음파 검사 결과를 통해 superficial venous system과 connection이 잘 이루어진 천공지를 선택하는 것이 중요하며, 피판의 거상 시, SIEV를 희생하지 않고 박리 해두어서, 예기치 못한 상황이 발생했을 때 추가적으로 정맥 혈류가 빠져나갈 수 있는 길을 확보해주는 것이 중요하다.

III Indication

정맥 울혈이라는 진단이 주관적인 요소를 포함하고 있기 때문에, superdrainage를 시행하는 명확한 indication 또한 문헌마다 많은 차이가 있다. 일부 문헌에서는, SIEV가 engorged된 것을 적응증으로 삼지만, 다른 문헌에서는 capillary refill이 증가되거나, SIEV의 직경이 큰 경우를 적응증으로 삼기도 하였다. 또한, 한 연구에서는 혈관 문합 후, 30분 정도를 기다린 뒤에 venous congestion여부를 판단하여 시행하기도 한다고 보고하였다. 개인적으로는 피판 거상 후 capillary refill이 빠르게 보이거나(<1s), deepithelialization시 dark venous blood가 zone 1,2의 dermis level에서 보이는 경우에는 superdrainage를 적극적으로 시행하고 있다.

III How to?

DIEP의 superficial venous drainage를 증가시키는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 즉, SIEV를 DIEV의 branch와 문합해주는 turbodrainage방법과, Chest wall에 있는 recipient vein에 직접 문합해주는 superdrainage방법이 있다. 어떠한 방법을 사용할지는, 술자의 선호도나 SIEV의 직경과 길이, DIEV의 해부학적 형태에 따라 다른데, 개인적으로는 superdrainage 방법을 선호하고 있다.

Turbodrainage 방법은, 수혜부 혈관과의 문합은 DIEA(V)만 시행하고, 피판경의 길이가 충분하므로, 피판의 inset에 큰 지장을 주지 않는다.

그러나, superdrainage 방법을 사용할 경우, SIEV와 DIEA(V)를 각각 가슴 부위의 혈관과 문합 하여하고, SIEV의 길이가 상대적으로 짧기 때문에 피판의 inset에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 피판을 거상 시, SIEV와 DIEA(V) 혈관을 최대한 길게 박리해 주는 것이, 용이한 피판의 inset과, 원하는 유방 모양을 만드는데 중요하다. 대개의 경우 SIEV는 6~8cm 길이로 박리가 가능하며, DIEA(V)는 기시부까지 박리 시 15cm 내외의 길이까지 박리가 가능하다. 또한, 혈관경을 분리하기 전에 가슴의 부위의 혈관 상태를 확인하고, 수혜부로 활용할 수 있는 혈관들을 미리 결정하는 것이 중요하다. 즉, 절제된 가슴의 크기와 복부 조직의 두께를 고려하여, 피판을 어느 형태로 inset할 것인지를 미리 결정하고, inset이 된 상태에서, SIEV (또는 DIEA(V))가 어떻게 위치할 것인지를 예상하여, 적절한 수혜부 혈관을 선택하여야 한다. 가슴 부위에서 많이 사용되고 있는 수혜부 혈관들은 internal mammary vessel, thoracodorsal vessel, lateral thoracic vessel, thoracoacromial vessel등이며, 개인적으로는 internal mammary vessel과 thoracodorsal vessel (또는 lateral thoracic vessel)을 선호하여 사용하고 있다. SIEV가 짧은 환자에서, axillary vessel을 사용하여 superdrainage를 시행하는 경우, flap이 lateralization되거나 pectoralis major muscle에 의해

pedicle이 눌릴 수 있어 일부 muscle의 절개가 필요한 경우도 있다. 또한, 만약, 앞서 언급한 혈관들을 사용하기가 어려운 경우에는, cephalic vein, basilic vein, external jugular vein을 recipient vessel로 활용할 수도 있다.

III Conclusion

모든 미세 수술이 마찬가지이지만, 특히 유방 재건 수술은 환자가 심리적으로 취약한 경우가 적지 않고, 유방 절제술도 함께 받아야 하는 상황에서 장시간의 전신 마취가 필요하기 때문에, 최대한 재수술의 확률을 낮추고 안정된 결과를 얻는 것이 중요하다. SIEV를 이용한 venous augmentation은 예상치 못한 상황에 대비할 수 있는 lifeboat이며, donor site morbidity가 거의 없다는 점에서, 정맥혈류 부전이 의심되는 상황에서는 적극적으로 시행하는 것이 필요하다고 사료된다.

III References

1. Microvascular lifeboats: a stepwise approach to intraoperative venous congestion in DIEP flap breast reconstruction. Galanis C, Nguyen P, Koh J, Roostaeian J, Festekjian J, Crisera C. *Plast Reconstr Surg*. 2014 Jul;134(1):20-7
2. Anastomosis of the Superficial Inferior Epigastric Vein to the Internal Mammary Vein to Augment Deep Inferior Artery Perforator Flaps. Vijayasekaran A, Mohan AT, Zhu L, Sharaf B, Saint-Cyr M. *Clin Plast Surg*. 2017 Apr;44(2):361-369.
3. Imaging of the superficial inferior epigastric vascular anatomy and preoperative planning for the SIEA flap using MDCTA. Fukaya E, Kuwatsuru R, Iimura H, Ihara K, Sakurai H. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2011 Jan;64(1):63-8
4. Intraoperative venous congestion in free transverse rectus abdominis musculocutaneous and deep inferior epigastric artery perforator flaps during breast reconstruction: A systematic review. Kim DY, Lee TJ, Kim EK, Yun J, Eom JS. *Plast Surg (Oakv)*. 2015 Winter;23(4):255-9.

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Lymphedema: **림프부종 수술을 위한 영상검사 및 해석**

박명철 (한림의대 성형외과)

황종익 (두손병원 성형외과)

1) ICG lymphography

김덕우 (고려의대 성형외과)

2) How to find good veins and lymphatics
with USG

김형배 (강릉아산병원 성형외과)

3) Image interpret for lymphangiography

서현석 (울산의대 성형외과)

ICG Lymphography

김 덕 우

고려대학교 안산병원 성형외과

인도시아닌그린(Indocyanine green)은 인체에 사용이 가능한(허용된) 유일한 형광염료(fluorescent dye)이다. 인도시아닌그린은 1970년대부터 안과 영역에서 망막 조영에 쓰였기 때문에 인체에서 안전성은 이미 입증되었으나 형광 발생 정도가 크지 않고 적외선 영역이기 때문에 발생하는 형광을 감지하기 위해서는 특별한 장비가 필요하다. 성형외과 영역에서는 2000대 초반부터 이 장비와 기술을 이용하여 성형외과 수술 부위 혈액순환을 확인하는데 사용되었다. 2007년에 일본에서 인도시아닌그린을 림프부종환자의 손발에 피하주사하고 이 약품이 림프를 따라 이동하는 영상을 얻어 최초의 ICG Lymphography가 발표되었다. 이후 ICG lymphography는 림프부종을 수술하는 의사들을 중심으로 널리 시행되고 있다.

ICG lymphography는 림프부종을 진단하는데 쓰이는데, dermal back flow의 유무 및 정도에 따라서 림프부종을

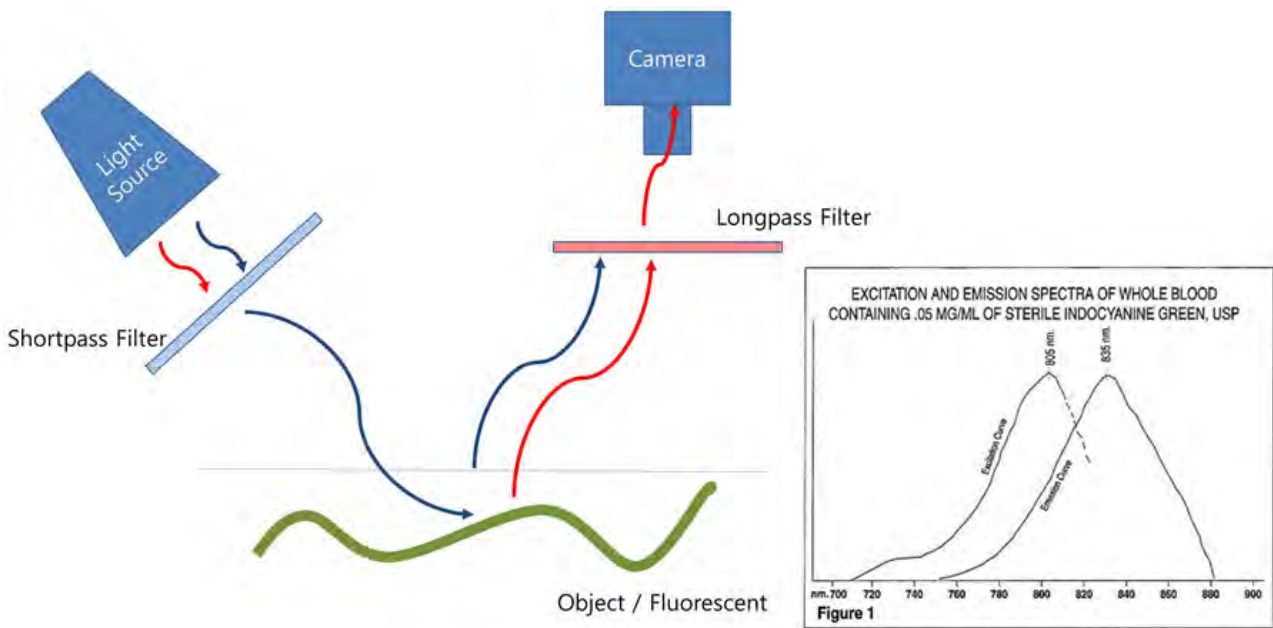


그림 1. ICG lymphography의 원리 및 ICG의 흡수 및 방출 파장

stage 0~V로 구분하고 있다. 이렇게 구분된 병기는 수술적 치료 방법을 결정하는데 유용하기 때문에 림프부종을 수술하는 의사들에게는 널리 적용되고 있다. 또한 ICG lymphography는 수술적 치료를 시행하는 경우 림프관의 주행을 확인하고 수술 후 림프의 흐름을 확인하는 경우에도 매우 유용하다.

그러나 검사 시간이 오래 걸리고 고가의 장비가 필요하며 적외선을 사용하는 장비의 특성에 때문에 투과 깊이가 1~2cm에 불과하다는 단점도 있다.

How to Find Good Veins and Lymphatics with Ultrasound

김 형 배

강릉아산병원 성형외과

III Introduction

림프부종 환자에 있어 Decongestive therapy에 반응하지 않는 환자를 대상으로 한 early stage lymphedema에 있어 LVA는 Physiologic하고 minimal invasive한 수술 방법으로 그 효과가 증명되고 있습니다. LVA는 피하층의 lymphatic vessel를 찾아 주변 vein에 이어 줌으로써 lymphatic flow를 만들어 림프부종을 개선시키는 수술 방법입니다. 이 수술에 있어 적절한 림프관과 정맥을 찾는 것은 당연히 중요한 과정이 될 것입니다.

III Preoperative detection of the lymphatic vessel

Lymphedema 환자에서 lymphatic vessel을 찾을 수 있는 가장 흔히 쓰이는 방법은 ICG lymphgraphy입니다. 이는 real time test로 superficial lymphatics를 찾는데 아주 유용합니다. 하지만 icg injection 과정에서 통증이 발생하며 발등에 ICG로 인한 staining 또한 발생합니다. 또한 시중에 유통되는 ICG 카메라는 몇천만원을 호가할 정도로 비쌉니다.

다른 검사 방법으로는 MR lymphangiography를 이용할 수 있습니다. 이는 매우 정확한 image를 얻을 수 있으며 dilatation된 lymphatics를 잘 찾을 수 있습니다. 하지만 이는 real time image가 아니기 때문에 정확한 위치를 localize하기는 쉽지 않습니다. 추정된 위치만을 보여줄 뿐입니다.

III Preoperative detection of the veins

Vein을 찾는 것 또한 매우 중요한 수술 전 검사입니다. 피부가 얇고 마른 환자는 눈으로 vein이 보이긴 하지만 대부분 림프부종 환자에서 눈으로는 잘 보이지 않습니다. Vein detector가 소아들의 vein을 찾는 용도로 많은 병원에 들어와 있어 이를 이용할 수 있습니다. 하지만 이 또한 직접 사용해보면 정맥의 깊이가 조금만 깊거나 작아도 detection 되지 않음을 알 수 있습니다.

III Ultrasound evaluation of lymphatic vessel and vein

Goldberg et al.에 의해 발표된 동물 실험 모델에서 echogenic contrast media를 통해서 초음파를 통해 lymphatic vessel을 볼 수 있다는 논문이 발표된 바가 있고 2015에 이르러 Hayashi et al.에 의해 사람에서 contrast medial 없이 high frequency ultrasound를 이용하여 lymphatic vessel을 볼 수 있다는 연구가 처음 발표됩니다. 이후 70MHZ ultra-high-frequency ultrasound를 이용한 더 정확한 evaluation에 관한 논문 또한 발표되었습니다.

Lymphatic vessel은 대부분 superficial vein보다도 더 작기 때문에 매우 높은 frequency의 ultrasound probe가 필요합니다.



Fig. 1. Patient setting with ultrasound



Fig. 2. 18 MHz high frequency ultrasound probe

III How to find good lymphatics (understading of natural course of lymphedema)

림프관은 정상인에서 정맥보다 압력이 낮고 collapse 되어 있어서 쉽게 보이지 않는 것이 정상입니다. 하지만 림프

부종 환자에서는 정맥압(0-10 mmHg) 보다 높은 약 50-100mmHg로 압력이 증가하게 되어 Ectasis가 발생합니다. 그래서 작았던 림프관이 부풀어 올라 초음파에 잘 보이게 됩니다. 하지만 조금 더 진행하게 되면 lumen이 점점 작아지고 wall이 두꺼워지는 현상을 보이게 됩니다. 이렇게 되면 초음파에서도 lumen이 잘 보이지 않고 hyper-echoic 한 끈 형태의 구조물로 보이게 되어 찾기가 어려워집니다.

또한 찾는다 하더라도 진행된 stage에서는 LVA가 쉽지 않을 것입니다.

림프관의 초음파 소견

- Intermittent homogeneous, hypoechoic and specular (not always) images in sagittal B-mode
- No colors seen with color Doppler mode
- No connection seen with the artery, the vein, or the nerve
- Less likely to collapse with pressure (ectatic lymphatic vessel could collapse, later than vein)

How to find good vein

정맥의 초음파 소견

- Homogeneous, hypoechoic and circular or ovoid (always) images in sagittal B-mode
- Colors seen with color Doppler mode
- Likely to collapse with pressure

How to distinguish the lymphatic vessel from the vein

- Compression using probe and release
- Check the color Doppler mode
- Check the shape

Ultrasound tracing for real patient

동영상으로 강의 예정

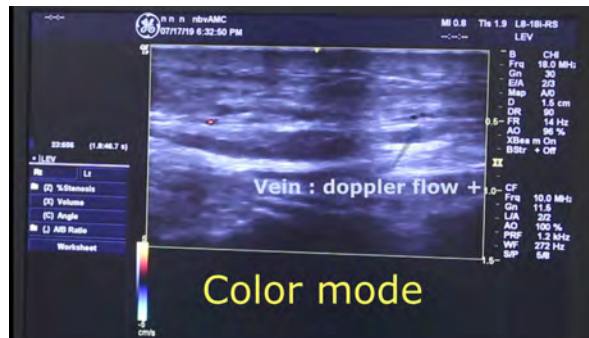


Fig. 3. vein tracing



Fig. 4. After ultrasound tracing (black line, dot; lymphatic vessel, line; vein)



Fig. 5. After ICG lymphography (dotted red line)

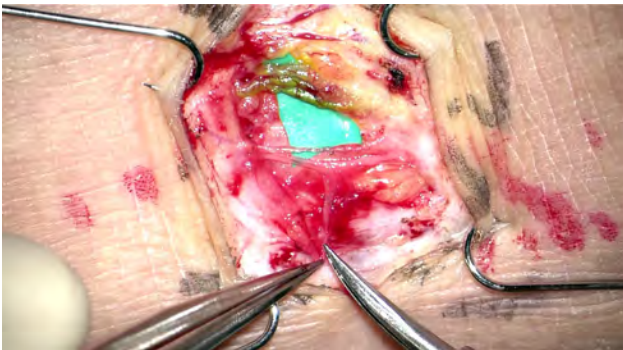


Fig. 6. Intraoperative finding



Fig. 7. Post LVA

III Advantages and disadvantages

초음파를 이용한 림프관 및 정맥 검사의 장점은 Real time 검사로써 그 자리에서 직접 환자의 림프관과 정맥을 평가할 수 있고 정확한 위치를 파악함으로써 수술의 효율성을 높일 수 있습니다. 또한 초음파는 웬만한 병원에서 보유하고 있어 접근성이 좋은 기계 중에 하나이며 비용 또한 높지 않습니다. 또 ICG lymphography나 MR lymphangiog-

raphy에서는 발가락 혹은 손가락에 injection이 필요하지만 초음파에서는 이러한 invasive technique이 필요없다는 장점 또한 가지고 있습니다.

단점으로는 long learning curve를 가질 수 있습니다. 현재 하고 있는 센터가 적고 초음파의 특성상 검사자의 의존도가 높고 주관성을 가질 수 있는 검사이기 때문에 시행자가 정확한 검사를 시행하기 위해서는 림프관과 정맥에 대한 이해도가 있고 수술장에서 여러 번 correlation 해야만 점점 더 정확한 검사를 할 수 있습니다. 또한 환자마다 lymphatic vessel의 상태가 다르기 때문에 환자간 검사 정확도가 다를 수 있고 일부 진행된 환자에서는 심한 fibrosis로 인해 검사 자체가 어려울 수 있습니다. 하지만 이러한 경우에도 정맥은 비교적 정확히 보여 검사의 의의는 있다고 할 수 있습니다.

III Reference

1. Barry B. Goldberg, MD, Daniel A. Merton, BS, RDMS, Ji-Bin Liu, MD, Contrast-Enhanced Sonographic Imaging of Lymphatic Channels and Sentinel Lymph Nodes. J Ultrasound Med 2005; 24:953-965
2. Akitatsu Hayashi MD, Nobuko Hayashi MD, Hidehiko Yoshimatsu MD, Takumi Yamamoto MD, PhD, Effective and efficient lymphaticovenular anastomosis using preoperative ultrasound detection technique of lymphatic vessels in lower extremity lymphedema. J Surg Oncol. 2018;117: 290-298
3. Akitatsu Hayashi, Takumi Yamamoto, Hidehiko Yoshimatsu, Nobuko Hayashi, Megumi Furuya, Mitsunobu Harima, Mitsunaga Narushima, Isao Koshima. Ultrasound visualization of the lymphatic vessels in the lower leg, Microsurgery DOI 10.1002/micr
4. Nelligan, Plastic surgery, Fourth edition, Vol 1, Pathophysiology of lymphedema, Vol 4, Lymphatic reconstruction of the extremities, David W. Chang

Preoperative image interpretation

서현석, 박창식, 홍준표

서울아산병원

림프부종의 수술적 치료가 늘어남에 따라, 림프부종과 림프관의 평가를 위해 다양한 검사방법들이 사용되고 있다. 수술 전 검사는 림프관의 기능을 확인하는 것이 중요하다. 검사의 종류와 검사의 장단점들에 대해 논의하고자 한다.

III 종류

- 1) Bioelectric impedance spectroscopy
- 2) Lymphoscintigraphy
- 3) Indocyanine green lymphography (ICGL)
- 4) MR lymphangiography
- 5) Direct lymphangiography

III 각론

1) Bioelectric impedance spectroscopy

- (1) 전기저항을 측정하여 사지의 세포외용액의 양을 추정
- (2) 기존에 사용 하던 기계들은 좌 우측 하지, 몸통, 상지 등 구역별로 세포외용량을 측정하기 때문에, 특정 부위의 부종을 측정하는데 한계가 있다.
- (3) 측정 시간이 짧고, 통증도 전혀 없어 반복적인 사용이 가능하다.

2) Lymphoscintigraphy

- (1) Tracer protein (99mTc-sulfur colloid)을 손이나 발에 주입하면 tracer는 림프관 혹은 기타 통로를 따라 주 행된다.

- (2) 일정시간 후에 Gamma camera를 이용하여 tracer(radiolabeled colloid)로부터 방출되는 신호를 기록하는 검사방법.
- (3) 주입 후 초기(5~30분)에 촬영하는 경우에 림프혈관도 관찰되는 경우도 있다.
- (4) Tracer에는 여러가지 종류가 있고, tracer에 따른 결과 차이는 크지 않다.
- (5) 일반적으로 lymphedema의 definitive diagnostic test로 여겨진다.
- (6) NI or AbNI; 96% sensitive and 100% specific for lymphedema
- (7) Abnormal findings
 - ① delayed transit time of the radiolabeled colloid to the regional lymph nodes
 - ② dermal backflow (accumulation of tracer in cutaneous lymphatics or fat)
 - ③ asymmetric node uptake
 - ④ formation of collateral lymphatic channels
- (8) Efficient for
 - ① confirms lymphedema in patients with an equivocal clinical diagnosis
 - ② verifies normal lymphatic function in those suspected to have another condition
 - ③ documents the severity of lymphatic dysfunction
- (9) 1분~4시간동안 2~4번 촬영하여 colloid가 wash-out되는 것을 확인할 수 있고 이를 통해 lymphatic function도 계산할 수 있다.
- (10) 단점으로는 해상도가 낮아 lymphatic vessel을 찾게 되더라도 정확한 위치를 알 수가 없다.
- (11) Functioning lymphatic vessel을 찾을 수 있는 경우도 적다.

3) Indocyanine green lymphography (ICGL)

- (1) ICG를 피하조직 내에 주사하여 표피로부터 2cm가량 깊이에 존재하는 림프관까지 측정하는 방법이다.
- (2) 진단 목적으로 사용할 수 있으면 lymphoscintigraphy와 비슷한 이미지를 갖으면서도 초기에 functioning lymphatic vessel을 찾는데 도움을 준다.
- (3) ICL grade가 높고, dermal backflow가 심한 경우에도 ICG를 주입한 직후에 functioning lymphatic을 찾을 수도 있다.
- (4) 특히, Fat이 두꺼운 환자에서, lymphatic vessel이 피부 표면에서 2cm보다 더 깊이 존재하는 경우라면 이 방법으로 lymphatic vessel을 찾기 어렵다.
- (5) 수술 전후, 혹은 수술 중에도 여러 차례 검사할 수 있다.

4) MR lymphangiography

- (1) high-quality image between water, fat, and other soft tissues
- (2) Contraindications
 - ① severe claustrophobia

- ② pace makers
- ③ ferromagnetic intracerebral clips
- (3) 피하로 6~10 nm 크기의 paramagnetic macromolecules을 주입하면 tracer가 the lymphatic capillaries를 통해 lymphatic vessels and lymph nodes로 주행하게 된다.
- (4) Contrast/noise ratio가 높아 lymphoscintigraphy와 비교했을 때 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있고 3차원 재건이 가능하여 림프 혈관과 부종의실제 위치를 보다 정확하게 알 수 있다.
- (5) 림프 혈관 뿐만 아니라 림프절의 위치로 알 수 있다.
- (6) MRI를 통해 LE를 진단할 수 있고 LVS 수술을 위한 LV의 해부학적 위치와 기능도 알 수 있다.
- (7) MRI에서 LV이 보이지 않는다면 LV Shunting 수술보다는 다른 수술 방법을 고려하는 것이 좋다.
- (8) Venous contamination이라고 불리는 현상이 있는데 이는 조영 증강된 vein과 lymphatic vessel을 정확히 구별해 낼 수 없는 것을 말한다. 이는 lymphatic fluid가 자연적으로 vein으로 shunting되어 일어나는 현상이다.
- (9) 그렇지만 조영증강 된 vein은 시간이 경과함에 따라 색이 연해지는 경향이 있어 연속촬영을 하면 LV과 구별할 수 있다.
- (10) LV은 모양도 vein과 차이를 보이는데, corkscrew appearance를 보이고 중간중간 끊어져 보인다.
- (11) Venous contamination을 억제하기 위해 Ferumoxytol과 같은 dye를 IV로 주입하고 vein signal을 subtraction할 수도 있다.
- (12) 경험을 쌓게 되면 Venous subtraction은 크게 중요하지 않음

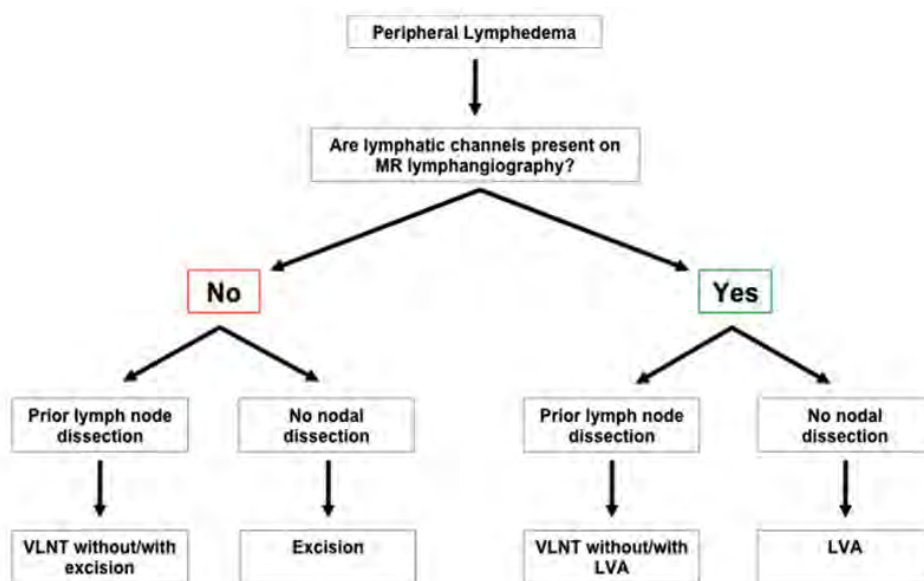


Figure 3 Surgical treatment selection algorithm based on MRL. LVA, lymphaticovenular bypass; VLNT, vascularized lymph node transfer. (Adapted with permission from Neligan et al.²¹) (Color version of figure is available online.)

5) Direct lymphangiography

- (1) Trunk나 intra-abdominal lymphatic system을 보기위해 초음파 guide하에 LN에 radioactive dye를 injection하는 방법

III Algorithm의 확립과 Microsurgeon bias

- (1) Image를 촬영하는 목적은 LE의 진단과 LVS 등 수술 방법을 정하기 위함이다.
- (2) 성형외과 의사는 LVS와 Node transfer, liposuction이라는 수술적 방법 이외에도 다른 치료방법이 있다는 것을 알아야 한다.
- (3) 재활의학과에서 실시하는 compression과 massage는 오랜 기간 동안 많은 연구를 통해 그 효과가 입증되었다.
- (4) 성형외과 의사는 수술을 가장 먼저 시행하려는 bias를 가지고 있다. 최근에는 초기 혹은 LE가 없는 환자도 성형외과 외래를 직접 방문하기도한다. 성형외과 의사는 ICG 검사에서 linear patter의 lymphatic를 발견하게 되면 많은 의사가 그 환자에게 1차적으로 수술을 권하고 대부분의 경우 좋은 결과를 얻고, 환자도 의사도 만족할 것이다. 그러나 이것이 진정 수술로 인한 효과인가? compression으로 인한 효과인가? 본인은 수술 전 재활의학과와의 협진을 통해 수술 전 적극적인 compression을 하는 것을 추천한다.

III 참고문헌

1. Lee SH, Hong JP MR Lymphangiography J Korean Soc Radiol. 2020;61: 70-80
2. Dayan JH, Wiser I, Verma R et al Regional Patterns of Fluid and Fat Accumulation in Patients with Lower Extremity Lymphedema Using Magnetic Resonance Angiography. Plast. Reconstr. Surg. 2020: 145:555-563
3. Neligan PC, Kung TA, Maki JH et al MR Lymphangiography in the Treatment of Lymphedema. Journal of Surgical Oncology 2017;115:18-22
4. O'Donnell TF, Rasmussen JC, Sevik-Muraca EM New diagnostic modalities in the evaluation of lymphedema. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders 2017;5:261-273
5. Forte AJ, Boczar D, Huayllani MT et al. Lymphoscintigraphy for Evaluation of Lymphedema Treatment: A Systematic Review. Cureus 2019;11
6. Giuseppe MF, Francesco G, Susanna G, et al. MR Lymphangiography: A Practical Guide to Perform It and a Brief Review of the Literature from a Technical Point of View. BioMed Research International 2017;2017:1-8
7. Mitsumori LM, McDonald ES, Neligan PC, et al. Peripheral Magnetic Resonance Lymphangiography: Techniques and Applications. Techniques in Vascular and Interventional Radiology. 2016;19: 4:262-272

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Replantation

이준모 (전북의대 정형외과)

정성균 (을지의대 성형외과)

1) Finger tip

이경진 (광명성애병원 성형외과)

2) Digit

천호준 (W병원 정형외과)

3) Forearm

김동희 (성균관의대 정형외과)

Zone I Replantation

이 경 진

광명성애병원 성형외과

Replantation of an amputated fingertip distal to the distal interphalangeal joint has gained much popularity because of great progress in microsurgery technique. The advantages of the replantation method for distal digital amputations are that it preserves digital length, provides good soft-tissue coverage with adequate sensibility, preserves the nail in a one-stage procedure with high patient satisfaction cosmetically and functionally, and maintains good joint motion in comparison with other methods such as primary closure or skin grafting.

Large series with high success rates of 75 to 90 percent for fingertip replantations have been reported. The success rate depends on the level and type of amputation, technical, and operative variables relating to survival rate. In case of severe crushing injury, it is a contraindication of replantation. But the presence of crushing did not affect the survival rate in Zone 1 replantation. Alternatively, we found that the number of anastomotic arteries and veins influence the survival rate. These distal anastomoses can challenge the surgeon's microvascular skills.

The amputated part was prepared under the microscope. Replantation was carried out in the following sequence: osteosynthesis, tenorrhaphy, artery repair, nerve repair, vein repair, and skin suture. When amputation was at a more distal level, shortening of the distal phalanx was avoided to prevent damage to the nail bed and nail matrix. One or two Kirschner wires were then inserted retrogradely into the amputated part for later use; however, stump stabilization was achieved by soft-tissue repair only in pediatric patients and those in whom the Kirschner wire interfered with circulation.

If the palmar vein was dissected for anastomosis, two oblique skin incisions were made on the pal-



mar surface and triangular flaps are elevated to facilitate exposure and dissection of both proximal and distal veins. Digital arteries on both sides were dissected free in proximal site. The largest terminal branch of the distal artery that ran close to the midline and just palmar to the distal phalanx was searched for anastomosis.

Dissection of the artery should be performed until the undamaged intima of the artery is seen, especially in crush or avulsion type amputations. If a vein graft was necessary, it was coapted to the artery in the distal stump before osteosynthesis. The available veins could be found lateral to the nail fold and palmar side of the pulp in zone 1; however, it is very difficult to dissect the lateral veins from the immobile subcutaneous tissues.

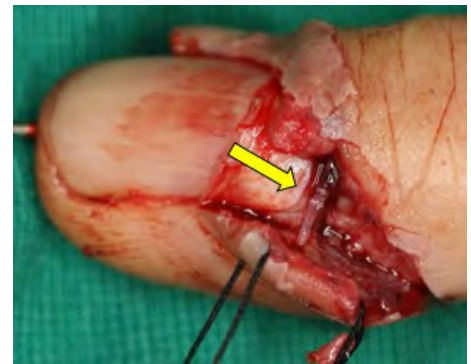
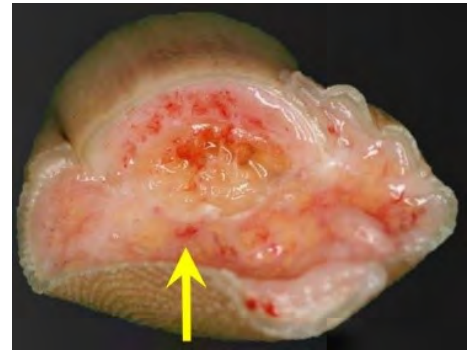
Therefore, palmar subcutaneous veins were used for microvascular anastomosis. Manual compression of the pulp, which allowed a small amount of blood to ooze from veins, aided identification.

Vein grafting was performed after debridement of crushed vascular ends proximally and distally, instead of bone shortening or arthrodesis.

When venous repair was impossible because of unavailability of the vein to be used or severe soft-tissue damage, a paraungual stab incision was made and topical dripping of heparinized saline was started immediately after the operation to relieve venous congestion. The nerves were repaired whenever possible by epineural suture.

In distal crush injuries it is often difficult to get the proper size match of the distal artery. Transfer of a digital artery from an adjacent digit may be utilized, especially in children where the size match is critical. A step-down arterial graft should be utilized if a vein graft is required and the reversed vein segment has too great of a size mismatch.

While arteries in very distal replants can be difficult to repair, veins may be a nightmare. The surgeon should be familiar with the venous anatomy of the digits and the thumb. Repairing volar veins may be preferable, since they are easier to dissect than the dorsal veins, which lie in a dense fibrous tissue. Occasionally suitable veins for repair are not available; a successful outcome can still be obtained in



these cases if there is an effective means of ensuring temporary venous outflow while the collateral circulation develops.

The primary method of temporary venous outflow is medicinal leeches. Leeches effectively remove congested blood and detach when engorged. Additionally, they inject hirudin, a potent anticoagulant which results in bleeding long after the leech detaches. The leech is applied to the congested part and allowed to attach. If the arterial blood supply is poor, which usually implies that the diagnosis of venous congestion is wrong, the leech may detach prematurely and attempt to wander to another site. The patient's dressing should be fabricated to allow the leech to attach only to the congested part. Leeches feed usually for 10 ~ 40 minutes, after which they detach or should be removed. Absorbent dressing is utilized to avoid further constriction from the continued oozing, which may last for up to 6 hours. A new leech is applied if the finger appears congested again, usually no sooner than 4 hours. Leech therapy is slowly weaned at approximately 5 days. At this point venous circulation should be re-established. *Aeromonas* species bacteria in the leech gut are essential for digestion of blood. *Aeromonas hydrophila* is not normally a pathogen, but precautions should be utilized. Prophylactic antibiotics to cover *Aeromonas* should be considered. These are mainly third-generation cephalosporins or aminoglycosides. Leeches may not always be available and other methods of venous outflow can be utilized.

Removing the distal nail plate and mechanical rubbing of the sterile matrix followed by application of a dressing with a 1000 unit/mL heparin solution may achieve active oozing in the congested finger. This technique is repeated hourly until congestion is improved. Another option is the injection of heparin subcutaneously. In this technique, a fish mouth incision is made in the distal digit to allow venous outflow. A solution of 1000 units of heparin in 0.1 mL saline is injected subcutaneously into the tip of the congested replanted finger. Heparin subcutaneous injections are reported to be more cost-effective than medical leeches and simpler to administer, and heparin action can last for over 6 hours.

Postoperatively, 5000 U of heparin and 500 ml of low-molecular-weight dextran were administered intravenously for 3 to 5 consecutive days. Every patient should be counseled about the importance of quitting smoking after surgery to prevent poor surgical results.

Another technique which can be considered is subcutaneously pocketing the distal replantation. This technique was initially described using a subdermal pocket on the chest wall. To prevent the awkward immobilization of a chest flap, the subdermal pocket has been described on the palm. The pulp of the finger is de-epithelialized; a subdermal pocket is made in the palm or thenar crease. The finger is secured in a flexed position attached to the palm for 7 days. After 7 days the patient is brought to the operating room and the finger is detached.

With distal phalanx amputation, replantation can achieve over a 90% success rate when venous anas-

tomosis is performed. Even without venous anastomosis, success rates over 75% can be achieved. Given these success rates, distal fingertip amputation is justifiable and these fingers should be aggressively replanted. The aesthetic and psychological benefit of distal fingertip replantation should not be ignored.

Digital Replantation

천 호 준

W병원 정형외과

III 서론(Introduction)

1960년대 처음 replantation 시행 후 초기에는 절단부의 survival이 중요했지만 현재는 수술적 술기가 발전해 감에 따라 어떻게 최대한 기능을 회복할 것인가에 초점이 맞춰져 있다. 기능적 결과는 손상 기전과 해부학적 위치 그리고 환자 요인에 따라 달라진다. 허혈 시간(ischemic time)은 절단부의 생존율이나 기능적 결과에 별 영향을 끼치지 않아 상황에 따라 6~8시간 정도의 지연 접합술(delayed replantation)이나 의도적으로 연기한 재접합술(suspended replantation)을 시행할 수 있다.

III 적응증과 금기증(Indication & Contraindication)

압궐 손상의 정도가 너무 심해 혈관 연결을 할 수 없거나 환자가 원치 않을 때를 제외하고는 대부분의 경우 재접합술을 시도해 볼 수 있다. 노인 환자에서 손가락 절단 손상이 발생한 경우 동반된 질병, 신경 회복의 지연, 관절 강직 등의 문제로 절단 수술을 권하기도 했으나 최근에는 접합 후 성공률이나 수술 전후 유병률이 비슷하게 보고되고 있기 때문에 나이만으로 재접합술의 금기 사유가 되어서는 안 된다(Table 1, 2).

III 수술적 술기(Surgical technique)

1) 손상 부위 평가와 노출(Evaluation & exposure of wound)

절단된 손가락(amputated part)과 절주부(amputation stump)에서 피부를 포함한 연부 조직의 변연 절제술이 꼭 필요하다. 손상된 부분이 넓어 조직 제거 후 피부 봉합이 불가능 할 정도라면 골 단축(bone shortening)을 더 많이 해서 봉합이 되도록 시도해야 한다. Bruner 절개법 또는 지동맥 위에 종측으로 절개(longitudinal incision)를 가한다. 절단부(amputated part)와 절주부 에서 각각 지신경 및 혈관을 찾아 black silk 6-0로 묶어 표시해 놓는다. 이 때 ribbon sign(Fig. 1)나 혈관벽의 반상 출혈(ecchymosis)이 있는지 확인해서 지동맥의 손상이 어디까지 있었는지 잘

Table 1. Indications for Replantation

Absolute indications
Thumb
Multiple digits
Transmetacarpal
Wrist
Forearm
Single digit in children
Individual digit distal to the flexor digitorum superficialis tendon insertion
Relative indications for replantation
Distal to the distal interphalangeal joint
Single digit proximal to the flexor digitorum superficialis tendon insertion
Local crushing or clear avulsion
Elbow and above elbow, sharply amputated or moderately avulsed
Patients of advanced age

Table 2. Contraindications to Replantation

Life-threatening associated injuries
Psychologically unstable patients
Systemic illness (e.g., severely arteriosclerotic vessels)
Severe crushing or avulsion
Multiple segmental injuries of the amputated part
Extreme contamination
Prolonged warm ischemia time in major limb amputation

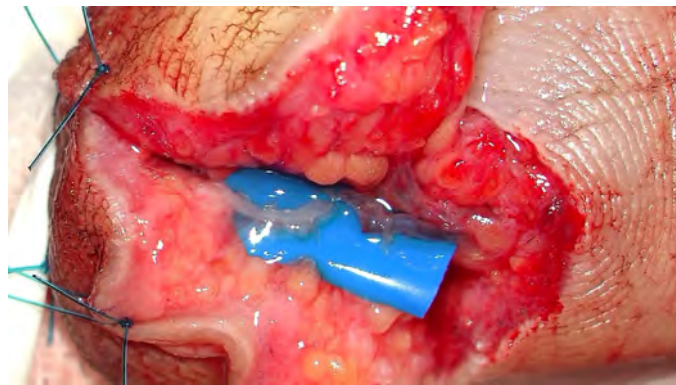


Fig. 1. The ribbon sign of digital artery

관찰해야 한다.

반드시 혈관 손상이 있는 부위는 잘라내고 봉합해야 하고 길이가 짧아 불가능하다면 정맥 이식술(interpositional vein graft)을 시행한다. 정맥 이식술과 지동맥 직접 봉합술(primary repair) 간에는 재접합 성공률에서 차이가 없다고 보고 되었다. 특히 압괴 손상이 심하거나 견열 절단상(avulsion amputation)인 경우 정맥 이식술을 적극 고려해야 한다. 절주부 부위의 배부 피하 정맥은 골 고정하기 전에 미리 찾아 놓는 것이 좋다.

2) 골 고정술(Bone fixation)

단두대 절단(Guillotine amputation)이나 압괴 손상이 심하지 않은 절단 손상(local crushing amputation)은 골절 부위를 정복해서 골 고정술을 하기도 하지만 대부분의 경우 어느 정도 골 단축술을 하는 것이 혈관이나 건, 피부 봉합 하기에 용이하다. 관절면이 포함된 골절 또는 관절의 이단(disarticulation)시에는 바로 관절 고정술(primary arthrodesis)을 시행할 수 있다. 골 고정할 때는 K-강선, 금속판과 나사, 골간 천선 고정(interosseous wiring) 등을 이용할 수 있고 이 중 90도-90도 골간 천선 고정(90°-90° perpendicular intraosseous wiring)과 일시적 K-강선 고정술(temporary additional oblique K-wire fixation) 방법이 튼튼하고 조기에 관절 운동 하기에 좋다.

3) 신전건 봉합술(Extensor repair)

골 단축한 길이에 맞춰 손상된 신전건을 절제하고 Prolene 4-0을 이용해 수평 끝마춤 봉합법(horizontal mattress suture)을 시행한다.

4) 굴건 봉합술(Flexor repair)

골 고정과 마찬가지로 튼튼하게 굴건을 봉합해야 조기 관절 운동을 할 수 있다. Zone II 부위 손상일 때 건 유착 방지 위해 심수지 굴건만 봉합하기도 하지만 천수지 굴건을 같이 봉합하면 독립적인 근위지 관절 운동이 가능하고 심수지 굴건이 미끄러질 수 있는 표면을 제공하기 때문에 둘 다 봉합하는 것이 좋다. 주로 Modified Becker's method 또는 modified Tang's method로 봉합하고, 제2 활차(A2 pulley)에 굴건이 걸리는 경우 활차 원위부의 1/2 정도는 절제(venting)를 할 수도 있다. 근-건 경계(musculotendinous junction)에서 굴건이 전열 파열(avulsion rupture)된 경우 접합 수술하면서 바로 원래 근육 내에 다시 봉합해 줄 수 있다. 오염 정도나 근 손상이 심하다면 단계적 건 이식술(staged tendon graft) 또는 건 이전술(tendon transfer)를 나중에 시행할 수 있다.

5) 동맥 봉합술(Arterial repair)

미세 현미경하에서 다시 한번 혈관 손상 유무를 체크한다. 지동맥의 봉합 준비(digital artery preparation)가 다 되면 지혈대를 푼다. 절주부의 지동맥은 잘랐을 때 박동성 혈류(arterial blood flow)가 보여야 하고 절단부의 지동맥은 가능한 한 손상 구역(injury zone)을 피해 원위부 쪽에서 봉합하는 것이 좋다. 직접적인 봉합(primary repair)이 안되면 지동맥의 직경을 고려하여 완관절의 장측이나 무지구 부위에 있는 정맥을 채취해 정맥 이식술(interpositional vein graft)을 시행한다. Nylon 9-0 또는 10-0을 사용하고 봉합 후에는 착유 검사(milking test)로 혈류가 정상적으로 봉합 부위를 지나가는지 반드시 확인한다.

6) 신경 봉합술(Nerve repair)

미리 표시해 둔 절단부의 신경은 수지의 근위부와 원위부에 Nylon 8-0를 이용하여 신경 외막을 단속 봉합(interrupted suture)하였다.

7) 정맥 봉합술(Venous repair)

손가락의 장측에 있는 정맥은 분리(dissection) 하기 힘들고 봉합 하더라도 피부 봉합할 때 방해가 되거나 재수술시에 손상 받을 우려가 있다. 가능하면 배측의 정맥을 연결하는 것이 좋다. 연결한 동맥과 같은 수 또는 그 이상의 정맥들을 연결하는 것이 좋고 많은 수의 혈관을 연결할수록 접합 성공을 높이는데 유리하다.

8) 피부 봉합술(Skin closure)

너무 조이지 않게 그리고 연결한 혈관이 눌리지 않도록 피부 봉합을 시행하여야 하고 그렇게 하기 어렵거나 피부의 결손이 있다면 소 무지구근에서 피부를 채취하여 부분층 식피술(split-thickness skin graft)을 시행하는 것도 좋은 방법이다.

III 술 후 처치(Postoperative care)

수술 후 항지혈제(anticoagulant) 사용은 다양한 방법으로 소개되어 있다. Heparin과 Prostaglandin E1 제제를 5-7일 정도 사용하고 이후 3-4주까지 low-dose aspirin을 투여한다. 정맥내 heparin 사용에 대해 몇몇 연구에서는 효과가 없다고 보고했다. Heparin 사용 빈도를 35.1%에서 14.6%로 줄였지만 접합부 생존율은 각각 95.4%와 95.1%로 별 차이가 없었다고 한다. 모든 경우에 정맥 내 heparin을 사용할 필요는 없지만, 혈관의 심한 죽상 동맥 경화증(severe atherosclerotic vessels), 압괴 손상이나 전열 손상으로 혈관 내벽의 손상 부위를 다 제거할 수 없을 때(unresectable intimal damage), 수술 중에 혈전이 발생하거나 혈전 제거술(thrombolysis)을 시행한 후에는 사용을 고려해 볼 수 있다. 손가락의 접합 수술 후 절대 안정(absolute bed rest)은 필요하지 않다. 혈액 순환 감시(Circulation monitoring) 위해서는 접합한 손가락 전체가 보이도록 창상 드레싱을 하는 것이 좋다. 온도, 색깔과 부풀기(turgor), 모세 혈관 재충전 시간(capillary refilling time) 등으로 확인할 수 있다. Venous congestion을 해소하기 위한 인위적 출혈 요법(salvage procedure)은 손가락 침부 절단인 경우를 제외하고는 시행하지 않는 것이 좋다. 인위적 출혈 요법을 시행하면 연결한 정맥의 폐색(venous occlusion)이 생겼어도 출혈 시키는 손가락 침부의 색깔은 정상으로 보여서 정맥 울혈을 알기 어렵게 하고 결국 2-3일 지나면 절단부의 근위부부터 서서히 괴사가 진행해 접합 실패로 이어지게 된다. 혈액 순환에 조금이라도 문제가 있다고 의심되면 지체하지 말고 다시 수술실에 들어가서 직접 확인해야 한다. 수술 후 1-2주 정도 지나서 어느 정도 혈액 순환이 안정되면 수동 및 능동적 관절 운동을 시행한다. 다치지 않은 손가락도 굳는 경우가 종종 발생하므로 같이 관절 운동을 시키고 환자를 교육해야 한다.

III 합병증(Complication)

1) 정맥의 폐색(Venous occlusion)

압박된 창상 처치(Compression dressing), 부목이나 단단히 조여진 피부 봉합에 의해서도 정맥 울혈이 발생할 수 있다. 혈전이 찬 정맥은 잘라낸 후 정맥 이식술 시행하고 동시에 피가 잘 흘러나오는 다른 배부 정맥을 하나 더 찾아 연결해 주는 것이 좋다.

2) 동맥의 폐색(Arterial occlusion)

재접합 수술 후 동맥이 막힌 것은 절단부의 색깔이나 온도 또는 바늘 따끔 검사(pin prick test)로 알 수 있다. 재탐색 수술 시에는 처음 수술에서 놓쳤던 혈관 손상 부위와 혈전이 차 있는 혈관 부위는 잘라내고 정맥 이식술을 시행하는 것이 좋다. 재접합이 성공한 경우에도 수술 후 15일째 Doppler나 혈관 조영 검사를 하면 37% 정도 동맥의 폐색이 발생한다. 이는 손상 형태에 따라 차이가 있는데 단두대 절단(guillotine amputation)은 8%, 압괴 절단은 43%에서 발생한다. 접합부의 연부 조직 위축이나 한랭 부전(cold intolerance) 발생 여부는 연결한 지동맥의 개존성(patency) 및 손상 형태와 관련 있다고 알려져 있다. 하지만 재접합 수술 후 12년 전향적 연구에서 한랭 부전은 결국 회복되지 않으며 지연 동맥의 폐쇄가(late arterial occlusion)이 발생해도 손가락 전체 혈류에는 영향을 주지 않는다고 보고하였다.

3) 골의 합병증(Skeletal complication)

재접합 수술 후 30-50%에서 골 합병증이 생긴다. 불유합이 10-30% 정도로 K-강선 고정한 경우 발생률이 가장 높다. 부정 유합은 20%로 나사 고정(screw fixation)시 잘 발생한다. 골간 천선 고정(Interosseous wiring) 방법이 가장 불유합과 합병증이 낮았다. 회전 변형이나 불유합 생긴 경우 어느 정도 관절 운동 범위가 회복된 후 교정 절골술 또는 골 이식술 등 2차 수술을 시행하는 것이 좋다.

4) 건의 유착(Tendon adhesion)

접합된 손가락의 수동 운동 범위와 능동 운동 범위의 차이가 있으면 유착 박리술을 시행할 수 있다. 충분히 창상 치유가 되고 재활 치료 한 후 최소 6개월 지나서 수술하는 것이 좋다. 무지 절단, 견열 절단, 근위지 관절 강직, 다발성 수지 절단인 경우는 유착 박리 수술 후 결과가 좋지 않은 편이다.

III 요약(Summary)

접합 수술의 성공률을 높이기 위해서는 능숙한 미세 수술 술기가 기본이 되어야 하고 철저한 변연 절제술 후 혈관 손상이 어디까지 있는지를 파악한 후 봉합할 줄 알아야 한다. 정맥 이식술 하는 것을 주저하지 말고 수술 후에는 자주 절단부의 혈액 순환 모니터링을 해야 하고 연결한 혈관의 혈류 이상이 의심된다면 지체하지 말고 재수술을 시행해야 한다. 안정적인 골 고정과 튼튼한 건 봉합 후 조기에 관절 운동을 시행 한다면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

III 참고문헌

1. WA Morrison, D McCombe. Digital replantation. Hand clin. 2007;23(1):1-12.
2. SH Woo. Practical tips to improve efficiency and success in upper limb replantation. Plast. Reconstr, Surg. 2019;114(5):878e-911e
3. Lee, Z-Hye, Kifto, Chritopher S. Milone, Michael T. Survival after digit replantation and revascularization is not affected by the use of interpositional graft during arterial repair. Plast. Reconstr, Surg. 2019;143(3):551e-557e
4. Prucz, Roni B, Friedrich, Jeffrey B, Upper extremity replantation: Current concepts. Plast. Reconstr, Surg. 2014;133(2):333-342
5. SH Woo, YW Kim, HJ Cheon, HJ Nam, DH Kang. Management of complications relating to finger amputation replantation. Hand Clin. 2015;31(2):319-338

Case



(A, B, C) Complete amputation of Lt thumb and index finger at zone II. (D, E) Tenolysis of flexor tendon of the thumb and index finger. (F, G, H) Recovered range of motion of the thumb and index finger; 10 months postoperative view.

Replantation of Forearm Amputation -How Can We Reduce the Ischemic Time During Forearm Replantation? -

Dong Hee Kim, M.D.¹, Sang Hyun Lee, M.D.²

¹Department of Orthopaedic Surgery, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine,

²Department of Orthopaedic Surgery, Medical Research Institute, Pusan National University Hospital, Korea

III Introduction

과거 전쟁에서 발생하던 고에너지에 의한 사지 외상은 현재 산업의 발달에 따른 산업 재해와 교통 사고에 의해 꾸준히 발생하고 있다. 이러한 고에너지에 의한 손상 중에 하나인 major limb amputation은 여전히 외과의에게 모험적이며 부담스러운 외상이다. 수술적 치료는 크게 stump revision과 replantation으로 나누어지며 특히 Replantation은 많은 수술적 시간과 미세 수술적 테크닉이 필요하다. 1962년 12세 소아 환자에서 첫번째 upper limb replantation이 시행되었으며, 이 후 많은 외과의에 의하여 접합술을 시행되어 많은 논문들로 접합술의 결과를 보고하였다. 그러나 오늘날까지도 Major limb replantation은 환자의 안전과 수술의 유용성에 대해 의문 역시 꾸준히 제기되어왔다. 초기에는 생존 가능한 절단부를 접합하여 생존률을 높이는데 중점을 두었다면, 현재는 수술 기술의 발전과 health care system 및 resources를 고려하여 접합부의 기능과 수술의 효율을 최대화하는 쪽으로 그 초점이 변화하였다.

환자가 스스로 major limb replantation을 결정하기는 쉽지 않다. 외과의는 기술적으로 매우 까다로운 수준의 접합술을 시도할 수도 있으나 앞서 기술한 단순 생존률 외에 기능 회복을 할 수 있는 적합한 환자를 selection하고 수술의 효율을 높일 수 있는 방법에 대해서도 고려하여야 한다. 그러므로 외과의는 환자가 이 수술에 대한 결정을 하는 데 도움을 주어야 하며 항상 이 수술의 목적을 다시 한번 상기하여야 한다. 특히 상지에서의 사지 접합술은 the preservation of function, independence, 그리고 prevention of chronic pain하는 것이 주요 목표이다. 또한 정상적이지 않더라도 protective sensation의 회복은 수부의 기능을 하는데 있어 매우 도움이 된다.

사지 접합에서 이러한 목표에 맞는 결과를 최대한 얻기 위해서는 ischemic time을 줄이는 것이 가장 중요하며 저자들은 ischemic time을 줄이는 수술적 치료 경험을 보고하고자 한다.

III Indications for replantation

전완부 접합술의 적응증은 기본적으로는 수지 절단에서의 접합술 적응증과 비슷하다. Thumb amputation에서 replantation이 용이하지 않을 때에는 toe transfer 같은 다른 재건술은 수지의 기능을 보존할 수 있다. 그러나 사지 절단에서는 transplantation을 하고 있으나 아직 toe transfer처럼 많이 보편화 되고 있지는 않으며 공여자의 선정이나 면역 억제제의 복용 등이 문제가 있어 기본적인 대안이 되고 있지는 않다. 또 다른 대안으로 현재 많은 발전이 되고 있는 전자 의수가 있으나 이 또한 미용적 문제에서나 기능면에서 환자 만족도가 아주 높지 않아서 재접합의 실패 시 대안으로만 사용된다. 그러므로 사지 절단에서 재접합술의 적응증을 잘 이해하고 좋은 결과를 얻기 위해 ischemic time을 줄일 수 있다면 적극적으로 재접합술을 시도하는 것이 좋다.

접합술을 결정할 때는 환자의 연령, 수상 기전 및 부상 정도, 전반적인 건강, 기능적 결과 및 환자의 동기 등은 수술 전에 충분히 고려해야 할 요소이다. Sever crushed or mangled injuries이거나 multilevel amputation, prolonged normothermic ischemic time, life threatening injury 가 동반된 경우, 환자가 추후 재활치료에 협조할 수 없는 경우에는 접합술의 금기에 해당한다.

III Technical Considerations

Major limb replantation은 일반 적인 수지 절단과 다르게 ischemic time에 절대적으로 영향을 받으며 간혹 동반 된 외상에 의해 환자 생명에도 영향을 미칠 수 있는 특징이 있다. 수지 절단에서 재접합은 24시 이후에도 성공한 사례가 많이 보고되고 있으나 사지 접합은 4-6시간내에 혈액 순환을 회복해야 이루어져야 좋은 결과를 얻을 수 있다. 일반적인 사지 절단에서는 6시간내에 혈액 순환을 회복 시켜야 하며, 근육 부분이 많은 근위부 절단에서는 4시간내에 혈액 순환을 회복 해야 좋은 결과를 얻을 수 있다.

절단된 부위의 ischemic time을 줄이는 가장 중요한 요소로 2가지를 생각 할 수 있다. 환자가 절단 사고 이후 병원에 얼마나 빨리 도착하여 수술을 받을 수 있는냐 하는 응급 환자 이송 시스템이며 그 다음으로 수술적 방법으로 수술 시 얼마나 빠른 시간 내에 동맥 문합을 안정적으로 연결하는냐 하는 것이다. 응급 환자 이송 시스템은 나라 마다 상황이 다를 수 있으나 현재 뇌 손상 환자와 심경색 환자 이송 시스템처럼 골드 타임의 개념으로 외상환자 이송 시스템도 많이 발전하여 과거와 다르게 ischemic time을 많이 줄여지고 있다. 수술적 방법에서는 ischemic time을 줄이기 위해서는 빠른 시간내에 동맥 문합을 이루는 것이 가장 중요하며, artery anastomosis 이전 단계인 debridement, exploration, Bone fixation에 드는 시간을 줄이는 것이 가장 중요하다고 본다. 이에 저자들은 전반적인 수술 술기 방법을 소개하며, forearm replantation 에서 수술 시간을 줄이기 위해 Bone fixation 방법으로 저자들이 사용하였던 Two stage Bone Fixation Technique를 같이 소개하고자 한다.

1) Wound debridement and exploration

Debridement는 절단된 근위부와 절단된 사지에서 모두 시행되어야 한다. Incision은 추후 모든 procedure가 끝난 후 anastomosis site가 coverage 될 수 있는 것은 고려하여 시행되어야 한다. 추후 수술의 용이성을 위하여 각각

의 중요 구조물들을 체계적으로 tagging하여야 한다. 만약 창상의 오염도가 심하면 주요 신경 및 동맥을 먼저 tagging 한 뒤 debridement을 시행하는 것이 좋다. 손상 받지 않은 신경이나 혈관의 손실을 최소한으로 줄이는 것이 primary repair 에 유리하기 때문이다. Debridement 동안 작은 vessel 들을 결찰해야 하며 특히 결찰을 풀고 난 뒤 bleeding 을 제어하기 위해 muscle 부위의 minor vessel들도 세심하게 결찰하여야 한다. 동맥을 연결하기 전 그리고 이후에도 추가적인 debridement 가 필요하며 최종 접합술이 시행된 이후에도 감염의 위험을 줄이기 위하여 추가적인 wound debridement 이 필요하다.

Author's preferred technique

대부분 외상성 사지 절단 환자에서 절단 부위의 상태가 안좋은 경우가 많으며(Fig. 1), 이로 인하여 재접합이 성공적으로 이루어졌다고 하여도 추후 감염에 의해 실패한 경우도 있다. 그러므로 Wound debridement는 초기에 잘 시행해야 좋은 결과를 기대하나 수술시간을 많이 소비하게 된다. 저자들은 ischemic time을 줄이기 위해 절단부 및 절단된 사지를 두팀이 나누어서 시행하였다.

추가적인 Incision은 anastomosis 부위를 가능한 어느 정도 피하는 것이 좋다. 수지 접합에서는 추후 수술의 용이성을 위하여 각각의 중요 구조물들을 체계적으로 tagging한다. 그러나 사지 접합에서는 ischemic time을 줄이기 위해 동맥만 우선 찾는다. 절단 부위를 Debridement을 하면서 연결해야 할 동맥의 위치를 확인하였다. 절단 부위의 근위부 동맥은 박동성이 있어 쉽게 찾을 수 있으며 절단된 사지의 동맥은 절단된 부위의 원위부에서 해부학적인 위치를 생각하면서 찾아서 6-0 나일론 실로 표시 하였다. 성공적인 결과를 위해서는 동맥 상태가 가장 중요하다. 정맥과 신경은 ischemic time을 줄이기 위하여 따로 찾지 않았다.

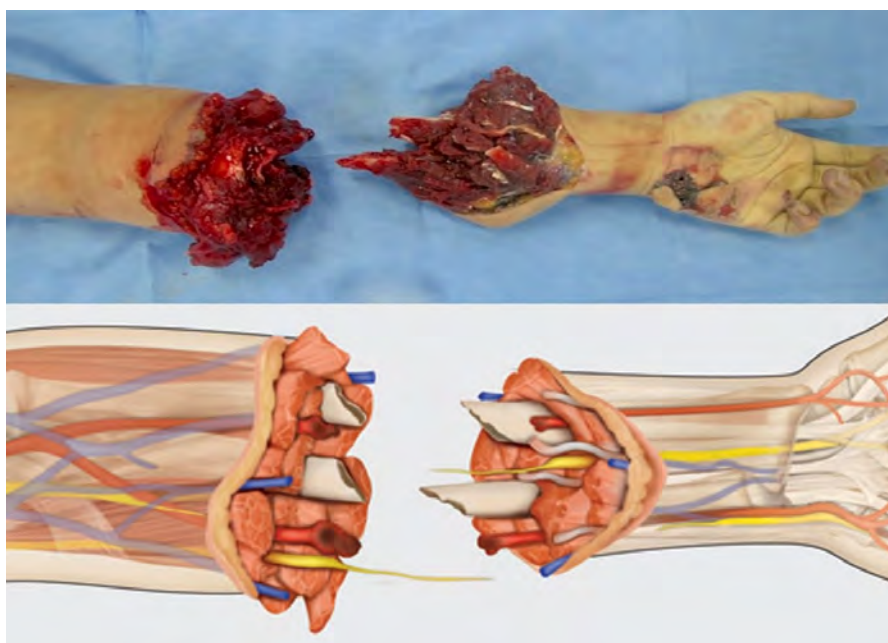


Fig. 1. Forearm amputation

2) Bone shortening and fixation

성공적인 접합술을 위하여 bone shortening은 꼭 필요하다. 최대한 혈관과 신경을 nerve graft나 vein graft 없이 primary repair를 하는 것을 목표로 한다. 최대 단축 가능한 길이에 대한 합의가 아직 없으나 보통 상지의 경우 5-10 Cm까지 단축이 가능하다. Major replantation은 빠른 시간 안에 고정을 해야 하므로 빠르고 간단한 방법을 선호하게 되며, Internal fixation은 기술적 선택이므로 Bone fixation은 osteotomy를 시행한 부위에 따라 K- wire나 plate 등을 이용하며 시행한다. 전완부의 요, 척골이 다른 level에서 골절이 된 경우 한쪽만 수술하는 경우도 있다. 전완부의 경우 수술 중 x-ray를 통해 적절한 양측 골의 bone length, rotation, congruency of the distal and proximal radioulnar joint를 확인하여야 한다. 비교적 접합술의 경우 nonunion의 확률은 적은 편이다. Radial debridement과 periosteum이 없는 손상된 골편이 단축술로 인하여 제거가 되어 불유합이 적은 것으로 추정된다.

Author's preferred technique

Bone shortening은 동맥과 신경을 일차 봉합이 가능한 수준으로 충분히 이루어져야 한다. 이차적으로 올 수 있는 동맥 spasm이나 혈전에 의한 동맥 부전 역시 bone shortening이 충분하면 이를 예방할 수 있다. 특히 상지는 하지와 달리 양측 팔 길이 달라도 연장술이 필요하지 않는 장점이 있어 저자들은 가능한 상지에서 bone shortening 과정이 ischemic time을 줄이면서 건강한 동맥 문합에 가장 좋은 방법이라 생각한다.

앞서 이송 시간 및 수술 준비에 걸린 시간으로 수술 시작 후에는 2시간 이내에 변연절제술을 하고 골 고정후 동맥 문합을 하여야 했다(Fig. 2). 그러므로 가능한 ischemic time을 줄일 수 있도록 bone fixation과정은 최소화되어야 하며, 혈관 문합이 안정적으로 이루어질 수 있을 정도의 고정력을 제공해야 한다. 저자들이 시행한 Two stage Bone Fixation Technique의 방법은 작은 plate를 이용한 골고정한 뒤 혈관 문합을 먼저 시행하고 이후 External fixator를 통하여

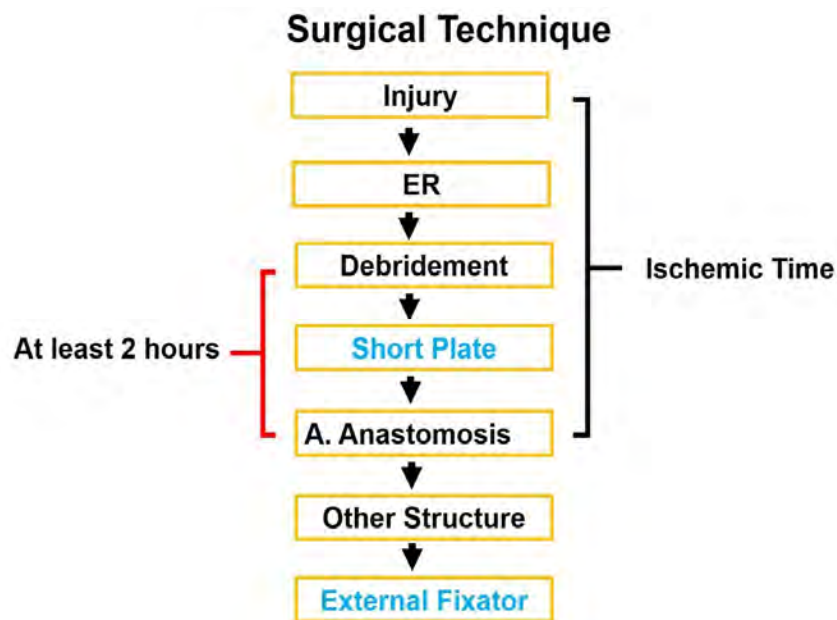


Fig. 2. Replantation strategy for forearm amputation

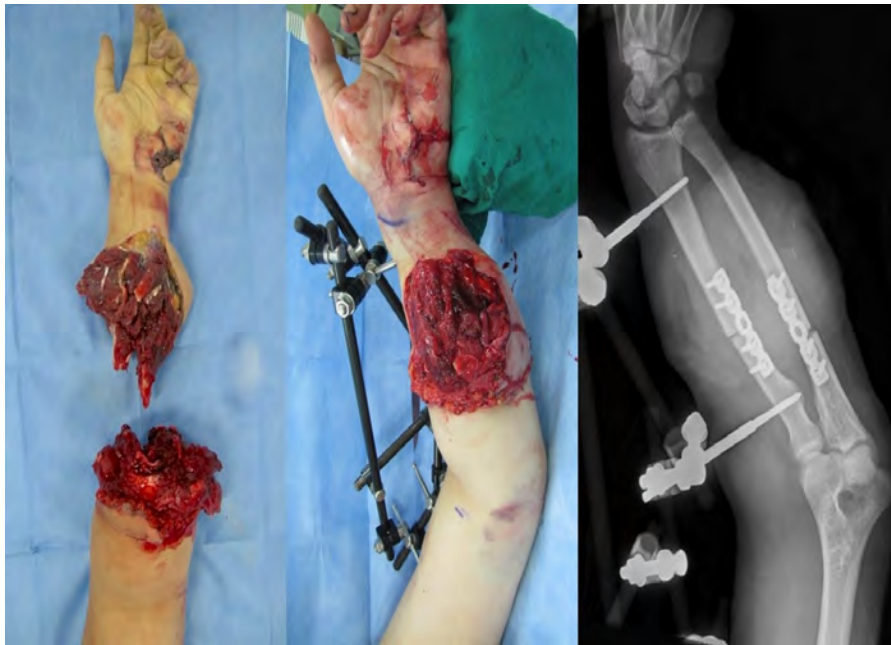


Fig. 3. 25 years old patient with mid- forearm amputation were performed replantation with two stage bone fixation technique.

추가적인 fixation 하여 초기 골 고정을 끝내고 이후 4-6 뒤 외고정장치를 제거하면서 추가적인 plate fixation을 시행하는 방법이다. 이 방법은 초기 골고정술이 평균 30분에 가능하였다(Fig. 3).

먼저 first stage로 전완부 절단에서 골절은 분쇄 골절이 많으므로 요골과 척골 상태에 따라 고정 할 bone을 결정하였다. 금속판의 길이 결정은 Bone shortening 후 노출된 bone 길이를 가지고 결정했다. 충분한 골 유합을 위한 고정력을 위해 긴 금속판을 사용하면 절단 부위를 더 박리해야 하며 이때 시간이 더 소모 되고 또한 박리 과정에서 절단 부위 조직 손상이 더 야기된다. 저자들은 절단된 부위에서 보이는 bone에서 분쇄된 골절 부위나 경사진 골절 부위를 saw를 이용하여 수직으로 자르고 4 hole에서 6hole의 plate을 고정하여 골절 부위를 박리하는 시간을 줄였다. Recon-plate 4에서 6홀 위주로 빠른 골 고정 후 혈관 문합을 시행하였다. 그리고 저자들은 요골이나 척골 하나만 먼저 고정하고 동맥 연결하여 혈액 순환을 회복하였다.

재접합술이 다 되고 나면 금속 고정 부위 고정력 보강의 목적으로 외고정을 시행한다. Second stage로는 접합한 부위가 안정화 되면 보통 술후 4주-6사이에 외고정을 제거 하고 추가적 금속판을 고정 하던지 처음 고정한 금속판을 제거하고 그 자리에 골이식과 함께 hole 추가적으로 고정하여 고정력을 강화 시킨다.

단독 외고정 장치와 K- wire fixation 혹은 long plate를 시행하는 것에 비하여 짧은 금속판을 고정하는 것이 고정 시간이 짧으면서 고정력도 충분히 혈관 문합이 안정적으로 유지 할 수 있었다. 술 후에도 Minimal bone fixation은 충분한 골유합을 얻을 수 있었으며 결과 적으로 재혈류까지 시간은 평균 마취 후 1시간이내에 해결 할 수 있었다.

3) Vessel repair

접합된 팔의 생존은 혈관 문합 및 개통 유지 에 따라 좌우된다. 정맥을 먼저 연결하는 방법은 venous stasis를 피하

고 bloodless field 만들어 수술이 용이해진다. 그러나 crushing 혹은 avulsion amputation의 경우 동맥을 가장 먼저 연결하여 기능을 잘 하는 적절한 vein을 찾아 연결하는 것이 좋다. 허혈 시간이 길거나 crushing amputation의 경우 arterial shunt를 이용하며 미리 재혈관화를 먼저 시행하는 것도 도움이 된다. 적어도 두개의 주요 동맥을 복구해야 하며 최대한 많은 정맥을 연결하여야 clamp를 release한 뒤 출혈량을 줄일 수 있다. Commitance venae은 많은 양의 혈액이 이동하므로 모두 복구해주어야 한다.

Author's preferred technique

동맥을 연결 하는 방법에 대표적으로 직접 문합과 복제 정맥을 이용하여 정맥 이식 방법이 있으나 저자들은 정맥 이식술이 시간적으로 더 걸리므로 직접 문합을 시도하였다. 직접 문합에는 요골 정맥척골 정맥 각각 연결하는 방법과 혈관 손상에 따라 요골 동맥과 척골 동맥 교차문합하는 방법이 있다. 이 두가지 중 어떤 방법을 시행하던 건강한 상태의 동맥 문합을 위하여 bone shortening 과정은 꼭 필요하다. 동맥 연결 후 절단된 부위의 혈액 순환이 되면 정맥 연결을 시작하였다, 이 때 정맥은 가능한 동맥과 같이 주행하는 정맥을 연결하는 것이 중요하다. 또한 피부에 있는 정맥은 추후 일어 날 수 있는 감염이나 피부 괴사에 손상 될 수 있기에 가능한 여러 부위의 정맥을 연결하였다.

4) Muscle and tendon repairs

Tendon은 가능하면 초기 일차에 봉합해주어야 한다. 보통 골단축술을 시행하였으므로 일차 봉합이 용이하다. Muscle belly나 epimyseal repair도 가능하면 봉합해주어야 한다. Avulsion amputation인 경우 musculotendinous joint에서 인대 파열이 잘 일어난다. 이러한 경우에도 인대의 절단끝을 근위부의 muscle belly에 연결해주면 적절한 기능적 결과를 가지고 올 수 있다. Large defect가 있는 경우 일차 혹은 2차적으로 graft tendon transfer혹은 free muscle flap을 통하여 추후에 재건해주어야 한다.

Author's preferred technique

근육 봉합은 절단된 부위의 근육은 추후 괴사가 진행되어 감염이 될 가능성이 높기에 가능한 제거하는 것을 원칙으로 하였으며, 근위부 근육을 이용하여 vessel 연결 부위가 손상되지 않도록 덮어 주었다. 또한 근위부 근육 중 상태가 양호한 것을 선택하여 절단부 인대를 굴곡건과 신전건을 모아서 연결 하였다. 이때 가능하면 2, 3, 4, 5수지 굴곡건을 모으고 thumb은 따로 연결하였으며 신전건은 구분 없이 가능한 모아서 상태가 양호한 근육에 연결하였다.

5) Nerve repair

3개의 주요 신경은 nerve graft 없이 모두 일차에 신경 봉합을 하는 것이 좋다. Bone shortening 시에 nerve graft를 피할 수 있도록 충분히 단축하는 것이 좋다. 만약 primary repair가 불가능한 경우, 신경의 절단면을 적절한 위치에 tagging하여 위치시켜 놓는 것이 추후nerve graft 수술 시에 용이하게 한다.

6) Skin cover

추가적인 debridement을 시행하면 손상의 정도나 손상 기전에 따라 피부의 결손이 발생한다. 만약 좋은 muscle bed가 있고 혈관이나 인대, 골과 plate가 노출이 되지 않는다면 skin graft를 시행할 수 있다. Vacuum-assisted de-

vice (VAC) 역시 임시로 상처부위를 보호할 수 있으며 2차적으로 flap을 도모하기 편하게 만든다. 이때 VAC는 혈관 문합 부위는 피해야 하며 low vacuum (70 mmHg)를 적용한다.

Author's preferred technique

절단된 부위의 신경은 늘어진 경우가 많아서 대부분 신경 봉합이 어려워 가능한 감각 회복을 위해 건강한 신경만 연결하고 추후 신경 이식을 위해 표시만 하였다. 절단된 부위 중 혈관 연결 부위를 보호하기 위해 피부를 우선적으로 덮었으며, bone이나 고정한 금속판 부위가 최대한 노출이 되지 않도록 피부를 봉합하였다. 외고정 4 주에서 6주가 지나면 추가적으로 금속판 고정을 시행 후 제거하여 빠른 재활을 유도하였다.

7) Fasciotomy

Col ischemia / warm ischemia가 6시간 이상 지난 경우 혹은 crushing amputation인 경우 fasciotomy를 시행하여야 한다. 저자들은 대부분의 환자가 open wound 를 가지고 있어 따로 fasciotomy 를 시행하지 않았다.

III Post-operative monitoring and care

수술 후 2일째까지 혈전증 발생 위험이 80% 정도 가장 높으며 수술 3일후부터 10% 정도 감소한다. 현재까지 일반적으로 받아들여지는 anti-coagulation protocol은 없으나 많은 외과의들에 의해 수술 후 항혈전제가 널리 사용되고 있다. 수술 중 heparinized saline irrigation이나 clamp release 전 50-100 IU/Kg의 heparin bolus injection을 사용해 볼 수 있다. 술 후 5000U heparin을 500ml saline에 mix하여 24 시간 IV continuous하게 사용하기도 한다. 그 외 수술 후 5일까지 dextran(0.4ml/Kg/h)를 사용하거나 말초혈관 확장을 위해 chlorpromazine을 사용할 수 있으며, 진정제도 사용된다. 보통 Aspirin의 경우 3-4주정도 사용한다. 그러나 현재까지 항혈전제의 사용이 생존률을 올린다는 것을 증명할 논문은 없다.

초기 혈관 문합부의 동, 정맥 혈전을 일찍 확인하기 위하여 접합부의 monitoring은 필수적이다. Temperature probes transcutaneous sensor이나 Laser doppler flowmetry도 도움이 된다. 모니터링은 Doppler 원리를 기반으로 하여 피부의 혈류량을 측정한다. 비침습적인 이 방법은 피부의 미세 순내 즉각적인 변화를 감지할 수 있다. 그러나 이러한 시스템들은 번거롭거나 불편적이지 않으며 가장 중요한 것은 임상적인 평가임을 새겨야 한다. 항상 손끝의 color가 정상적인 손가락들과 비슷한지 확인하여야 한다. Pale하거나 bluish할 경우 arterial compromise나 venous congestion을 의미한다. 환자의 전신적인 상태도 평가해야 한다. 대량 출혈의 가능성이 있으므로 urine output과 continuous ECG monitoring이 필요하다. Hb level과 electrolyte를 주기적으로 측정하여 이를 교정해야 한다.

III Secondary procedures

2차적으로 soft tissue contracture, joint stiffness, malunion or nonunion에 대하여 수술적 치료가 필요하다. 또한 기능적 향상을 위해 실패한 인대 봉합 혹은 신경 봉합에 의해 발생한 기능적 결함에 대해 이를 보완하기 위한

tendon transfer나 selective arthrodesis 혹은 flap 등을 포함한 soft tissue augmentation/ scar correction 등도 필요하다. Immobilization하는 기간 동안 nerve regeneration, soft tissue contracture, joint stiffness 등은 splint와 적절한 물리치료를 통하여 교정해야한다. 특히 first web space release나 capsulotomy 등은 splint를 주기적으로 교체하면서 수지를 충분히 교정할 수 있어 이러한 2차적인 수술을 피할 수 있다. 2차 수술의 시기는 재활의 정도 피부와 연조직의 상태 그리고 전반적인 환자의 건강 상태 등에 따라 달라진다. 1차 수술 후 3개월정도에 이차적인 신경과 인대에 대한 수술을 시행할 수 있다. 절단되었던 상지에 tourniquet를 사용하는 건이 안전할지 명확한 답은 없으므로 절개할 연조직의 상태를 보며 판단하여야 한다. 이전 수술 시 tendon, nerve의 위치를 수술기록지에 잘 기록하는 것도 2차 수술 시 절개 및 박리 부위를 적게 하는 데 도움이 된다.

Functional results

일부 논문에서 prosthesis보다는 replantation을 진행하였던 환자 그룹에서 환자의 만족도가 높음을 보고하였다. Prosthesis rejection 비율은 외국 사례의 경우 body-powered prosthesis의 경우 26%, electrical prosthesis에 대해서는 23% 정도로 보고되며 성인에서 착용하지 않는 환자의 경우도 20%정도 된다. Replantation을 한 경우 운동 기능과 감각의 회복은 술 후 1년 이상 걸리며 이는 수부 사용에 큰 영향을 미친다. 이 기간은 환자의 대뇌 피질의 plasticity 의 측면에서 환자의 적응 능력과 함께 대부분의 환자에서 적절한 기능적 수부를 만들어 내게 된다. 초기에 발표된 논문에서 prosthesis 그룹과 replantation 그룹을 functional test를 시행하였으며 replantation 그룹에서



Fig. 4. 25 years old patient 2years following replantation showing good functional outcome.

훨씬 상회하는 좋은 결과를 나타냈다. Patient-reported outcome를 비교한 논문에서도 모두 replantation 그룹에서 DASH 점수가 유의하게 낮게 나왔으며 Michigan hand Questionnaire 역시 유의하게 높게 나왔다. Return to work의 비율 역시 replantation 그룹에서 75%, prosthesis 그룹에서 50%로 차이를 보였다(Fig. 4).

III Conclusion

전완부에서 발생하는 절단 사고의 경우 수지절단이나 하지 절단에서처럼 secondary reconstruction이나 prosthesis에 의해 원래의 기능을 보완하기 힘들다. 그러므로 생존률을 높이는 것 외에 기능을 유지하는 것도 매우 중요하다. 저자들은 본문에 소개한 two stage bone fixation을 통해 초기 골고절을 30분 정도 단축시킬 수 있었다. 이로써 동맥 문합을 빠르게 진행할 수 있기에 저자들의 bone fixation 술기가 전완부 절단에서 ischemic time을 줄이는 것이 매우 유효하다고 생각한다.

III References

1. Iorio ML. Hand, Wrist, Forearm, and Arm Replantation. *Hand clinics*. 2019 May;35(2):143-54.
2. Sugun TS, Ozaksar K, Ada S, Kul F, Ozerkan F, Kaplan I, et al. [Long-term results of major upper extremity replantations]. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2009 May-Jul;43(3):206-13.
3. Larson JV, Kung TA, Cederna PS, Sears ED, Urbanchek MG, Langhals NB. Clinical factors associated with replantation after traumatic major upper extremity amputation. *Plastic and reconstructive surgery*. 2013 Oct;132(4):911-9.
4. Pet MA, Morrison SD, Mack JS, Sears ED, Wright T, Lussiez AD, et al. Comparison of patient-reported outcomes after traumatic upper extremity amputation: Replantation versus prosthetic rehabilitation. *Injury*. 2016 Dec;47(12):2783-8.
5. Yaffe B, Hutt D, Yaniv Y, Engel J. Major upper extremity replantations. *Journal of hand and microsurgery*. 2009 Dec;1(2):63-7.
6. Prucz RB, Friedrich JB. Upper extremity replantation: current concepts. *Plastic and reconstructive surgery*. 2014 Feb;133(2):333-42.
7. Woo SH. Practical Tips to Improve Efficiency and Success in Upper Limb Replantation. *Plastic and reconstructive surgery*. 2019 Nov;144(5):878e-911e.
8. Sabapathy SR, Venkatramani H, Bharathi RR, Bhardwaj P. Replantation surgery. *The Journal of hand surgery*. 2011 Jun;36(6):1104-10.
9. Leclere FM, Mathys L, Juon B, Franz T, Unglaub F, Vogelin E. Macroreplantations of the upper extremity: a series of 11 patients. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2012 Dec;132(12):1104-10.

1797-805.

10. Sabapathy SR, Venkatramani H, Bharathi RR, Dheenadhayalan J, Bhat VR, Rajasekaran S. Technical considerations and functional outcome of 22 major replantations (The BSSH Douglas Lamb Lecture, 2005). *The Journal of hand surgery, European volume*. 2007 Oct;32(5):488-501.
11. Fufa D, Lin CH, Lin YT, Hsu CC, Chuang CC, Lin CH. Secondary reconstructive surgery following major upper extremity replantation. *Plastic and reconstructive surgery*. 2014 Oct;134(4):713-20.
12. Graham B, Adkins P, Tsai TM, Firrell J, Breidenbach WC. Major replantation versus revision amputation and prosthetic fitting in the upper extremity: a late functional outcomes study. *The Journal of hand surgery*. 1998 Sep;23(5):783-91.

2020 Update in Hand and Microsurgery

B room

Coverage of the upper extremity

황소민 (K성형병원 성형외과)

우상현 (W병원 성형외과)

1) Skin grafting

서보미 (가톨릭의대 성형외과)

2) Local flap

이영근 (전북의대 정형외과)

3) Regional flap

김지예 (연세원주의대 성형외과)

4) Distant flap

김병준 (서울의대 성형외과)

수부 및 상지의 재건에 있어서 피부 이식술

서 보 미

가톨릭의대 성형외과

피부 이식은 부분층 피부이식 및 전층 피부이식으로 분류되며, 이는 피부의 진피층을 ‘부분’적으로 포함하는지, ‘전’적으로 포함하는 지에 따라 나뉩니다.

수부 및 상지의 결손이 발생하였을 때 결손의 위치, 깊이 및 크기에 따라 재건 방법을 결정하는데, 이 때 피부 이식이 첫 번째 선택이 되는 경우는 흔하지 않습니다. 상지의 특성 상 작은 공간 안에 다양한 종류(신경, 혈관, 뼈, 근육, 힘줄, 인대 등)의 해부학적 구조물이 배치되어 있고, 움직임 및 기능을 보존할 수 있는 재건 방법이 가장 중요하기 때문입니다. 혈류가 튼튼하면서 조직이 풍성하고, 매끈한 gliding surface가 포함된 피판이 더 유리한 경우가 많습니다.

하지만 피부 이식이 효과적으로 적용될 수 있는 경우를 인지하고, 피부 이식의 결과를 극대화하기 위한 보존적인 술기들을 이용한다면, 비교적 손쉽고 간단한 방법으로 재건을 시행 할 수 있을 것입니다.

III 이식편의 생착 과정

피부 이식은 피부의 조직학적 구조는 유지하면서 혈류는 끊고 조직이 이동하는 것 세 phase를 거치며 조직 혈류 공급을 받음.

1) Serum imbibition (첫 수일 간)

수혜부(recipient) 조직의 혈류에서 확산으로 이동한 산소 및 영양분 공급을 받음

2) Revascularization (이식 후 24~48시간부터)

- (1) Anastomosis 문합 : 수혜조직, 공여조직 사이 기존 혈관 사이 연결 형성
- (2) Neovascularization 혈관 신생
- (3) Endothelial cell ingrowth 내피 세포 증식 및 이동 : 수혜부 내피 세포의 이동

3) Maturation (Remodelling)

이전에 일시적으로 나타났던 미숙한 혈관들이 퇴화

III 피부 이식의 종류 및 특성

1) 부분층 피부 이식(Split thickness skin graft, STSG)

- (1) 구성: 표피층 + 얇은 진피 층
(얇을수록 진피 부속기가 포함되지 않아 모발 증식이나 땀샘 기능을 가지고 가기는 어려움)
- (2) 두께: thin STSG (0.15~0.3 mm), intermediate (0.3~0.45 mm), thick (0.45~0.6 mm)
· 두께 0.6mm 이상은 대부분 전층 피부이식편에 해당
- (3) 공여부: 배, 등, 허벅지, 엉덩이처럼 면적으로 이식편 채취가 가능하면서 옷으로 흉터가 가려질 수 있는 부위
- (4) Contractile force에 대항하는 힘은 이식편이 얇을수록 약하기 때문에 전층 피부 이식보다 조직의 수축 및 구축이 많이 일어남
- (5) 수부 상지 재건에서 적용 가능한 예
 - ① 피부 또는 피하지방층의 결손
 - ② 화상 부위의 재건
 - ③ 근육/근막 피판 (유경 피판 또는 유리 피판) 재건 시 피부 재건
 - ④ Radial forearm free flap 공여부위
 - ⑤ 근막 절제술 시행 후 부종이 지속되는 조직
 - ⑥ 수부의 재접합 술기 이후 부종이 예상되는 경우 재건
 - ⑦ 으깨짐 손상 수술 과정에서 생물학적 드레싱으로서 일시적인 coverage
 - ⑧ 손톱 재생이 어려워 손톱의 형태를 갖추기 위한 resurfacing
 - ⑨ 두꺼운 피판의 부피를 줄이는 과정에서 resurfacing
- (6) 보완적인 술기 후 적용이 가능한 예
 - ① 벗겨짐 손상이나 피하지방층 이상의 손상에서 Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) 적용 후 건강한 육아조직이 형성된 부위
 - ② 힘줄이나 인대 노출 부위에 동종 무세포 진피 (acellular dermal matrix, ADM) 적용 후

2) 전층 피부 이식 (Full thickness skin graft, FTSG)

- (1) 구성: 표피층 + 진피 전층
(진피에 위치한 피부 부속기가 다 포함되어 모발 증식이나 땀샘 기능을 가지고 감)
- (2) 두께: 0.6mm 이상
- (3) 공여부: 귀 뒤, 쇄골 상부, 겨드랑이, 팔꿈치 내측, 손목 내측, 서혜부, 엉덩이 주름, 발목, 손의 척측면 등 봉합하였을 때 정상 피부 주름에 흉터가 숨겨질 수 있는 부위
· hypothenar (소지구) 공여 부위에는 이상 감각이 발생할 수 있으므로 채취 시 주의를 요함.
· 손목 흉터는 사회적으로 오해의 여지가 있어서 최대한 피하는 것을 권함.

(4) Contractile force에 대항하는 힘이 부분층 피부 이식편보다 강하기 때문에 조직 구축이 최소화되어야 하는 경우에 더 유리.

· 미용적(안면부), 기능적(수부) 측면이 중요할 경우 부분층 보다는 전층 피부 이식

(5) 수부 상지 재건에서 적용이 가능한 예

- ① 피부 및 피하층의 결손
- ② 화상 부위의 재건
- ③ 관절 부위의 크지 않은 결손
- ④ 근막 절제술 시행 후 부종이 지속되는 조직
- ⑤ 수부의 재접합 술기 이후 부종이 예상되는 경우 재건
- ⑥ 으깨짐 손상 수술 과정에서 생물학적 드레싱으로서 일시적인 coverage

III 발가락 수질 이식(Toe pulp graft)

- (1) 구성: 발가락의 수질 부위 피부 전층 + 수질층
- (2) 더 두꺼운 조직으로 허혈성 손상에 더 취약할 수 있음
- (3) 손가락 수질 조직과 유사한 조직 형태로 재건에 유용
- (4) 갈고리 변형 등 손상이 되었던 손가락 끝의 재건에도 이용 가능

III References

1. Scherer-Pietramaggiori, SS et al. Skin graft. In: Geoffrey C. Gurtner, Volume Editor, Peter C. Neligan's Plastic Surgery, 4th ed. Elsevier; 2018.p. 214~230
2. Ng ZY, Salgado CJ, Moran SL, Chim H. Soft tissue coverage of the mangled upper extremity. Semin Plast Surg. 2015;29(1):48-54. doi:10.1055/s-0035-1544170
3. Seo BF, Sohn WI, Jung SN. Reconstruction of Fingertip Defects With Great Toe Pulp Grafts: Reply. Ann Plast Surg. 2016;77(1):136-137. doi:10.1097/SAP.0000000000000843

국소 피판(Local Flap)

이 영 근

전북대학교 의과대학 정형외과학교실

III 서론(Introduction)

피판(flap)이란 일반적으로 결손 부위를 덮는데 사용되는 다양한 기저조직을 가진 피부이다. 피부이식과 다른 점은 도포하는 결손 부위로부터 혈액 공급을 받지 않고 다른 곳으로부터 혈액 공급을 받는 조직을 말한다. 피판은 다양한 방법으로 분류할 수 있다. 이중 피판의 위치에 따라 국소 피판, 부위 피판(regional flap), 원거리 피판(distant flap)으로 분류한다. 국소 피판이란 일차적인 결손 부위와 인접한 부위 조직을 피판으로 이용하고 한번의 수술적 처치로 결손 부위를 재건하는 것을 말한다. 국소 피판에 혈액을 공급하는 혈관의 형태에 따라 무작위형 피판(random pattern flap)과 축형 피판(axial pattern flap)으로 나눌 수 있다. 무작위형 피판은 하나의 동맥, 정맥에 의한 혈액 공급이 아닌 진피하 또는 피하에 있는 혈관총(subdermal or subcutaneous plexus)의 많은 작은 혈관들로부터 혈액 공급을 받는 반면, 축형 피판은 하나의 일정한 혈관으로부터 혈액 공급을 받는다.

상지의 연부조직 결손에 대한 재건은 수술 후 조기운동과 재활을 통해 최대한의 기능 회복을 목표로 시행해야 한다. 그래서 재건 계획을 세울 때 환자는 물론 결손 부위에 대한 특징 즉 손상 정도, 손상 기전, 동반 손상의 유무 정도 등을 고려해야 한다. 그래서 작은 크기의 결손에 대해서는 국소 피판과 부위 피판을 시행하지만 보다 더 큰 결손에 대해서는 유리 피판 (free flap)을 사용하는 것이 일반적인 원칙이다.

전갑부, 주관절, 전완부 등은 부위의 특성상 상지 기능에 중요한 구조물들이 노출되거나 동반 손상되어 있을 가능성이 높다. 또한 손상 부위와의 근접성 때문에 국소 피판술은 적합하지 않은 부위이다. 비록 주관절 부위에 팔꿈치근(anconeus), 상완요근(brachioradialis), 삼두근(triceps), 그리고 척 수근굴근(flexor carpi ulnaris) 등을 이용한 성공적인 국소 피판술이 보고 되어 있지만 이 근육들 역시 손상 범위내에 있는 구조물들로 연부조직 재건에 적절하지 않다고 생각되며 작은 크기의 결손 재건에 이용되었다. 수부 및 수지의 연부조직 결손은 상지 중에서도 가장 흔히 발생하는 부위이다. 이 부위는 배측 및 수장측 모두 특징적인 피부 조직을 가지고 있기 때문에 기능적인 면과 미용적인 면 그리고 감각 회복에 대한 점들을 고려해 공여부위는 대개 수부 및 수지 내에서 이루어진다. 따라서 본 강의의 국소 피판은 수부 및 수지 부위에 주로 사용되는 피판을 위주로 설명하도록 한다.

III 국소 피판의 종류(Classification of local flap)

수부내에서 국소 피판은 피부의 색깔, 두께, 털 분포가 결손 부위의 그것과 잘 어울리며, 한번의 수술로써 재건이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 손에는 피부가 비교적 적고, 많은 부위가 수부기능 보존을 위해 피판으로 이용하기 어려운 부분이 많기 때문에 그 이용이 상당히 제한적이라는 단점이 있다. 대표적인 국소피판에는 자리옮김 피판(transposition flap), 회전 피판(rotation flap), 그리고 전진 피판(advancement flap)이 있다. 자리옮김 피판과 회전 피판에서는 거상된 피판은 혈액을 공급해주는 부위에 비해 측면으로 이동하여 결손부위를 재건하게 된다. 이때 두 피판의 차이는 2차 결손부위의 유무이다. 자리옮김 피판의 경우 피판이 옮겨간 2차 결손 부위가 생겨 직접 봉합하거나 피부이식을 통해 이 부위를 치료해야 하지만 회전 피판의 경우 2차 결손부위가 없다. 자리옮김 피판과 전진 피판은 혈관의 형태에 따라서 무작위형 피판이나 축형 피판으로 이용할 수 있다.

III 자리옮김 피판(Transposition flaps)

1) 무작위형 피판(Random-pattern flaps)

(1) Z-성형술(Z-plasty)

Z-성형술은 절개선이 Z자 모양을 만들고 이때 생긴 2개의 삼각 피판이 그 위치를 서로 바꾸는 자리옮김 피판 술식으로 수부에서 흔히 사용되는 가장 간단한 방법 중의 하나이다. 두개의 삼각 피판이 공유하는 가운데 변을 중심 변(central limb)이라 부르고 중심 변의 양끝에서 양편으로 놓여있는 변을 지변(limb)이라 부른다. Z-성형술이 완료되면 Z-자는 90도 회전하여 뒤집힌 상태가 된다(그림 1).

Z-성형술의 시행은 길이를 연장하거나 방향을 전환 시키고자 하는 반흔 위에 중심 변을 그리고 그 중심 변의 양편으로 원하는 각도를 가진 지변을 각각 그린다. 이때 각 변의 길이와 각도는 일반적으로 같도록 하여야 한다. 변 사이 각도가 클수록 구축된 반흔의 길이가 많이 늘어나기 때문에 주위 조직의 여건에 따라 변사이 각도를 조절한다. 하지만 변사

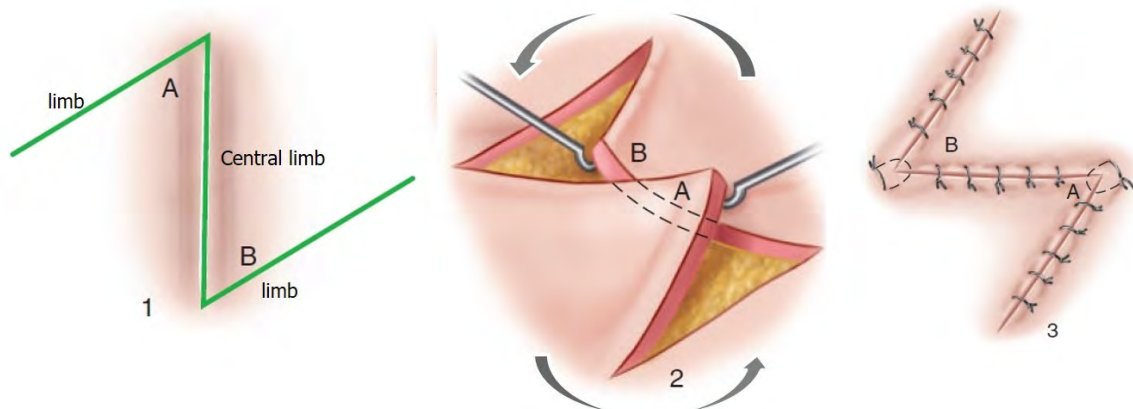


그림 1. 단순 Z-성형술. 1, 구축된 선을 따라 중심 변을 그리고 다른 두 개의 지변을 그린다. 2, 절개를 가하고 피판을 이동시킨다. 3, Z-성형술이 완료되면 Z-자는 90도 회전하여 뒤집힌 상태가 된다.

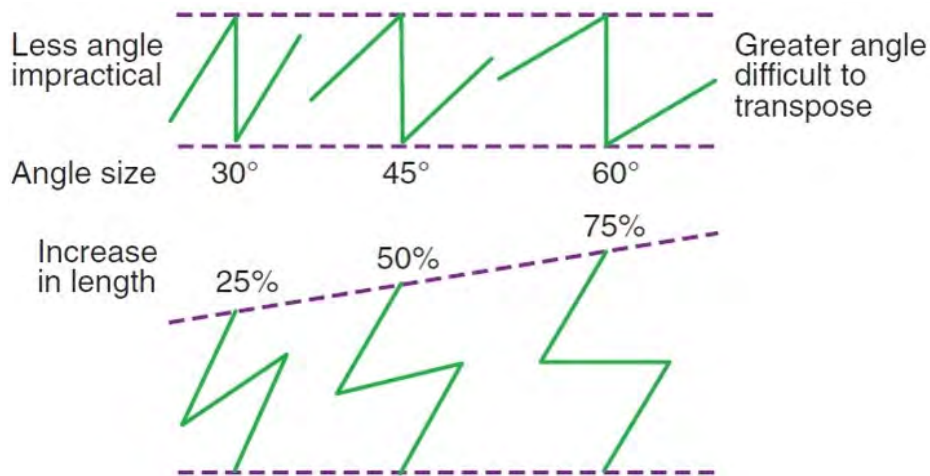


그림 2. 60도의 Z성형술에서는 이론적으로 중심 변의 길이 연장은 약 70-75%정도 얻을 수 있다.

이 각도가 76도 이상이면 삼각 피판의 자리 옮김이 힘들고 30도 미만이면 삼각 피판에서 혈행 장애로 피판이 괴사되기 쉽기 때문에 일반적으로 60도 정도의 각도의 피판을 작도한다. 60도의 Z성형술에서는 이론적으로 중심 변의 길이 연장은 약 70-75%정도 얻을 수 있다(그림 2).

(2) 다중 Z-성형술(multiple Z-plasty)

손가락의 수장부위처럼 길이의 연장이 필요한 긴 반흔이 있으나 단축된 폭의 여유가 적은 경우에는 한 개의 큰 Z-성형술 대신 작은 Z-성형술을 여러 개 연속적으로 시행해 준다. 이때 지변은 굽힘 주름(flexor fold)의 내, 외측에서 끝나도록 작도한다. 이렇게 해야 피판을 옮겼을 때 횡 봉합선이 굽힘 주름 부위에 위치하게 된다(그림 3).

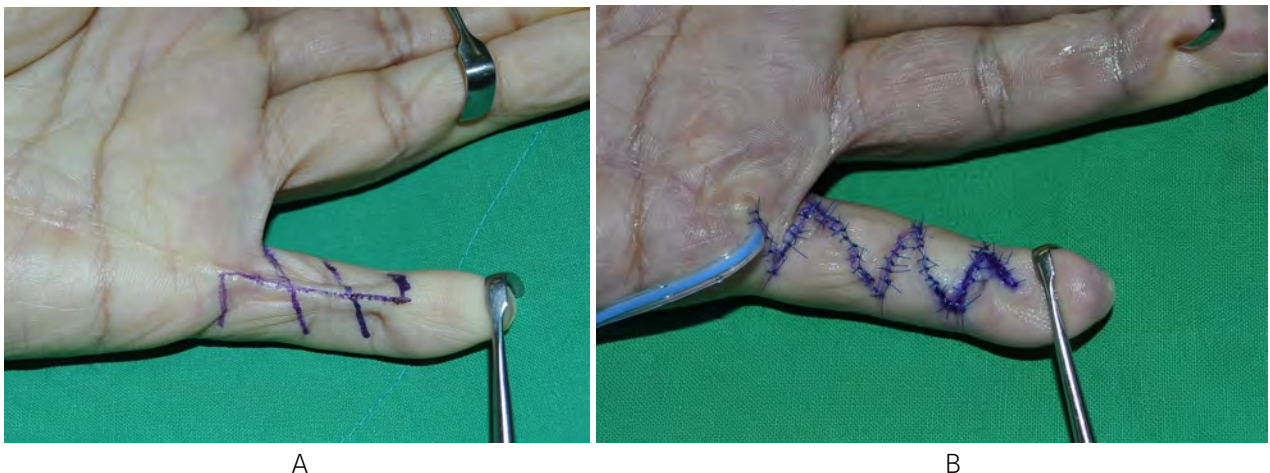


그림 3. 수지 수장부위에 Z-성형술을 작도한 모습으로 이때 지변은 굽힘 주름(flexor fold)의 내, 외측에서 끝나도록 작도한다(A). 이렇게 해야 피판을 옮겼을 때 횡 봉합선이 굽힘 주름 부위에 위치하게 된다(B).

(3) 4피판 Z-성형술(Four-Flap Z-plasty)

중심 변을 따라 더 많은 길이 연장을 얻기 위해서는 Z-성형술의 각도를 증가 시키면 얻을 수 있다. 120도의 Z-성형술을 시행했을 때 이론적으로 164%의 중심 변 길이 연장을 얻을 수 있다. 하지만 각도가 60도 이상이면 피판을 옮기기 어려워지므로 이 120도를 60도로 분할하여 4개의 피판을 자리바꿈하여 원하는 만큼의 길이 연장을 얻을 수 있다. 제 1 수지간부 구축에 사용된다 (그림 4).

(4) 5피판 Z-성형술 (Five-Flap Z-plasty)

이중 대립 Z-성형술에서 두 개의 Z-자 옆에 있는 삼각 피판을 V-Y로 전진시켜 전진된 폭 만큼 이중 대립 Z-성형술보다 더 길이를 연장시키는 피판이다(그림 5).

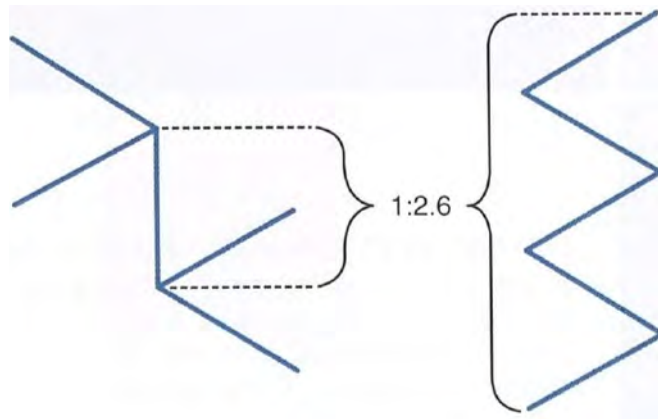


그림 4. 4피판 Z-성형술(Four-Flap Z-plasty). 지변과 중심 변간 각도가 60도 이상이면 피판을 옮기기 어려워지므로 이 120도를 60도로 분할하여 4개의 피판을 자리바꿈하는 피판으로 각 지변의 길이를 같게 한다. 이론적으로 중심 변의 길이는 약 260% 정도 길어진다.

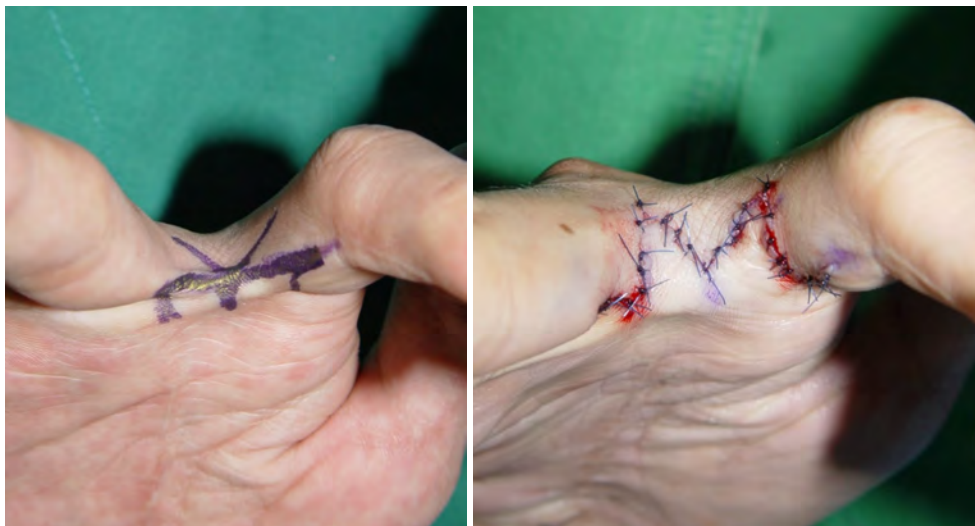


그림 5. 제 2 수지간부위에 5피판 Z-성형술을 시행한 모습.

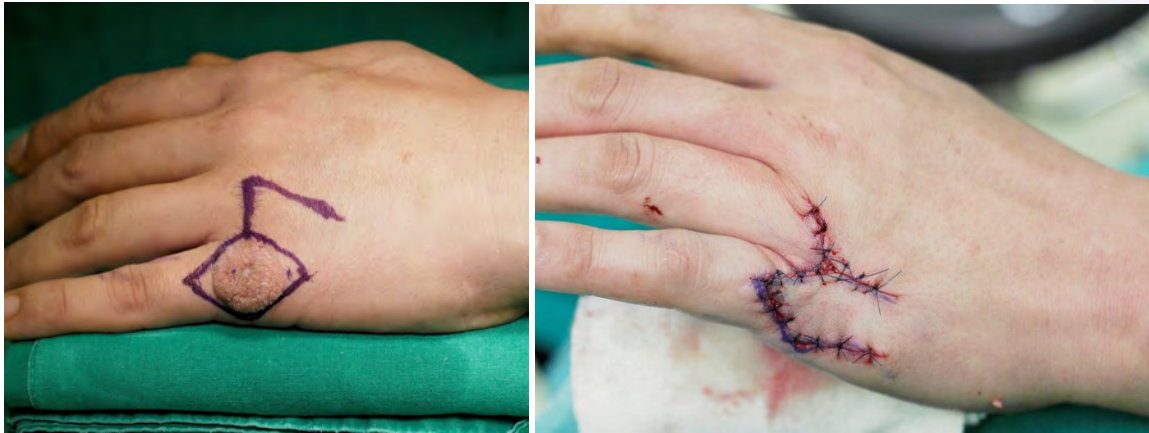


그림 6. 좌측 수부에 마름모꼴 피판을 시행한 모습

(5) 마름모꼴 피판 (Rhomboid flap)

마름모꼴 형태로 피판을 작도하여 옮겨 주는 피판으로 공여부위는 일차 봉합을 시행한다. 따라서 피판의 모든 변의 길이를 같게 작도해야 하고 수부 배측과 같이 피부가 충분히 여유 있는 부위에서 시행해야 한다(그림 6).

2) 축형 피판(Axial-Pattern flaps)

수부 및 수지 재건을 위해 다양한 축형 피판들이 소개되어 있다. 대표적인 피판들을 소개한다.

(1) 제 1 배측 중수골 동맥 피판(First dorsal metacarpal artery flap, Kite flap)

이 피판은 제 1 배측 중수골 동맥(FDMA)과 이 동맥의 마지막 분지인 배측 지동맥 분지(dorsal digital branches)와 정맥에 의해 혈액 공급을 받는다. 제 1 배측 중수골 동맥은 요골 동맥에서 분지하는 동맥으로 요골 동맥이 제 1 배측 골간근(first dorsal interosseous muscle) 속으로 들어가기 전에 장 무지 신전근(extensor pollicis longus tendon) 바로 원위부에서 분지하며 대부분 일정한 해부학적 특징을 가진다. 대부분의 경우에 이 동맥은 제 2 중수골 중위 부위에서 3개(요측, 중간부위, 척측)의 말단분지로 나뉜다. 중간부위 분지는 제 1 수장측 중수골 골 제거 동맥과 연결이 되고, 요측 분지는 무지의 배측 지동맥으로 이어진다. 척측 분지는 인지의 배측 지동맥으로 이어지며 인지의 근위지골 배측 피부의 혈액 공급을 담당한다.

이 피판은 인지 근위지골 배측에 작도하고 원위부에서 근위부 방향으로 제 2 중수골 요측을 따라 피판과 혈관경의 거상을 시행한다. 이때 혈관경의 양 옆에서 근막을 포함하여 거상해야 혈관경을 안전하게 거상할 수 있다(그림 7). 성인에서 약 7 cm 정도까지 혈관경을 얻을 수 있기 때문에 넓은 회전 반경을 얻을 수 있다. 인지 부위에서 피판 거상시에는 신전 건의 건외막의 손상을 피해 신전건 위에서 피부를 거상한다. 그리고 이 부위는 대개 전층 식피술로 도포한다.

이 피판은 특히 무지의 결손, 수부 및 수근관절부위 배측 결손, 그리고 제 1 수지간 부위 결손의 재건에 유용하다. 이 피판은 또한 해부학상의 코 담배갑(anatomical snuffbox)부위에서 피판을 거상하여 역행성으로 수지 원위부 결손의 재건에 이용 가능하다. 이때는 추축점을 중수지 관절 부위에 둔다.



그림 7. 제 1 배측 중수골 동맥 피판은 혈관경을 보호하기 위해 배측 골간근막을포함해 거상해야 하고 혈관경을 회전하면 엄지의 지 골간 관절 부위까지 재건이 가능하다.

(2) 제 2 배측 중수골 동맥 피판(Second dorsal metacarpal artery flap)

이 피판은 제 2 배측 중수골 동맥과 정맥에 의해 혈액 공급을 받는다. 제 3,4 배측 중수골 동맥은 제 1,2 배측 중수골 동맥처럼 일정하지 않고 더 짧게 주행하므로 잘 쓰이지 않는다. 피판은 순방향 및 역행성 모두 이용 가능하다. 근위부를 기반으로 이용하는 경우에는 피판은 중지 근위지골 부위에서 거상하고 혈관경의 거상은 근위부로 시행하는데 이때 제 2 중수골간 부위에서 거상시 이 부위는 수장측 중수골 동맥에서 오는 분지와 만나는 부위이기 때문에 주의가 필요하다. 피판의 회전점은 제 2 중수골 기저부 부근으로 한다. 피판의 공여부는 전층 피부이식술을 시행한다. 역행성으로 이용하는 경우 피판은 수부 배측에서 거상하고 추축점은 제 2 중수골두 부위에서 시행하므로 일반적으로 제 2,3 수지의 근위지골과 중수기관절 부위 재건하는 데 유용하며 원위부 결손에까지 이를 수도 있다. 공여부위는 일차 봉합이나 전층 피부이식술을 시행한다.

(3) 수지 동맥 도서형 피판(Digital artery island flaps)

이 피판은 수지의 요측 및 척측 지동맥에 의해 혈액 공급을 받는 피판이다. 대부분 역행성으로 피판을 거상해 수지첨부 재건에 주로 이용된다. 이 피판술을 적용하기 위해서는 수지의 혈역학 및 해부에 대해 잘 알고 있어야 한다. 수지는 두 개의 수장 수지 동맥에 의해 혈액공급을 받으며 이들은 3개의 일정한 횡 수장궁(transverse palmar arch)에 의해 서로 연결되어 있다(그림 8). 이들 횡 수장궁은 수지의 원위부와 근위부 십자인대(proximal and distal cruciate ligament: C1 and C3)의 위치에 존재하며 가장 원위부의 횡 수장궁은 심 수지 굴곡진 부착부의 가장 먼쪽에 존재한다. 따라서 이 피판의 혈액 공급은 수지 동맥의 횡 수장궁에 달려있고 정맥 유출은 동반정맥의 역행성 흐름에 의존한다. 이 피판은 중지와 약지에서 척측 및 요측 수지 혈관의 크기가 비슷하고 동등하게 우세하기 때문에 가장 유용하고 인지와 소지에서는 이들 수지가 각각 요측과 척측이 우월한 혈류를 갖지 못하기 때문에 이론적으로 피판을 거상한 후 한랭 과민이 발생할 가능성이 있다.

먼저 결손부위의 모양을 만든 후 근위지골 외측에 피판을 작도한다. 수지동맥 혈관경을 중심에 두고 절개선을 그린다. 근위부에서 건초까지 절개하여 지동맥을 찾아 절찰하고 피판을 거상한다. 이때 수장부위 피부는 가급적 손상시키

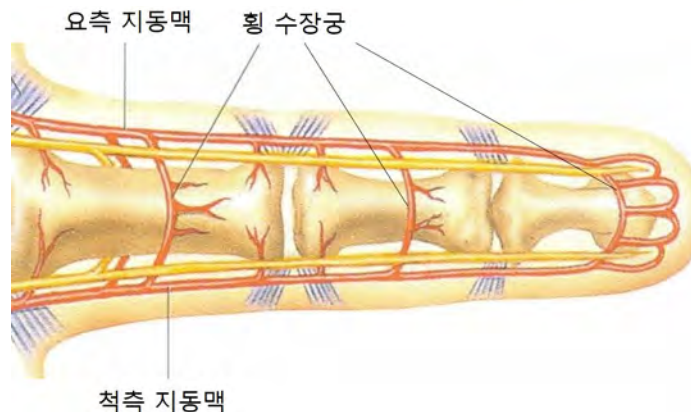


그림 8. 좌측 중지를 나타낸 그림으로 두 개의 수장 수지 동맥은 3개의 일정한 횡 수장궁(transverse palmar arch)에 의해 서로 연결되어 있다.



A



B



C

그림 9. 우측 약지 척측 지동맥 부위에 수지 동맥 도서형 피판을 작도한 모습(A). 피판을 거상한 모습(B). 수지 첨부에 피판을 위치시키고 공여부위는 전층식피술을 시행한 모습(C).

지 않도록 주의하고 원위부까지 박리하면서 지신경을 지동맥으로부터 분리한다. 이때 지동맥 옆에서 주행하는 정맥이 혈관경에 포함되도록 하고 손상에 주의한다. 혈관경의 박리는 원위지관절 바로 위까지만 시행하고 이 부위를 추축점으

로 하여 수지 첨부를 재건한다. 이때 첨부 부위 피부를 절개하여 혈관경이 잘 위치하도록 하고 공여부위는 피부이식을 하거나 일차봉합 한다(그림 9).

이 피판술의 장점은 결손 부위와 공여부위가 한 개의 수지에만 국한된다는 점, 수지를 조기에 운동할 수 있다는 점, 미용적으로 우수하다는 점을 들 수 있다. 신경 봉합을 함께 시행해준 경우에는 감각의 회복이 우수하다는 점이다.

III 전진 피판(Advancement flaps)

피판을 선회하지 않고 두 고정점에 피판의 기저를 두고 결손부 쪽으로 당겨가서 덮는 방법이다. 무지 첨부 절단에 대해 Moberg는 간단한 전진 피판을 소개하였다. 무지는 다른 수지와 달리 수장부의 신경과 혈관이 중앙에 가까이 위치해 있고 배측 중수골 동맥 분지가 무지 끝까지 잘 순환하는 특징이 있다. 따라서 수장부의 양측 수지 동맥을 모두 포함하는 피판을 거상할 수 있다. 양쪽의 혈관경을 모두 포함 시키므로 이론적으로 피판의 길이에 제한이 없지만 일반적으로 중수지 관절 부위 굽힘 주름부위에 기저부위를 둔다. 무지의 양쪽 측면에서 종절개를 가하고 굴곡진 건막을 보존하면서 수지 동맥과 신경을 포함시켜 거상한다. 1.5 cm이하 결손은 지간관절을 45도까지 굴곡 시키면 피복가능하다. 그 이상의 결손은 피판의 근위부에서 횡절개를 가한 후 신경 혈관망만 남기고 추가 박리를 하면 지간관절의 구축없이 피복 가능하다.

1) 수장부 V-Y 전진 피판 (Volar V-Y advancement flap)

Atasoy에 의해 소개된 피판으로 수지 첨부 재건에 일반적으로 사용되고 있는 피판이다. 수지 첨부 손상에서 1cm 보다 작고 골이 노출된 횡 절단이나 수배부에 비스듬한 결손이 있는 경우가 이 피판의 적응증이다. 피판의 작도는 수장부에 삼각 피판을 그리는데, 그 끝은 원위지관절 굽힘 주름에 두고 폭은 손톱 바닥 넓이만 하게 작도한다(그림 10). 피판 거상시 골이 부착된 부위는 혈관이 없으므로 절개하여 골과의 부착을 없애야한다. 그리고 피판이 충분히 전진할 수



그림 10. 우측 인지 첨부에 수장판 V-Y 전진 피판을 작도한 모습. 피판의 끝은 원위지관절 굽힘 주름에 두고 폭은 손톱 바닥 넓이만 하게 작도한다.

있도록 피부 절개시 굴곡진 건초 간에 있는 섬유성 격막을 잘라주어야 한다. 이때 수지 신경과 혈관은 보존해야 한다. 이 피판술의 장점은 공여부 희생을 최소화하고 손상된 조직과 최대한 유사한 조직으로 감각 회복을 얻으면서 수지 침부를 재건할 수 있다는 점이다.

2) 측면 V-Y 전진 피판(Lateral or Kutler V-Y advancement flap)

이 피판술은 수지 측면에서 두 개의 삼각 피판을 거상하여 침부를 재건하는 피판술이다. 이 술식은 전진 정도가 제한적이고 수지 침부에 흉터를 많이 남긴다는 단점이 있어 잘 사용되지 않는다.

III 회전 피판(Rotation flap)

이 피판술은 반원형 피판을 고정돼 있는 회전점에서 회전하여 인접해 있는 결손부위로 옮겨주는 방법이다. 따라서 피판의 이동선은 결손부위 및 주변조직 피부의 탄력성에 좌우되게 된다. 회전할(rotation arc)이 크면 클수록 회전점에서 긴장이 심해져 이동거리가 짧아진다. 회전점에 긴장이 심해 피판의 이동이 어려운 경우 회전점에 백컷(back-cut)을 해주면 긴장이 줄어들기는 하지만 피판의 혈액 공급이 감소할 수 있음을 명심해야 한다. 길이와 넓이의 비율은 대개 2:1로 작도하여 시행한다.

III References

1. Pederson WC. Nonmicrosurgical coverage of the upper extremity. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH and Cohen MS editors. Green's operative hand surgery. 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.p. 1528-73.
2. Flaps in hand and upper limb reconstruction. Elsevier; 2014. 234-260.
3. 수부외과학 제 1판. 범문에듀케이션; 2014. 611-621.
4. 표준성형외과학 제 2판. 군자출판사; 2010. 64-74.
5. Chim H, Ng ZY, Carlsen BT, Moham AT, Sant-Cyr H. Soft tissue coverage of the upper extremity An overview. Hand clin. 2014;30:459-473.

Regional Flap in Hand Reconstruction

김 지 예

연세대학교 원주의과대학 성형외과

덮고자 하는 defect에 바로 인접한 위치에서 피판을 거상하는 local flap과 달리, defect와 인접한 부위는 아니지만, defect 주변의 동측 상지에서 거상하는 피판을 regional flap으로 분류한다. (수지 첨부의 재건에 있어서는 동일한 수지가 아니면서 공여부가 수부 내에 있는 경우를 regional flap으로 정의한다.) Regional flap은 random pattern 및 axial pattern 모두를 포함한다. 수부에 사용되는 Random-pattern regional flap에는 cross-finger, the-
nar flap, hypothenar flap 등이 있다. Axial pattern regional flap에는 radial forearm, dorsal metacarpal ar-
terial flap, posterior interosseous flap 등이 있다.

수부 연부조직 결손 시 피판의 선택은, 결손부위의 크기, 위치, 손상의 complexity, 주변 손상의 상태, 심부 구조물의 노출 및 결손 정도 등을 고려하여 이루어진다. Regional flap은 microanastomosis 없이 창상 부위를 피복할 수 있다는 장점이 있으나 주변 연부조직의 손상정도가 심하거나 피복해야 하는 창상의 크기가 큰 경우에는 시행하기 어려울 수 있다.

수부의 결손 위치에 따라 시행 가능한 regional flap의 선택 option은 다음과 같다.

III Finger tip defect (수지첨부 손상)

1. Random Flap

(1) Thenar flap

Finger tip injury가 volar side에 있으며, 크기가 비교적 큰 경우 사용한다.

Index, long finger에 주로 사용된다.

수장부에서 피판을 일으키므로, 원래의 수지 첨부 피부의 특성을 유지할 수 있다는 장점이 있으나, 2차적인 수술이 필요하며, 1차 수술 2~3주 뒤, 분리(detach) 수술을 시행하기 전까지 손가락의 flexion을 유지해야 하므로, PIPJ의 contracture 위험이 있다.

피판은 무지의 MCPJ 주변에서 거상하지만, thumb의 radial digital nerve 손상에 주의하며 thumb의 axis를 넘어가지 않도록 피판을 계획한다.

(2) Cross finger flap

비교적 큰 크기의 volar defect에 사용한다. 원위지의 연부조직 결손 뿐 아니라, 중수지의 결손에도 사용할 수 있다. 피판은 중수지의 dorsal side에 rectangular pattern으로 계획하며, 피판 거상 시 paratendon이 손상되지 않도록 주의한다.

2. Island flap (Axial flap)

(1) Heterodigital neurovascular island flap

이 피판은 어느 수지의 결손에도 적용될 수 있지만, 대개는 무지의 volar side에 넓은 크기의 결손이 있을 시에 무지의 연부조직 재건 및 감각을 보존하기 위해 사용된다. 보통은 long finger 혹은 ring finger에서 거상하며, 피판에 포함된 digital nerve와 artery를 common digital artery level까지 박리하여 거상하게 된다.

(2) First dorsal metacarpal arterial flap

무지의 volar side 및 dorsal side를 재건하기 위한 flap으로 index finger의 first dorsal metacarpal artery를 사용한 axial flap이다. Flap은 index finger의 dorsal side에 작도하며, metacarpal head 혹은 MCPJ level에서 거상한다. Radial nerve의 sensory branch를 포함시켜 감각피판으로 이용할 수도 있다.

III Proximal to MCPJ

1. Reversed radial forearm flap

Radial forearm flap은 다른 부위에 비해 비교적 얇은 피판을 얻을 수 있어 수부의 크기가 큰 연부조직 재건에 유용하다. 또한 fasciocutaneous, fascia-only, osteoseptocutaneous 등 다양한 형태의 피판을 사용할 수 있다는 장점이 있다. 다만 radial artery 라는 main vessel을 사용한다는 단점이 있어 최근에는 자주 사용되지는 않으나 여전히 수부에는 유용한 피판이다. 이는 free flap 형태로도 사용되지만, reverse pattern으로 작도하여 island flap으로 사용될 수 있다.

이 피판은 radial artery를 sacrifice 하여야 하며, 또한 reverse flow가 radial artery-ulnar artery의 communication에 근거하므로, 수술 전 Allen test를 반드시 시행하여, 수술 전 ulnar artery의 blood flow를 확인하여야 한다.

2. Radial forearm perforator flap

Radial artery의 distal cluster of perforator를 이용하여 perforator flap 을 작도하여 rotation혹은 turn-over flap으로 수부를 피복할 수 있다. Radial artery의 distal perforator는 radial styloid process의 근위부 2~6cm 위치에 주로 분포하며 septocutaneous 형태로 분지한다. 수술 전 angiography, duplex US, hand Doppler 등으로 perforator의 위치를 미리 파악하여 이를 pivot point로 피판을 작도하게 된다.

3. Ulnar artery perforator flap

Ulnar artery perforator는 pisiform-to-elbow line위에 주로 존재하며, pisiform으로부터 7cm, 11cm, 15cm 위치에서 주로 발견된다. Perforator를 이용하여 turn-over 혹은 rotation flap을 작도할 수 있다.

4. Reversed posterior interosseous artery flap

이 flap은 anterior interosseous artery와 posterior interosseous artery가 distal radioulnar joint level에서 communication하는 특성을 이용한 reverse-flow flap이다. Radial artery와 같은 axial vessel을 보존한다는 장점이 있지만, PIPJ보다 원위부에는 사용하기 어렵고, anterior와 posterior interosseous artery간의 communication이 없거나 부족한 경우에는 사용하기 어렵다. 때문에 피판을 거상하며, proximal artery를 자르기 전에 반드시 flow를 확인하여야 한다.

피판의 축은 lateral epicondyle과 distal radioulnar joint를 잇는 선에 두며, pivot point는 distal radioulnar joint로부터 근위부로 2cm위치에 둔다.

III Elbow and arm soft tissue reconstruction

1. Lateral arm flap

Elbow의 연부조직 결손에 사용할 수 있다. 때로는 bone, tendon 등을 포함한 복합조직 피판으로 이용될 수 있으며, reverse flow pattern으로도 사용될 수 있다.

2. Latissimus dorsi flap

큰 크기의 결손 피복에 유용하며, anterior/posterior arm과 elbow에 사용할 수 있다. Thoracodorsal artery를 pedicle로 하여 큰 arc of rotation을 이용하여 피판을 옮겨오게 되며, thoracodorsal artery perforator flap으로도 사용이 가능하다.

III Reference

1. Biswas D et al. Local and Regional flaps for hand coverage. J Hand Surg Am 2014;39(5):992
2. Griffin M et al. Flap decisions and options in soft tissue coverage of the upper limb. Open Orthop J 2014;8(Suppl 2:M3):409
3. Yu P et al. Perforator patterns of the ulnar artery perforator flap. Plast Reconstr Surg 2012;129:213
4. Andrew M, Chang J. Radial artery perforator flap. J Hand Surg 2010;35A:308
5. 표준성형외과학 3판, 2019년, 군자출판사 2권 157, 158, 240page

Free or Distant Flap

김 병 준

서울의대 성형외과

III 서론

재건의 사다리(reconstructive ladder) 개념에 따르면 결손부위가 발생하였을 때 쉽고 일반적인 수술을 우선으로 시행하고 여의치 않을 경우 더 상위개념의 수술을 선택하게 된다. 즉, 이차 치유나 일차 봉합이 가능하면 이를 우선적으로 고려해야 하며 다음 단계로 피부이식, 국소피판, 원거리피판, 유리피판의 순서로 넘어가는 것이다. 하지만 재건수술의 발달로 인하여 상위개념의 수술을 시행하는 데에 있어 기술적인 장벽이 무너지게 되었고 이에 따라 새로운 재건수술의 개념이 도입되었다. 즉, 기존 수술법의 위계는 인정하되 반드시 재건의 사다리 원칙을 따를 필요는 없고 환자 개인에게 가장 적합한 수술 기법을 사용하면 된다는 재건의 엘리베이터(reconstructive elevator) 개념이다. 여기서 더 나아가 수술법의 위계를 인정하지 않고 모든 재건방법을 동등한 선상에서 바라보는 재건의 파이(reconstructive

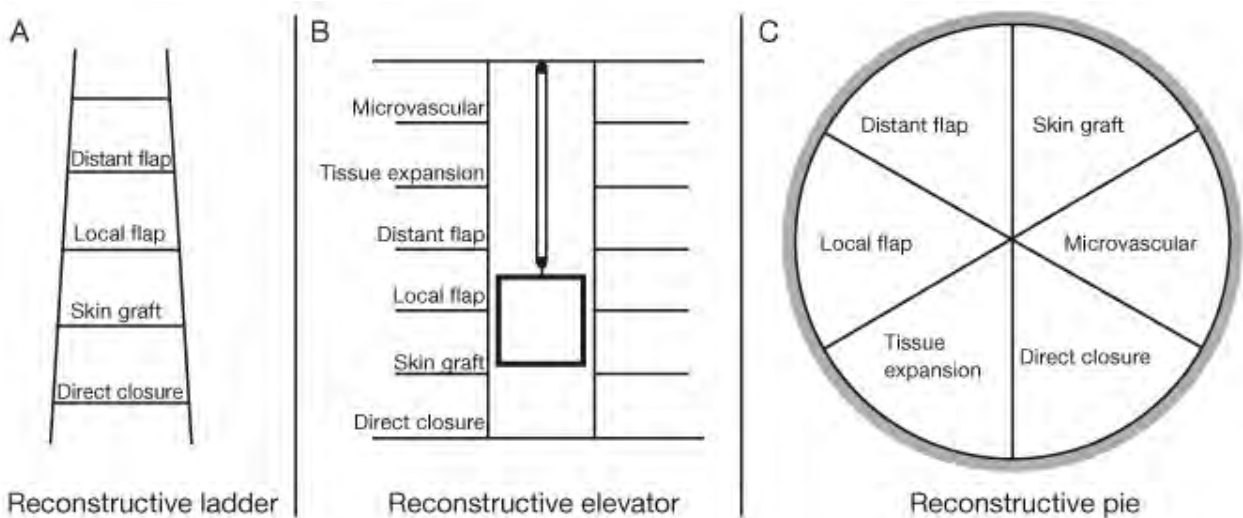


그림 1. 재건수술의 사다리, 엘리베이터, 그리고 파이에 대한 개념을 설명하는 그림.

Jeon BJ, Mun GH. Perspectives on reconstructive microsurgery in Korea. J Korean Med Assoc. 2011 Jun;54(6):604-616.

pie) 개념이 도입되었다(그림 1).

특히 수부나 상지에 발생한 결손을 재건할 경우에는 재건의 엘레베이터, 재건의 파이 개념을 적극적으로 도입하여 수술방법을 결정할 필요가 있다. 이차 치유나 피부이식을 통해 재건할 경우 결손부위가 성공적으로 치유가 된다 할지라도 이후에 발생하는 구축변형, 유착 등에 의하여 제대로 된 기능을 수행할 수 없기 때문이다. 일반적으로 피판을 선택할 경우 가장 이상적인 공여부위로는 피판의 성격이나 피부색이 수혜부와 비슷하고 일관된 해부학적 구조의 혈관경을 가지고 있으며 감각피판으로 거상할 수 있으며 공여부 이환이 적은 곳을 들 수 있다.

수부와 상지의 결손을 재건할 때에는 건이나 인대가 부드럽게 움직일 수 있는 윤활 역할을 할 수 있는 연부조직이 보충되어야 한다. 또한 너무 두꺼운 조직이 보충될 경우 추가적인 기능장애를 가지고 오고 추형을 유발할 수 있기 때문에 가능한 얇은 피판을 사용하는 것이 권장된다. 또한 수장부의 연부조직은 수배부와 달리 단단한 septa로 이루어진 glabrous 한 성격을 가지고 있기 때문에 일반적인 연부조직이 들어가게 되면 grip이나 pinch 등의 기능에 제한을 가쳐 줄 수 있다.

이번 심포지움에서는 수부와 상지의 결손부위를 재건하는 데에 있어 기존에 많이 소개되었던 전통적인 유리피부피판술보다는 근막을 이용한 유리피판술 (fascia free flaps)의 유용성에 대해 다루어보고자 한다. 또한 유리피판술을 시행할 수 없는 경우 수부의 결손부분을 복부나 서혜부 등에 심어주었다가 수 주 후에 division해주는 먼거리피판술이 일반적으로 사용되고 있는데, 체부에 조직확장기를 이용하여 상완이나 전완의 큰 결손부위를 재건해주는 먼거리피판술을 시행한 결과를 제시하고자 한다.

III Fascia free flaps

1980년도에 Smith 등이 fascia flap의 유용성에 대해 발표를 한 이후 여러 술자들에 의해 다양한 fascia flap과 그 변형 수술법들이 발표되었다. 전술한 바와 같이 fascia flap은 얇고 pliable하며 mobile substrate를 제공할 수 있기 때문에 특히 수부와 상지의 결손을 재건하기에 적합하다. 현재까지 anterolateral thigh (ALT) fascia flap, lateral arm fascia flap, temporalis fascia flap, radial forearm fascia flap, serratus anterior fascia flap 등이 주로 사용되고 있다.

Fascia flap을 시행할 경우 장점은 다음과 같다. 첫째, 공여부의 이환이 적다. 근피판을 사용하게 되면 근력저하 등의 기능적인 장애나 혈종, 사강 발생으로 인한 장액종 등의 합병증이 발생할 가능성이 높다. 또한 피부피판을 이용할 경우 공여부를 당겨서 봉합하면서 흉터의 비대화 혹은 추가적인 피부이식술 등이 필요한 경우가 있다. 하지만 근막피판을 시행하면 절제되는 피부나 근육조직이 없기 때문에 이러한 공여부 이환을 최소화할 수 있다.

둘째, 혈관의 anatomy가 일정하다. 이미 잘 알려진 피판의 혈관경을 fascia flap으로 이용하기 때문에 일관성 있는 anatomy를 보인다. 또한 이 혈관경의 동맥, 정맥의 지름이 수혜부의 혈관과 매치가 잘 되어 수부 및 상지의 재건에 적합하다.

셋째, 필요한 면적을 선택적으로 가져갈 수 있다. 피부피판의 경우 공여부를 일차봉합 해주기 위해서 가능한 피판의 최대 폭이 결정되는데, 일반적으로 폭이 8-10 cm 이상이면 일차봉합이 어렵고 추가적인 피부이식술을 시행하여야 한다. 일례로 ALT 피판은 최대 폭이 8-10 cm, lateral arm flap은 최대 폭이 5-6 cm 정도로 알려져 있다. 하지만 근막

피판은 일차봉합의 필요성이 없기 때문에 원하는 만큼의 면적을 피판으로 거상할 수 있다.

넷째, 얇은 피판을 거상할 수 있다. 피부피판의 경우 표피, 진피, 표층의 지방층, 심층의 지방층으로 구성된 조직을 가지고 있고 혈관경이 심층에서 들어오기 때문에 피판을 얇게 거상하기가 쉽지 않다. Advanced technique을 이용하여 처음부터 얇은 피판을 거상하는 변형된 피판 거상법이 소개되어있지만 초심자가 시행하기에 어려운 점이 있고 혈관경을 다칠 위험이 있다. 이를 원하지 않을 경우 피판수술 이후 추가적인 debulking수술을 시행하여야 한다. 근육피판의 경우에도 신경자극이 없어지면 근육의 volume이 줄어들기는 하지만 위축 정도를 미리 예측하기는 어려우며 근육판 자체의 무게가 상당하다.

다섯째, gliding surface를 제공할 수 있다. Fascial component가 tendon이 자연스럽게 미끄러지도록 도와주는 layer로 기능을 하기 때문에 수술 후 운동범위 회복을 돕는 역할을 한다.

여섯째, 피판의 거상이 쉽고 빠르다. 피하지방 층에서 피판의 혈관경을 다치지 않기 위해 조심스럽게 혈관경 박리를 할 필요가 없다. 피부절개 이후 바로 근막층이 나타날 때까지 피하지방을 절개하고 이 plane으로 박리를 하고 혈관경의 위치를 찾은 이후 필요한 만큼의 근막만 떼어내면 되기 때문이다.

하지만 근막 피판을 사용하는 데에 단점도 있다. 첫째, 근막 피판은 피부를 포함하지 않기 때문에 피판 위에 추가적인 피부이식이 필요하다. 이로 인하여 추가적인 공여부 이환이 발생할 수 있다. 둘째, 피부이식편이 잘 생착하기 위해서는 상처 바닥에 compression을 해두는 것이 필요한데, 피판의 생존을 위해 compression이 어려워 피부이식편이 partial loss되는 경우가 있다. 이를 피하기 위해 fascia flap을 시행하고 수 주 이후에 지연성 피부이식술을 시행하기도 한다. 셋째, 피판의 생존을 모니터링하기가 피부피판에 비해 용이하지 않다. 많이 사용되는 근막 피판 중에서 ALT fascia flap의 경우 피판의 perfusion에 대한 논란이 있다. 즉, 주 혈관경인 lateral descending branch of deep femoral artery는 근막을 뚫고 나온 뒤에 바로 피하지방 층으로 올라오기 때문에 근막을 공급하는 혈류가 일정치 않다는 우려가 있다. Lateral arm fascia flap의 경우 하나의 field 안에서 수술을 할 수 있는 장점이 있지만 two-team approach가 쉽지 않을 수 있으며 posterior antebrachial cutaneous nerve가 손상받기 쉬워 전완의 감각소실이 발생할 수 있는 위험이 있다. Temporalis fascia flap의 경우 hair follicle이 손상을 입으면 hair loss가 되면서 미용적인 문제를 유발할 수 있다는 단점이 있다. Serratus anterior fascia flap은 two-team approach가 가능하고 혈관경(serratus branch of thoracodorsal artery)의 박리가 쉽고 특별한 donor-site morbidity가 없어 개인적으로 선호하는 피판이다(그림 2, 3).

	장점	단점
Fascia flap	얇음 일정한 혈관의 anatomy 피판거상이 쉽고 빠름 선택적인 피판의 면적 선택가능 공여부이환이 적음 Gliding을 제공함	추가적인 피부이식필요 피판 모니터링이 어려움 발생 가능한 공여부 이환 (hair loss, nerve palsy)



그림 2. 전완에 발생한 편평세포상피암을 광범위절제술로 제거하고 결손부위를 serratus anterior fascia free flap으로 재건한 모습.



그림 3. 수배부 발생한 화상반흔구축을 release하고 temporalis fascia free flap과 skin graft로 결손부위를 재건한 모습.

III Distant flaps using tissue expander

수부의 결손이 발생하였으나 유리피판술을 시행할 수 없는 경우 결손부분을 복부나 서혜부 등에 심어주었다가 수 주 후에 division해주는 먼거리피판술이 일반적으로 사용된다. 하지만 상완이나 전완에 결손부위가 발생할 경우에도 체부에 조직확장기를 이용하여 결손부위를 성공적으로 재건해줄 수 있다. 특히 본원에서는 상완이나 전완에 circumferential하게 발생한 giant hairy nevus가 있는 경우 조직확장술을 이용하여 피판의 면적을 최대로 불린 이후 먼거리피판을 시행하여 좋은 결과를 얻었다. 우선 결손이 예상되는 병변부위를 체부에 밀착시켜 확장기가 들어갈 적절한 위치를 선정한다. 옆구리에 절개를 가하고 복부 쪽으로 suprafascial plane으로 dissection을 시행하여 확장기가 들어갈 포켓공간을 확보한다. 확장기에 연결된 port는 subcutaneous plane에 위치시키는데, 이는 확장기와 동일한

plane에 위치할 경우 port가 돌아가거나 kinking될 가능성이 있고 수술 후 생리식염수를 주입할 때 port가 깊게 위치하면 entry point를 찾기가 어려운 경우가 간혹 있기 때문이다. 약 10% 정도 initial inflation을 시행하고 수술 2주 후부터 매주 1회 씩 외래를 방문하여 단계적인 확장술을 시행한다. 대개 2~3개월 가량의 확장 기간을 필요로 한다. 충분한 확장이 이루어졌으면 확장기를 제거하고 늘어난 피판을 이용하여 절제가 가능한 범위를 가늠하여 nevus를 잘라내고 이를 피판으로 덮어준다. 이 때 피판의 복부 쪽(ventral side) 혹은 앞쪽(anterior side)에 피판의 기저를 두게 된다. 이 상태로 피판이 떨어져나가지 않도록 팔을 체부에 밀착시키고 탄력붕대나 복대를 이용하여 압박해준다. 약 2-3주가 지나서 피판의 수혜부의 기저로부터 피판으로 새로운 혈관 network가 생성되었다고 판단되면 피판의 기저를 절개하여 division하고 공여부위는 일차봉합으로 닫아준다. 확장된 피판의 perfusion이 의심되는 경우에는 피판을 돌리기 1주일 전에 backcut을 넣어 피판 안의 choke vessel들이 열려 피판의 viability를 향상시키는 지연성 처치(delay procedure)를 시행하기도 한다.

III 결론

수부 혹은 상지에 발생한 결손부위를 재건하는데 있어 근막유리피판술이나 조직확장술을 이용한 원거리피판술도 안전하고 좋은 기능적, 미용적인 결과를 보여줄 수 있다.

III References

1. Smith RA. The free fascial scalp flap. *Plast Reconstr Surg* 1980;66:204-9.
2. Brent B, Upton J, Acland RD, et al. Experience with the temporoparietal fascial free flap. *Plast Reconstr Surg* 1985;76: 177-88.
3. Carty MJ, Taghinia A, Upton J. Fascial flap reconstruction of the hand: a single surgeon's 30-year experience. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:953-62.
4. Yousif NJ, Warren R, Matloub HS, et al. The lateral arm fascial free flap: its anatomy and use in reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1990;86:1138-45
5. Chen HC, el-Gammal TA. The lateral arm fascial free flap for resurfacing of the hand and fingers. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:454-9.
6. Kimura N, Satoh K. Consideration of a thin flap as an entity and clinical applications of the thin anterolateral thigh flap. *Plast Reconstr Surg* 1996;97:985-92.
7. Alkureishi LW, Shaw-Dunn J, Ross GL. Effects of thinning the anterolateral thigh flap on the blood supply to the skin. *Br J Plast Surg* 2003;56:401-8.
8. Upton J, Rogers C, Durham-Smith G, et al. Clinical applications of free temporoparietal flaps in hand reconstruction. *J Hand Surg Am* 1986;11:475-83.
9. Koshima I, Fukuda H, Yamamoto H, et al. Free anterolateral thigh flaps for reconstruction of head

and neck defects. *Plast Reconstr Surg* 1993;92:421-8.

10. T Kitazawa, M Shiba, K Tsunekawa Free serratus anterior fascial flap combined with vascularized scapular bone for reconstruction of dorsal hand and finger defects *Case Reports in Plastic Surgery and Hand Surgery*, 2018
11. D Ulrich, P Fuchs, A Bozkurt, N Pallua Free serratus anterior fascia flap for reconstruction of hand and finger defects *Arch Orthop Trauma Surg* (2010) 130:217-222

2020년 대한미세수술학회-대한수부외과학회 합동심포지엄
2020 Update in Hand and Microsurgery

인 쇄 2020년 8월 3일

발 행 2020년 8월 8일

저 자 대한미세수술학회 편

발행자 가온컨벤션

(03949) 서울특별시 마포구 모래내로7길 12 도원빌딩 504호

Tel: 02-2038-7988, Fax: 070-8668-1019, E-mail: gaonpco@gaonpco.com