

발간 등록번호

00-0000000-000000-00

2013-2018

전남 농업안전보건센터

연구성과 백서



조선대학교병원



전남농업안전보건센터

CHONNAM CENTER FOR FARMERS' SAFETY & HEALTH

2013-2018

전남 농업안전보건센터

연구성과 백서

조선대학교병원



전남농업안전보건센터
CHONNAM CENTER FOR FARMERS' SAFETY & HEALTH

인사말

세계보건기구에서는 골관절염을 통증 및 기능성 장애로 인해 일상생활에 장애를 초래할 뿐만 아니라 우울감, 무력감 및 소외감 등의 육체적 및 정신적 문제를 일으키는 질환으로 정의한다.

우리나라는 고령화 사회로 진입하게 됨으로써 골관절염 유병률이 증가되는 추세다. 2016년 건강보험통계를 살펴보면, 관절증의 진료실인원은 367만명이었고 이중 무릎관절증은 271만명을 차지하였는데, 이중 여성이 192만명이었다. 무릎관절증의 총 진료비는 1조 2852억원으로 고혈압, 만성신장병, 당뇨, 급성기관지염, 알츠하이머치매에 이어 6번째 순위를 차지했다. 이는 총 진료비가 1조 2677억원인 뇌경색과 비슷한 수준이다. 2016년 건강보험심사평가원의 자료에 따르면, 무릎인공관절수술을 받은 70세 이상 노인은 2012년 2만 6,991명에서 2016년 3만 7,159명으로 크게 증가하고 있다.

무릎골관절염은 농촌지역에 거주하는 고령의 여성농업인에게 집중적으로 발생하고 있다. 질병관리본부의 보고에 따르면 우리나라 50세 이상 성인에서 골관절염 유병률은 남자 5.1%, 여자 18.9%로 여성이 3배 이상 높았고, 연령이 증가할수록 골관절염 유병률이 크게 증가했다. 도시지역 거주자(10.7%)보다 농촌지역 거주자(17.6%)에서 높아서 거주지역에 따른 차이도 두드러졌다. 직종별 연구에 따르면, 농림어업 종사자는 일반 사무직에 비해 남성에서는 2.91배, 여성에서는 3.90배 무릎골관절염의 위험이 높은 것으로 보고되었다.

이처럼 무릎골관절염은 상당한 수준의 질병부담을 갖고 있고, 농촌지역 여성 농업인에게서 집중적으로 발생하고 있으나, 암, 심혈관계질환, 자살, 전염성질환과 같이 질병 발생을 통제하고 예방하려는 노력은 상대적으로 부족하다.

한국 농촌사회의 인구구성의 변화를 보면, 이미 2010년에 농촌거주자 중 50대 이상은 전체 거주자의 60%를 초과하였고, 농업인의 평균연령은 62.3세에 이를 정도로 고령화되었다. 이러한 가운데 한국의 농업은 대형화, 기계화, 시설화가 진행되고 있으며, 결혼 이민자, 귀농귀촌자가 증가하면서 농업인구 구성에 변화가 나타나고 있는 중이다. 농업에 유입되는 새로운 세대는 한국 농업의 미래를 개척하는 귀중한 자산이 될 것으로 기대를 모으고 있다. 이러한 긍정적인 변화가 확산되기 위해서는 농업인의 주요 질병부담요인인 무릎골관절염의 예방하기 위한 노력이 필요할 것이다.

조선대 농업안전보건센터는 이러한 사실에 주목하고, 농업인의 근골격계질환과 무릎관절염 연구를 꾸준히 진행해왔다. 우리나라의 바쁜 농업인을 대상으로 코호트를 구축하는 것은 쉬운 일이 아니었다. 조선대학교병원 직업환경의학과에서는 2006년부터 농촌진흥청에서 추진했던 농작업안전모델시범사업에 참여해왔는데, 이 사업을 통해 인연을 맺었던 마을이장님, 작목반장님, 그리고 농업기술센터의 공무원들이 많은 도움을 주었다. 농촌지역사회에서의 도움이 없었다면 6년간의 연구는 이루어지기 힘들었을 것이다. 그리고 무엇보다 바쁜 농사일을 접어두고 하루라는 시간을 할애하여 병원을 방문해주신 농업인들에게 감사드린다.

2019. 11

조선대학교병원 농업안전보건센터장 송한수

1 일반현황 및 사업개요

1. 조선대 농업안전보건센터의 일반현황	09
일반현황	09
연구진	10
조직도	11
연구필요성과 연구목적	12
연구사업의 주요내용	14

2 연구성과

1. 농업인 무릎관절염의 업무관련성 연구배경과 연구방법	19
연구배경	19
연구대상	20
연구방법	22
2. 농업인 무릎골관절염의 업무관련성 연구결과	40
단면연구	40
코호트 연구	68
운동역학연구	80
개입연구	86

3. 무릎골관절염 연구에 관한 문헌검토	101
무릎골관절염의 질병부담	102
무릎골관절염의 병태생리	104
무릎골관절염의 일반적 위험요인	112
무릎골관절염의 직업적 위험요인	125
무릎골관절염 역학연구	131
무릎골관절염의 직업군 연구	159
무릎골관절염의 치료	170
무릎골관절염의 운동요법	186
무릎골관절염의 조기진단	194

3 예방교육홍보 실적

3 예방교육홍보 실적	199
1. 연구결과의 활용	201
논문게재 및 학술대회 발표	201
농업인 근골격계질환 예방관리 매뉴얼개발	205
농업인 근골격계 예방교육	207
방송 및 언론보도	218





1

일반현황 및 사업개요

1. 조선대 농업안전보건센터의 일반현황	9
일반현황	9
연구진	10
조직도	11
연구필요성과 연구목적	12
연구사업의 주요내용	14

1. 조선대 농업안전보건센터의 일반현황

일반현황

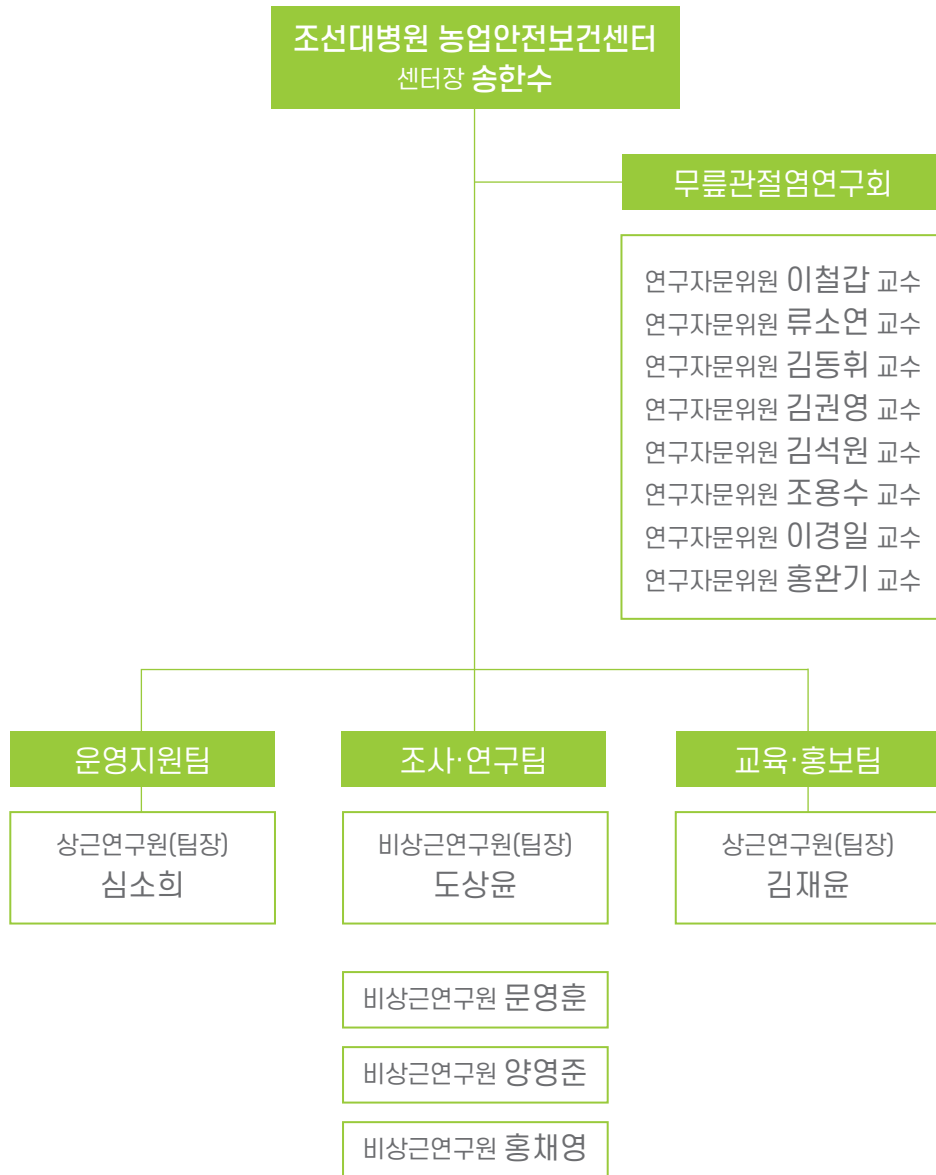
- | 지정기관 | 조선대학교 산학협력단
- | 연구기간 | 2013.3.27. ~ 2018.12.31
- | 사업책임자 | 조선대학교 의과대학 직업환경의학과 교수 송한수
- | 연구주제 | 농업인 무릎골관절염 연구
- | 소재지 | 광주광역시 동구 필문대로 365 의성관 1118호
- | 연락처 | 062) 714-3971~3973 (Fax) 062) 443-5035
- | 홈페이지 | <http://www.koreanfarmer.org>

연구진

구 분		성 명	소 속	주요업무
팀	직위(급)			
센 터 장		송한수	직업환경의학과	센터업무총괄
운영지원팀 (1명)	팀장 (상근연구원)	심소희	농업안전보건센터	예산회계 및 행정실무, 센터기능강화 및 홍보 정밀검진자 관리 등
교육홍보팀 (1명)	팀장 (상근연구원)	김재운	직업환경의학과	농업인 직업성질환 홍보, 방문운동프로그램 진행, 예방 매뉴얼 개발 등
조사연구팀 (12명)	팀장 비상근연구원 (전공의)	도상윤	직업환경의학과	연구과제관리 질환자 모니터링 DB구축
	비상근연구원 (전공의)	문영훈	직업환경의학과	문헌조사, 자료분석
	비상근연구원 (전공의)	양영준	직업환경의학과	문헌조사, 자료분석
	비상근연구원 (전공의)	홍채영	직업환경의학과	정밀검진자 의료정보관리 정밀검진결과지 작성
무릎관절염 연구회	연구자문위원 (교수)	이철갑	직업환경의학과	센터운영 및 연구자문
	연구자문위원 (교수)	류소연	예방의학과	통계방법론 자문
	연구자문위원 (교수)	김권영	재활의학과	무릎관절염 연구자문
	연구자문위원 (교수)	김동휘	정형외과	무릎관절염 연구자문
	연구자문위원 (교수)	김석원	신경외과	요추질환 연구 자문 요추 MRI 질관리
	연구자문위원 (교수)	조용수	영상의학과	무릎 MRI 질관리
	연구자문위원 (교수)	이경일	조선대학교 체육학과	운동역학연구 운동프로그램 자문
	연구자문위원 (교수)	홍완기	조선대학교 체육학과	운동역학연구 운동프로그램 자문

조직도

현재 센터는 센터장 1명, 연구원 6명, 자문위원회 8인으로 구성되어 있다.



연구필요성과 연구목적

1. 농업인 무릎관절염 연구의 필요성

무릎관절염은 질병부담이 높은 질병

무릎관절염은 지속적으로 의료이용과 의료비가 증가하고 있는 질환이며, 신체장애를 일으키고, 삶의 질을 하락시키는 대표적인 만성질환이다. 우리나라 30대 질환 중 여성에서 질병부담(DALY)의 1순위는 요통이고, 4순위가 관절염이며, 관절염에 의한 의료비용의 2/3는 무릎관절염이다.

무릎관절염은 여성농업인에게서 유병률이 높음

무릎관절염의 유병률은 성별과 연령이 차이가 두드러져 남성보다 여성이 3배 가량 높고, 연령이 증가할수록 가파르게 증가세를 보인다. 또한 거주지역과 소득수준에 따른 차이도 두드러져 농촌 지역 거주자일수록, 소득이 낮을수록 유병률이 높은 것으로 보고되고 있다.

최근 국민건강영양조사를 분석한 연구결과에 따르면 농업인이 다른 직종에 비해 무릎관절염의 유병률이 월등히 높았다.

농업인의 무릎관절염에 관한 연구 드물어

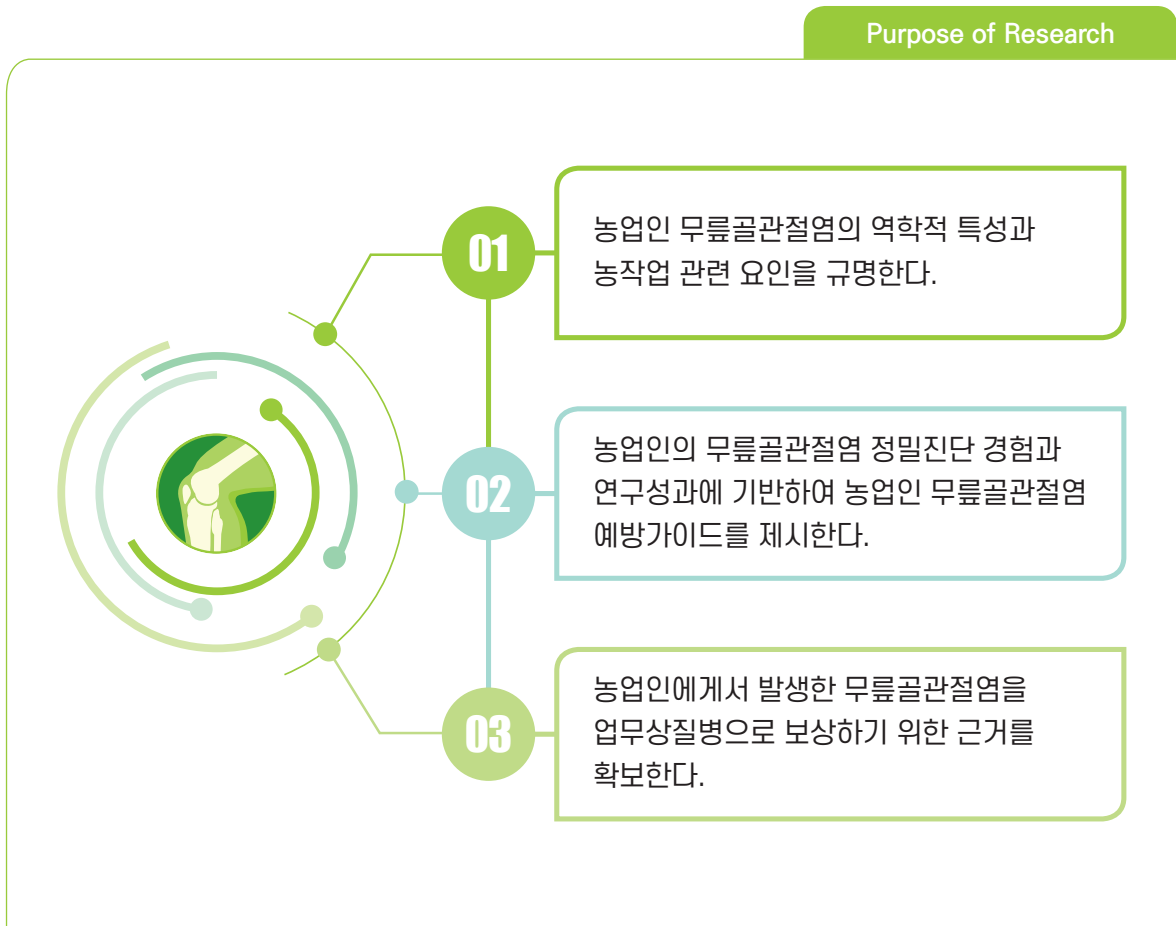
기존 연구에서는 쪼그려앉기, 중량물들기, 오르내리기, 육체적부담작업이 무릎관절염의 발생과 악화와 관련이 높으며, 농업은 무릎관절염의 유병률이 높은 직종으로 알려졌다.

그러나 국내에서 무릎관절염의 직업적 원인에 대한 연구는 드물고, 특히 농작업과 무릎관절염에 관한 연구는 거의 없었다.

질병의 직업성 원인 규명은 보상과 예방을 위해 필수적

농업인의 무릎관절염에 대한 역학연구는 농업인의 무릎관절염이 중요한 사회적 문제라는 점을 인식시키고, 업무관련성 질환으로 보상하기 위한 인정기준을 마련하는데 근거를 제시하며, 무릎관절염의 예방정책의 근거와 시사점을 제공한다.

2. 연구목적



연구사업의 주요내용

본 사업의 목적은 농업인의 질환의 예방과 연구

본 사업은 '농업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역 개발촉진에 관한 특별법' 제 15조 2에 근거하여 농업인의 질환을 예방하고 연구하기 위해 농림축산식품부가 지원하여 시작되었다.

본 센터의 과제는 농업인 무릎관절염 연구

전남 농업안전보건센터는 농업인의 무릎관절염의 원인을 규명하고 농업인의 무릎관절염을 예방하기 위한 방안을 마련하기 위해 2013년부터 운영되기 시작하였고, 2016년 운영기관으로 재지정을 받아 2018년까지 총 6년간 운영되었다.

1기 550명 코호트 등록, 2기 230명 추적 및 85명 신규등록

전남농업안전보건센터는 농업인 무릎관절염연구를 위해 2013년부터 2015년까지 17개 단위 지역에서 550명의 농업인 코호트를 구축하고 무릎관절염에 대한 정밀진단을 실시하였다. 이어서 2016년부터 2018년까지 코호트에 등록된 농업인 중 230명이 무릎관절염 추적정밀 진단을 받았으며, 2017년에 무릎관절염과 퇴행성 요추후만증의 관련성을 평가하기 위해 신규 농업인 85명(화순군 5명, 곡성군 80명)이 추가되어, 총 315명에 대한 정밀진단을 실시하였다.

3년 추적조사를 통해, 무릎관절염 진행의 관련 요인 분석

2016년~2018년 2기 사업의 주 연구과제는 3년 경과 후 무릎관절염 정밀진단을 재실시하여 무릎관절염의 진행여부와 무릎관절염의 진행에 영향을 미치는 요인을 파악하는 것이었다. 총 230명을 추적하였고, 그 중 40~69세 연령대 209명의 결과를 분석하여, 농업인의 무릎관절염 발생 및 진행을 확인하고 진행과 관련된 요인을 분석하였다.

농업인 대상 예방운동프로그램 보급, 효과 규명

농업인을 예방운동프로그램을 개발하여 마을방문 운동프로그램 형식의 예방운동프로그램 사업을 시행하였다. 2017년에 운동프로그램의 효과를 평가하기 위한 연구를 시행하여, 객관적으로 무릎관절염 개선에 효과가 있음을 규명하였다.

원격상담 시범사업의 효과 평가

2016년 정부차원에서 농업안전보건센터를 통해 원격건강상담 시범사업이 시행하였다. 원격지의 의료인 상주, 원격지의 장비 유지관리를 고려하였을 때 효과가 낮다고 판단하였다. 다만 원격운동프로그램을 시행하여 부분적인 효과를 확인하였다.

농업인 무릎관절염 연구보고서, 농업인 무릎관절염 운동프로그램 매뉴얼 발간

본 센터에서 진행한 연구성과를 종합적으로 정리한 ‘농업인 무릎관절염 연구결과보고서’와 ‘농업인 운동프로그램 매뉴얼’을 발간하였다. 본 결과보고서에 제시된 연구결과에 대해 순차적으로 논문 투고 및 출판을 진행 중이다.



2 연구성과



1. 농업인 무릎관절염의 업무관련성 연구배경과 연구방법	19
연구배경	19
연구대상	20
연구방법	22
1. 방사선학적 무릎관절염 평가	22
2. 무릎 MRI의 평가	27
3. 운동역학	31
4. 하지골격의 각도측정	35
5. 척추골반지표의 측정	39
2. 농업인 무릎관절염의 업무관련성 연구결과	40
단면연구	40
1. 농업인의 무릎관절염의 작업관련 요인	40
2. 농업인의 무릎반월상연골판파열의 작업관련 요인	44
3. 농업인의 하지정렬의 작업관련 요인	47
4. 농업인에서 무릎관절염의 동반질환	50
5. 농업인에서 무릎통증의 예측인자	52
6. MRI상 무릎퇴행성변화의 농작업관련 요인	56
7. 농업인의 하지근력표준값	59
8. 국민건강영양조사 자료분석을 통한 농업인의 무릎관절염 유병률	61
9. 여성농업인의 퇴행성 요추후만증과 무릎관절염의 관련성	66
코호트 연구	68
1. 농업인의 방사선학적 무릎관절염의 진행의 농작업관련 요인 : 3년 추적연구	68
2. 농업인의 무릎관절염의 MRI상 연골손실진행: 3년 추적연구	72
운동역학연구	80
1. 보행시 농작업 종사자들의 슬관절 퇴행성 등급에 따른 지면반력 특성	80
2. 중량물취급보행시 하지의 역학적 정렬에 따른 생체역학적 변화	82
3. 쪼그려 앉은 상태로 걷기가 무릎관절염에 미치는 영향	83
4. 하체서포트 착용 유무에 따른 생체 역학적 차이 분석	84
개입연구	86
1. 농업인 무릎관절염 운동프로그램의 효과	86
3. 무릎관절염 연구에 관한 문헌검토	101
무릎관절염의 질병부담	102
무릎관절염의 병태생리	104
무릎관절염의 일반적 위험요인	112
무릎관절염의 직업적 위험요인	125
무릎관절염 역학연구	131
무릎관절염의 직업군 연구	159
무릎관절염의 치료	170
무릎관절염의 운동요법	186
무릎관절염의 조기진단	194

1. 농업인 무릎골관절염의 업무관련성 연구배경과 연구방법

연구배경

농업인에게서 무릎골관절염은 삶의 질의 저하와 장애를 유발하며, 농작업과의 관련성이 높은 질환이다. 또한 도시보다 농촌에서, 남성보다 여성에서, 고학력자에 비해 저학력자에게서, 고소득자에 비해 저소득자에게서 높은 유병률을 보이고 있어 건강불평등(health inequality)을 보여주는 대표적인 질환이다. 무릎골관절염은 상당부분 예방가능한데, 대표적인 예방가능한 위험인자(preventable risk factors)는 비만, 운동, 무릎부하감소다. 또한 무릎골관절염 환자들은 골다공증(osteoporosis), 근감소증(sarcopenia), 비만(obesity) 등을 동반하고 있는 경우가 많다. 따라서 농업인의 무릎골관절염을 예방하기 위해 농작업 신체부담개선장비의 도입, 농업인의 운동프로그램 활성화가 전면적으로 실시될 필요가 있다. 농업인 무릎골관절염 예방사업을 추진하기 위해서는 농업인 무릎골관절염의 특성, 유병률, 위험인자, 예방방법의 효과 등에 대한 근거가 뒷받침되어야 한다. 따라서 본 연구는 농업인을 대상으로 하는 무릎골관절염 역학 연구를 통해 농업인 무릎골관절염의 특성과 작업관련요인을 규명하는 것을 목적으로 한다.

연구대상

2013년부터 2015년까지 총 17개 단위지역 585명이 전남농업안전보건센터의 무릎골관절염 코호트에 참여의사를 밝혔다. 이 지역의 대부분은 조선대학교병원 직업환경의학과가 2006년부터 농작업안전 모델시범사업에 참여해왔던 곳으로 연구팀과 사전에 충분한 신뢰관계가 형성되어 왔던 곳이다.

※ 지역별로는 10개 시군의 19개면, 2개 작목반 (감, 양파)으로 구성됨

코호트 등록을 위해 총 585명의 인적사항이 파악되었으나, 일부 탈락자가 발생하여 최종적으로 코호트 등록자는 550명으로 확정하였다. 탈락사유는 MRI촬영 전 무릎관절치환술, 또는 수술예정인 상태로 확인되었거나(17건), 본인의 사정에 의해 철회한 경우(17건), 농업에 종사하지 않은 경우로 확인된 경우(1건)가 있었다.

농업인 코호트 최종등록자는 남자 267명, 여자 283명으로 총 550명이며, 등록당시 나이를 기준으로 최소 30세에서 최대 78세였다.

표 1-1. 전남 농업인 무릎골관절염 코호트의 구성

지역	성별		나이 (세)					전체
	남자	여자	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	
강진군 성전면	11	15	1	2	10	12	1	26
고흥군 포두면	6	3	3	3	3			9
고흥군 동강면	17	11	1	4	11	11	1	28
광산구 송산동	22	19		6	18	17		41
구례군 토지면	4	3				2	5	7
남구 승촌동	18	29		9	38			47
순천시 상사면	22	30		7	23	17	5	52
영광군 법성면	9	15		8	6	8	2	24
장성군 북일면	11	15	1	9	4	11	1	26
함평군 감작목반	19	1		2	5	10	3	20
함평군 나산면	17	36	1	8	11	17	16	53
함평군 양파작목반	5	1			2		4	6
함평군 자풍리	10	16		3	9	11	3	26
화순군 화순읍 등	38	31	2	9	31	25	2	69
화순군 도곡면	16	16	2	12	14	4		32
화순군 춘양면	39	39	3	10	43	21	1	78
화순군 한천면	3	3		2	1	3		6
합계	267	283	14	94	229	169	44	550



그림 1-1. 농업인 무릎골관절염 코호트 대상자들의 거주지 분포

최종적으로 확정된 코호트등록자 550명은 설문조사, 무릎엑스레이촬영, 무릎MRI촬영을 완료하였다. 550명 중에서는 근력검사, 골밀도검사, 전하지방사선촬영(whole leg view)가 촬영되지 않은 경우가 생겼다. 근력검사는 통증이나 불편함, 관절의 움직임의 제한 등으로 검사를 시행하기 어려운 경우가 많았고, 골밀도검사를 받기 어려운 경우도 있었다. 또한 일부 설문문항이 누락된 경우도 있었다.

표 1-2. 농업인 무릎골관절염 코호트의 정밀검진항목별 시행률

정밀검진항목	시행건수	탈락건수	시행률(%)
Knee series	550	0	100%
Both Knee MRI	550	0	100%
설문조사	550	0	100%
골밀도검사	545	5	99.1%
근력검사	513	37	93.3%
2기 추적검사	228	322	41.5%

연구방법

1. 방사선학적 무릎관절염의 평가

방사선학적 무릎관절염의 평가를 위해서 Kellgren-Lawrence grade를 가장 흔하게 쓴다. 이 측정도구는 JH. Kellgren과 JS. Lawrence가 1957년에 류마티스학회지(Ann. rheum. Dis)에 발표한 “Radiological assessment of osteoarthritis”라는 논문으로부터 출발한다.¹⁾ Kellgren과 Lawrence는 1952년부터 탄광부들의 근골격계질환에 주목하여 관련 논문을 발표한 적이 있다.²⁾³⁾⁴⁾ 이 연구에서 탄광부에게서 관절염이 얼마나 많이 발생하는지 규명하기 위해 비-탄광부(육체노동자와 사무직)로 구성된 대조 집단을 두고 발생률을 조사하였다. Kellgren-Lawrence의 이러한 연구는 최초의 직업성 근골격계질환이라고 볼 수 있었다. 이들은 탄광부의 관절염을 평가하기 위해 X-ray를 촬영하였는데, 판독 시 판독자간 오차의 가능성을 고려하여 4명의 판독자를 두고 판정하였고, 처음에는 관절염의 단계를 3단계로 구분하여 판정하였다. 판정자간 오차에 대한 고려는 논문에도 언급되어 있다시피 탄광부의 진폐증을 진단하기 위해 X-ray를 촬영하였을 때, 판독자간 오차가 많았다는 점을 이미 알고 있었기 때문인 것으로 보인다.

이러한 배경 하에서 현재 우리가 사용중인 5단계로 구분된 최초의 Kellgren-Lawrence grade(이하 KL grade)가 만들어졌다. 5단계는 None(0), Doubtful(1), Minimal(2), Moderate(3), Severe(4)였고, 이중 2단계는 관절염이라고 분명하게 정리내릴 수 있는 상태라고 하였다. 그리고 주요 관절염 소견으로 골극의 생성, 관절간격의 감소, 관절주변의 이소골, 결화성벽을 가진 작은 가낭종, 골끝부위의 모양의 변화 등을 고려해야할 특징으로 언급하였다. 당시 X-ray 촬영은 체중부하에 대한 고려가 없었고, 전후면사진 1장만 촬영하였다. 평가결과 무릎관절의 경우 판정자간 상관계수는 0.83, 판정자내 상관계수는 0.83로 우수하다고 판정하였다. 그러나 1957년의 논문에서는 여러 관절에 대한 일반적인 특징을 포괄적으로 설명했기 때문에 무릎관절염에 대한 평가기준은 불명료한 부분이 많았다.

1) KELLGREN JH, LAWRENCE JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis. 1957 Dec;16(4):494-502.

2) LAWRENCE JS, AITKEN-SWAN J. Rheumatism in miners. Part I: Rheumatic complaints. Br J Ind Med. 1952 Jan;9(1):1-18.

3) KELLGREN JH, LAWRENCE JS. Rheumatism in miners. II. X-ray study. Br J Ind Med. 1952 Jul;9(3):197-207.

4) LAWRENCE JS. Rheumatism in coal miners. III. Occupational factors. Br J Ind Med. 1955 Jul;12(3):249-61.

KL grade가 역학연구에서 본격적으로 사용되기 시작한 것은 프래밍햄 무릎골관절염 연구에서였다. 1987년에 발표된 Felson 등의 논문에서는 KL grade를 보완하여 1963년에 발표된 표준방사선 사진⁵⁾을 기준으로 판단하였다. 판정자간 오차를 줄이기 위해 내측과 외측의 골극, 관절간격감소, 골경과, 골낭종에 대해 없음(0), 의심됨(1), 있음(2)이라는 3단계의 평가기준을 설정하고 판독하게 한 후 KL grade에 적용하는 방법을 사용하였다. 제시된 기준을 영문 그대로 나타내면 다음과 같다.

0 = absent,

1 = questionable osteophyte, with normal joint space,

2 = definite osteophytes, with possible joint space narrowing,

3 = definite joint space narrowing, with moderate multiple osteophytes and some sclerosis, and

4 = severe joint space narrowing, with cysts, osteophytes, and sclerosis present.

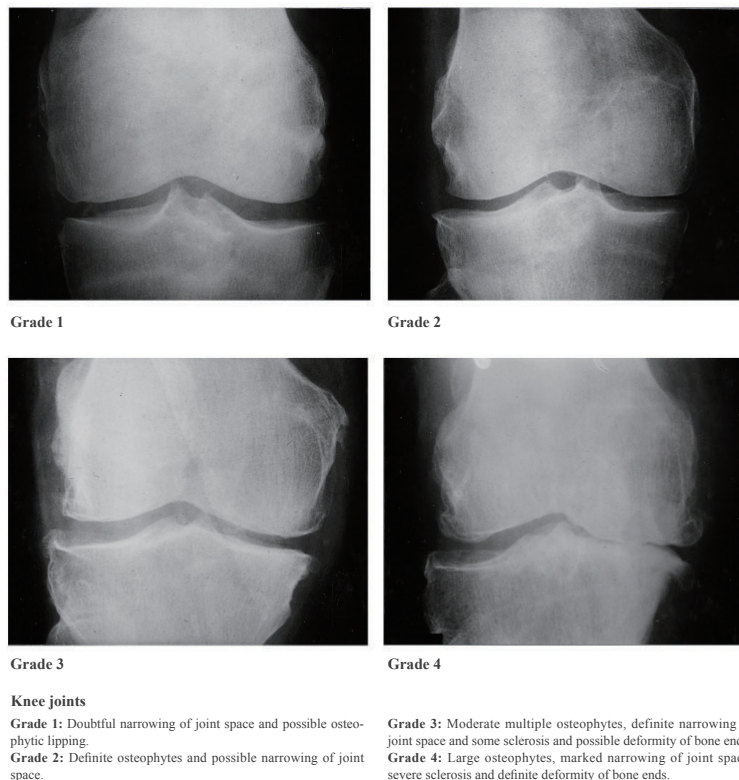
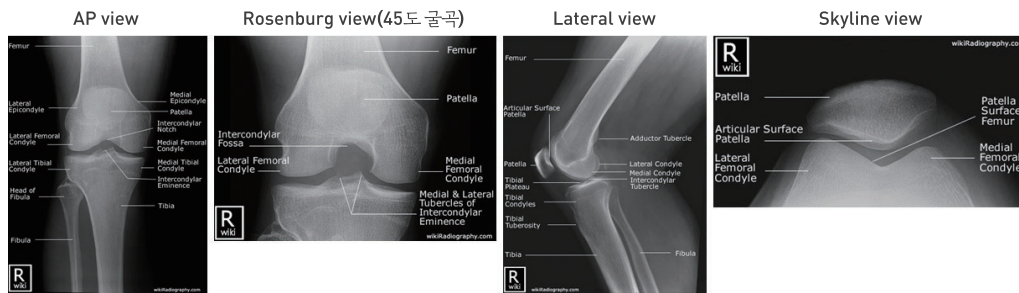


그림 1-2. Kellgren-Lawrence에 의한 방사선학적 무릎골관절염 판정 아클라스

5) The Epidemiology of Chronic Rheumatism, Atlas of Standard Radiographs. Vol. 2. Oxford, Blackwell Scientific, 1963. https://doi.org/10.1093/rheumatology/44.suppl_4.iv43

KL grade는 이후 세계보건기구에 의해 무릎골관절염을 평가하는 공식적인 도구로 인정되었고⁶⁾, 수술의 적응증이나 보험의 기준으로 널리 사용되었다. 그러나, 무릎골관절염 역학연구에서 KL grade에 대한 세부적인 설명이 다르다는 문제제기가 꾸준히 있어왔다. 1977년에 Lawrence가 제시한 설명에서도 grade 2를 명확한 골극은 있으나, 관절간격은 손상되지 않은(definite osteophyte, joint space unimpaired)라는 모호한 표현을 사용함으로써⁷⁾ 혼란이 가중되었다. 이러한 설명에 따라 판독자들 간에 오차의 크기도 달라질 수 있다는 점이 인식되기 시작하였고 2008년에는 여러 무릎골관절염 역학연구에서 KL grade의 세부정의를 다르게 사용하고 있으므로 통일이 필요하다는 논문이 발표되기도 하였다.⁸⁾



- 1 AP, Rosenberg view 중 더 심한 view를 기준으로 판정한다. Osteophyte, Joint space narrowing, osteosclerosis 순으로 확인한다.
- 2 Lateral view는 골극으로 오해될 수 있는 accessory bone을 확인하거나, JSN이 모호할 때 확인을 위해 사용한다.
- 3 Skyline view는 tibiofemoral OA 확인을 위해서는 참고하지 않는다.

그림 1-3. Knee series와 판정방법

KL grade에 따른 무릎골관절염의 평가에 있어 판독자간 오차를 초래하는 몇가지 요소가 있다. 첫 번째는 『명확한 무릎골관절염의 소견으로 관절간격감소와 골극은 같은 부위에 동반되어 있어야 하는가?』에 관한 것이다. 경우에 따라 관절간격없이 큰 골극이 발견되는 경우도 있고, 골극없이 관절간격감소가 관찰되는 경우도 있다. 골극이 없는 관절간격의 감소는 최근 급격하게 진행된 관절염의 소견일 수 있으며, 실제 MRI 상 연골판이나 연골의 손상이 확인되는 경우도 흔하다. 두 번째 쟁점은 『"Doubtful" 관절간격감소의 의미이다. '의심'이라는 개념차이가 관찰자마다 다른 판단을 할 수 있음을 내포하고 있으며, 어느 정도의 관절간격의 감소를 이상 소견이라고 할 수 있을 것인가』에 대한 판단이 필요하다. 이를 위해 정상적인 무릎관절사이 간격에 대한 기준이 제시되어야 하나, 무릎관절간격은 연령이나 비만도에 따라 달라질 수 있으므로⁹⁾ 명확한 기준을 정하기는 어렵다. 세 번째 쟁점은 『경골 중앙의 골극(tibial spine osteophyte)도 관절

6) Croft P. An introduction to the Atlas of Standard Radiographs of Arthritis. Rheumatology (Oxford). 2005 Dec;44 Suppl 4:iv42.

7) Lawrence JS. Rheumatism in populations. London: W.M. Heinemann Medical Books, 1977

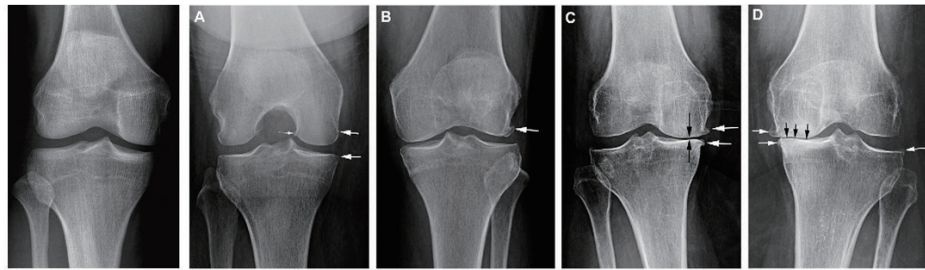
8) Schiphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2008 Jul;67(7):1034-6.

9) Komatsu D, Hasegawa Y, Kojima T, Seki T, Ikeuchi K, Takegami Y, Amano T, Higuchi Y, Kasai T, Ishiguro N. Validity of radiographic assessment of the knee joint space using automatic image analysis. Mod Rheumatol. 2016 Sep;26(5):761-6.

염의 골극에 해당되는 것인가?』라는 점이다. Kellgren-Lawrence의 1957년 원저를 보면 “The formation of osteophyte on the joint margins or in the case of the knee joint on the tibial spines”이라고 언급되어 있다. 반면 2007년 “Atlas of individual radiographic features in osteoarthritis, revised”¹⁰⁾에는 변연부의 골극(marginal osteophyte)만 표준필름(standard film)이 제시되어 있고, 2016년 “Imaging for osteoarthritis”에는 아래와 같이 notch osteophyte는 고려하지 말하는 언급이 있다. 뼈가 자라나는 것(spur)은 인대와 힘줄의 견인에 의하거나, 염증에 의한 것도 있으며, 이는 골연골에 가해진 자극에 의해 골막(periosteum)에서 생성된 골극과 구분되므로 변연부의 골극만 반영하는 것이 합당하다는 의견이 지배적이다.¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾

방사선학적 무릎골관절염의 진단에서 촬영방법도 진단의 차이를 가져올 수 있는 중요한 요소다. 체중 부하에 따른 차이도 있으나, 무릎굽힘 각도에 따라서도 차이를 보일 수 있다. 대체로 체중부하를 고려하여 무릎을 펴고 선 자세에서 전후면 사진을 촬영하는 것이 일반적이다. 무릎관절의 후방에 관절염이 진행된 경우에는 무릎을 펴고 선 자세보다는 무릎을 45도 굽힌 후 후전면으로 촬영한 로젠버그뷰(Rosenburg view)에서 더 잘 발견된다.¹⁶⁾¹⁷⁾ 따라서 선 자세의 전후면 사진과 함께 로젠버그뷰를 함께 촬영할 경우 무릎골관절염의 상태를 더 민감하게 확인할 수 있다. 대규모 역학연구에서 촬영횟수를 1가지로 제한해야 할 경우, 반굴곡 촬영(semi-flexed view)가 사용되기도 한다.¹⁸⁾

-
- 10) Altman RD, Gold GE. Atlas of individual radiographic features in osteoarthritis, revised. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15 Suppl A:A1-56.
- 11) Lawrence JS, Bremner JM, Bier F. Osteo-arthrosis: prevalence in the population and relationship between symptoms and X-ray changes. *Ann Rheum Dis*1966;25:1-23.
- 12) van der Kraan PM, van den Berg WB. Osteophytes: relevance and biology. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007 Mar;15(3):237-44.
- 13) Donnelly S, Hart DJ, Doyle DV, Spector TD. Spiking of the tibial tubercles---a radiological feature of osteoarthritis? *Ann Rheum Dis*. 1996 Feb; 55(2): 105-108.
- 14) van Sasse JLCM, van Romundle LKJ, Cats A, Vandenbrouke JP, Valkenburg HA. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis*1989;48:271-80.
- 15) Nagaosa Y, Lanyon P, Doherty M. Characterisation of size and direction of osteophyte in knee osteoarthritis: a radiographic study. *Ann Rheum Dis*. 2002 Apr;61(4):319-24.
- 16) Babatunde OM, Danoff JR, Patrick DA Jr, Lee JH, Kazam JK, Macaulay W. The Combination of the Tunnel View and Weight-Bearing Anteroposterior Radiographs Improves the Detection of Knee Arthritis. *Arthritis*. 2016;2016:9786924.
- 17) Duncan ST, Khazzam MS, Burnham JM, Spindler KP, Dunn WR, Wright RW. Sensitivity of standing radiographs to detect knee arthritis: a systematic review of Level I studies. *Arthroscopy*. 2015 Feb;31(2):321-8.
- 18) Roux CH, Mazieres B, Verrouil E, Rat AC, Fardellone P, Fautrel B, Pouchot J, Saraux A, Guillemin F, Euller-Ziegler L, Coste J. Femoro-tibial knee osteoarthritis: One or two X-rays? Results from a population-based study. *Joint Bone Spine*. 2016 Jan;83(1):37-42.



	grade 0	grade 1	grade 2	grade 3	grade 4
K/L grade	No JSN or reactive changes	Doubtful JSN with possible marginal osteophytic lipping (>1mm) (note: notch osteophyte not considered)	Definite marginal osteophytes (at least one) with possible JSN *isolated definite JSN	Moderate osteophytes, definite JSN, some sclerosis, possible bone-end deformity	Large osteophytes, marked JSN (bone to bone contact), severe sclerosis, definite bone ends deformity
IKDC *		4-mm (Comparison of on Both knee)	2- to 4-mm	< 2-mm	

그림 1-4. KL grade의 판정기준

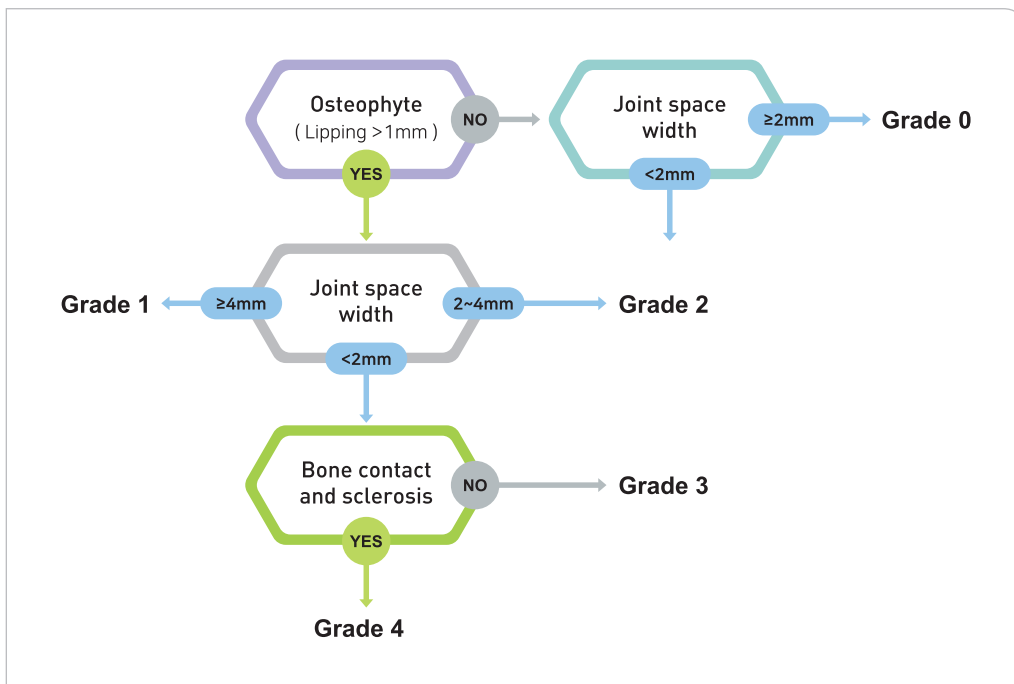


그림 1-5. KL grade 판정을 위한 알고리즘

2. 무릎 MRI의 평가

방사선촬영이 제한적인 수준에서 관절염을 평가하는 도구였다면, MRI는 방사선촬영에서 보여주지 못하는 무릎관절의 연부조직을 입체적으로 보여준다는 점에서 무릎골관절염 연구의 혁신적인 도구로 떠올랐다. 방사선촬영이 2차원의 평면에서 골의 형태, 그리고 관절사이의 빈공간을 탐색하였기 때문에 실제 무릎골관절염의 다양한 변화를 알 수 없었지만, 무릎골관절염의 개념을 단순화할 수 있었고, 이러한 단순화는 연구자나 임상가들이 KL grade와 같은 단순한 평가도구로 질병의 중등도에 대한 소통을 가능하게 하였다. 반면 MRI는 거의 실제와 흡사한 무릎관절의 모든 것을 보여주었으나, 오히려 그렇기 때문에 학문적, 임상적 소통이 어려워졌다. 몇몇 연구에서 무릎MRI에 기반한 무릎골관절염의 판정기준을 제시하고 있지만, 아직까지 MRI를 기반으로한 무릎골관절염의 공인된 평가기준은 없다. MRI를 통한 무릎관절의 다양한 형태학적인 측면에 대해 중요한 개념을 추출하고, 그러한 개념을 정량화해보기 위한 시도가 꾸준히 하게 이루어지고 있다. 이러한 가운데 무릎골관절염의 역학연구에서 널리 사용되고 있는 평가방법은 반정량적인 점수화도구(semi-quantitative scoring system)이다.¹⁹⁾²⁰⁾ 대표적으로 WORMS (whole-organ MR imaging score), BLOKS (Boston-Leeds osteoarthritis knee score), MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score) 등이 있다. 이 도구들은 무릎골관절염의 중요한 형태학적 특징인 연골의 손상, 연골판의 손상, 골의 부종, 골의 낭종, 활액낭의 비후나 염증, 십자인대의 손상, 골극의 형성, 골 변형 등의 요소를 설정하고, 이러한 요소들의 퇴행성단계를 적게는 3단계에서 많게는 7단계까지 설정하여 평가하는 체계이다.

19) Hunter DJ, Zhang W, Conaghan PG, Hirko K, Menashe L, Reichmann WM, et al. Responsiveness and reliability of MRI in knee osteoarthritis: a meta-analysis of published evidence. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011

20) Hunter DJ, Zhang W, Conaghan PG, Hirko K, Menashe L, Li L, et al. Systematic review of the concurrent and predictive validity of MRI biomarkers in OA. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011

표 1-3. 무릎 MRI의 반정량적 평가방법 비교

	BLOKS ²¹⁾	WORMS ²²⁾	MOAKS ²³⁾
골병변	9개의 구역에서 BML의 부피에 따라 0~3점을 부여. 같은 구역 내 각각의 BML이 별개의 점수를 가짐	구역별로 BML 크기(size)/부피(volume)에 따라 0~3점을 부여. 같은 구역내 BML이 여러개 일 경우 총 %로 합산하여 평가	BML점수화를 위해 기준점을 같은 구역내 BML을 합산하여, 10~85% to 33~66%로 설정하였고, 병변의 개수를 파악함
연골	부위별로 전층연골소실의 크기와 %를 평가	부위별로 연골소실의 단계 0~6점	부위별로 전층연골소실, 표층연골소실의 크기와 %로 점수화
골극	12 부위에서 크기에 따라 0~3점으로 점수화	16 부위에서 크기에 따라 0~7점으로 점수화	No change
활액막염	Score of 0~3 applied for synovial volume 활액낭의 부피에 따라 0~3으로 점수화	삼출액과 활액낭염을 묶어서 점수화	Hoffa's fat pad의 신호강도에 따라 0~3점을 부여하여 "Hoffa-synovitis"영역을 추가함
삼출액	삼출액의 크기에 따라 0~3점 부여	삼출액의 크기에 따라 0~3점 부여	평가기준은 같으나, "Effusion-synovitis"라고 이름을 명명함
연골판돌출	0~3점, 4개 부위에서	Not scored	BLOKS와 같음
연골판파열	파열유형, 6개 구역에서 파열유무를 점수화하여 퇴행성변화를 판단	내측와 외측, 앞쪽, 중앙, 뒤쪽 연골판으로 구분하여 연골판 손상의 단계를 0~4점으로 분류.	WORMS에서 연골판비후, 부분적 짓무름(partial maceration), 부분적 짓무름의 진행(progressive partial maceration)이 추가됨

21) Hunter DJ, Lo GH, Gale D, Grainger AJ, Guermazi A, Conaghan PG. The reliability of a new scoring system for knee osteoarthritis MRI and the validity of bone marrow lesion assessment: BLOKS (Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score). Ann Rheum Dis 2008;67(2):206-211.

22) Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2004;12(3):177-190.

23) Evolution of semi-quantitative whole joint assessment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score). Osteoarthritis and Cartilage. Volume 19, Issue 8, August 2011, Pages 990-1002

농업인 무릎골관절염 코호트연구에서는 무릎MRI를 평가하기 위한 기본도구로 MOAKS를 사용하였다. MOAKS의 판정구조는 다음과 같다.

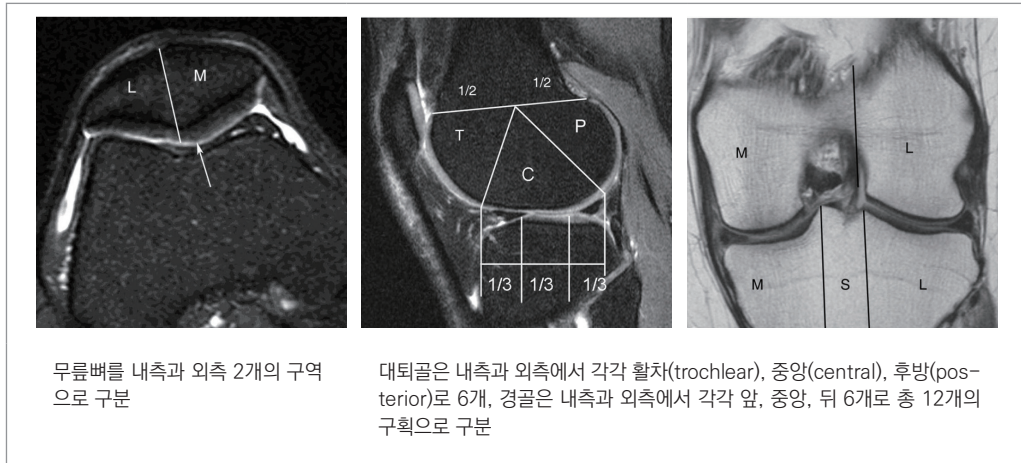


그림 1-6. 평가를 위한 14개의 세부구역

세부평가항목

(1) 골부종(Bone marrow lesions, BMLs)과 골낭종(cysts)

낭종과는 별개로 BML의 부피백분율은 4등급으로 구분한다. 없음은 0, <33%는 1, 33~66%는 2, >66%는 3점이다. 골부종이 한 구역에서 여러 개일 경우 하나로 합산하여 코딩한다. 세부구역(subregion) 별로 BML의 수를 적고, 낭종과 구별되는 BML의 %를 코딩한다. 만약 BML과 관련이 없는 곳에 골낭종이 있다면 낭종은 BML 대비 0이 되며, 대조적으로, BML이 cyst를 전혀 포함하지 않으면, BML 대비 낭종의 점수는 3점이 된다.

(2) 관절연골(articular cartilage)

각각의 세부구역별로 관절연골의 손상의 면적과 깊이로 구분하여 평가한다. 없음은 0. 연골표면 면적 중 손상면적이 <10%이면 1, 10~75%면 2, >75%이면 3 등급을 부여한다. 연골의 전층손상 (full thickness cartilage loss)도 마찬가지로 없음은 0. 연골표면면적 중 손상면적이 <10%이면 1, 10~75%면 2, >75%이면 3 등급을 부여한다.

(3) 골극(osteophyte)

관절염이 있는 관절의 변연부에서 자라나는 뼈-연골조직을 말하며, 12개의 세부위치에서 평가한다. 세부위치는 대퇴골의 전면부의 내측과 외측, 대퇴골의 후면의 내측과 외측, 대퇴골의 중앙부의 내측과 외측, 슬개골의 위, 아래, 내측, 외측, 그리고 경골은 내측과 외측이다. 없음은 0, 작음은 1, 중간은 2, 큼은 3 등급으로 평가한다. 골극 등급을 평가할 수 있도록 표준사진이 제시되어 있다.

(4) 호파 활액막염(Hoffa's synovitis)과 삼출 활액막염(effusion synovitis)

호파활액막염은 MOAKS에서만 특별하게 반영된 항목이다. 이는 T2/PD/IW-w ft suppressed 시퀀스에서 신호음영이 증가한 경우로 정의한다. 없음 0, 가벼운 1, 중간 2, 심한 3 등급으로 구분하였다. 삼출 활액막염은 관절강내 고강도음영을 보이는 부분으로 평가하는데, 조영제를 사용하지 않은 상태에서는 활액막의 비후인지, 삼출액인지 정확하게 구분하기 어렵다. 없음(생리적 수준에서의 양) 0, 작음(슬개골 뒷 공간에서만 지속적으로 저류됨) 1, 중간(상부슬개골의 활액낭을 약간 볼록하게 함) 2, 큼 (관절낭이 부풀어 오른 증거가 있음) 3 등급으로 구분하여 판정한다.

(5) 연골판(meniscus)

연골판은 돌출(extrusion)과 모양(Morphology)을 평가한다. 돌출은 관상면(coronal)의 영상에서 내측과 외측의 돌출 등급, 내측과 외측의 시상면(sagittal)에서 각각 앞쪽으로 돌출 등급을 평가하며, <2mm는 0, 2~2.9mm는 1, 3~4.9mm는 2, >5mm는 3으로 판단한다. 연골판의 모양은 단순신호음영, 수직파열, 수평과 방사형파열, 복합파열, 뿌리파열(후근), 부분적인 짓무름(maceration), 진행된 부분적인 짓무름, 완전한 짓무름(complete maceration), 연골판낭종, 연골판의 비후에 대해 각각 유무를 판단한다.

(6) 인대와 힘줄, 기타 관절주변조직의 병변 등을 평가한다.

MOAKS는 기존 연구에서 관절염골 평가의 관찰자내 가중치 Kappa값이 0.71~0.95, 관찰자간 가중치 Kappa값은 0.70~0.80수준을 보였으며, BML은 관찰자내 가중치 Kappa값이 0.75~1.00, 관찰자간 가중치 Kappa값은 0.75~1.00수준을 보였다.

3. 운동역학

1) 운동역학의 연구방법

인간의 움직임 때 발생하는 내부의 힘과 외부의 힘을 정량적으로 평가할 수 있는 학문이다. 힘은 내적인 힘(internal force)과 외적인 힘(external force)으로 나뉘어 질 수 있다. 내적인 힘은 신체의 근육에서 만들어지는 힘이며, 외적인 힘은 신체분절의 질량, 물건을 들었을 때의 중력, 지면에서 작용하는 반작용력 등이다. 이러한 힘은 신체를 움직이게 하거나 안정화 시키지만 신체 변형이나 손상도 줄 수 있다. 운동역학은 이러한 정보를 토대로 인간의 기본적인 움직임 기전을 이해하고 기능적 진단과 평가, 신체변형이나 손상을 최소화 할 수 있는 효율적인 움직임을 예측할 수 있다. 인간의 움직임은 단순히 하나의 관절에서 일어나는 것이 아니라 여러 관절과 조직들의 상호작용에 의해서 일어난다. 이러한 움직임 분석은 힘에 대한 기본적인 평가를 통해 시작하고 강체(rigid body)분절에 작용한 힘들의 영향을 연구하는 것으로 단순화한다. 즉 운동역학적 방법을 통한 움직임 분석은 최소한의 노력으로 최대의 효과를 얻기 위한 연구영역이다. 운동역학의 최근 연구 동향은 근전도(EMG), 초고속 카메라, 지면반력 시스템 등의 측정장비 발달로 인체 동작의 기본 원리 및 효율성에 대한 인체공학적인 연구와 움직임의 세밀한 분석연구까지 다양화 되고 있다. 예로 보행 시 무릎 관절반작용력과 근육에 의해 생산된 최종적인 토크는 관절의 뒤틀림, 전단력(shearing force)을 예측하여 무릎관절의 손상기전을 파악할 수 있으며, 이를 통해 장비를 이용한 보호 기전을 제시하고 운동방법 등을 제시 할 수 있다.

2) 무릎골관절염 환자들에 대한 운동역학연구

medial knee OA에서 보행의 변화

검은색화살표는 질병이 진행됨에 따라 개인간 차이를 회색화살표는 시계열적 연구에서 관절염의 진행과 관련된 보행관련 인자(gait parameter)를 의미한다. 입각기(early stance)에서 KAM의 증가가 뚜렷해지고, heel strike 시 Flexion moment의 증가가 나타난다.²⁴⁾

External adduction moment(EAM)은 peak medial forces와 높은 상관관계를 갖기 때문에, EAM은 내측 무릎부하의 surrogate 역할을 한다.²⁵⁾ KAM은 무릎의 내반변형(varus deformity)이 증가할수록 커지는데, 이는 내반슬에서의 동적인 움직임이 무릎의 내측부하에 얼마나 기여하는지를 보여준다.²⁶⁾

또한 이를 근거로 Lateral wedging foot wear 가 peak EKAM을 감소시켜 무릎골관절염의 악화를 예

24) Favre J, Jolles BM. Gait analysis of patients with knee osteoarthritis highlights a pathological mechanical pathway and provides a basis for therapeutic interventions. EFORT Open Rev. 2016;1(10):368-374. Published 2016 Oct 26. doi:10.1302/2058-5241.1.000051

25) Kutzner I, Trepczynski A, Heller MO, Bergmann G. Knee adduction moment and medial contact force--facts about their correlation during gait. PLoS One. 2013;8(12):e81036. Published 2013 Dec 2. doi:10.1371/journal.pone.0081036

26) Foroughi N, Smith R, Vanwanseele B. The association of external knee adduction moment with biomechanical variables in osteoarthritis: a systematic review. Knee. 2009 Oct;16(5):303-9. doi: 10.1016/j.knee.2008.12.007. Epub 2009 Mar 24.

방시킬 것이라는 가설에 따라²⁷⁾ 무릎골관절염 환자들을 위한 깔창(inside)이나 신발(shoes)가 활용되기도 하였다.²⁸⁾

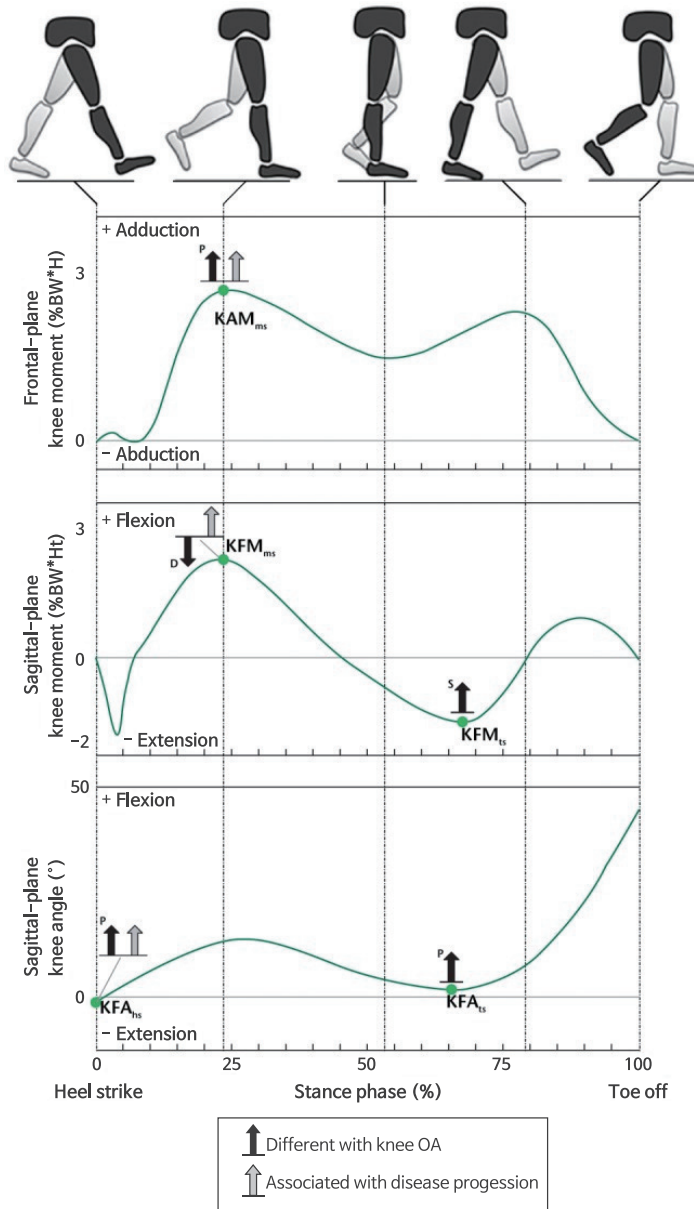


그림 1-7. 보행분석의 개요

27) Radzimski AO, Mündermann A, Sole G. Effect of footwear on the external knee adduction moment – A systematic review. *Knee*. 2012 Jun;19(3):163–75. doi: 10.1016/j.knee.2011.05.013. Epub 2011 Jul 5.

28) Xing F, Lu B, Kuang MJ, Wang Y, Zhao YL, Zhao J, Sun L, Wang Y, Ma JX, Ma XL. A systematic review and meta-analysis into the effect of lateral wedge arch support insoles for reducing knee joint load in patients with medial knee osteoarthritis. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Jun;96(24):e7168. doi: 10.1097/MD.00000000000007168.

다양한 작업자세를 고려하였을 때 EKAM, KFM을 분석한 연구가 있는데, 고도의 무릎굴곡작업자세를 취할 동안에는 KAM는 걸었을 때의 수준을 초과하지 않았으나, KFM가 3.33~12.6%BW*Ht로 중요한 요소였음을 보여준다.²⁹⁾

흥미로운 연구 중 직업적으로 30분간 쪼그려앉는 자세 후에 보행 시 KAM이 증가한다는 결과를 보고하였다. 이는 쪼그려 앉는 자세로 인해 보행을 시작할 때 vastus medialis의 활성화가 지연되었기 때문으로 설명하였다.³⁰⁾

측정 장비는 **고속카메라로 촬영한 영상분석과 지면반력기를 활용한 힘분석 및 근전도 기록을 분석**하여 인체 근육 내부의 활동을 분석한다. 고속카메라 영상분석법은 관찰 대상에 마커를 부착해서, 초당 60회 이상의 정밀한 영상 촬영을 통해, 그 대상의 위치, 속도, 방향 등의 특정 정보들을 측정 및 분석하며, 지면반력 시스템은 X, Y, Z축 상의 3개의 직교되는 힘 성분을 측정하고, 모멘텀 값을 포함한 총 6개의 데이터를 생성한다.

주요평가지표(mean, peak) :

Knee Compressive force (Tibifemoral joint force, Patellofemoral joint force), Knee Shear force(anterior shear force), Knee adduction moment, Ankle force, Hip force

29) Helen C. Chong, Liana M. Tennant, David C. Kingston, Stacey M. Acker, Knee joint moments during high flexion movements: Timing of peak moments and the effect of safety footwear, j.knee.2016.12.006.

30) The effects of a simulated occupational kneeling exposure on squat mechanics and knee joint load during gait. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1411529>



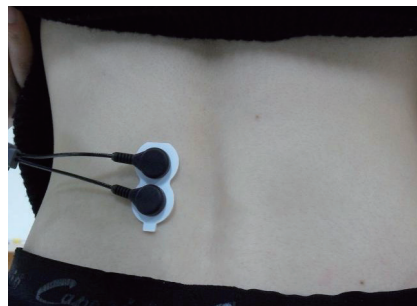
등속성근력측정장비



지면반력측정기기, 적외선영상기록장치



실험실의 측정 카메라



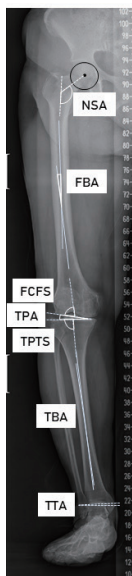
근전도 장비

그림 1-8. 무릎골관절염 환자들에 대한 운동역학연구 측정장비

4. 하지의 골격의 각도측정

Matsumoto가 2015년에 발표한 “A radiographic analysis of alignment of the lower extremities - initiation and progression of varus-type knee osteoarthritis” 라는 논문에 따르면, 일본 중년 여성들이 연령이 증가함에 따라 다리골격이 외반슬의 형태로 변화한다고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 변화가 한국 농업인에게서도 나타나는지 확인하고 이러한 변화가 무릎관절염의 어느 정도 기여하는지 파악하고, 이러한 변화를 유발하는 요인을 이해하기 위해 아래와 같이 총 8개의 각도를 측정하였다. 무릎관절염과 밀접한 관련성을 보이는 하지역학적 축(mechanical axis)을 측정하고, 하지역학적 축의 형성에 기여할 수 있는 7개의 각도를 측정하였다.

- 하지역학적축 MA(mechanical axis)
- 대퇴경부각 NSA(neck shaft angle)
- 대퇴골휨각 FBA(femoral bowing angle)
- 대퇴골-대퇴골과상돌기각 FCFS(femoral condylar-femoral shaft)
- 대퇴골-경골능선각 TPA(Tibial plateau angle)
- 경골-경골능선각 TPTS(tibial plateau-tibial shaft)
- 경골휨각 TBA(tibial bowing angle)
- 발목기울림각 TTA(tarsal tilt angle)



7 components of MA(mechanical axis)

- MA(mechanical axis)
- NSA(neck shaft angle)
 - FBA(femoral bowing angle)
 - FCFS(femoral condylar-femoral shaft)
 - TPA(Tibial plateau angle)
 - TPTS(tibial plateau-tibial shaft)
 - TBA(tibial bowing angle)
 - TTA(tarsal tilt angle)

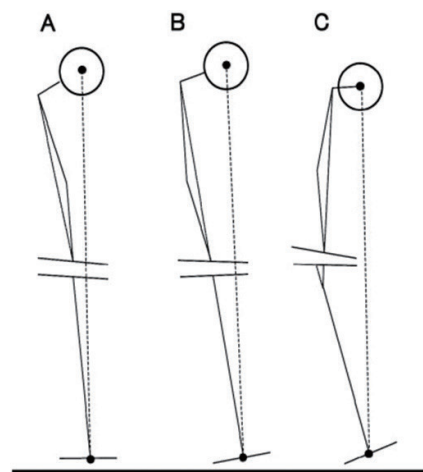


그림 1-9. 하지역학적축각도와 7가지의 세부구성요소

세부적인 측정방법은 아래 그림과 같다.

MA(mechanical axis)의 표준측정법 : Tibial spine center와 femur intercondylar notch center를 중심으로 측정한 결과가 약간의 차이가 있다. 따라서 2개의 선이 이루는 각도의 차이를 Cobbs method로 측정한다.

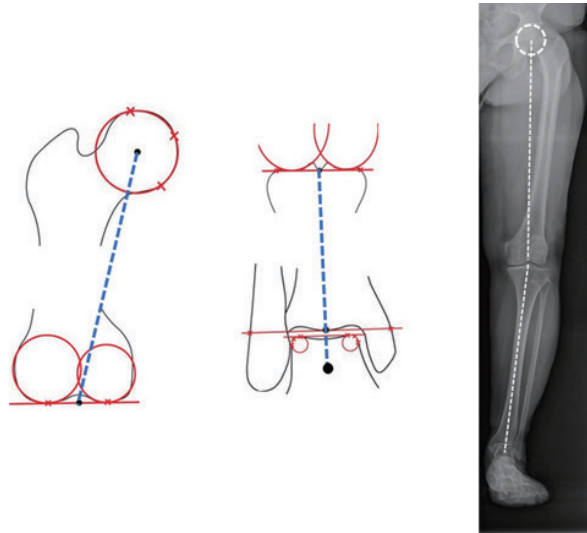


그림 1-10. MA(mechanical axis)의 측정방법

NSA(Neck shaft angle)의 표준측정법 : Femoral head의 중심에서 neck의 중심을 통과하는 선과 femur shaft의 중심을 지나는 선이 이루는 각도. Femur shaft의 중심을 지나는 선은 lesser trochanter 하단과 하단에서 5cm 아래 위치에서 중심부를 지나는 선을 greater trochanter쪽으로 연결하는 선이다.³¹⁾

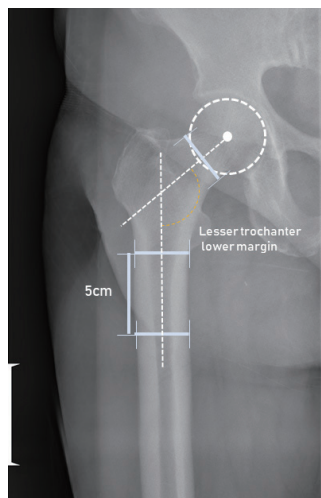


그림 1-11. Neck shaft angle의 측정방법

31) The femoral neck-shaft angle on plain radiographs: a systematic review. Skeletal Radiol. 2016 Jan;45(1):19-28

FCFS(femoral condylar-femoral shaft)와 TPTS(tibial plateau-tibial shaft)의 표준

측정법 : FCFS는 distal femur의 articular surface와 10cm 위치의 shaft 중앙에서 femur intercondylar notch center 사이로 이어진 선이 형성하는 각이다.

TPTS는 proximal tibia의 articular surface에서 distal로 10cm 위치의 shaft 중앙에서 Tibial spine center로 이어진 선이 형성하는 각이다. Lateral side로 벌어진 각도를 측정한다.

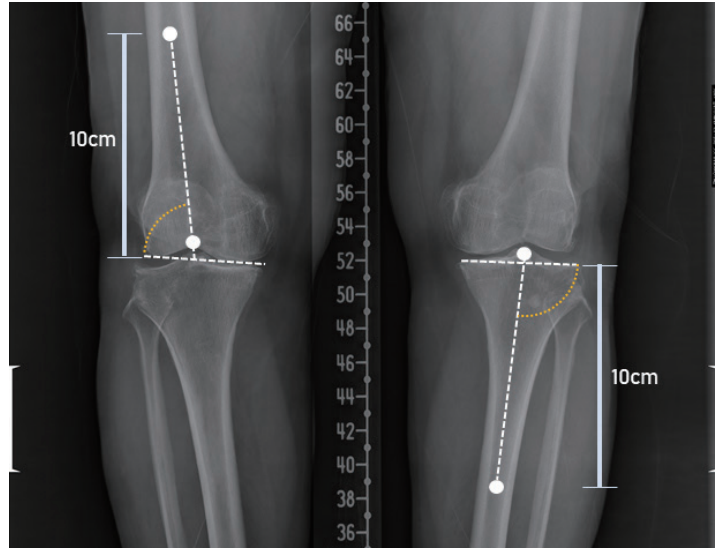


그림 1-12. FCFS(femoral condylar-femoral shaft)와 TPTS(tibial plateau-tibial shaft)의 측정방법

TPA(Tibial plateau angle)의 표준측정법 : Tibial plaeau를 연결하는 선을 기준으로 femoral condyle의 하단을 연결하는 선이 이루는 각도로 내측 관절염이 진행된 경우 +가 됩니다.

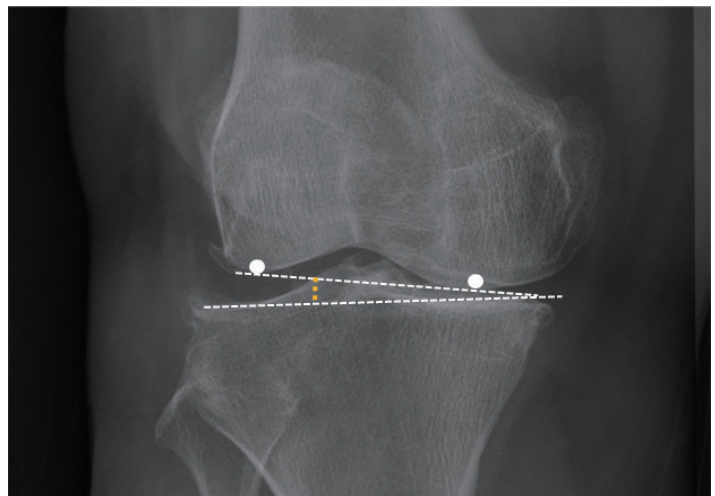


그림 1-13. TPA(Tibial plateau angle)의 측정방법

FBA(femoral bowing angle) TBA(tibial bowing angle)의 표준측정방법 : Tibia와 Femur의 상단과 하단의 5-10cm 위치에서 각각 선을 긋는다. Tibia와 Femur에서 각각, 2개의 선이 이루는 각도의 차이를 Cobbs method로 측정한다.

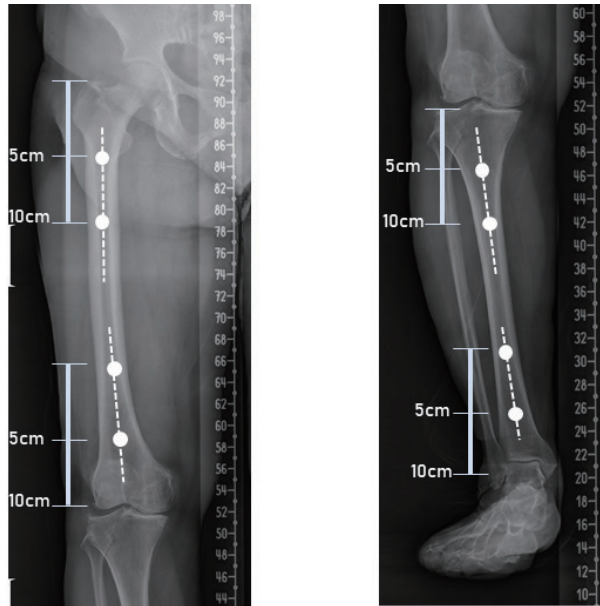


그림 1-14. FBA(femoral bowing angle)와 TBA(tibial bowing angle)의 측정방법

TTA(talar tilt angle)의 표준측정방법: Talar condylar의 상단을 연결하는 선이 수평선과 이루는 각도를 측정한다. 안쪽으로 벌어진 각도를 +(양수)로 한다

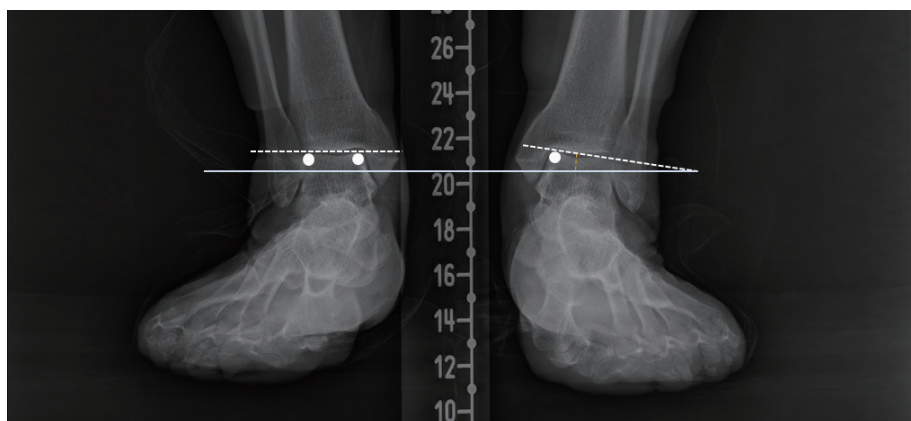


그림 1-15. TTA(talar tilt angle)의 측정방법

5. 척추골반지표의 측정

척추골반지표는 척추와 골반이 시상면과 측면에서 형성하는 각도들로 시상면에서는 측만증(scoliosis)을 측면에서는 전만증(kyphosis)이나 후만증(lordosis)를 확인한다. 이러한 변화는 압박골절, 요추의 퇴행성변화, 요추의 전위증과 같은 골의 변화로 인해 나타날 수 있으나, 요추를 형성하는 근육의 긴장과 이완에 따라 달라질 수 있다.

척추골반지표는 요통과의 연관성이 주목을 받아왔는데, 가령 pelvic incidence의 증가는 후관절(facet joint)의 골관절염이나 통증과 관련이 높은 인자로 알려졌다.³²⁾ 또한 요추의 후만이나 전만은 몸의 무게 중심을 변화시켜 이로 인해 관절부하를 변화시킬 수 있다는 측면에서 주목을 받았다.³³⁾ 이에 따라 본 연구에서는 기존 문헌을 검토하여 척추와 골반의 중요한 특성을 반영하는 7가지 변수를 계측하였으며 아래와 같다.

1. Pelvic Incidence (PI)
2. Sacral Slope (SS)
3. Pelvic Tilt (PT)
4. Lumbar Lordosis (LL) : Ssup-L5sup - lordosis angle(+)
5. Thoracolumbar junction(TLJ) : L2inf - T10sup - Kyphosis angle(+)
6. Thorasic kyphosis(TK) : T5sup - T12inf - Kyphosis angle(+)
7. Sagittal vertical axis (SVA) : mm(0.00)

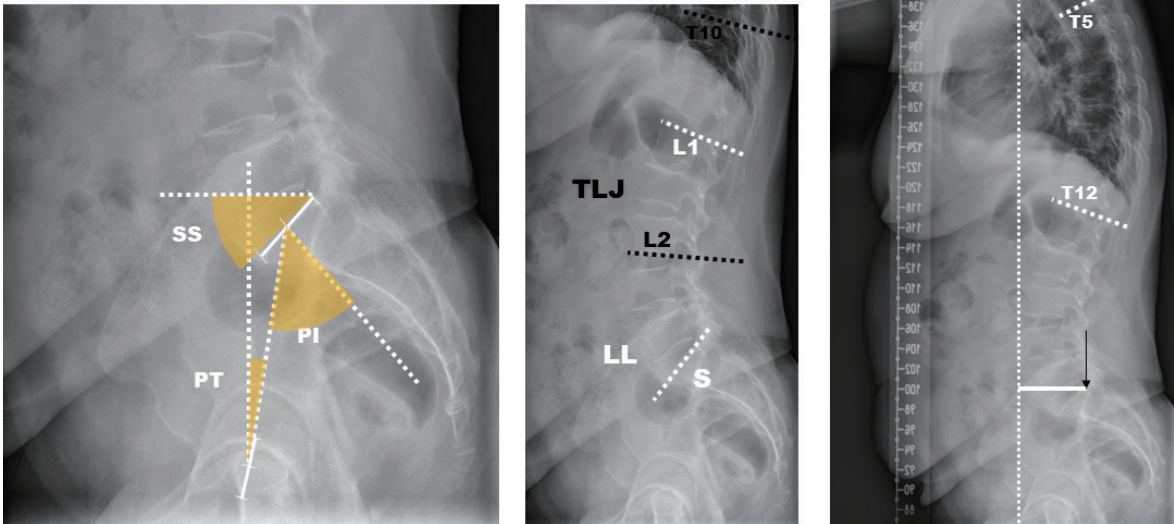


그림 1-16. 7가지 척추골반지표의 측정방법

32) Increased pelvic incidence may lead to arthritis and sagittal orientation of the facet joints at the lower lumbar spine. BMC Medical Imaging201313:34

33) Influence of spinal imbalance on knee osteoarthritis in community-living elderly adults. Nagoya J Med Sci. 2015 Aug; 77(3): 329-337.

2. 농업인 무릎골관절염의 업무관련성 연구결과

단면연구

550명의 농업인들이 본 코호트에 1차 등록하였으나, 아쉽게도 40세 이하는 숫자가 불충분하였고, 70세 이상의 경우 생존자효과(survival effect)가 커서 불가피하게 489명이 연구대상으로 선정되었다. 그러나 무릎방사선촬영, 자기공명영상촬영, 등속성근력, 하지역학적측, 골밀도 등과 함께 농작업시 부담 요인에 대한 광범위한 자료가 수집되어 다양한 방법으로 분석을 시행할 수 있었다. 이 연구는 단면연구라는 한계를 갖고 있으나, 한국농업인의 무릎관절염에 대한 다양하고 풍부한 정보를 제공하고 있다.

1. 농업인의 무릎골관절염의 작업관련 요인

1) 연구목적

농업인의 무릎골관절염의 특징과 위험요인을 파악하고자 한다.

2) 연구방법

전남농업인 코호트 중 40-69세에 해당하는 현재 농업에 종사하고 있는 농업인 489명을 대상으로 하였다.

무릎골관절염의 정의는 양측 대퇴경골관절을 Kellgren-Lawrence grade(이하 KL grade)를 기준으로 grade 2이상을 방사선학적 관절염으로 판단하였고, K-WOMAC 무릎통증척도에서 29.5점 이상인 경우를 무릎통증이 있는 것으로 정의하여 두 가지 기준을 모두 만족하는 경우로 하였다. 본 연구에서 무릎방사선 촬영은 양측 Knee series 총 8개의 영상을 판독하였으며, AP(전후면사진)와 Rosenberg view(무릎굴곡상 태에서 후전면 사진)을 기준으로 하되, Lateral view(측면사진)와 skyline view는 참고하였다

농작업에 의한 무릎부담요인을 들기 및 운반작업 부담을 반영한 누적들기시간(lifting time)과 무릎을 굽히는 작업자세 부담을 반영한 누적쪼그려앉기시간(squatting time)으로 구분하였다. 누적노출수준은 노출시간으로 환산하기 위해 객관식으로 범위의 중간값으로 계산하였다.

※ 누적들기시간(cumulative lifting time)에서 근로자의 1년 통상노동시간에 해당하는 2,000시간 미만을 기준값으로 하고 2,000시간~4,999시간, 5,000시간 이상으로 수준을 구분하였다. 누적쪼그려앉기시간(cumulative squatting time)은 근로자의 5년 통상노동시간에 해당하는 10,000시간 미만을 기준값으로 하고, 10,000~19,999시간, 20,000시간 이상으로 수준을 구분하였다.

표 2-1. Matrix for calculation of cumulative squatting or manual lifting time

Life time of task		Months per 1 year		Days per 1 week		Hours per day	
Criterion	Rating	Criterion	Rating	Criterion	Rating	Criterion	Rating
<5yr	2.5	<1m	0.5	<1d	0.5	<1h	0.5
5~9yr	7	1~<3m	2	1~2d	1.5	1~2h	1.5
10~19yr	14.5	3~6m	4.5	3~4d	3.5	3~4h	3.5
20~29yr	24.5	7~9m	8	5~6d	5.5	5~6h	5.5
30~39yr	34.5	9~12m	10.5	7d	7	7~8h	7.5
≥40yr	40					>8h	8

Cumulative squatting time = life time of task(years) × months per 1 year × days per 1 week × hours per day

Cumulative manual lifting time = life time of task(years) × months per 1 year × 4 × days per 1 week × hours per day

3) 연구결과와 시사점

- 본 연구에서 40대 농업인의 무릎골관절염은 남성 2.2%(1명), 여성 4.1%(2명)에서 확인되었다. 50대에서는 남성은 4.6%, 여성은 15.1%였으며, 60대에서는 남성은 9.3% 여성은 37.0%였다. 이러한 결과는 3,876명의 지역주민을 대상으로 하는 무릎골관절염 유병률이나 국민건강영양조사에서 확인된 일반인구집단의 무릎골관절염 유병률에 비해 크게 높은 것이다.
- 본 연구에서 농업인의 무릎골관절염은 성, 연령, 체질량지수, 과거 무릎손상 등과 같은 요인이외에도 농작업 관련 요인인 누적틀기시간과 쪼그려앉기작업시간과 유의한 관련성을 보였다. 이 연구결과는 무릎코호트등록과정에서 이미 무릎골관절염이 이미 진행되어 수술을 받은 다수의 농업인이 대상에서 제외되었음을 고려하였을 때 농작업과의 위험수준이 과소추정되었을 가능성이 높다.

표 2-2. Prevalence of knee osteoarthritis among participants

		Male (n=240)			Female (n=249)		
		40~49yr (n=45)	50~59yr (n=109)	60~69yr (n=86)	40~49yr (n=49)	50~59yr (n=119)	60~69yr (n=81)
(A) WOMAC ≥ 30	n	6	17	18	5	39	43
	%	13.3	15.6	20.9	10.2	32.8	53.1
(B) KL grade ≥ 2	n	3	22	23	9	41	58
	%	6.7	20.2	26.7	18.4	34.5	71.6
(A and B) SROA	n	1	5	8	2	18	30
	%	2.2	4.6	9.3	4.1	15.1	37.0

SROA: symptomatic and radiographic osteoarthritis

표 2-3. Association between symptomatic and radiographic knee osteoarthritis and major risk factors

Variables	total	non-SROA		SROA		p-value	
		n	%	n	%		
Sex	male	240	226	94.2	14	5.8	<0.001
	female	249	199	79.9	49	20.1	
Age (years)	<60	322	296	92.9	26	8.1	<0.001
	≥60	167	129	77.2	38	22.8	
BMI (kg/m ²)	<25	274	245	89.4	29	10.6	0.064
	≥25	215	180	83.7	35	16.3	
Education	≥high school	189	175	92.6	14	7.4	0.003
	<high school	300	250	83.3	50	16.7	
Family income (10,000won/annual)	≥5,000	125	111	88.8	14	11.2	0.468
	<5,000	364	314	86.3	50	13.7	
Previous Knee injury	no	344	306	89.0	38	11.0	0.039
	yes	145	119	82.1	26	17.9	
Agriculture career (years)	<10	83	77	92.8	6	7.2	0.174
	10~19	85	76	89.4	9	10.6	
	20~39	100	87	87.0	13	13.0	
	≥30	221	185	83.7	36	16.3	
Cumulative lifting time (hours)	<2000	156	147	94.2	9	5.8	0.001
	2,000~4,999	59	54	91.5	5	8.5	
	≥5,000	274	224	81.8	50	18.2	
Cumulative squatting time (hours)	<10,000	239	226	94.6	13	5.4	<0.001
	10,000~19,999	64	56	87.5	8	12.5	
	≥20,000	186	143	76.9	43	23.1	

p-value by chi-square test

표 2-4. Odds ratio of symptomatic and radiographic knee osteoarthritis according to major risk factors

Variables		Unadjusted		Adjusted*	
		OR	95 CI	OR	95 CI
Sex	male	1		1	
	female	4.06	2.18~7.56	4.66	2.29~9.48
Age(years)	<60	1		1	
	≥60	3.36	1.95~5.76	5.67	2.70~11.90
BMI(kg/m ²)	<25	1		1	
	≥25	1.64	0.97~2.79	2.32	1.25~4.30
Education	≥high school	1		1	
	<high school	0.40	0.21~0.75	0.91	0.40~2.07
Family income (10,000won/annual)	≥5,000	1		1	
	<5,000	0.79	0.42~1.49	1.23	0.56~2.70
Previous Knee injury	no	1		1	
	yes	1.76	10.2~3.03	2.12	1.13~3.97
Agriculture career (years)	<10	1		1	
	10~19	1.52	0.52~4.48	1.59	0.48~5.26
	20~39	1.92	0.70~5.29	1.01	0.31~3.35
	≥30	2.50	1.01~6.17	0.57	0.18~1.78
Cumulative lifting time (hours)	<2000	1		1	
	2,000~4,999	1.51	0.48~4.71	1.40	0.40~4.88
	≥5,000	3.65	1.74~7.64	2.86	1.22~6.69
Cumulative squatting time (hours)	<10,000	1		1	
	10,000~19,999	2.48	0.98~6.28	1.88	0.66~5.36
	≥20,000	5.23	2.72~10.06	3.86	1.68~8.84

* Adjusted by all variables

2. 농업인의 무릎반월상연골파열의 작업관련 요인

1) 연구목적

반월상연골파열은 기존연구에서 무릎관절염 진행의 주요한 위험인자로 알려져 있다. 농작업으로 인한 신체부담작업이 무릎의 반월상연골파열과 관련이 있는지 알아보려고 하였다.

2) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40~69세이면서 양측 무릎 MRI를 모두 촬영한 농업인 486명(남자 238명, 여자 248명)을 대상으로 하였다. 반월상연골파열의 유병률과 함께 무릎부담 농작업과의 관련성을 파악하였다. MRI상 반달연골의 파열소견을 내측(medial meniscus tear), 외측(lateral meniscus tear)으로 구분하였고, 2가지를 모두 포함한 전체반월상연골파열도 분석하였다. 각각의 파열을 종속변수로 하여 다양한 요인들과의 관련성을 다중로지스틱회귀분석으로 파악하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- + 본 연구대상자에서 전체반월상연골파열의 유병률은 남성의 경우 40~49세 26.7%, 50~59세 53.7%, 60~69세 58.8%였고, 여성의 경우 40~49세 36.7%, 50~59세 61.0%, 60~69세 84.0%였다.
- + 농작업 종사기간은 내측파열, 전체파열과 관련성을 보였고, 쪼그려 앉는 자세는 내측파열과 전체파열과 관련성을 보였다. 반면 중량물들기는 뚜렷한 관련성을 보이지 않았다. 이 결과는 MRI상 반달연골파열이 농작업, 특히 쪼그려앉기자세와 관련되어 있음을 보여준다.

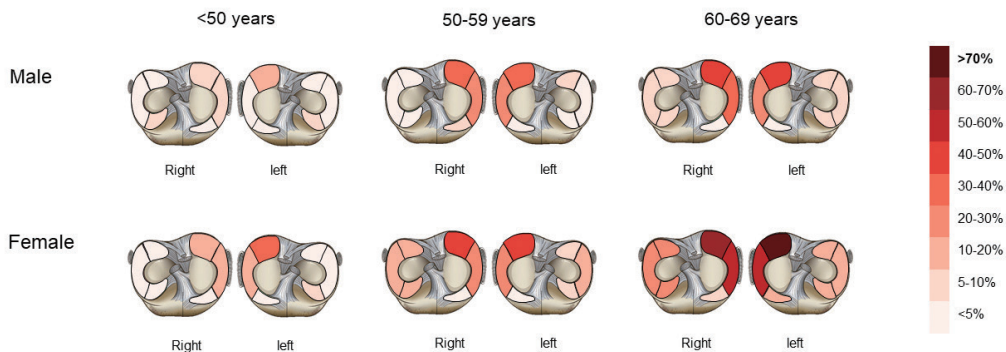


그림 2-1. 농업인의 부위별 반월상연골판파열의 유병률

㉢ 2-5. Prevalence of meniscus tear by sex, age

Type		Male (n=238)			Female (n=248)		
		40~49yr (n=45)	50~59yr (n=108)	60~69yr (n=85)	40~49yr (n=49)	50~59yr (n=118)	60~69yr (n=81)
Lateral tear	n	4	12	17	3	24	37
		8.9	11.1	20.0	6.1	20.3	45.7
Medial tear	n	10	53	46	16	67	65
		22.2	49.1	54.1	32.7	56.8	80.2
Anterior tear	n	4	16	14	3	24	31
		8.9	14.8	16.5	6.1	20.3	38.3
Body tear	n	4	41	35	12	51	60
		8.9	38.0	41.2	24.5	43.2	74.1
Posterior tear	n	10	55	47	15	69	68
		22.2	50.9	55.3	30.6	58.5	84.0
All tear	n	12	58	50	18	72	68
		26.7	53.7	58.8	36.7	61.0	84.0

㉢ 2-6. Relationship between potential risk factors and meniscus tear

Variables	n	Medial tear		Lateral tear		All tear		
		n	%	n	%	n	%	
Sex	male	238	109	45.8	33	13.9	120	50.4
	female	248	148	59.7	64	25.8	158	63.7
Age(years)	<60	320	146	45.6	43	13.4	160	50.0
	≥60	166	111	66.9	54	32.5	118	71.1
BMI	<25	273	131	48.0	57	20.9	145	53.1
	≥25	213	126	59.2	40	18.8	133	62.4
Mechanical axis	<5	394	197	50.0	72	18.3	216	54.8
	≥5	90	60	66.7	24	26.7	61	67.8
Agriculture career	<20	167	62	37.1	24	14.4	72	43.1
	≥20	319	195	61.1	73	22.9	206	64.6
Previous Knee injury	no	341	179	52.5	68	19.9	196	57.5
	yes	145	78	53.8	29	20.0	82	56.6
Cumulative lifting time (hours)	<2000	156	74	47.4	32	20.5	86	55.1
	2,000~4,999	59	30	50.8	11	18.6	32	54.2
	≥5,000	271	153	56.5	54	19.9	160	59.0
Cumulative squatting time (hours)	<10,000	238	100	42.0	36	15.1	113	47.5
	10,000~19,999	64	34	53.1	16	25.0	39	60.9
	≥20,000	184	123	66.8	45	24.5	126	68.5

표 2-7. Odds ratio of meniscus tear by multiple binary logistic regression

Variables		Medial tear		Lateral tear		All tear	
		OR	95 CI	OR	95 CI	OR	95 CI
Sex	male	1		1		1	
	female	1.79	1.21~2.66	2.06	1.25~3.39	1.71	1.16~2.54
Age(years)	<60	1		1		1	
	≥60	2.33	1.53~3.56	3.11	1.92~5.04	2.38	1.56~3.65
BMI	<25	1		1		1	
	≥25	1.61	1.08~2.40	0.97	0.60~1.58	1.54	1.04~2.30
Mechanical axis	<5	1		1		1	
	≥5	1.49	0.88~2.52	1.27	0.70~2.29	1.32	0.78~2.24
Agriculture career	<20	1		1		1	
	≥20	1.82	1.17~2.82	1.34	0.74~2.42	1.75	1.13~2.71
Knee injury history	no	1		1		1	
	yes	1.19	0.78~1.82	1.08	0.64~1.81	1.05	0.69~1.60
Cumulative lifting time (hours)	<2000	1		1		1	
	2,000~4,999	1.09	0.56~2.10	0.85	0.38~1.92	0.91	0.47~1.77
	≥5,000	0.91	0.56~1.46	0.70	0.40~1.26	0.73	0.45~1.18
Cumulative squatting time (hours)	<10,000	1		1		1	
	10,000~19,999	1.55	0.84~2.87	1.74	0.81~3.71	1.76	0.94~3.28
	≥20,000	2.04	1.25~3.34	1.45	0.79~2.68	1.93	1.18~3.17

*Adjusted by all variables

3. 농업인의 하지정렬의 작업관련 요인

1) 배경

하지역학적축(mechanical axis)가 무릎관절염의 위험인자이라는 근거는 충분하다. mechanical axis가 varus인 경우, 기계적인 압력의 증가를 유발하여(fail to load bearing distribution), 내측 무릎의 관절염을 진행시킨다. 반대로 내측무릎관절염은 내측의 관절사이공간을 감소시켜 내반슬을 악화시키며, 결국 무릎관절염을 급격히 진행한다.

2) 연구목적

외반슬(varus knee)은 무릎관절염의 위험인자라는 근거는 충분하다. 여성농업인에게서 무릎관절염과 외반슬은 함께 동반되어 있는 경우가 많은데, 이는 외반슬이 무릎관절염을 악화시킬 수도 있고, 무릎관절염에 의해 외반슬이 초래되기 때문이다. 본 연구는 농작업이 후천적으로 외반슬을 유발할 수 있는지를 알아보려고 했다.

3) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40-69세이면서 전하지방사선촬영(Whole leg view)를 촬영한 농업인 483명(남자 236명, 여자 247명)을 대상으로 하였다. 내반슬을 정량적으로 측정 한 하지역학적축각도(mechanical axis angle)과 하지역학적축각도의 7가지 세부구성요소(NSA, FBA, FCFS, TPA, TPTS, TBA, TTA)를 측정하여 농작업과의 관련성을 다중회귀분석으로 알아보았다.

4) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 남성농업인과는 달리 여성농업인은 연령이 증가함에 따라 하지역학적축각도(MA), 대퇴골휨각(FBA), 대퇴골과상돌기각(FCFS), 대퇴골경골능선각(TPA), 경골휨각(TPA)이 증가하는 경향을 보인다.
- ✦ 연령, 골밀도, 체질량지수를 보정하였어도 여성에서 농업종사기간은 대퇴경부각(NSA), 대퇴골휨각(FBA)과 유의한 관련성을 보였고, 남성에서 농업종사기간은 대퇴골휨각(FBA)과 경골휨각(TBA)과 유의한 관련성을 보였다.
- ✦ 이러한 결과는 농작업과 같은 육체적 부담작업이 연령이 증가함에 따라 뼈를 점진적으로 휘어지게 함으로써 하지역학적축각도를 증가시켜 무릎의 내측부담이 증가되는데 기여할 수 있음을 시사한다.

※ 참고사항: 본 연구에서 쪼그려앉는 자세는 하지역학적축각도의 변화와 유의한 관련성을 보여주지는 않았다. 반면 농작업종사기간은 일관되게 유의한 관련성을 보였다. 본 분석에서 사용된 농작업 종사기간은 과거직업력까지를 검토하여 대부분의 농업인들이 농작업이외의 다른 육체적 부담작업에 종사하지 않은 것을 확인하였으며, 일부 농업인(4명)이 건설업, 광업 등에 종사한 적이 있어 명확한 육체적 부담작업을 수행한 기간을 농작업기간에 합산하여 분석하였다.

표 2-8. Components of mechanical axis by age and sex among farmers

Variables	male			p	female			p
	N	Mean	S.D.		N	Mean	S.D.	
MA				0.571				0.003
40~49yr	44	2.48	2.54		48	1.78	2.57	
50~59yr	108	2.76	2.82		118	2.75	3.26	
60~69yr	84	2.31	3.35		81	3.88	4.16	
Total	236	2.55	2.97		247	2.93	3.53	
NSA				0.280				0.256
40~49yr	44	125.66	18.03		48	130.39	4.44	
50~59yr	108	128.24	5.47		118	129.28	5.37	
60~69yr	84	126.88	6.54		81	128.81	5.55	
Total	236	127.28	9.44		247	129.34	5.27	
FBA				0.808				<0.001
40~49yr	44	0.45	3.59		48	-0.54	4.06	
50~59yr	108	0.37	4.39		118	0.78	3.77	
60~69yr	84	0.76	4.28		81	3.36	4.76	
Total	236	0.52	4.20		247	1.37	4.41	
FCFS				0.470				<0.001
40~49yr	44	84.06	2.08		48	85.98	2.84	
50~59yr	108	84.32	2.74		118	84.95	2.57	
60~69yr	84	83.86	2.71		81	83.67	3.05	
Total	236	84.11	2.62		247	84.73	2.90	
TPA				0.370				0.005
40~49yr	44	1.07	0.86		48	1.21	0.95	
50~59yr	108	1.08	0.84		118	1.67	1.18	
60~69yr	84	1.27	1.22		81	1.98	1.55	
Total	236	1.14	1.00		247	1.68	1.30	
TPTS				0.194				0.131
40~49yr	44	93.37	2.02		48	93.08	1.30	
50~59yr	108	93.70	1.53		118	92.76	1.79	
60~69yr	84	93.27	1.68		81	93.24	1.75	
Total	236	93.49	1.69		247	92.98	1.70	
TBA				0.479				0.018
40~49yr	44	1.39	2.73		48	0.04	2.72	
50~59yr	108	0.82	2.54		118	0.75	2.50	
60~69yr	84	0.93	2.74		81	1.43	2.96	
Total	236	0.96	2.64		247	0.84	2.74	
TTA				0.511				0.060
40~49yr	44	4.83	3.51		48	5.77	3.38	
50~59yr	108	5.31	3.22		118	6.83	3.33	
60~69yr	84	4.83	2.97		81	5.78	3.71	
Total	236	5.05	3.19		247	6.28	3.49	

㉢ 2-9. Coefficients of mechanical axis by multiple linear regression

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.	R ²	
	B	Std. Error	Beta			
Male	(Constant)	-63.77	9.92		<0.001	0.448
	age (years)	-0.01	0.02	-0.02	0.722	
	NSA (°)	0.01	0.02	0.03	0.520	
	FBA (°)	0.14	0.04	0.20	<0.001	
	FCFS (°)	0.12	0.06	0.11	0.059	
	TPA (°)	0.52	0.15	0.18	0.001	
	TPTS (°)	0.56	0.09	0.32	<0.001	
	TBA (°)	0.27	0.05	0.26	<0.001	
	TTA (°)	0.32	0.05	0.34	<0.001	
Female	(Constant)	-89.95	11.76		<0.001	0.521
	age (years)	0.04	0.02	0.09	0.074	
	NSA (°)	-0.05	0.03	-0.07	0.134	
	FBA (°)	0.22	0.04	0.28	<0.001	
	FCFS (°)	0.27	0.06	0.22	<0.001	
	TPA (°)	0.84	0.13	0.31	<0.001	
	TPTS (°)	0.75	0.10	0.36	<0.001	
	TBA (°)	0.18	0.06	0.13	0.005	
	TTA (°)	0.18	0.06	0.13	<0.001	

㉢ 2-10. Predictors of mechanical axis by multiple linear regression

Mechanical axis angle	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.	R ²	
	B	Std. Error	Beta			
Male	(Constant)	-0.612	2.546		0.810	0.031
	age (years)	-0.005	0.030	-0.011	0.878	
	BMI (m²/kg)	0.147	0.070	0.146	0.038	
	BMD (g/cm ³)	0.160	0.166	0.065	0.335	
	Agricultural career (years)	-0.001	0.016	-0.003	0.970	
Female	(Constant)	-7.923	2.560		0.002	0.121
	age (years)	0.070	0.038	0.141	0.063	
	BMI (m²/kg)	0.230	0.073	0.205	0.002	
	BMD (g/cm ³)	-0.101	0.188	-0.039	0.593	
	Agricultural career (years)	0.044	0.018	0.177	0.012	

BMI: Body mass index, BMD: bone mineral density

표 2-11. Relationship of mechanical axis components and agricultural career

Agricultural career	Male			Female		
	Beta	Std. Error	p-value	Beta	Std. Error	p-value
NSA	-0.006	0.051	0.911	-0.066	0.027	0.016
FBA	0.056	0.021	0.010	0.059	0.021	0.005
FCFS	-0.009	0.014	0.506	-0.011	0.015	0.435
TPA	0.005	0.005	0.351	0.012	0.007	0.062
TPTS	-0.011	0.009	0.219	0.006	0.009	0.524
TBA	0.034	0.014	0.015	-0.005	0.014	0.723
TTA	0.017	0.017	0.333	-0.009	0.019	0.634

Beta were adjusted by age, body mass index, bone mineral density

4. 농업인에서 무릎골관절염의 동반질환

1) 연구목적

무릎골관절염은 고령에서 발생하고, 통증으로 인해 활동이 줄어들면서 심혈관계질환의 위험이 증가하고, 다른 근골격계질환이 동반되어 있으며, 삶의 질의 악화로 정신건강에 영향을 받는다고 알려져 있다. 본 연구는 무릎골관절염과 동반된 질환을 파악하고자 했다.

2) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40-69세이면서 주요 검사결과가 없는 사람을 제외한 총 483명(남자 236명, 여자 247명)을 대상으로 하였다. 대면설문조사를 통해 현재 치료 중인 질환과 과거 뇌심혈관계질환 발병여부를 파악하였으며, 무릎골관절염건강진단에서 시행한 주요 검사결과를 통해 우울증, 요통, 당뇨, 고혈압, 고지혈증, 골다공증을 진단하였다. 무릎골관절염 유무에 따라 이러한 질환의 유병률의 차이를 파악하고 다중로지스틱회귀분석으로 오즈비를 구하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 무릎골관절염에 가장 많이 동반되어 있는 질환은 고혈압 45.3%. 요통 35.9%, 골다공증 34.4%, 고지혈증 34.4%, 우울증 25.0% 순이었다.
- ✦ 성, 연령, 농업종사기간, 교육수준, 음주, 흡연, 비만도 등을 보정하였어도 무릎골관절염이 없는 사람에 비해 무릎골관절염이 있는 사람에게서 요통은 3.98배, 우울증은 2.00배, 고혈압은 1.81배 높았다. 따라서 무릎골관절염 예방사업 시 요통과 우울증이 함께 동반되어 있는 경우가 많다는 점을 고려해야 한다.

㉡ 2-12. General characteristics of participants

Variables	Male n=236		Female n=247		total n=483		p-value	
	n	%	n	%	n	%		
Age(years)	40~49	45	19.1	49	19.8	94	19.5	0.700
	50~59	106	44.9	118	47.8	224	46.4	
	60~69	85	36.0	80	32.4	165	34.2	
Education	elementary	56	23.7	103	41.7	159	32.9	<0.001
	middle	66	28.0	71	28.7	137	28.4	
	high	114	48.3	73	29.6	187	38.7	
Agriculture career (years)	<20	84	35.6	80	32.4	164	34.0	0.138
	20~29	40	16.9	60	24.3	100	20.7	
	≥30	112	47.5	107	43.3	219	45.3	
Current smoking	No	145	61.4	246	99.6	391	81.0	<0.001
	Yes	91	38.6	1	.4	92	19.0	
Risky alcohol intake	No	78	33.1	185	74.9	263	54.5	<0.001
	Yes	158	66.9	62	25.1	220	45.5	
BMI	<25	122	51.7	150	60.7	272	56.3	<0.076
	25~29.9	101	42.8	81	32.8	182	37.7	
	≥30	13	5.5	16	6.5	29	6.0	

㉡ 2-13. Comorbidities of symptomatic and radiographic knee osteoarthritis among farmers

Variables	non-SROA n=420		SROA n=64		Total n=483		p-value	
	n	%	n	%	n	%		
Osteoporosis or Tx	No	322	76.8	42	65.6	364	75.4	0.052
	Yes	97	23.2	22	34.4	119	24.6	
Low back pain by ODI(≥40)	No	389	92.8	41	64.1	430	89.0	<0.001
	Yes	30	7.2	23	35.9	53	11.0	
Depression by CES-D(≥21)	No	384	91.6	48	75.0	432	89.4	<0.001
	Yes	35	8.4	16	25.0	51	10.6	
Hypertension or tx	No	301	71.8	35	54.7	336	69.6	0.005
	Yes	118	28.2	29	45.3	147	30.4	
Diabete mellitus or tx	No	339	80.9	53	82.8	392	81.2	0.717
	Yes	80	19.1	11	17.2	91	18.8	
Hyperlipidemia or tx	No	315	75.2	42	65.6	357	73.9	0.105
	Yes	104	24.8	22	34.4	126	26.1	
Previous Cardiovascular disease	No	401	95.7	60	93.8	461	95.4	0.485
	Yes	18	4.3	4	6.2	22	4.6	

표 2-14. Odds ratio of comorbidities by symptomatic and radiographic knee osteoarthritis

Variables	model 1		model 2	
	OR	95 CI	OR	95 CI
Osteoporosis or Tx	0.90	0.48~1.70	0.86	0.44~1.69
Low back pain by ODI(≥ 40)	3.83	1.92~7.64	3.98	1.92~8.23
Depression by CES-D(≥ 21)	2.42	1.19~4.93	2.00	0.94~4.26
Hypertension or tx	1.76	0.99~3.13	1.81	0.97~3.40
Diabete mellitus or tx	0.93	0.44~1.95	0.67	0.30~1.53
Hyperlipidemia or tx	1.49	0.82~2.71	1.38	0.72~2.26
Previous Cardiovascular disease	0.91	0.28~2.99	0.62	0.17~2.26

model 1: adjusted by sex, age

model 2: adjusted by sex, age, agricultural career, education, risk alcohol drink, current smoking, BMI

5. 농업인에서 무릎통증의 예측인자

1) 연구목적

농업인이 경험하는 무릎통증의 원인은 다양하다. 방사선학적 무릎골관절염이 있어도 무릎통증이 없는 경우도 있고, 방사선학적 무릎골관절염이 없어도 무릎통증을 호소하는 경우가 있다. 따라서 농업인의 무릎통증을 완화하기 위해 무릎통증의 관련인자를 종합적으로 파악할 필요가 있다.

2) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40-69세이면서 주요 검사결과가 없는 사람을 제외한 총 483명(남자 236명, 여자 247명)을 대상으로 하였다. 주요 변수에 비만, 하지역학축각도(양쪽평균), 무릎신전근력(양쪽평균), 이전 무릎손상, 우울증, 요통, 엑스레이로 진단한 방사선학적 무릎골관절염의 Kellgren-Larrence 단계를 포함하였다. 종속변수는 WOMAC 무릎통증척도에서 29.5점을 초과하는 경우를 무릎증상자로 정의하여 다중로지스틱회귀분석을 시행하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 주요변수를 포함하여 보정하였을 때, 방사선학적 무릎골관절염이외에도 하지역학축각도, 무릎신전근력, 우울증, 요통이 무릎통증과 높은 관련성을 보였다.
- ✦ 농업인을 대상으로 하는 무릎골관절염 예방사업은 요통, 우울증, 근력의 개선을 종합적으로 고려하여 설계되어야 한다.

표 2-15. Association of potential risk factors and subjective knee pain by K-WOMAC

Variables	Total (n=483)	Low (n=356)		Knee pain (n=127)		p-value	
		n	%	n	%		
Sex	male	236	196	83.1	40	16.9	<0.001
	female	247	160	64.8	87	35.2	
Age(years)	<60	318	251	78.9	67	21.1	<0.001
	≥60	165	105	63.6	60	36.4	
Obesity	<25	269	198	73.6	71	26.4	0.955
	≥25	214	158	73.8	56	26.2	
Mechanical axis	<5	392	306	78.1	86	21.9	<0.001
	≥5	91	50	54.9	41	45.1	
Knee extensor	<1	320	262	81.9	58	18.1	<0.001
	≥1	128	69	53.9	59	46.1	
	미측정	35	25	71.4	10	28.6	
Previous knee injury	No	340	260	76.5	80	23.5	0.033
	Yes	143	96	67.1	47	32.9	
Depression	No	433	341	78.8	92	21.2	<0.001
	Yes	50	15	30.0	35	70.0	
Low back pain	NO	432	339	78.5	93	21.5	<0.001
	Yes	51	17	33.3	34	66.7	
KL grade	grade 0-1	333	269	80.8	64	19.2	<0.001
	grade 2	117	75	64.1	42	35.9	
	grade 3-4	33	12	36.4	21	63.6	

표 2-16. Odds ratio of subjective knee pain by potential risk factors

Variables		Unadjusted		Adjusted	
		OR	95 CI	OR	95 CI
Sex	male	1		1	
	female	2.66	1.74~4.09	1.17	0.68~2.01
Age(years)	<60	1			
	≥60	2.14	1.41~3.25	1.28	0.75~2.19
Obesity	<25	1			
	≥25	0.99	0.66~1.49	0.99	0.60~1.62
Mechanical axis	<5	1		1	
	≥5	2.92	1.81~4.70	2.10	1.16~3.79
Knee extensor	<1	1			
	≥1	3.86	2.47~6.05	2.67	1.54~4.63
	미측정	1.81	0.82~3.97	1.89	0.79~4.54
Previous knee injury	No	1			
	Yes	1.59	1.04~2.45	1.59	0.96~2.66
Depression	No	1			
	Yes	7.29	3.90~13.63	5.11	2.55~10.24
Low back pain	NO	1			
	Yes	8.65	4.53~16.52	4.02	1.94~8.31
KL grade	grade 0~1	1		1	
	grade 2	2.22	1.40~3.51	1.47	0.84~2.60
	grade 3~4	7.36	3.61~17.16	3.17	1.19~8.43

※ 무릎MRI소견과 무릎통증과의 관련성에 대한 추가분석

무릎연골의 전층소실(cartilage full thickness loss)과 활액막염(synovitis)가 유의한 관련성을 보였다. 반면 무릎연골판손상은 통증과 유의한 관련성이 없었다.

표 2-17. MRI findings and knee pain

Variables	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	P
	B	Std. Error	Beta		
A constant	-1.044	4.679		-0.223	0.823
Age	0.188	0.089	0.089	2.121	0.034
Sex (male=1)	-5.760	1.411	-0.154	-4.082	<0.001
CES-D	0.738	0.076	0.351	9.714	<0.001
Bone Marrow lesion	0.134	0.114	0.061	1.182	0.238
Cartilage surface loss	-0.191	0.132	-0.140	-1.440	0.150
Cartilage full thickness loss	0.521	0.220	0.201	2.373	0.018
Osteophyte	0.099	0.078	0.084	1.279	0.201
Meniscus extrusion	0.620	0.375	0.095	1.655	0.098
Synovitis(Hoffa & Effusion)	0.935	0.394	0.116	2.375	0.018
Medial meniscus tear (Yes=1)	0.423	1.517	0.011	0.279	0.780
Lateral meniscus tear (Yes=1)	0.058	1.895	0.001	0.031	0.976
Cruciate ligament injury (Yes=1)	1.259	2.281	0.024	0.552	0.581

a. dependent variable : total WOMAC score


6. MRI상 무릎퇴행성변화의 농작업관련 요인

1) 연구목적

농작업으로 인한 무릎신체부담작업이 MRI상 무릎관절의 퇴행성변화와 관련이 있는지 알아보고자 하였다.

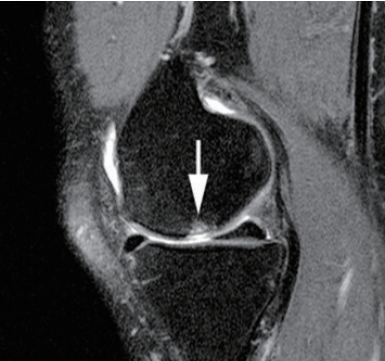
2) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40-69세이면서 양측 무릎 MRI를 모두 촬영한 농업인 486명 중 세부적인 판독이 어려웠던 5건을 제외한 총 481명(남자 236명, 여자 245명)을 대상으로 하였다. 판독은 무릎 MRI의 반정량적평가방법인 MOAKS를 적용하였고, 골부종(bone marrow lesion), 연골표면손상(cartilage surface loss), 연골전층손상(cartilage full thickness loss), 골극형성(osteophyte), 연골판의 돌출(meniscus extrusion), 활액염(synovitis) 6가지 영역을 점수화하였으며, 양측 무릎 중 더 높은 점수를 기준으로 평가하였다. 각각의 영역이 연령과 체질량지수를 보정하였어도, 쪼그려앉기작업, 농업종사기간과 관련이 있는지 알아보기 위해 다중회귀분석을 시행하였다.



Site	Male (n=264)				Female (n=274)				
	Right		Left		Right		Left		
	Lat	Med	Med	Lat	Lat	Med	Med	Lat	
Femur	Posterior	9.1	5.7	6.8	8.7	16.8	10.2	14.2	15.0
	Central	1.5	11.4	11.7	0.8	2.9	20.2	23.0	2.9
	Trochlear	10.2	17.8	20.1	12.1	6.6	12.0	21.7	7.3
Tibia	Post 1/3	9.1	3.4	3.8	6.8	17.9	6.9	10.2	13.9
	Cent 1/3	3.0	5.3	7.6	3.4	7.7	17.9	16.8	4.4
	Ant 1/3	0.4	3.0	4.2	0	0.7	8.4	4.0	2.6
Patellar	8.0	20.8	15.5	5.7	13.1	22.0	20.4	12.4	

그림 2-2. 농업인의 골부종



Site	Male (n=264)				Female (n=274)				
	Right		Left		Right		Left		
	Lat	Med	Med	Lat	Lat	Med	Med	Lat	
Femur	Posterior	6.1	4.9	4.9	6.1	12.4	17.5	16.4	12.8
	Central	1.5	6.8	3.8	0.8	5.1	16.4	18.6	4.7
	Trochlear	8.0	12.1	14.0	8.3	5.1	10.9	14.2	6.2
Tibia	Post 1/3	6.4	1.1	2.3	6.8	13.5	12.4	11.7	10.2
	Cent 1/3	2.3	4.5	3.8	3.0	5.8	13.1	14.6	4.7
	Ant 1/3	0.8	1.9	3.4	1.1	2.6	6.2	5.8	2.2
Patellar	5.7	12.9	8.7	1.9	11.7	11.7	12.4	6.2	

그림 2-3. 농업인의 전층연골손실

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ MRI상 무릎관절의 퇴행성변화는 모든 영역에서 여성일수록, 나이가 증가할수록 심해지는 경향을 보였다.
- ✦ 쪼그려앉는 자세는 여성에서만 연골표면손상, 연골전층손상과 유의한 관련성을 보였고, 남성에서는 농작업요인과 무릎관절의 퇴행성 변화는 유의한 관련성을 보여주지 않았다.
- ✦ 엑스레이에 기반한 무릎골관절염 연구와 함께 MRI를 통한 무릎골관절염 연구는 농업인에게서 쪼그려앉는 자세가 일관된 직업적 요인이라는 것을 보여주고 있으며, 특히 여성농업인에게 미치는 영향이 크다는 사실을 보여준다.

표 2-18. Degenerative change by MOAKS of knee joint by age and sex

Degenerative change by MOAKS	score	40~49yr		50~59yr		60~69yr		p-value	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD		
Male	Bone marrow lesion	0~42	1.91	4.52	3.62	4.16	5.17	4.67	<0.001
	cartilage surface loss	0~42	1.98	4.89	3.36	3.84	5.63	6.63	<0.001
	cartilage full thickness loss	0~42	0.53	1.75	0.98	1.48	2.25	3.80	<0.001
	osteophyte	0~45	4.78	6.54	8.08	6.19	10.11	7.87	<0.001
	meniscus extrusion	0~12	1.07	1.39	1.14	1.08	1.65	1.53	0.012
	synovitis	0~6	0.53	0.79	1.12	1.23	1.33	1.28	0.001
Female	Bone marrow lesion	0~42	2.29	2.91	4.68	4.43	9.11	5.98	<0.001
	cartilage surface loss	0~42	2.63	4.01	6.23	6.96	13.59	10.42	<0.001
	cartilage full thickness loss	0~42	0.81	1.76	2.11	3.31	6.24	7.15	<0.001
	osteophyte	0~45	5.58	5.27	10.24	7.00	17.54	9.55	<0.001
	meniscus extrusion	0~12	0.71	1.09	1.39	1.53	2.95	2.06	<0.001
	synovitis	0~6	0.56	0.82	1.08	1.35	2.03	1.68	<0.001

by ANOVA

표 2-19. Relationship between knee degenerative change and life time cumulative squatting time

Cumulative squatting time /1000 hours	Unadjusted			Adjusted			
	β	standard error	P	β	standard error	P	
Male	Bone marrow lesion	0.002	0.013	0.881	-0.005	0.013	0.681
	cartilage surface loss	0.012	0.016	0.453	0.001	0.015	0.930
	cartilage full thickness loss	<0.001	0.008	0.958	-0.005	0.008	0.519
	osteophyte	-0.002	0.021	0.926	-0.018	0.020	0.366
	meniscus extrusion	0.007	0.004	0.091	0.004	0.004	0.327
	synovitis	0.002	0.004	0.670	-0.001	0.004	0.875
Female	Bone marrow lesion	0.051	0.014	<0.001	0.022	0.013	0.087
	cartilage surface loss	0.116	0.023	<0.001	0.070	0.021	0.001
	cartilage full thickness loss	0.051	0.014	<0.001	0.027	0.013	0.039
	osteophyte	0.076	0.023	0.001	0.019	0.019	0.332
	meniscus extrusion	0.015	0.005	0.003	0.004	0.004	0.337
	synovitis	0.012	0.004	0.002	0.006	0.004	0.138

* adjusted by age, BMI

표 2-20. Relationship between knee degenerative change and agricultural career

Agricultural career, years	unadjusted			adjusted2			
	β	standard error	P	β	standard error	P	
Male	Bone marrow lesion	0.036	0.021	0.082	-0.009	0.023	0.682
	cartilage surface loss	0.056	0.024	0.021	-0.001	0.027	0.984
	cartilage full thickness loss	0.024	0.012	0.050	-0.001	0.013	0.917
	osteophyte	0.071	0.032	0.028	-0.011	0.035	0.750
	meniscus extrusion	0.019	0.006	0.002	0.008	0.007	0.256
	synovitis	0.019	0.005	0.001	0.010	0.006	0.085
Female	Bone marrow lesion	0.116	0.024	<0.001	0.024	0.025	0.345
	cartilage surface loss	0.228	0.038	<0.001	0.084	0.040	0.037
	cartilage full thickness loss	0.112	0.023	<0.001	0.035	0.025	0.151
	osteophyte	0.218	0.038	<0.001	0.038	0.036	0.298
	meniscus extrusion	0.048	0.008	<0.001	0.016	0.008	0.053
	synovitis	0.035	0.006	<0.001	0.016	0.007	0.019

* adjusted by age, BMI

7. 농업인의 하지근력 표준값

1) 연구목적

농업인의 무릎골관절염 예방사업을 위해 운동프로그램이 활발히 도입되고 있다. 운동프로그램 중 무릎통증의 완화에 효과가 있다는 근거가 충분한 것은 근육운동이다. 따라서 농업인을 대상으로 시행하는 운동프로그램의 효과를 평가하거나, 통증악화를 예측하기 위한 요인으로 하지근력은 중요하다. 이를 위해 본 연구는 농업인의 하지근력의 표준값을 제시하고자 한다.

2) 연구대상과 방법

전남농업안전보건센터 코호트에 등록된 550명 중 40-69세이면서 등속성근력을 측정된 농업인 513명 중 WOMAC <29.5점 이하로 통증이 비교적 양호한 농업인 309명을 대상으로 하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 본 연구는 현재 농업에 종사하는 농업인의 등속성근력(isokinetic muscle strength)의 표준치를 제시하였다는데 중요한 의의가 있다.

표 2-21. Knee muscle strength among farmers, Right

sex, age, n		Knee extension		Knee flexion		H ratio		Hip abduction		Hip adduction		Hip AA ratio		Hip extension		Hip flexion		Hip FE ratio		
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	
		40~44	14	1.92	0.48	1.32	0.27	0.71	0.13	0.79	0.19	1.00	0.31	1.26	0.32	1.33	0.25	1.08	0.16	0.82
45~49	19	1.86	0.56	1.29	0.32	0.73	0.19	0.70	0.25	0.84	0.31	1.25	0.47	1.19	0.28	1.03	0.17	0.89	0.19	
50~54	41	1.70	0.47	1.18	0.31	0.72	0.17	0.79	0.27	0.97	0.32	1.30	0.44	1.28	0.29	1.02	0.20	0.82	0.21	
Male	55~59	41	1.57	0.44	1.06	0.29	0.69	0.18	0.64	0.25	0.94	0.30	1.55	0.45	1.29	0.32	0.97	0.25	0.76	0.14
	60~64	36	1.66	0.46	1.09	0.32	0.67	0.15	0.59	0.26	0.85	0.35	1.66	0.81	1.22	0.31	0.87	0.23	0.74	0.26
	65~70	22	1.38	0.45	0.93	0.34	0.68	0.17	0.50	0.24	0.86	0.28	2.34	2.01	1.20	0.32	0.84	0.18	0.71	0.11
	Total	173	1.65	0.49	1.12	0.33	0.70	0.17	0.67	0.27	0.91	0.32	1.56	0.93	1.25	0.30	0.96	0.22	0.78	0.19
Female	40~44	9	1.20	0.60	0.94	0.45	0.81	0.24	0.51	0.28	0.81	0.47	1.71	0.83	1.21	0.41	0.66	0.24	0.56	0.12
	45~49	29	1.24	0.37	0.85	0.26	0.69	0.12	0.51	0.22	0.89	0.33	1.87	0.71	1.23	0.27	0.70	0.23	0.58	0.16
	50~54	38	1.16	0.38	0.81	0.28	0.71	0.15	0.44	0.21	0.70	0.28	1.95	1.24	1.22	0.28	0.65	0.21	0.54	0.15
	55~59	30	0.99	0.26	0.69	0.24	0.69	0.17	0.38	0.18	0.71	0.28	2.22	1.19	1.14	0.26	0.53	0.15	0.47	0.13
	60~64	19	0.90	0.30	0.61	0.22	0.69	0.17	0.36	0.27	0.57	0.21	2.04	0.99	1.08	0.30	0.55	0.16	0.64	0.72
	65~70	11	1.07	0.32	0.71	0.19	0.70	0.22	0.24	0.13	0.57	0.29	2.79	1.72	0.95	0.38	0.41	0.11	0.49	0.20
	Total	136	1.10	0.37	0.76	0.28	0.71	0.16	0.42	0.23	0.72	0.31	2.06	1.13	1.16	0.30	0.60	0.21	0.55	0.30

HQ ratio or FE ratio: knee flexion to extension ratio, AA ratio: adduction to abduction ratio

표 2-22. Knee muscle strength among farmers, Left

sex, age, n	Knee extension		Knee flexion		HQ ratio		Hip abduction		Hip Adduction		Hip AA ratio		Hip extension		Hip flexion		Hip FE ratio			
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd		
	40-44	14	1.92	0.48	1.33	0.25	0.71	0.11	0.84	0.20	0.99	0.26	1.22	0.35	1.34	0.27	1.10	0.14	0.83	0.08
45-49	19	1.89	0.49	1.33	0.27	0.73	0.14	0.69	0.24	0.81	0.31	1.23	0.42	1.20	0.29	1.02	0.18	0.88	0.21	
50-54	41	1.74	0.46	1.19	0.33	0.70	0.16	0.84	0.29	0.98	0.33	1.20	0.36	1.26	0.32	1.01	0.18	0.83	0.16	
Male	55-59	41	1.56	0.49	1.06	0.33	0.70	0.14	0.67	0.29	0.91	0.33	1.55	0.82	1.24	0.35	0.94	0.27	0.77	0.15
	60-64	36	1.56	0.42	1.05	0.32	0.68	0.15	0.65	0.25	0.92	0.33	1.53	0.58	1.20	0.30	0.86	0.26	0.75	0.33
	65-70	22	1.44	0.42	1.00	0.37	0.69	0.18	0.55	0.23	0.85	0.34	1.77	0.76	1.13	0.32	0.79	0.21	0.72	0.21
	Total	173	1.65	0.48	1.13	0.34	0.70	0.15	0.71	0.28	0.92	0.32	1.43	0.63	1.23	0.31	0.94	0.24	0.79	0.21
	40-44	9	1.15	0.52	0.91	0.40	0.82	0.23	0.46	0.27	0.74	0.44	1.84	0.84	1.15	0.40	0.59	0.28	0.50	0.12
	45-49	29	1.20	0.43	0.84	0.30	0.72	0.18	0.55	0.21	0.87	0.30	1.68	0.72	1.17	0.31	0.74	0.24	0.80	0.99
	50-54	38	1.16	0.42	0.80	0.28	0.71	0.17	0.46	0.21	0.73	0.27	1.87	1.06	1.18	0.27	0.64	0.20	0.55	0.15
Female	55-59	30	1.03	0.30	0.76	0.29	0.75	0.24	0.41	0.20	0.67	0.32	1.84	0.73	1.12	0.25	0.56	0.15	0.50	0.12
	60-64	19	0.97	0.26	0.66	0.19	0.68	0.14	0.39	0.28	0.58	0.20	1.95	1.19	1.03	0.29	0.55	0.16	0.63	0.53
	65-70	11	1.12	0.23	0.74	0.16	0.68	0.12	0.27	0.18	0.56	0.20	2.91	2.02	0.95	0.36	0.35	0.11	0.40	0.17
	Total	136	1.11	0.38	0.78	0.28	0.72	0.19	0.45	0.23	0.71	0.30	1.92	1.08	1.12	0.30	0.60	0.22	0.59	0.51

HQ ratio or FE ratio: knee flexion to extension ratio, AA ratio: adduction to abduction ratio,

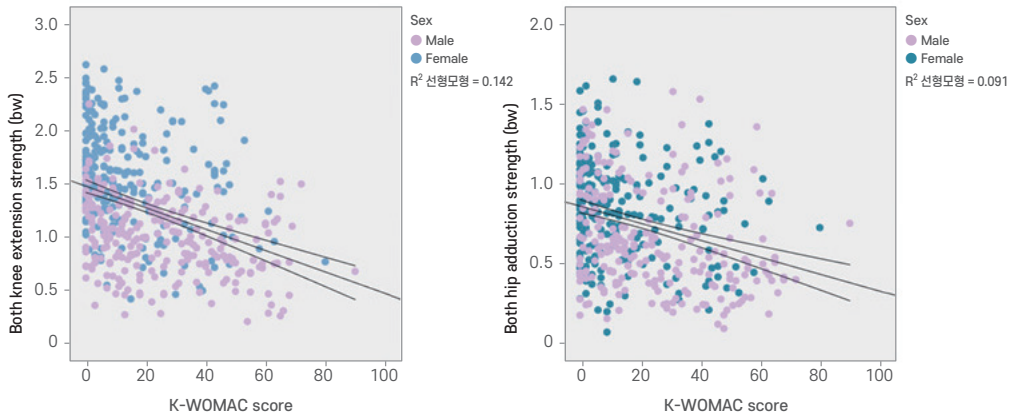


그림 2-4. 농업인의 하지근력과 무릎통증과의 관련성

※ 농업인 무릎골관절염 코호트에 등록된 농업인의 근력과 무릎통증과의 관련성을 평가한 결과 무릎골관절염의 방사선학적 진행과는 독립적으로 하지근력은 무릎증상과 관련성을 보였다.

8. 국민건강영양조사 자료 분석을 통한 농업인의 무릎골관절염 유병률

1) 연구목적

농업종사자들은 다른 산업에 비해 고령화되어 있어, 만성질환의 유병률을 비교하기 위해서는 연령에 대한 보정이 필요하다. 본 연구는 농업인의 무릎골관절염의 유병률이 일반인구집단에 비해 어느 정도 높은지 파악하고자 하였다.

2) 연구방법

제5기 국민건강영양조사(2010-2012년)에서 무릎 X-ray 사진을 촬영한 50-79세 중 가장 오래 동안 종사해왔으며, 조사 당시에도 동일 직업군에 속해 있는 남자 1,682명, 여자 1,562명, 총 3,244명을 대상으로 하였다. 이들을 우리나라 2010년 경제활동인구 조사 자료의 성별, 시도별 직업분포에 따라 가중치를 부여하였다. 무릎 골관절염과 관계가 깊은 연령, 성 및 체질량지수를 보정한 직업군별로 무릎 통증 (증상 유병률)과 무릎 X-ray상 KL grade 2 이상(영상의학적 무릎골관절염 유병률) 및 통증과 영상의학적 이상 2가지가 모두 충족되는 경우를 무릎골관절염으로 하였을 때의 오즈비(odds ratio)를 구하였다.

3) 연구결과

- + 50대 이상 우리나라 직업을 가진 성인의 무릎 통증이 3개월 이상 지속되고, 영상의학적 검사에서 골변화가 관찰되는 무릎골관절염 유병률은 8.4% (남자 3.8%, 여자 14.4%)였다. 직업별로 농어업인의 무릎골관절염 유병률은 16.5% (남자 10.6%, 여자 22.9%) 이었다. 최종분석에서 관리사무직을 기준으로 성별, 연령 및 비만도를 보정하여 계산된 농어업인의 무릎골관절염 오즈비는 4.95 (95% CI 4.87~5.03) 이었다.

표 2-23. Characteristics of subjects

Variables	Male			Female			Total		
	actual	estimated	%	actual	estimated	%	actual	estimated	%
Age									
50~54	489	1,468,131	30.4	470	1,243,922	33.6	959	2,712,053	31.8
55~59	388	1,177,192	24.3	365	882,388	23.9	753	2,059,580	24.1
60~64	343	972,635	20.1	263	650,896	17.6	606	1,623,531	19.0
65~69	212	650,545	13.5	209	437,843	11.8	421	1,088,388	12.8
70~74	173	403,776	8.4	173	324,837	8.8	346	728,613	8.5
75~77	77	162,357	3.4	82	157,203	4.3	159	319,560	3.7
BMI									
~19.9	161	426,246	8.8	121	280,662	7.6	282	706,908	8.3
20.0~23.9	707	2,138,829	44.2	657	1,533,804	41.5	1,364	3,672,633	43.0
24.0~26.9	601	1,722,361	25.6	516	1,243,195	33.6	1,117	2,965,556	34.8
27.0~	213	547,200	11.3	268	639,428	17.3	481	1,186,628	13.9
Occupation[†]									
Managers ¹	389	1,023,218	21.2	136	290,869	7.9	525	1,314,087	15.4
Craft ²	180	624,640	12.9	437	1,344,036	36.4	617	1,968,676	23.1
Service ³	468	1,481,243	30.6	94	267,154	7.2	562	1,748,397	20.5
Elementary ⁴	115	876,480	18.1	368	1,038,373	28.1	482	1,914,843	22.4
Agricultural ⁵	530	829,055	17.1	527	756,667	20.5	1,057	1,585,722	18.6
Total	1,682	4,834,636	100.0	1,562	3,697,089	100.0	3,244	8,531,725	100.0

Occupation[†]

1. Senior, officials and managers, professionals and clerks
2. Craft and related trades workers, plant, machine operators and assemblers
3. service and sale workers
4. elementary occupations
5. agricultural, forestry and fishery workers

표 2-24. Prevalence of knee osteoarthritis by sex

Variables	Male			Female			Total			
	actual	estimated	%	actual	estimated	%	actual	estimated	%	
Total	1,683	4,837,775	100.0	1,562	3,697,089	100.0	3,245	8,534,864	100.0	
KL grade	0	813	2,431,321	50.3	626	1,589,963	43.0	1,439	4,021,284	47.1
	1	530	1,540,295	31.8	321	755,164	20.4	851	2,295,459	26.9
	2	195	492,041	10.2	224	517,112	14.0	419	1,009,153	11.8
	3	111	288,400	6.0	268	590,560	16.0	379	878,960	10.3
	4	34	85,718	1.8	123	244,290	6.6	157	330,008	3.9
Knee pain scale (1-10)*	No	1,487	4,336,657	89.6	1,151	2,777,412	75.1	2,638	7,114,069	83.4
	Mild(1~4)	62	174,854	3.6	90	203,249	5.5	152	378,103	4.4
	Moderate(5~6)	83	216,051	4.5	138	310,195	8.4	221	526,246	6.2
	Severe(7~10)	51	110,213	2.3	183	406,233	11.0	234	516,446	6.1
Radiographic OA (≥grade 2)	399	863,020	17.9	615	1,351,962	36.6	954	2,214,982	26.0	
Significant symptom	196	501,118	10.4	441	919,677	24.9	607	1,420,795	16.7	
Symptomatic OA(both)	80	182,555	3.8	249	531,158	14.4	329	713,713	8.4	

*Have you got knee pain for more than 30 days during the last three months?

표 2-25. Estimation of knee osteoarthritis prevalence by sex

	Male				Female				Total			
	act.	estimated	%	95% CI	act.	estimated	%	95% CI	act.	estimated	%	95% CI
Age												
50~54	4	10,859	0.7	0.3~2.0	22	57,864	4.7	2.8~7.6	26	68,723	2.5	1.6~3.9
55~59	6	11,859	1.0	0.4~2.4	34	70,607	8.0	5.4~11.7	40	82,466	4.0	2.8~5.7
60~64	18	47,515	4.9	2.4~9.6	49	129,486	19.9	14.3~27.0	67	177,001	10.9	7.9~14.9
65~69	16	46,378	7.1	3.9~12.6	54	118,818	27.1	20.0~35.7	70	165,196	15.2	11.3~20.1
70~74	19	38,654	9.6	5.6~16.0	61	99,070	30.5	23.0~39.2	80	137,724	18.9	14.6~24.2
75~79	17	27,290	16.8	10.2~26.4	29	55,313	35.2	23.3~49.2	46	82,603	25.8	18.8~34.4
BMI												
~19.9	11	20,319	4.8	2.4~9.2	17	31,327	11.2	6.3~19.1	28	51,646	7.3	4.5~11.6
20.0~23.9	30	75,095	3.5	2.2~5.5	78	144,523	9.4	7.1~12.3	108	219,618	6.0	4.7~7.6
24.0~26.9	26	62,164	3.6	2.1~6.2	98	228,873	18.4	14.5~23.2	124	291,037	9.8	7.7~12.4
27.0~	13	24,977	4.6	2.5~8.1	56	126,435	19.8	14.4~26.5	69	151,412	12.8	9.5~16.9
Occupation[†]												
Managers ¹	3	7,514	0.7	0.2~2.3	5	9,985	3.4	1.4~8.0	8	17,499	1.3	0.7~2.7
Craft ²	10	29,869	2.0	1.1~3.8	9	29,769	11.1	5.4~21.4	19	59,638	3.4	2.1~5.5
Service ³	3	10,628	1.7	0.5~5.5	47	167,527	12.5	8.9~17.2	50	178,155	9.0	6.5~12.5
Elementary ⁴	7	46,385	5.3	2.2~12.1	56	150,642	14.5	11.0~18.9	63	197,027	10.3	7.6~13.7
Agricultural ⁵	57	88,159	10.6	8.5~13.2	132	173,235	22.9	18.5~27.9	189	261,394	16.5	13.7~19.7
Total	80	182,555	3.8	2.8~5.0	249	531,158	14.4	12.2~16.9	329	713,713	8.4	7.2~9.8

act. actual

* 95% CI : 95% Confidence interval percent of estimated OA number

Occupation[†]

1. Senior Officials and managers, professionals and clerks
2. Craft and related trades workers, plant, machine operators and assemblers
3. Service and sale workers
4. Elementary occupations
5. Agricultural, forestry and fishery workers

표 2-26. Prevalence of knee osteoarthritis by job

Variables	Knee pain		KL grade \geq 2		Knee osteoarthritis		
	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	
Sex	Male	1	1		1		
	Female	2.49	2.48~2.50	2.94	2.93~2.95	3.98	3.96~4.01
Age	50~54	1	1		1		
	55~59	1.45	1.44~1.46	2.24	2.23~2.25	1.54	1.53~1.56
	60~64	2.35	2.34~2.36	4.48	4.45~4.50	4.62	4.58~4.67
	65~69	2.22	2.20~2.23	5.80	5.77~5.84	6.38	6.32~6.44
	70~74	1.98	1.97~2.00	12.99	12.90~13.08	8.05	7.97~8.13
	75~77	2.75	2.73~2.78	16.75	16.60~16.90	11.65	11.52~11.79
BMI	~19.9	1	1		1		
	20.0~23.9	0.83	0.83~0.84	1.75	1.74~1.77	0.99	0.98~1.00
	24.0~26.9	1.33	1.32~1.34	2.66	2.64~2.68	1.80	1.78~1.82
	27.0~	1.43	1.42~1.44	5.35	5.30~5.39	2.14	2.12~2.17
Occupation [†]	Managers ¹	1	1		1		
	Craft ²	1.70	1.69~1.72	1.31	1.30~1.32	2.51	2.46~2.55
	Service ³	2.32	2.30~2.34	1.20	1.19~1.20	3.22	3.17~3.27
	Elementary ⁴	2.62	2.60~2.65	1.31	1.30~1.32	3.01	2.96~3.06
	Agricultural ⁵	3.70	3.67~3.73	1.68	1.67~1.69	4.95	4.87~5.03

* 95% CI : 95% Confidence interval percent of estimated symptomatic OA number

Occupation[†]

1. Senior Officials and managers, professionals and clerks
2. Craft and related trades workers, plant, machine operators and assemblers
3. Service and sale workers
4. Elementary occupations
5. Agricultural, forestry and fishery workers

9. 여성농업인의 퇴행성요추후만증과 무릎골관절염의 관련성

1) 연구배경

무릎골관절염과 퇴행성요추후만증이 동반되어 있는 경우가 많다. 퇴행성요추후만증은 쪼그려 앉는 농작업자세로 인해 요추근육의 위축되면서 발생하며, 쪼그려 앉는 자세는 무릎골관절염과도 관련이 있다고 보고되고 있으므로, 두 질환의 관련성이 주목된다. 또한 농업 1기 데이터 분석결과 여성농업인에서 요통과 무릎통증은 매우 높은 상관관계를 보여주고 있었다.

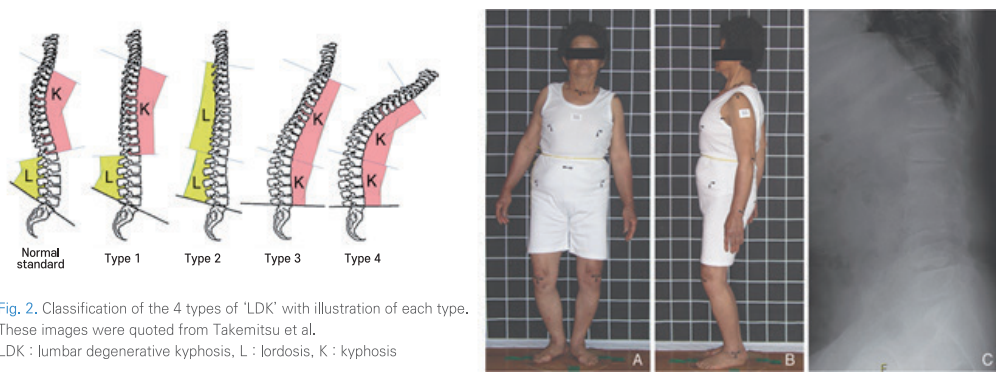


Fig. 2. Classification of the 4 types of 'LDK' with illustration of each type. These images were quoted from Takemitsu et al. LDK : lumbar degenerative kyphosis, L : lordosis, K : kyphosis

그림 2-5. 한국 여성농업인의 퇴행성요추후만증

2) 연구목적

여성농업인을 대상으로 퇴행성요추후만증의 유병률을 조사하고, 퇴행성요추후만증이 무릎골관절염과 관련성을 보이는지 파악하고자 했다.

3) 연구방법

농업인 무릎골관절염 코호트에 등록된 여성농업인 중 요추와 골반의 각도를 계측할 수 있었던 187명을 대상으로 7가지 Spinopelvic parameter를 측정하여, 이러한 지표가 무릎골관절염과 관련성을 보이는지 분석하였다. 퇴행성요추후만증의 정의는 Lee CH 등이 제안한 PDSI(primary degenerative sagittal imbalance)의 기준에 따라 'C7 SVA \geq 5cm & PI-LL \geq 15° & PT \geq 25°'로 정의하였다.

ref) 'Lumbar Degenerative Kyphosis' Is Not Byword for Degenerative Sagittal Imbalance : Time to Replace a Misconception. J Korean Neurosurg Soc 60 (2) : 125-129, 2017

표 2-27. Spinopelvic parameter by age among female farmers

Spinopelvic parameter	40~49yr (n=32)		50~59yr (n=95)		60~69yr (n=60)		Total (n=187)		p-value
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
Pelvic Incidence; PI	39.6	8.8	39.3	7.1	37.3	10.0	38.7	8.4	0.282
Sacral Slope; SS	54.7	9.1	57.1	9.2	58.5	12.3	57.1	10.3	0.253
Pelvic Tilt; PT	14.9	9.2	17.8	8.1	20.9	10.5	18.3	9.3	0.010
Lumbar Lordosis; LL	54.7	12.8	53.1	9.6	48.0	16.9	51.7	13.1	0.022
Thoracolumbar junction; TLJ	7.5	4.8	7.9	7.3	10.7	9.2	8.7	7.7	0.052
Thoracic Kyphosis; TK	23.4	11.4	25.2	9.4	22.5	10.8	24.0	10.2	0.275
Sagittal vertical axis; SVA	1.0	2.9	1.8	3.0	3.1	3.0	2.1	3.0	0.002
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Spondylolithesis	1	3.1	15	15.8	17	28.3	33	17.6	0.008
Vertebral fracture	5	15.6	12	13.7	20	33.3	37	20.3	0.025
PDSI	1	3.1	4	4.2	6	10.0	11	5.9	0.252

*PDSI: primary degenerative sagittal imbalance, C7 SVA \geq 5cm & PI-LL \geq 15° & PT \geq 25°

4) 주요 연구결과

- PDSI(퇴행성요추후만증)는 총 11명으로 유병률은 5.9%였다. 방사선학적 무릎골관절염, WOMAC 29.5점이상의 무릎통증, 증상이 있는 방사선학적 무릎골관절염은 모두 PDSI와 유의한 상관성을 보여주지 않았다. 요추에서 측정한 7가지 각도와 방사선학적 무릎골관절염의 관련성을 검토한 결과, LL(lumbar lordosis)가 감소할수록, TLJ(thoracolumbar junction) 각도가 증가할수록 관련성이 있었으나, 연령을 보정하였을 때 이러한 효과는 사라졌다. 본 연구에서는 사례수가 적어 무릎골관절염과의 관련성을 파악하기에는 부족하였다. 추후 코호트 추적정밀조사결과를 분석하여 퇴행성요추후만증의 진행여부와 무릎골관절염의 관련성, 요추MRI에서 근육위축의 확인 등을 통해 연구가 설이 합당한지 추가적인 검증이 필요하다.
- 추가적으로, 요추에서 측정한 7가지 각도와 요통(ODI score)은 유의한 관련성을 보이지 않았다. Spondylolithesis는 연령을 보정하였을 때 요통의 오즈비가 1.7(95% CI 0.7-4.3)이었으나 통계적으로 유의하지 않았다. Vertebral fracture는 연령을 보정하였을 때 요통의 오즈비가 1.2(95% CI 0.5-3.1)이었으나 통계적으로 유의하지 않았다.

코호트 연구

농업인 무릎관절염 코호트는 총 206명을 추적한 결과를 분석하여, 농업인들의 무릎관절염의 진행 속도를 파악하고, 무릎관절염의 악화 특성을 파악하고자 하였다. 무릎방사선촬영사진, 무릎MRI, 하지 역학적 측, 골밀도, 등속성 근력이 평가되어, 이러한 변수들의 변화와 함께, 관련변수를 종합적으로 규명하는 것이 이 연구의 주요 목표다. 본 연구는 아쉽게도 코호트 추적률이 50%이내였으며, 방대한 무릎MRI 소견에 대한 신뢰성 평가가 충분하게 이루어지지 못한 상태에서 6년의 연구가 마무리 되었다. 이후 추가적인 분석이 이루어질 필요가 있다.

1. 농업인의 방사선학적 무릎관절염 진행의 농작업관련요인 : 3년 추적연구

1) 연구목적

농업인의 무릎관절염의 진행율과 무릎관절염의 진행에 영향을 미치는 농작업관련요인을 알아보고자 하였다.

2) 연구방법

농업인 무릎관절염 코호트에 등록된 550명의 농업인 중 40세 이상 69세 이하 농업인 489명 중에서 무릎관절염이 양측 모두 KL grade 3 이상인 13명을 제외한 476명 중 농업인 206명(남자 112명, 여자 94명)의 추적관찰하였으며, 이들의 무릎방사선촬영결과를 분석하였다. 추적관찰기간은 3년이 가장 많았으나 짧게는 2년에서 길게는 5년이였다.

방사선학적 무릎관절염의 진행의 정의는 양쪽 무릎 중 하나 이상에서 KL grade 0또는 1이었던 사람이 KL grade 2이상인 되었을 경우, KL grade 2였던 사람이 KL grade 3이상인 되었을 경우로 하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 남자 112명 중 17명(15.2%)에서 방사선학적 무릎관절염이 진행되었고, 여성 94명 중 39명(41.5%)에서 방사선학적 무릎관절염이 진행되었다.
- ✦ 방사선학적 무릎관절염의 진행에 기여하는 직업적 요인은 허리를 숙이는 자세였다. 방석의자와 같은 인간공학적 개선은 무릎관절염의 진행의 보호요인으로 추정되나 본 연구에서는 유의한 보호요인은 아니었다.
- ✦ 농작업에서 육체적 부담수준이 가장 큰 작업 중 하나가 저상작목의 수확을 위해 쪼그려앉거나 허리를 숙이는 자세이며, 두 자세는 한 작업 내에 동시에 번갈아가며 시행되는 경향을 보인다. 본 연구 결과는 단순히 쪼그려 앉는 자세보다는 쪼그려앉는 자세와 허리숙이는 자세의 복합적인 작업형태가 무릎관절염의 진행에 가장 중요한 기여요인임을 시사하고 있다. 이를 추가적으로 확인하기 위한 연구가 필요하다.

표 2-28. Progression rate of knee osteoarthritis among farmers

	Progression	Follow up duration				total (%)
		2yr	3yr	4yr	5yr	
Male	subtotal	26	56	19	11	112
	progression	4 (15.4%)	10 (17.9%)	1 (5.3%)	2 (18.2%)	17 (15.2%)
Female	subtotal	19	46	17	12	94
	progression	7 (36.8%)	16 (34.8%)	10 (41.2%)	6 (50.0%)	39 (41.5%)
Total	subtotal	45	102	36	23	206
	progression	11 (24.4%)	26 (25.5%)	11 (30.6%)	8 (34.8%)	56 (27.2%)

	Progression	Follow up duration			total (%)
		40-49 years	50-59 years	60-69 years	
Male	no change	22	50	23	95
	new onset	1	9	5	15
	worsen	0	1	1	2
	progression	1 (4.3%)	10 (16.7%)	6 (20.7%)	17(15.2%)
Female	no change	13	36	6	55
	new onset	9	21	4	34
	worsen	0	5	0	5
	progression	9 (40.9%)	26 (41.9%)	4 (40.0%)	39(41.5%)
Total	no change	35	86	29	150
	new onset	10	30	9	49
	worsen	0	6	1	7
	progression	10 (22.2%)	36 (29.5%)	10 (25.6%)	56 (27.2%)

표 2-29. Calculation of cumulative work load

months per 1 year		days per 1 month		hours per day	
criteria	rating	criteria	rating	criteria	rating
working month	1~12	1~2d per month	1.5	<1h	1
		3~4d per month	3.5	1~2h	1.5
		1~2d per week	6	3~4h	3.5
		3~4d per week	14	5~6h	5.5
		5~6d per week	22	7~8h	7.5
		almost daily	30	≥9h	9

1 year cumulative work load = working month × working day × working hour

표 2-30. Proportion of variables by sex

Variables		Male(n=112)		Female(n=94)		Total(n=206)		P-value
		n	%	n	%	n	%	
Age(years)	40~49	23	20.5	22	23.4	45	21.8	0.020
	50~59	60	53.6	62	66.0	122	59.2	
	≥60	29	25.9	10	10.6	39	18.9	
Obesity	<25	55	49.1	57	60.6	112	54.4	0.098
	≥25	57	50.9	37	39.4	94	45.6	
Mechanical axis	<5	94	84.7	82	87.2	176	85.9	0.602
	≥5	17	15.2	12	12.8	29	14.1	
Knee extensor	≥1	95	84.8	48	51.1	143	69.4	<0.001
	<1	7	6.3	39	41.5	46	22.3	
	unmeasured	10	8.9	7	7.4	17	8.3	
Osteoporosis	No	96	85.7	72	76.6	168	81.6	0.093
	Yes	16	14.3	22	23.4	38	18.4	
Meniscus tear (MRI)	No	59	52.7	43	45.7	102	49.5	0.321
	Yes	53	47.3	51	54.3	104	50.5	
Cumulative squat hour	<1000	102	91.1	65	69.1	167	81.1	<0.001
	≥1000	10	8.9	29	30.9	39	18.9	
Cumulative stoop hour	<1000	97	86.6	70	74.5	167	81.1	0.027
	≥1000	15	13.4	24	25.5	39	18.9	
Cumulative stair hour	<200	95	84.8	80	85.1	175	85.0	0.955
	≥200	17	15.2	14	14.9	31	15.0	
Cumulative lift hour	<500	97	86.6	69	73.4	166	80.6	0.017
	≥500	15	13.4	25	26.6	40	19.4	
Ergonomic stool use	low use	88	78.6	78	83.0	166	80.6	0.426
	high use	24	21.4	16	17.0	40	19.4	

표 2-31. Correlation of work-related risk factors(n=206)

Variables	Cumulative squat hour	Cumulative stoop hour	Cumulative stair hour	Cumulative lift hour
Cumulative squat hour	Pearson's r	1		
	P-value			
Cumulative stoop hour	Pearson's r	0.551**	1	
	P-value	<0.001		
Cumulative stair hour	Pearson's r	0.155*	0.207**	1
	P-value	0.027	0.003	
Cumulative lift hour	Pearson's r	0.365**	0.440**	0.253**
	P-value	<0.001	<0.001	<0.001

※ 농작업 중 가장 부담수준이 높은 작업으로 분류한 자세로, 쪼그려 앉는 자세와 허리굴곡 자세를 번갈아가면서 시행하고 있다. 본 연구에서도 이러한 농작업 양상을 보이고 있었다.



그림 2-6. 농업인에게서 가장 신체부하가 큰 작업자세

Postures that experts evaluated as 'risk level 4'. Development and Validation of Agricultural Whole Body Assessment (AWBA), JESK.2018.37.5.591 (공용구 등)

표 2-32. Related factors of radiographic knee osteoarthritis progression among farmers

Variables		unadjusted		adjusted	
		OR	95 CI	OR	95 CI
Sex	male	1		1	
	female	3.96	2.05~7.66	5.10	2.27~11.47
Age(years)	<60	1		1	
	≥60	0.91	0.41~2.01	1.07	0.43~2.68
Obesity	<25	1		1	
	≥25	1.05	0.57~1.94	1.05	0.51~2.19
Mechanical axis	<5	1		1	
	≥5	1.24	0.53~2.90	0.99	0.38~2.61
Knee extensor	≥1	1		1	
	<1	1.34	0.65~2.75	0.49	0.21~1.16
	unmeasured	0.59	0.16~2.18	0.48	0.12~1.98
Osteoporosis	No	1		1	
	Yes	2.02	0.96~4.23	1.47	0.64~3.40
Meniscus tear (MRI)	No	1		1	
	Yes	2.41	1.27~4.58	2.10	1.00~4.44
Cumulative squat hour	<1000	1		1	
	≥1000	1.44	0.68~3.06	1.74	0.64~4.71
Cumulative stoop hour	<1000	1		1	
	≥1000	2.54	1.23~5.25	2.45	1.02~5.91
Cumulative stair hour	<200	1		1	
	≥200	0.75	0.30~1.85	0.89	0.32~2.47
Cumulative lift hour	<500	1		1	
	≥500	1.19	0.56~2.54	0.72	0.29~1.81
Ergonomic stool use	low use	1		1	
	high use	0.87	0.39~1.92	1.02	0.43~2.44

2. 농업인의 무릎골관절염의 MRI상 연골손실진행 : 3년 추적연구

1) 연구목적

MRI 소견에 근거하여 농업인의 무릎골관절염 진행의 특성을 파악하고자 했다.

2) 연구방법

농업인 무릎골관절염 코호트에 등록된 550명의 농업인 중 40세 이상 69세 이하 농업인 489명 중에서 무릎골관절염이 양측 모두 KL grade 3 이상인 13명을 제외한 476명 중 농업인 206명(남자 112명, 여자 94명)의 추적관찰하였으며, 이들의 무릎 자기공명영상(MRI)를 분석하였다. 추적관찰기간은 3년이 가장 많았으나 짧게는 2년에서 길게는 5년이였다.

무릎 자기공명영상을 MOAKS에 근거하여 평가하였으며, 최초 등록 시 촬영한 결과와 3년이후 추적관찰하였을 때의 변화를 확인하고자 하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- + patellofemoral joint에 비해 tibiofemoral joint의 연골손실이 더 많았으며, lateral side보다 medial side가 더 연골손실이 많았고, 여성일수록, 연령이 높을수록 연골손실을 더 많았다.
- + MOAKS의 평가결과에 따라 bone marrow lesion, cartilage surface loss, cartilage full thickness loss의 평균값이 유의하게 증가하였다. osteophyte, synovitis는 유의하지 않았고, meniscus extrusion는 오히려 감소하였다.
- + 무릎연골의 구역에 따른 변화량을 보면, medial tibiofemoral joint, Lateral tibiofemoral joint, medial patellofemoral joint, lateral patellofemoral joint 순으로 연골의 손실량이 컸다.
- + 다변량 로지스틱 회귀분석에서, 성, 연령, 체질량지수, 농작업부담요인 등 주요 요인이 연골손실의 변화량과 유의한 관련성을 보이지 않았다. 따라서 측정방법의 신뢰성평가 및 다른 가능한 요인에 대한 검토가 필요하다.

표 2-33. Mean cartilage loss on baseline (score 0-3)

Site				40-49 (M=45,F=48)		50-59 (M=107,M=117)		60-69 (M=84,F=80)	
				mean	SD	mean	SD	mean	SD
Patellofemoral joint (patellar cartilage & femur trochlear cartilage)	Lat	Left	M	0.07	0.33	0.14	0.46	0.19	0.53
			F	0.02	0.14	0.16	0.64	0.35	1.20
	Right	M	0.04	0.30	0.12	0.41	0.27	0.68	
		F	0.04	0.29	0.14	0.45	0.54	1.25	
	Med	Left	M	0.16	0.42	0.16	0.46	0.52	1.01
			F	0.04	0.20	0.33	0.78	0.68	1.17
	Right	M	0.07	0.25	0.23	0.52	0.50	0.99	
		F	0.10	0.37	0.25	0.61	0.51	0.83	
Tibiofemoral joint (femur central & posterior cartilage & tibial cartilage)	Lat	Left	M	0.20	1.34	0.13	0.46	0.48	1.26
			F	0.08	0.35	0.29	0.96	1.05	1.84
	Right	M	0.04	0.30	0.23	0.91	0.25	0.77	
		F	0.15	0.65	0.32	0.70	1.46	2.51	
	Med	Left	M	0.04	0.30	0.16	0.66	0.63	2.13
			F	0.08	0.40	0.69	2.00	2.63	4.09
	Right	M	0.09	0.42	0.14	0.59	0.46	1.53	
		F	0.40	1.23	0.77	1.88	2.29	3.74	

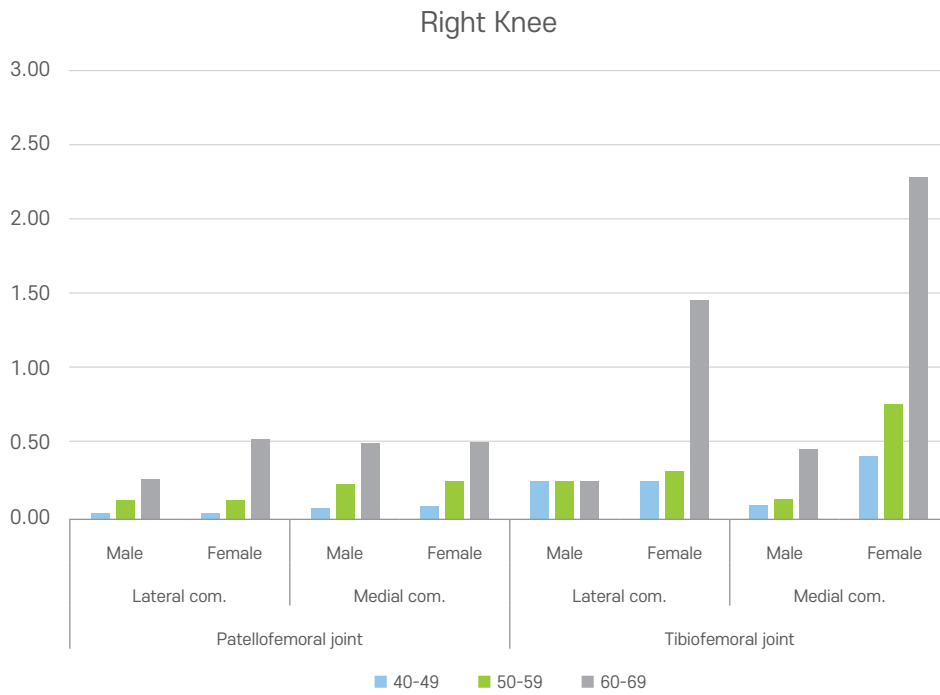


그림 2-7. 오른쪽 무릎의 연골손상

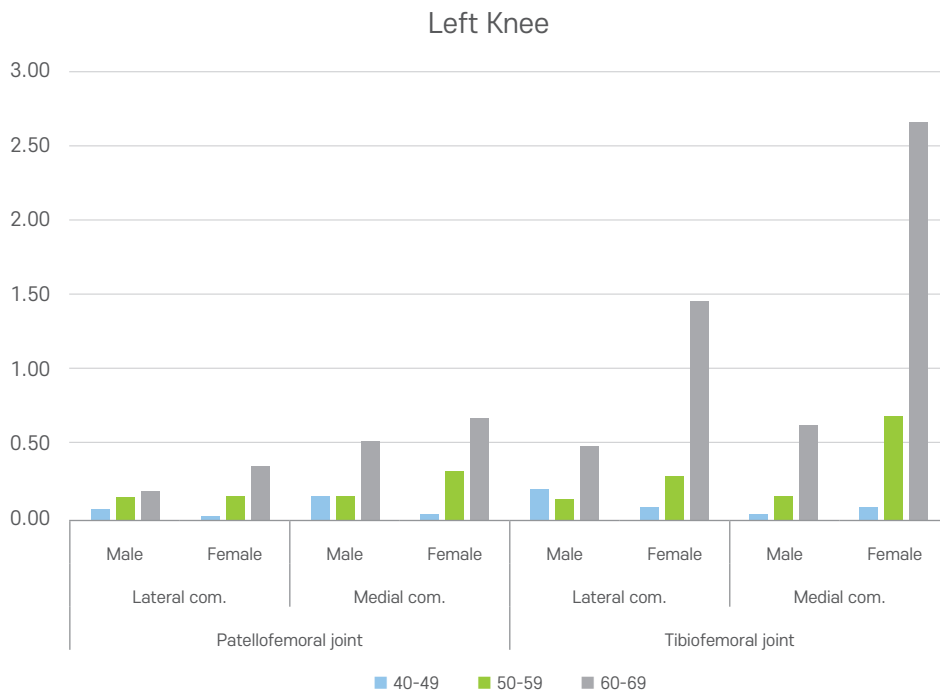


그림 2-8. 왼쪽 무릎의 연골손상

표 2-34. The Paired t-test of MOAKS subscale (3 year follow up)

Degenerative change by MOAKS	score	pre		post		diff		p
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	
1 Bone marrow lesion	0~42	2.07	3.57	2.84	3.93	0.78	4.07	0.006
2 cartilage surface loss	0~42	2.48	4.90	4.54	5.83	2.06	5.55	0.000
3 cartilage full thickness loss	0~42	0.98	2.25	3.17	4.61	2.19	4.33	0.000
4 osteophyte	0~45	4.23	6.23	3.79	6.69	-0.43	7.19	0.381
5 meniscus extrusion	0~12	0.92	2.03	0.50	1.01	-0.42	2.15	0.005
6 Synovitis (effusion &Hoffa)	0~6	0.81	1.34	0.81	1.18	0.00	1.52	0.964

Paired t-test of MOAKS subscale (3 year follow up)

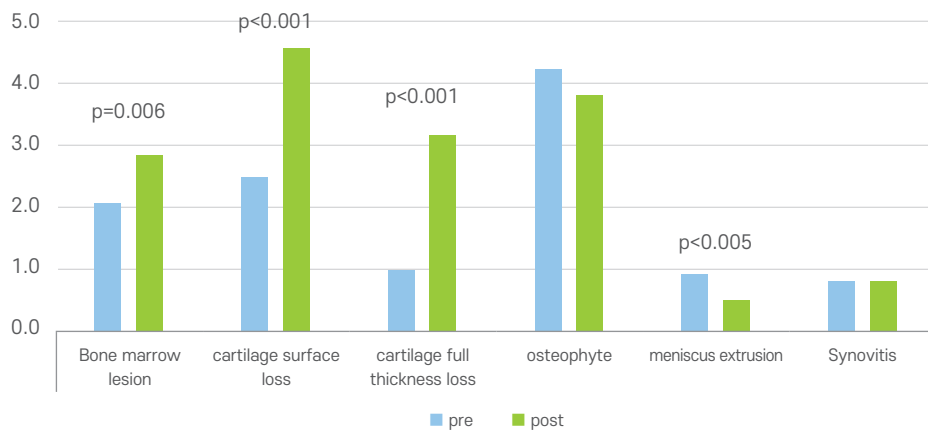


그림 2-9. 3년간 무릎 MRI상의 변화

표 2-35. The Paired t-test of MOAKS subscale by sex (3 year follow up)

Degenerative change by MOAKS	score	pre		post		diff		p-value	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD		
Male	Bone marrow lesion	0~42	1.97	3.65	3.03	4.50	1.06	3.98	0.005
	cartilage surface loss	0~42	2.45	5.10	4.10	5.58	1.65	4.90	<0.001
	cartilage full thickness loss	0~42	0.82	2.11	3.02	4.70	2.20	3.95	<0.001
	osteophyte	0~45	4.42	6.32	3.44	6.63	-0.98	7.91	0.189
	meniscus extrusion	0~12	0.79	1.05	0.37	0.94	-0.42	1.17	<0.001
	synovitis	0~6	0.77	1.14	0.94	1.27	0.17	1.48	0.234
Female	Bone marrow lesion	0~42	2.18	3.49	2.63	3.14	0.44	4.16	0.290
	cartilage surface loss	0~42	2.52	4.69	5.05	6.09	2.53	6.20	<0.001
	cartilage full thickness loss	0~42	1.17	2.40	3.34	4.52	2.17	4.76	<0.001
	osteophyte	0~45	4.00	6.16	4.19	6.77	0.19	6.26	0.762
	meniscus extrusion	0~12	1.07	2.74	0.65	1.06	-0.42	2.89	0.149
	synovitis	0~6	0.85	1.54	0.67	1.05	-0.18	1.56	0.251

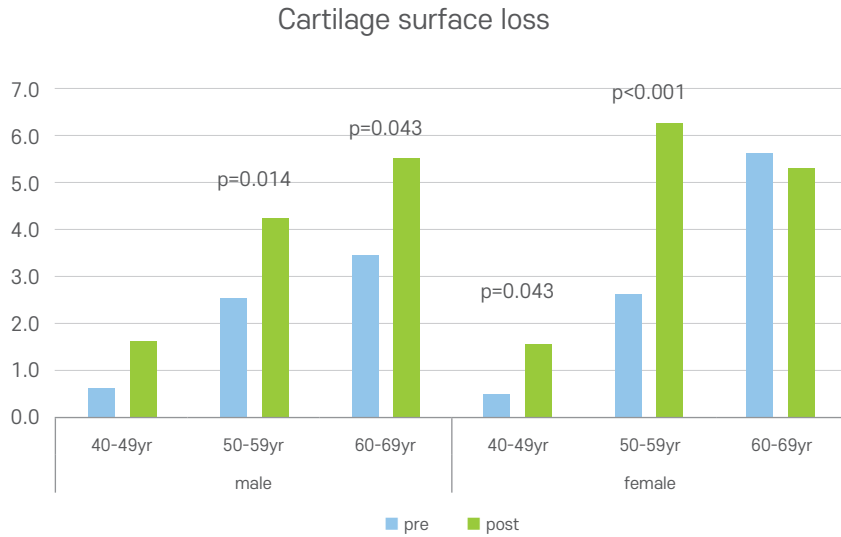


그림 2-10. 연골의 표층손상의 변화

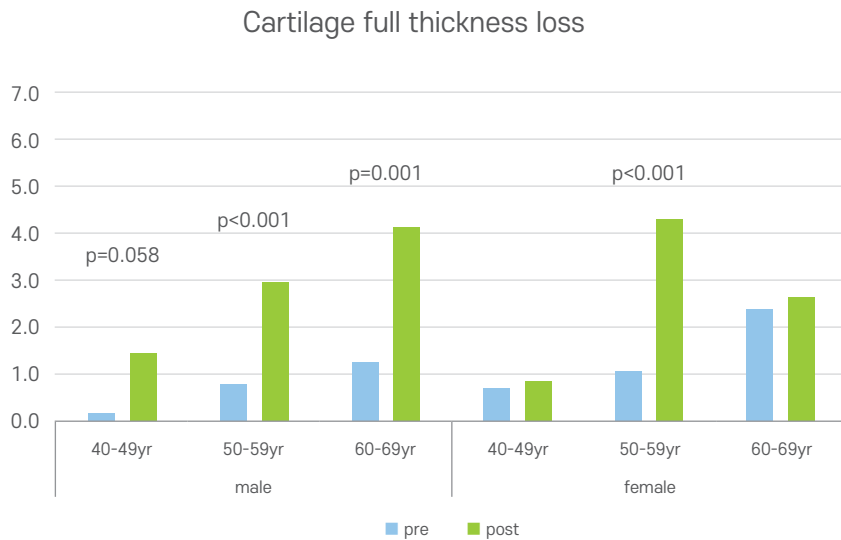
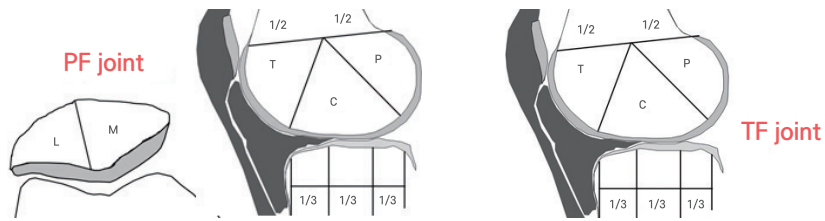


그림 2-11. 연골의 전층손상의 변화



		Cartilage surface loss			
		Grade 0 (none)	Grade 1 (<10% of area)	Grade 2 (10-75% of area)	Grade 3 (>75% of area)
Cartilage deep thickness loss	Grade 0 (none)	0 	1 	2 	3
	Grade 1 (<10% of subregion)		2 	3 	4
	Grade 2 (10-75% of subregion)			4 	5
	Grade 3 (>75% of subregion)	† Any loss including partial and full thickness losses † Full thickness loss			6

그림 2-12. 연골손상의 단계구분방법

표 2-36. The Paired t-test of cartilage loss by regions (3 year follow up)

	Pre		Post		difference	p-value
	mean	sd	mean	sd		
Total	4.97	7.81	7.45	10.15	-2.48	<0.001
PF Lateral	0.52	1.33	0.81	1.81	-0.29	0.004
PF medial	1.00	1.68	1.49	2.03	-0.49	0.001
TF Lateral	1.15	2.91	2.11	4.24	-0.96	<0.001
TF medial	2.31	4.25	3.05	5.02	-0.74	0.013

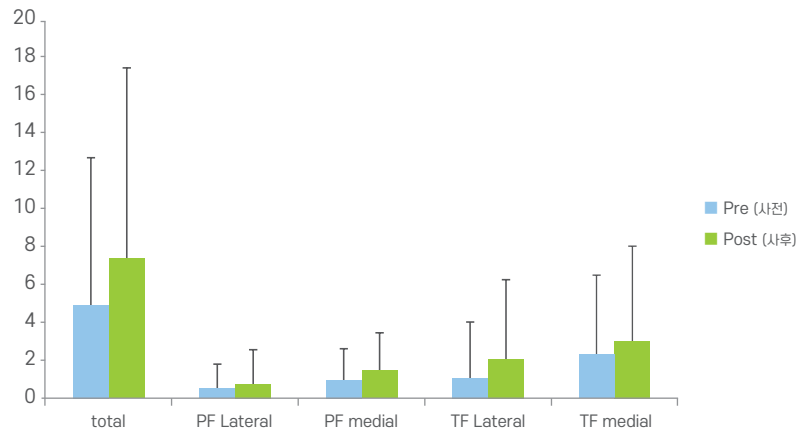


그림 2-13. 관절위치별 연골손상의 전후비교

운동역학연구

농업인들의 작업을 재현하여 KAM, KFM을 산출한 연구를 시행하였다. 연구의 주요 내용은 우선, 농업인의 상당수가 무릎관절염이 있는 상태에서 농작업에 종사하고 있음을 감안하여, 무릎관절염의 단계에 따른 보행분석을 실시하였다. 두 번째 농업인들이 농작업 중 중량물 들기 작업을 병행하고 있으므로, 중량물 들기 상태에서의 보행분석을 시행하였다. 세 번째는 농작업의 주요자세인 쪼그려 앉기 상태에서 이동할 때 무릎의 관절모멘트를 평가하였으며, 마지막으로 무릎관절염의 보호를 위한 도구로 널리 사용되고 있는 하지 서포트의 효과를 운동역학적으로 평가하고자하였다.

1. 보행시 농작업 종사자들의 슬관절 퇴행성 등급에 따른 지면반력 특성

1) 연구목적

슬관절 퇴행성 정도를 평가하는 KL-grade로 분류된 농작업 종사자들의 보행 특성을 운동역학적 관점에서 평가하였으며, 퇴행성 질환의 진행을 억제할 수 있는 인솔(inoles)과 같은 보조기구 개발에 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

2) 연구방법

최근 6개월 이상 슬관절의 통증을 호소한 45세~65세의 농작업 종사자 남녀 38명을 선정하여, 이들을 KL-grade에 따라 분류하였으며 영상촬영장비(FX-1, CASIO, Japan)와 지면반력 시스템(AMTI OR6, AMTI, USA)을 이용하여 보행을 분석하였다.

지면반력기에 닿는 시점(E1)부터 두 번째 수직지면반력이 최대가 되는 시점(E2), 발끝이 지면에서 떨어지는 시점(E3)을 이벤트로 설정하고, E1-E2를 제동력 국면(Phase1), E2-E3까지를 추진기 국면(phase2)으로 설정하였다. 위 이벤트를 기준으로 전체 소요시간과 전후(axis-Y), 좌우(axis-X), 수직(axis-Z)지면반력, 전후(axis-Y), 좌우(axis-X)의 COP를 분석변인으로 설정하였고<Figure 3>, COP는 국면별 변위로서 이동거리 즉, 움직임 폭을 이용하여 산출하였다.

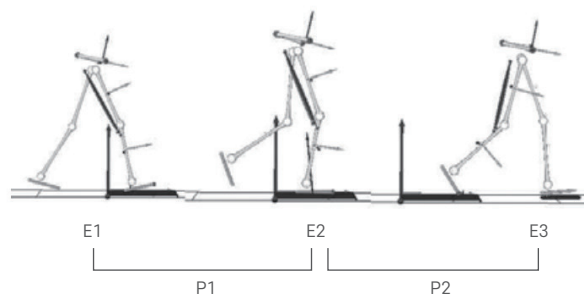


그림 2-14. 보행분석에서 시점(event)과 국면(phase)

3) 주요 연구결과

- ✦ KL grade가 높을수록 내측부하량을 증가시켜 에너지를 많이 소비하는 보행 특성을 보였다.
- ✦ KL grade가 높을수록 족저압중심(COP)의 변화가 증가하는 경향을 보였다.
- ✦ KL grade가 높을수록 긴 제동력과 짧은 추진력을 나타내어 비효율적인 보행을 하였다.

4) 시사점

- ✦ 무릎 관절염 진단 등급이 높을수록 무릎으로 전달되는 **좌우의 힘**이 증가하는 것을 알 수 있었다. 걷기 시 무게 중심의 좌우 힘이 증가하면 **무릎관절면의 압박력이 불안정**해져 무릎 관절염을 더욱 악화시킬 수 있다.
- ✦ 무릎골관절염이 발생한 경우, 이후에 일상적인 비정상적인 보행으로 인해 무릎관절의 부하가 증가하여 무릎골관절염의 악화가 촉진될 수 있음을 보여준다.
- ✦ 인솔(insole)과 보조기 사용은 이러한 경우 좌우 무게중심 움직임을 감소시킬 수 있기 때문에 권장할 수 있다.

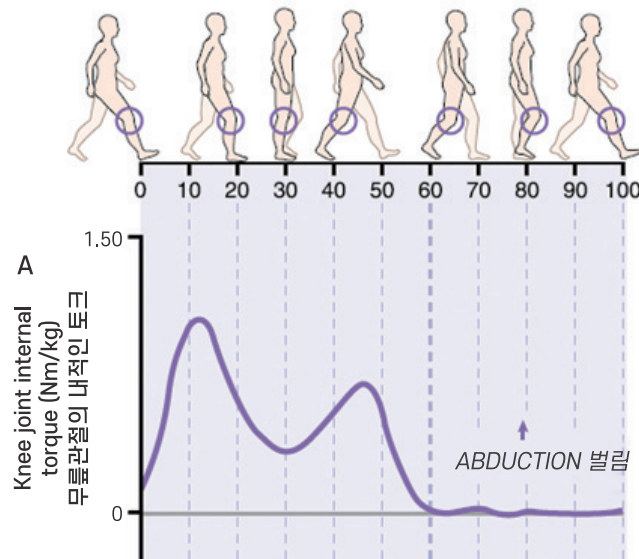


그림 2-15. 정상적인 걷기 시 무릎회전력

2. 중량물취급보행 시 하지의 역학적 정렬에 따른 생체역학적 변화

1) 연구목적

본 연구는 우리나라 농작업 현장의 작업 특성상 많이 취하고 있는 중량물 취급 보행 시 하지 정렬에 따라 하지에 미치는 생체역학적 변인 차이를 밝히고자 하며, 역학적으로 슬관절의 근골격계의 부담을 줄일 수 있는 다양한 작업환경 설계에 기초자료로 활용하고자 하였다.

2) 연구방법

최근 6개월 동안 하지관절 및 전신에 어떠한 부상경험이 없고 오른발이 우성인 20세~23세의 성인 남녀 22명을 선정하여 영상분석 분석 시스템(Kwon3d XP, Korea)과 지면반력 시스템(AMTI OR6, AMTI, USA)을 이용하여, 농작업 현장에서 주로 사용하는 중량물을 앞으로 들고 보행 동작을 실시하였으며, 중량물 부하는 무부하(0%/w)와 사전 검사를 통해 측정된 각 대상자의 체중에 10%, 20%, 30%를 모래주머니를 이용해 적용하였다. 이때 보행에 영향을 미칠 수 있는 체지방량과 골격근량, 슬관절 등속성 최대근력을 측정하여 사전 상관분석을 실시하였다.

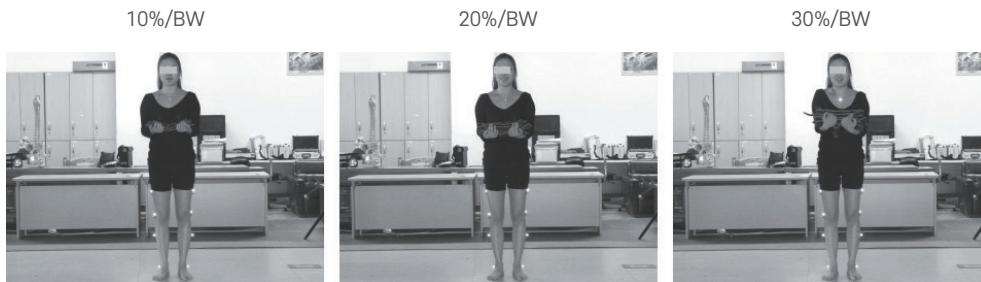


그림 2-16. 중량물취급보행 연구디자인

3) 주요 연구결과

- + 슬관절 굴곡/신전모멘트는 하지의 역학적 정렬과 관련없이 부하량 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이것은 무거운 물건을 들고 옮길 때 무릎을 굽히지 않으려는 경향으로 나타난다. 무릎 굽힘 움직임 없이 걷는 것은 **무릎 관절에 좋지 않은 영향**을 미친다.
- + 하지의 내반 역학적 정렬은 보행 중 수직지면반력이 최대인 시점에서 외발로 지지할 때 정상적인 보상작용이 나타나지 않았다.
- + 20%/BW까지 한발지지 시간의 여유를 보였지만 30%/BW에서 개인차와 함께 지지시간의 증가가 나타났고, 부하증가로 인한 신체 안정성 확보를 위한 입각기 비율이 감소하였다. 이를 근거로 물건을 들고 옮기는 것은 본인 체중의 30%의 중량을 초과해서는 안된다는 가이드를 제공할 수 있다.
- + 외반 그룹은 부하량 증가에 따라 초기 입각기 시 높은 제동력을 통해 신체중심의 안정성을 높이는 경향이 나타났다. 따라서 외반슬을 가진 경우 무릎 강화운동이 더 필요하다.

- ✦ 결론적으로 통계적 유의차는 나타나지 않았지만 중량물 취급 보행 시 하지의 역학적 정렬에 따라 내반 그룹에서 상대적으로 부정적 형태의 보행 패턴을 보였다. 이 결과는 무릎 정렬이 좋지 않은 사람들이 물건을 들고 걷는 것은 불안정성으로 위험하다는 것을 의미하며, 본 연구의 결과에 따르면 무릎의 정렬 이상이 있는 경우는 본인 체중의 30%이상의 물건을 옮기는 행위를 자제해야 한다는 것을 의미한다.

※ Korean Journal of sport biomechanics. Vol 25. No 2. 2015, 183-190

3. 쪼그려 앉은 상태로 걷기가 무릎관절염에 미치는 영향

1) 연구목적

실제 농작업 시에는 쪼그려 앉은 자세뿐만 아니라 쪼그려 앉은 자세에서 전후좌우로 이동하는 경우가 대부분이다. 장시간 쪼그려 앉은 자세나 앉아 걷을 때 근피로도가 증가하는데, 이러한 근피로는 무릎관절염을 더욱 악화시킬 수 있는지 파악하고자 했다.

2) 연구방법

여자 성인 18명을 선정하여 사이벡스를 이용 대퇴근의 근피로도를 유발한 후 쪼그려 앉아 걷기를 하도록 하여, 3차원 동작분석과 근전도 시스템을 이용해 무릎부하 변인 산출하였다.



그림 2-17. 근피로유발 전후의 무릎굴곡걸기의 동작분석 실험 모델

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 대퇴부근육의 피로(thigh muscle fatigue)는 관절의 최대 내반모멘트(the knee joint maximum adduction moment)와 유의한 관련을 보였다. 최대 내반모멘트의 변화량의 55%가 피로도도 설명되었다. 무릎 내반 모멘트는 안쪽 관절용기(medial condyle)의 압력과 관련된다. 쪼그려 앉아 걷기 시 무릎 안쪽 압력은 증가할 수 밖에 없다. 따라서 쪼그려 앉아 걷기 시 내반 모멘트를 감소시킬 수 있어야 한다. 본 연구결과 무릎의 과도한 움직임으로 대퇴부 근육의 피로가 증가하면 무릎 내반 모멘트가 증가하는 것을 알 수 있어 무릎의 피로도가 증가하지 않게 작업 시 적절한 휴식을 취하는 것이 필요하다.

- ✦ 이 결과는 쪼그려 앉은 작업자세로 인하여 하지근육의 피로가 누적되면 관절모멘트를 증가시켜 무릎관절염의 악화에 기여할 수 있으며, 무릎의 신체적 부담을 줄이는 것 뿐만 아니라, 적절한 중간휴식으로 근피로를 개선하는 것이 무릎관절염의 예방에 기여할 수 있음을 시사한다.

※ J Phys Ther Sci. 2016 Mar; 28(3): 1007-1011.

4. 하체서포트착용 유무에 따른 생체역학적 차이 분석

1) 연구목적

농작업 움직임 시 쪼그려 앉은 자세에서 이동형태는 앞으로 움직임과 옆으로 움직임으로 분류된다. 두 가지 쪼그려 앉은 자세에서 움직일 때 발생하는 하지의 생체역학적 변인을 비교·분석하여 농작업 종사자들의 작업환경 개선을 위한 객관적인 자료를 제시하고자 하였다.

2) 연구방법

오른발이 우성이며 건강한 성인여성 6명을 대상으로 실시하였다. 하체서포터 착용 유무와 움직임 형태에 따른 4가지 쪼그려 앉은 움직임 동작(Non Support Front Movement; NSFM) (Support Front Movement; SFM) (Non Support Side Movement; NSSM) (Support side Movement; SSM)을 실시하였다. 지면반력기(AMTI ORG-6, USA) 1대와 MotionMaster 200(visol, Korea) 적외선 카메라 6대, Kwon3d XP(visol, Korea) 동작분석 프로그램, 8채널 무선 표면 근전도시스템(Noraxon Myoresearch, USA)을 사용하여 생체역학적 변인 측정하였다.



그림 2-18. 쪼그려 앉은 상태에서 걷기 모델

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 서포터를 착용하지 않은 옆으로(NSSM)움직임이 다른 형태 움직임 보다 높은 굴곡토크를 유발하였다.
- ✦ 하체서포터 착용 유무에 관계없이 옆으로(side) 움직임이 앞으로(front) 움직임보다 높은 회전 토크를 유발하였다.

- ✦ 하체서포터 착용 유무에 관계없이 옆으로(side)움직임이 앞으로(front) 움직임보다 높은 근활성도를 유발하였다.
- ✦ 노지 농작업 현장에서 쪼그려 앉은 자세에서 움직임이 빈번히 발생하는데, 이러한 작업형태가 무릎 부하를 크게 증가시켜 무릎관절염 악화에 영향을 줄 수 있다는 실험적 근거가 확인되었다.
- ✦ 쪼그려 앉아 작업 시 하체서포터는 인체공학적으로 많은 도움을 준다. 하지만 노지 작업에서 한곳에서만 작업하는 것이 아니라 장소를 옮겨 가며 작업해야 하기 때문에 움직여야 한다. 본 쪼그려서 옆으로 움직임 무릎 관절에 영향을 줄 수 있는 근활성도와 지면반력이 높아졌다. 우선적으로 쪼그려 앉아 움직임을 줄여야 하지만 부득이하게 쪼그려 앉아 움직여야 할 경우 옆으로 움직임보다 앞으로 움직이는 것이 무릎을 보호할 수 있는 방법임을 알 수 있었다.

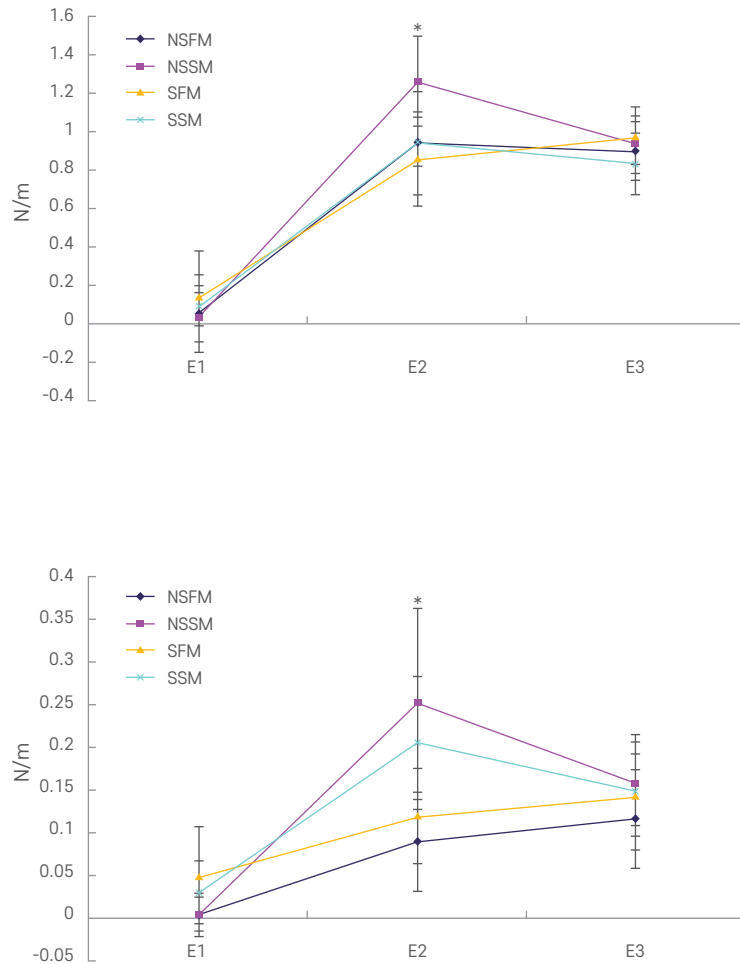


그림 2-19. 하체서포터착용 유무에 따른 생체역학적 차이

※ Journal of The Ergonomics Society of Korea(Vol.35 No.5, 2016)

개입연구

1. 농업인 무릎골관절염 운동프로그램의 효과

1) 연구목적

대표적인 노인성 만성질환인 무릎골관절염 환자를 대상으로 원격재활 시스템을 적용한 운동프로그램에 따른 환자의 근 기능과 삶의 질의 변화를 측정·분석하여 원격재활 운동프로그램이 무릎골관절염 환자를 위한 운동프로그램으로 타당성이 있는지 알아보기 위해 실시하였다.

2) 연구방법

농업인 무릎골관절염 환자를 대조군(운동프로그램을 실시하지 않음) 16명, 실험군 I (방문운동교육) 16명, 실험군 II (원격운동교육) 16명으로 나누어, 8주간 3회씩 1시간 동안 동일한 운동을 시행하였다. 운동은 1)폼롤러이완운동, 2)안정화운동/관절가동범위운동, 3)근력강화운동, 4)균형운동으로 구성되어 있다.

표 2-37 연구 대상자의 특성 (N=48)

	CG(n=16)	EG I (n=16)	EG II(n=16)	p
Gender(M/F)	4/12	4/12	4/12	
Age (years)	66.90±5.3	66.45±6.2	67.78±7.6	.192
Height (cm)	154.4±4.5	153.2±5.8	152.1±6.9	.617
Weight (kg)	64.45±5.7	63.57±6.0	62.23±6.5	.369

Significance was tested by one-way ANOVA

All values showed mean ±SD

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

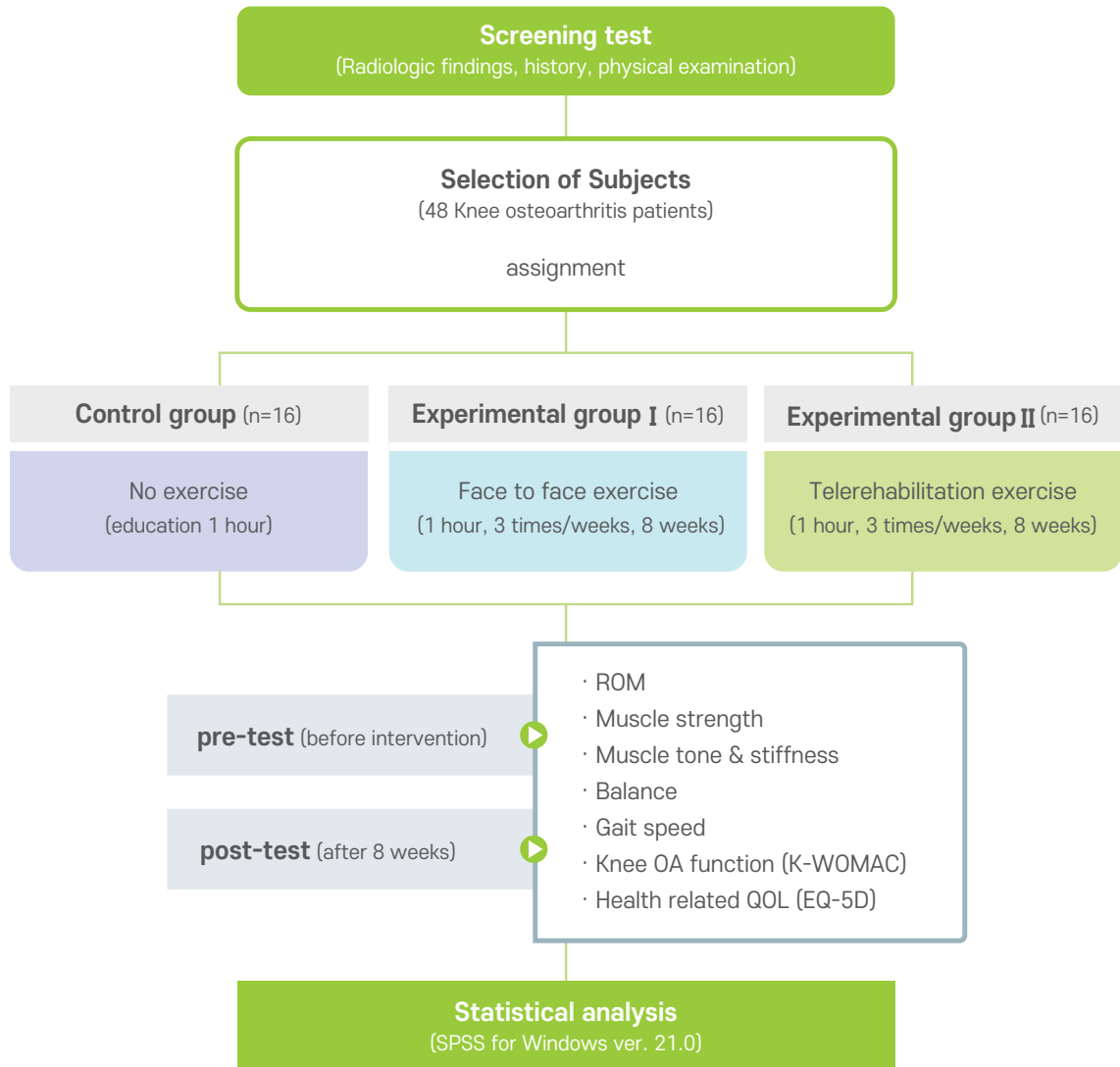


그림 2-20. 무릎골관절염 예방운동 개입연구의 설계

원격재활은 AVAYA Scopia XT4300 (U.S.A) 장비셋을 이용한 실시간 화상연결 시스템(real-time videoconference system)을 사용하였다. 원격리모트 컨트롤로 양방향의 카메라 줌과 틸트, 포커스 이동이 제어가능하며, 1080p 60fps 화질로 HD급의 영상과 음성이 동시 지원된다. 화상연결 장비는 G시의 C병원의 원격재활센터와 W군 C섬의 지역사회센터에 각각 설치하였고, 정해진 시간에 연결하여 원격재활 운동프로그램을 진행하였고, 프로그램은 8주간 1주일에 3번, 1시간씩 시행하고 총 24세션을 실시하였다.

첫 2주간은 원활한 운동 교육을 위하여 본 연구의 운동프로그램을 습득한 한명의 물리치료사가 직접 C섬의 지역사회센터를 방문하여 원격연결과 동시에 운동프로그램을 진행하였다. 나머지 6주 동안은 치료사의 방문 없이 지역사회센터의 관리자가 화상연결을 하여 원격으로만 프로그램을 진행하였다.

대상자들은 C섬의 지역사회 센터에 설치된 120inch 대형 스크린을 통해 C병원에서 프로그램을 진행하는 물리치료사를 보면서 대상자와 치료사 상호간 양방향의 질문, 자세 수정, 운동지시 등 시각적 청각적

실시간 피드백이 가능한 환경에서 원격재활 운동프로그램을 시행하였다(그림 2-21).

본 연구에서는 Kruss(2014)의 무릎골관절염 환자를 위한 운동프로그램을 연구의 목적에 맞게 수정 보완하여 구성하였다. 무릎골관절염을 위한 운동프로그램은 1시간씩 주 3회, 8주 동안 총 24세션을 실시하였고 10분은 준비운동, 40분은 본운동, 이후 10분은 정리운동으로 진행하였다. 운동프로그램은 폼롤러를 이용한 스트레칭과 근막이완운동, 안정화 운동과 관절가동범위 운동, 근력강화 운동과 균형운동으로 단계별로 구성하였다

폼롤러를 이용한 스트레칭과 관절가동범위 운동은 10초간 자세를 유지하고 10회 1세트를 실시하고 각 세트 간의 휴식은 1분으로 하였다. 안정화 운동과 근력강화 운동 및 균형운동은 5회 3세트를 실시하고 각 세트 간의 휴식은 1분으로 하였다. 운동의 유형과 적용방법은 다음과 같다.



그림 2-21. 원격재활을 이용한 운동프로그램

표 2-38. 운동의 유형과 적용방법

Main exercise	Repetition/set	Set	Hold time	Day/Week
Stretching R.O.M	10 times / 1 set	3	10/sec	3 days
Stabilization Strengthening Balance	5 times / 3 set	3	10/sec	3 days
Rest time		1 minutes		



그림 2-22. 폼롤러 이완운동



그림 2-23. 안정화운동 / 관절가동범위 운동



그림 2-24. 근력강화운동

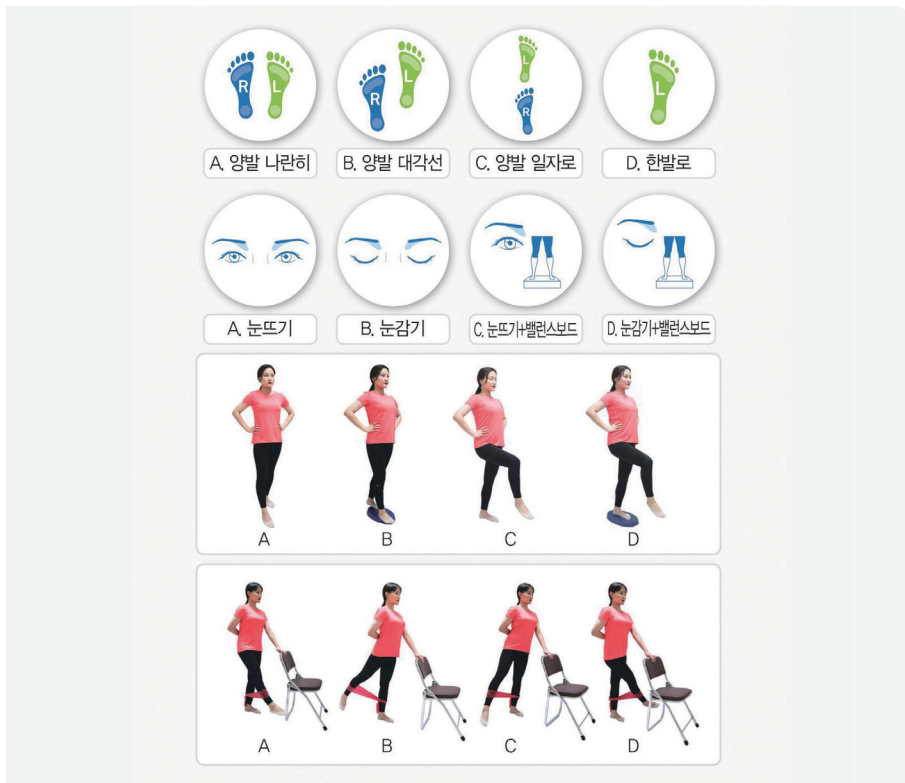


그림 2-25. 균형운동

평가도구

관절가동범위 측정(Dualer IQ PRO Digital Inclinator) : 하지 관절가동범위 측정을 위해 Dualer IQ PRO digital(JTECH medical, U.S.A.) 관절가동범위 측정 경사계를 사용하였다. Dualer IQ pro 는 주 측정계(primary inclinometer)와 보조 측정계(secondary inclinometer)로 구성되어 있으며, 주 측정계는 측정할 관절에 위치하며, 보조 측정계는 수평을 유지한 채 기준점에 위치하게 하여 두 측정계의 기울기에 따라 관절가동범위가 디지털로 자동 측정되는 시스템이다. 측정 방법은 테이블에 걸쳐앉은 자세에서 주 측정계를 정강뼈에 평행하게 위치하고, 보조 측정계는 넓다리뼈에 수평을 유지한 후, 두 측정계의 기울기에 따라 무릎관절의 굽힘과 폼 능동관절가동범위를 측정하였다. 측정은 충분한 연습 후 총 3회 실시하였으며, 3회 측정값의 평균을 검사 값에 적용하였다.



그림 2-26. 관절가동범위 측정장비

하지근력 측정(Commander Muscle Tester) : 도수근력측정 시스템(Commander Muscle Tester, J-Tech, U.S.A)을 사용하였다. 도수근력측정 시스템은 0.1kg에서 136.1kg 까지 정량적으로 근력 측정이 가능하며, 무릎관절의 굽힘과 폼 근육의 등척성 근력을 측정하였다. 무릎관절의 굽힘과 폼 근력을 측정하기 위해 대상자를 검사대 가장 자리에 걸쳐 앉힌 뒤에 골반을 뒤기울임 시키고 검사자는 대상자의 전면에서 한손으로 넓다리를 고정시키고 다른 손으로 측정 기구를 다리 전면에 대고 능동적으로 무릎관절을 편 후 무릎관절 폼 근육의 근력을 측정하였으며, 종아리 후면에 측정기를 대고 대상자 스스로 능동적으로 시켜 무릎관절 굽힘 근육의 근력을 측정하였다. 측정은 충분한 연습 후 총 3회 측정하였으며 근피로를 방지하기 위해 측정사이에 휴식시간은 1분으로 하였고, 3회 측정값의 평균을 검사 값에 적용하였다. 선행 연구에서 높은 측정자간 신뢰도(ICC=.89~.92)와 측정자 내 신뢰도(ICC=.97)를 보고하였다.



그림 2-27. 하지 도수근력측정장비

근육의 긴장도 및 경직도 측정(Myoton PRO) : 근육의 긴장도 및 경직도는 접촉식 연부조직 측정기 MyotonPRO(Myoton AS, Estonia)를 사용하였다. 연부조직측정기는 빠르고 쉽게 조직의 신체 역학적 성질의 측정이 가능하다. 탐침(probe)을 사용하여 피하조직(subcutaneous tissue)에 0.18N으로 압력을 제공하고, 15millisecond의 짧은 시간에 0.4N의 기계적 자극을 통해 근육에 자연스런 진동을 유도하게 되며, 변형된 피하조직에서 처음 형태로 회복되는 것을 측정하게 된다. 근육의 안정시나 근수축시 모두 근탄력성 측정이 가능하며, 비침습적인 방법을 통하여 직접 근육에 접촉하여 기계적으로 측정 후 전산화시키는 장비이다. MyotonPRO를 이용하여 근육의 긴장도(Frequency), 탄성도(Decrement), 경직도(Stiffness), 변형률(Creep), 원형회복속도(Mechanical stress Relaxation Time)를 측정 할 수 있으며 본 연구에서는 이러한 지표들 중에서 근육의 긴장도와 경직도 지표에 중점을 두어 연구를 진행하였다. 정확한 측정 변인들을 산출하기 대상자가 불필요한 긴장을 하지 않도록 지도하며, 측정 중 최대한 이완할 수 있도록 지시하였다. 측정 probe(polycarbonate probe, 3 mm)는 근육에 수직이 되도록 측정하였다. 본 연구에서는 Tap 반복 횟수를 5회, 기계적 임펄스 전달 시간(tap time)은 15 millisecond, 전달 간격은 0.8초로 설정하였고, 측정부위는 줄자를 이용해 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)과 무릎뼈(patella)의 사이 1/2지점으로서 다리곧은근(rectus femoris)의 근복(muscle belly) 중앙(middle)부위를 펜(skin marker)을 이용해 피부에 표시하였다. 근육의 긴장도와 경직도를 총 3회에 걸쳐 측정하고 변동계수(coefficient of variation, CV)가 3% 초과될 경우 재측정 하였으며, 3% 이하의 변동계수에서 측정된 3회 측정치의 평균값을 적용하였다. 중재 전, 중재 중간, 중재 후 모든 측정시 측정자의 내적신뢰도를 높이기 위하여 측정자는 1인으로 통제하였다(김성대 등 2016). MyotonPRO는 높은 측정자 내 신뢰도(ICC=.94 ~ .97)를 보고하였다).



그림 2-28. 근육 긴장도 및 경직도 측정장비

균형능력 측정(BioRescue) : BioRescue system(RM Ingenierie, France)을 사용하여 측정하였다. BioRescue는 610×580×10mm의 힘판(force plate)과 연결된 컴퓨터 및 93×52cm 크기의 모니터로 구성되어 있고, 시각적인 바이오피드백이 주어지고 정적 및 동적 균형 검사와 균형 훈련을 할 수 있도록 설계되어 있다. 힘판의 압력감지기는 총 1,600개로 구성되어 있으며, 압력감지기 하나의 크기는 10×10 mm이었다. 또한 힘판의 센서를 통한 데이터의 표본 수집률은 100 Hz로 얻어지도록 되어 있다. 무게 중심이 중앙에서 바깥으로 벗어나는 정도의 차이로 균형의 안정성을 측정하는데 압력의 중심 이동 경로가 선으로 표시된다. 몸의 무게중심이 중심점에서 이동한 거리(cm)와 면적(mm²), 평균속도(cm/s)를 측정할 수 있다. 상자는 선 자세에서 힘판에 발뒤꿈치를 위치시킨 후 뒤꿈치 사이의 거리를 3 cm로 설정 한 다음 발의 앞부분의 벌어진 각도가 30°가 되도록 한 후 전방을 바라보면서 자세를 유지하도록 지시하였다. 본 연구에서는 장비 위에 올라가 60초간 정적 서기 자세를 유지하는 동안 몸 중심점의 총 이동거리인 동요거리를 측정하였다. 동요거리는 그 수치가 커질수록 정적 균형능력이 좋지 않음을 의미한다. 눈을 뜬 상태에서 60초 동안 동요거리를 측정한 후 다시 눈을 감은 상태에서 60초 동안 동요거리를 측정하였다. 학습효과를 피하기 위하여 측정사이에 1시간의 휴식시간을 주었다. 사전에 충분한 연습을 한 후 3회 반복 측정하고 평균값을 적용하였다. 이 도구의 검사-재검사(test-retest)방법에서 급내 상관 계수 ICC는 0.84로 높은 신뢰도를 보고하였다.



그림 2-29. 균형능력측정장비

보행속도 측정(G-Walk) : 휴대용 무선 가속도계와 자이로스코프를 이용한 G-Walk(BTS Bioengineering, Padova, Italy)을 사용하였다. G-WALK의 본체를 대상자의 허리에 착용한 벨트에 장착하고 양쪽 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine; PSIS) 사이 허리뼈 5번에 위치하도록 하였다. 실험 대상자는 실내의 평평한 직선으로 뻗어있는 지면 10m에서 편안한 보행속도로 우세 발부터 걷도록 하였다. 측정자는 보폭의 수를 기록하여 보행 동안의 가속구간과 감속구간을 제외하는데 사용하였으며, 총 3번의 보행을 이용하여 최종 평균값을 결과 값으로 사용하였다. 대상자에게 총 14m 구간을 편안한 속도로 걷도록 하고 출발지점과 도착지점에서 각각 2m 구간을 제외한 10m 구간을 측정하였다. 보행 변수들을 수집한 자료는 무선 블루투스를 통해 개인 노트북으로 전송되고 G-studio 소프트웨어를 통해 자동분석되어 변수 값이 제시되었다. 보행속도, 보행 주기, 보행 시간, 보장 거리(step length), 입각기와 유각기의 대칭성지수(%) 등의 변수가 측정가능하고, 본 연구에서는 이러한 지표들 중에서 보행 속도의 값을 3회 반복 측정하고 평균 값을 적용하였다.



그림 2-30. 보행속도 측정장비

무릎 장애지수 측정(K-WOMAC) : 무릎 기능을 알아보기 위해 K-WOMAC(Western Ontario and McMaster Universities) 평가 도구를 사용하였다. 총 24개의 질문으로 구성되어 통증 5개 문항, 경직 2개 문항, 그리고 신체적 기능 17개 문항 등 세 개의 하부척도로 구성되어있다. 따라서 다른 평가도구에 비하여 질문 문항이 간략하여 설문 조사 시 응답률을 높일 수 있으며, 구체적인 세부척도로 이루어져 있어 무릎 관절 통증과 관련된 기능적 장애를 효과적으로 평가할 수 있다. 각각의 문항은 '없음'을 0점, '매우 심함'을 4점으로 하여 통증은 최저 0점에서 20점, 뻣뻣함은 최저 0점에서 8점, 신체적 기능은 0점에서 최고 68점으로 세 가지를 합산하여 최저 0점에서 최고 96점까지 가능하며 점수의 총합이 높을수록 신체기능 장애가 심함을 의미한다.

건강관련 삶의 질 측정(EQ-5D) : 유럽국가들에서 조직된 EuroQol 그룹이 1987년에 개발한 건강관련 삶의 질을 측정하기 위한 도구로서 보건 의료분야에서 널리 사용되었다(EuroQol Group, 1990). EQ-5D는 운동능력(mobility), 자기관리(self-care), 일상활동(usual activities), 통증/불편감(pain/discomfort), 불안/우울(anxiety/depression)의 총 5개의 영역에 관한 객관식 문항으로 구성되어있고 각 영역은 건강상태가 좋은 것부터 순서대로 1,2,3 세 개의 수준(Level)으로 나누어져서, 대상자가 그 수준들 중에서 현재 본인의 건강상태를 가장 잘 설명하는 것을 하나씩을 고르게 되어 있어 35=243가지의 건강수준을 설명할

수 있다. EQ-VAS는 최상의 건강상태를 100점, 최저의 건강상태를 0점으로 하여 양 끝으로 하는 수직으로 된 눈금자로 만들어진 시각화 척도 방법인 VAS(Visual analogue scale)로서 설문 당일의 주관적이고 전체적인 개인의 건강상태를 눈금자에 표시하도록 하였다.

3) 주요 연구결과와 시사점

- ✦ 실험군 I 과 실험군 II에서 모두 관절운동가동범위, 무릎근력, 근육긴장도 및 경직도, 균형능력, 보행속도, 무릎관절기능, 삶의 질이 대조군에 비해 유의하게 개선되었다. 특히 관절가동범위와 균형능력, 무릎관절 기능과 건강관련 삶의 질의 개선에서는 방문 운동군과 원격재활 운동군의 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
- ✦ 대표지표인 WOMAC index(무릎의 기능과 통증 척도)를 보면, 방문운동교육(실험군 I)은 41.8(\pm 9.3)점에서 26.5(\pm 11.0)점으로 15.3점 감소하였다. 반면 원격운동교육(실험군 II)는 39.8(\pm 8.9)점에서 30.4(\pm 12.7)점으로 9.4점 감소하였다. 이러한 결과는 하지근력, 유연성, 안정성 등에서도 유사한 개선효과를 보였다.
- ✦ 이 결과는 운동프로그램을 진행하는데 있어 물리치료사와 직접 대면하여 실시하는 것이 효과적이지만 도시에 비해 상대적으로 의료 접근성이 떨어지는 농촌·산간, 낙도 지역에서는 시간적, 공간적, 경제적인 문제로 병원에 내원이 어렵기 때문에 원격재활 운동프로그램이 대안이 될 수 있다.

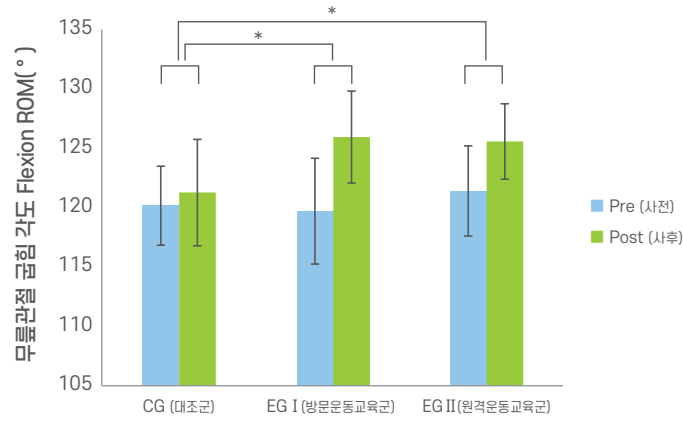


그림 2-31. 각 그룹의 중재 전·후 무릎관절 굽힘 각도 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

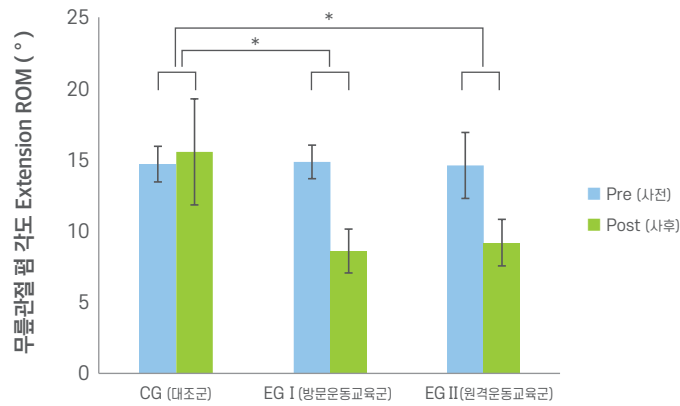


그림 2-32. 각 그룹의 중재 전·후 무릎관절 펴기 각도 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

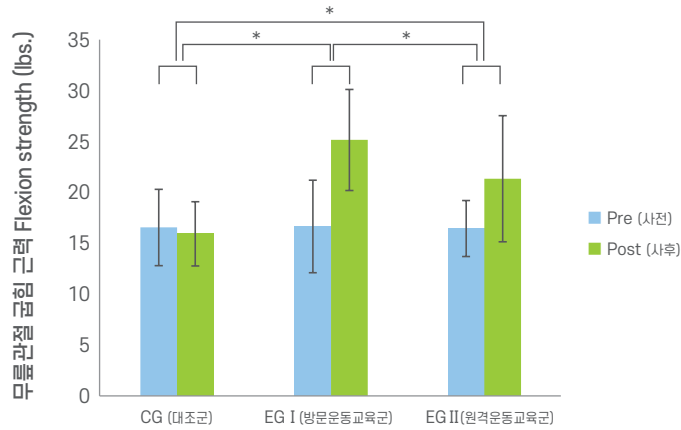


그림 2-33. 각 그룹의 중재 전·후 무릎관절 굽힘 근력 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

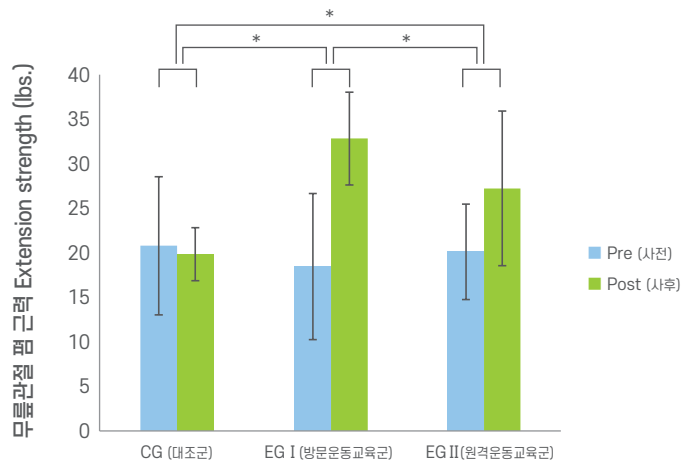


그림 2-34. 각 그룹의 중재 전·후 무릎관절 펴는 근력 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

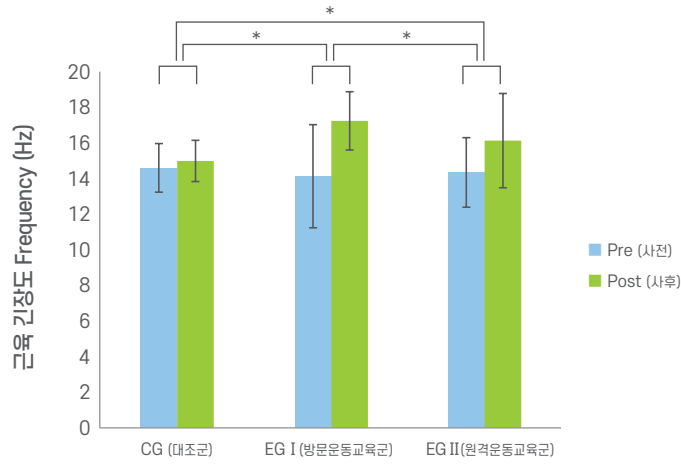


그림 2-35. 각 그룹의 중재 전·후 근육의 긴장도 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

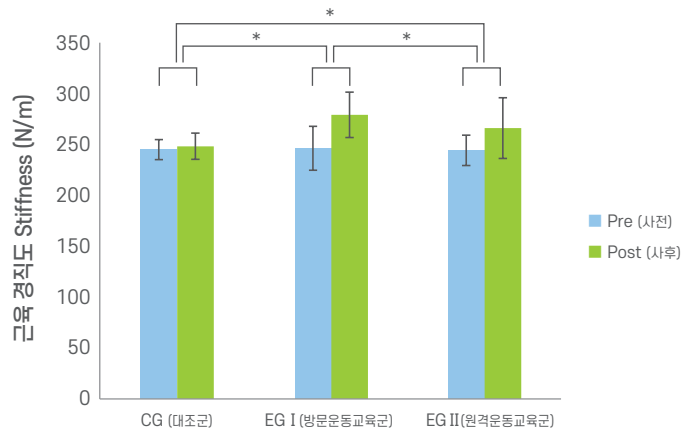


그림 2-36. 각 그룹의 중재 전·후 근육의 경직도 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

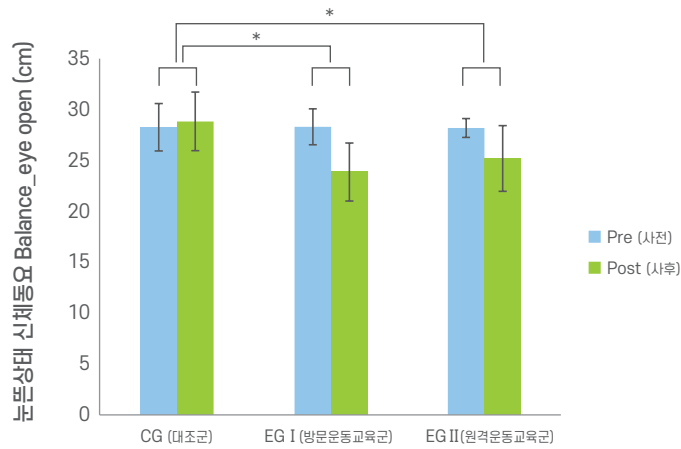


그림 2-37. 각 그룹의 중재 전·후 눈 뜬 상태의 동요거리 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

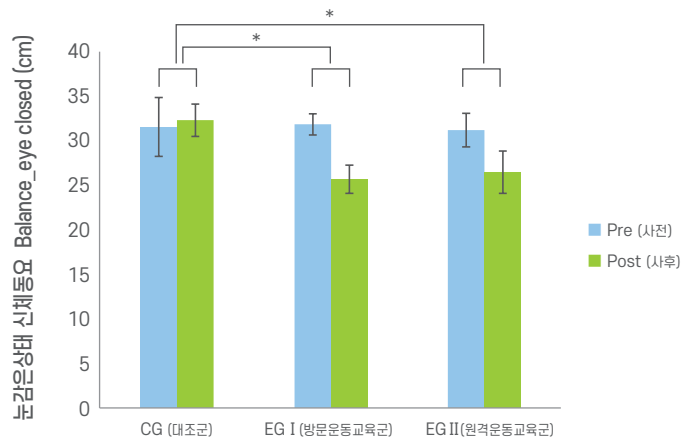


그림 2-38. 각 그룹의 중재 전·후 눈 감은 상태의 동요거리 변화 비교

* : $p < .05$

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

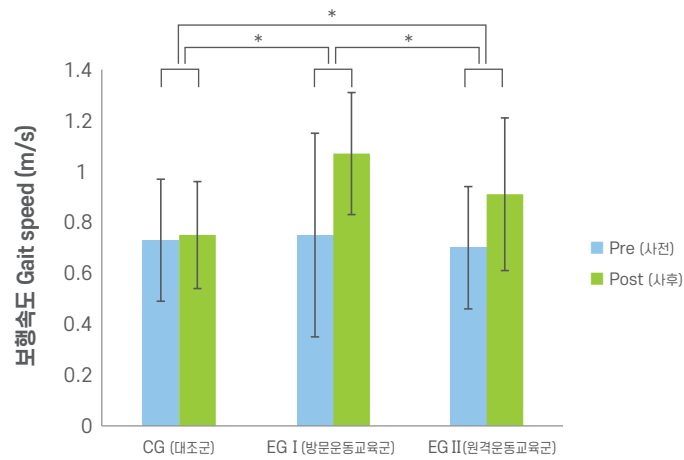


그림 2-39. 각 그룹의 중재 전·후 보행속도 변화 비교

* : p<.05

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

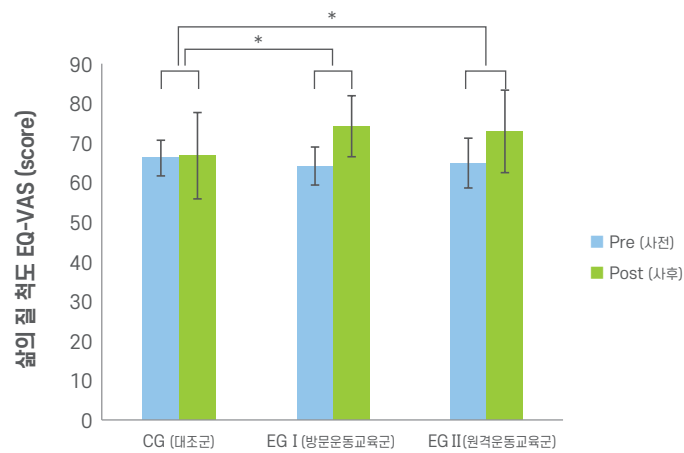


그림 2-40. 각 그룹의 중재 전·후 EQ-VAS index 변화 비교

* : p<.05

CG : Control group (No exercise)

EG I : Experimental group I (Face to face exercise)

EG II : Experimental group II (Telerehabilitation exercise)

3. 무릎골관절염 연구에 관한 문헌검토

이 장에서는 무릎골관절염에 관한 국내외의 연구를 정리하였다. 이는 무릎골관절염 역학연구에 필요한 최근 지식을 체계적으로 정리한 것이며, 조선대학교 농업안전보건센터에서 시행한 연구의 위치와 의미를 확인하고자 한 것이다. 1부의 내용은 조선대학교병원의 무릎골관절염 연구회에서 토의된 연구사례와 논문이 다수 반영되어 있다.

주요약어

KL grade : Kellgren Lawrence grade for Knee osteoarthritis

OARSI : OsteoArthritis Research Society International

ROA : Radiographic OsteoArthritis

SOA : Symptomatic and Radiographic OsteoArthritis

BMI : body mass index

WOMAC : Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis index

WORMS : Whole-Organ MRI score

MOAKS : MRI Osteoarthritis Knee Score

95% CI : 95% confidence interval

OR : Odds ratio

RR : relative risk

JSN : Joint Space Narrowing

BML : Bone Marrow Lesion

BMD : Bone Mineral Density

무릎골관절염의 질병부담

관절염은 전세계적으로 유병률이 꾸준히 증가하고 있다. 2013년 전세계 질병부담을 추정한 결과에 따르면 2억 4천 2백만명이 무릎이나 고관절의 관절염으로 인해 통증과 함께 일상생활의 제약을 받고 있으며, 장애손실년수는 1천 3백만년에 달하는 것으로 추정되고 있다.³⁴⁾

한국의 경우, 2016년 국민건강보험 통계에 따르면 관절증의 진료실인원(patients)은 367만 명인데, 이중 무릎관절증은 271만명으로 전체 관절증에서 무릎관절증이 차지하는 비중은 74%였다. 또한 무릎관절증의 진료실인원 중 여성은 192만명으로 71%를 차지했다. 2016년 무릎관절증의 총 진료비는 1조 2852억원으로 고혈압, 만성신장병, 당뇨, 급성기관지염, 알츠하이머 치매에 이어 진료비 순위는 6번째에 해당하였으며, 이는 1조 2677억원인 뇌경색과 비슷한 수준이었다. 2012년 무릎인공관절수술을 받은 70세 이상 노인은 2만 6,991명이었으나, 2016년에는 3만 7,159명으로 크게 증가하였다(건강보험심사평가원, 2016). 관절치환술은 2001년에 비해 2010년에는 407%가량 증가하였다. 이 중 여성의 비율은 91%에 달하였다.³⁵⁾ 또한 통계청에서 발표한 2017년 국내 인공관절 수술 통계에서도 50대 3,026건, 60대 22,734건, 70대 35,409건, 80대 이상에서 8,440건으로 70대에서 가장 높았고, 50대 부터 70대 까지 증가하다가 80세부터 감소하는 결과를 보였다.³⁶⁾ 2018년 발표된 한 연구에 의하면 무릎골관절염은 개인의 경제적 부담 수준이 매우 높아, WHO가 정의한 ‘재난수준의 의료비 지출(catastrophic health expenditure)’과 관련된 중요한 인자였다.³⁷⁾

이러한 결과를 종합하면, 이미 고령화 사회로 진입하고 있는 한국에서 무릎골관절염은 사회경제적으로 개인에게 큰 부담으로 작용하고 있으며, 적극적인 예방전략이 필요한 질환이라는 사실을 알 수 있다.

34) OARSI White Paper- OA as a Serious Disease. available at : https://www.oarsi.org/sites/default/files/library/2018/pdf/oarsi_white_paper_oa_serious_disease121416_1.pdf

35) In Jun Koh, Tae Kyun Kim, Chong Bum Chang, Hyung Joon Cho, Yong In. Trends in Use of Total Knee Arthroplasty in Korea From 2001 to 2010

36) 통계청. 2017

37) Hyoungyoung Kim, Soo-Kyung Cho, Daehyun Kim, Dalho Kim, Sun-Young Jung , Eun Jin Jang , Yoon-Kyoung Sung. Impact of Osteoarthritis on Household Catastrophic Health Expenditures in Korea

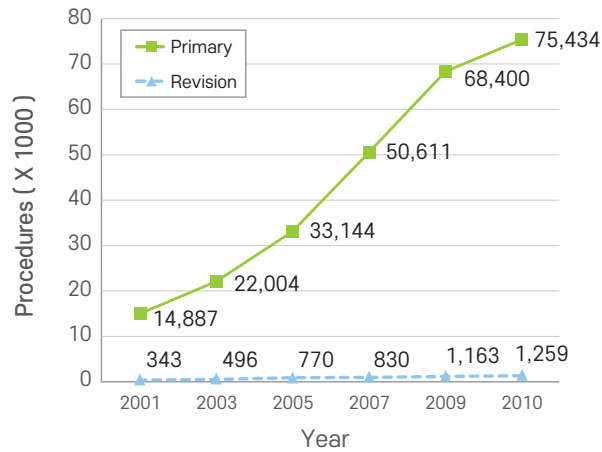


그림 3-1. 2001-2010년까지 무릎인공관절수술 건수의 변화

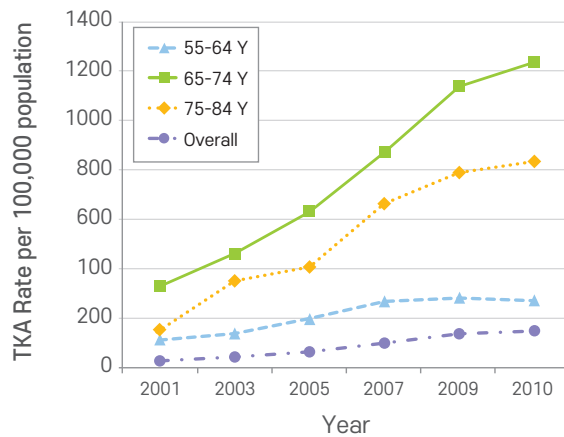


그림 3-2. 2001-2010년까지 무릎인공관절수술 건수의 연령대별 변화

무릎골관절염의 병태생리

무릎골관절염(osteoarthritis, OA)은 점진적으로 관절기능의 상실, 신체장애, 삶의 질의 악화를 일으키는 퇴행성관절질환이다. 무릎골관절염은 미세손상(micro injury) 또는 거대손상(macro injury)에 의해 촉발되어 연골, 뼈, 활액막(synovium) 세포의 스트레스, 세포외기질의 분해로 인해 형태학적 수준에서 관절연골의 파괴(articular cartilage breakdown), 골극의 형성(osteophyte formation), 연골하경화(subchondral sclerosis), 골수병변(bone marrow lesion), 활액막의 변화(alterations of the synovium)가 나타난다.³⁸⁾

1. 연령에 따른 노화

무릎골관절염은 전형적인 퇴행성 질환으로, 연령은 무릎골관절염의 가장 중요한 위험요인이다. 무릎골관절염에서 관절연골의 퇴행과 손실은 무릎골관절염의 가장 핵심적인 변화이며 흔히 '관절이 닳아졌다(wear and tear)'라고 표현된다. 연령이 증가할수록 근육감소와 함께 고유수용감각이 저하되고, 관절의 불안정성이 증가한다. 뿐만 아니라 연골판의 퇴행화, 연골세포의 이화작용의 증가, 인대와 건의 경직도 증가, 정상골구조의 소실과 같은 관절조직의 노화가 나타난다. 이러한 변화는 무릎골관절염에 대한 취약성을 증가시킨다. 여기에 비만, 관절의 손상, 육체적 노동, 개인의 유전적 또는 해부학적 요인이 결합되면서 무릎골관절염의 발생이 촉진된다.³⁹⁾

38) Nature Reviews Rheumatology volume 6, pages 625-635 (2010)

39) Shane Anderson A, Loeser RF. Why is osteoarthritis an age-related disease? Best Pract Res Clin Rheumatol. 2010 Feb;24(1):15-26.

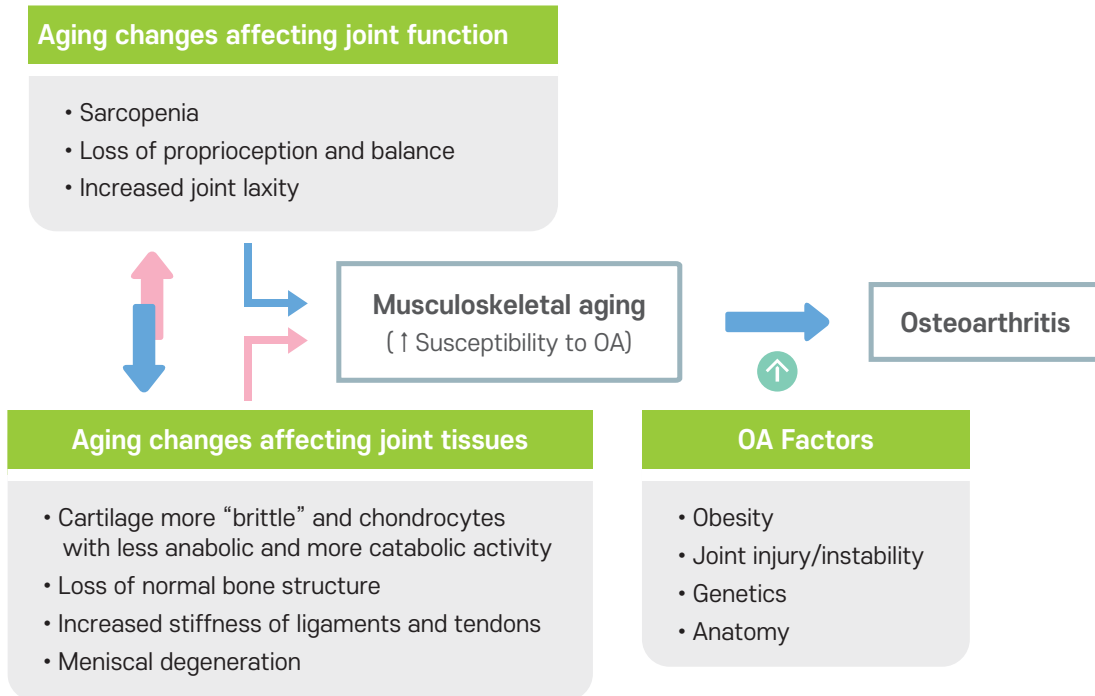


그림 3-3. 근골격계의 노화와 골관절염 발생의 관련성

2. 연골의 변화

연골세포의 1차적인 기능은 연골의 동적평형상태를 유지하는 것이다. 연골세포는 세포외기질의 구성요소(extracellular matrix components)들을 생산하는데, 연령이 증가할수록 연골세포수가 감소하고, 세포외기질을 생산하는 능력이 감소한다.⁴⁰⁾

연골세포의 노화가 나타나는 이유에 대해서는 아직까지는 충분하게 밝혀진 것은 아니며, 여러 가지 가설이 제시되고 있다. 연골세포의 생물학적 노화 기전을 설명하는 2가지 핵심 개념은 복제노화(replicative senescence)와 스트레스에 의한 노화(Stress-induced senescence)이다. 복제노화는 세포분열횟수에는 한계가 있어 더 이상 DNA 복제가 일어나지 않은 임계치에 도달하면, 세포분열능력이 사라지는 것을 의미한다. 노화된 연골일수록 각종 성장호르몬에 대한 반응이 저하되고, 미토콘드리아의 기능도 저하되며, 산화적 스트레스에 의한 활성산소(ROS, reactive oxygen species)의 생성되고, 교원섬유분해효소(Matrix metalloproteinases)와 사이토카인의 증가하고, 당화반응 생성물(AGE, advanced glycation end-product)이 축적된다. 이러한 영향으로 인해 세포수준에서는 염색체의 말단소체 장애(telomere dysfunction), 노화관련 (SA) 이질 염색질(heterochromatin)의 생성, p53, p21, p16 유전자의 발현 증가가 나타난다.⁴¹⁾

40) Li Y, Wei X, Zhou J, Wei L. The age-related changes in cartilage and osteoarthritis. Biomed Res Int. 2013;2013:916530.

41) Loeser RF. Aging and osteoarthritis: the role of chondrocyte senescence and aging changes in the cartilage matrix. Osteoarthritis Cartilage. 2009 Aug;17(8):971-9.

무릎관절염의 진행에 있어 연골의 세포외기질의 변화과정은 가장 중요한 요인이며, 세포외기질의 퇴행성 변화는 연골세포의 수를 감소시키고, 연골재생능력을 감소시킨다. 그 결과 외부의 부하에 의한 손상에 더 취약해지고, 이는 악순환을 유발한다.⁴²⁾

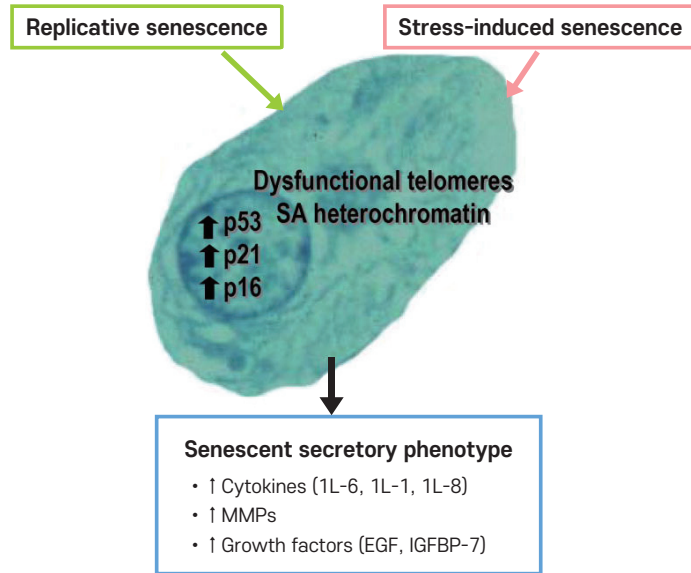


그림 3-4. 연골세포의 생물학적 노화기전

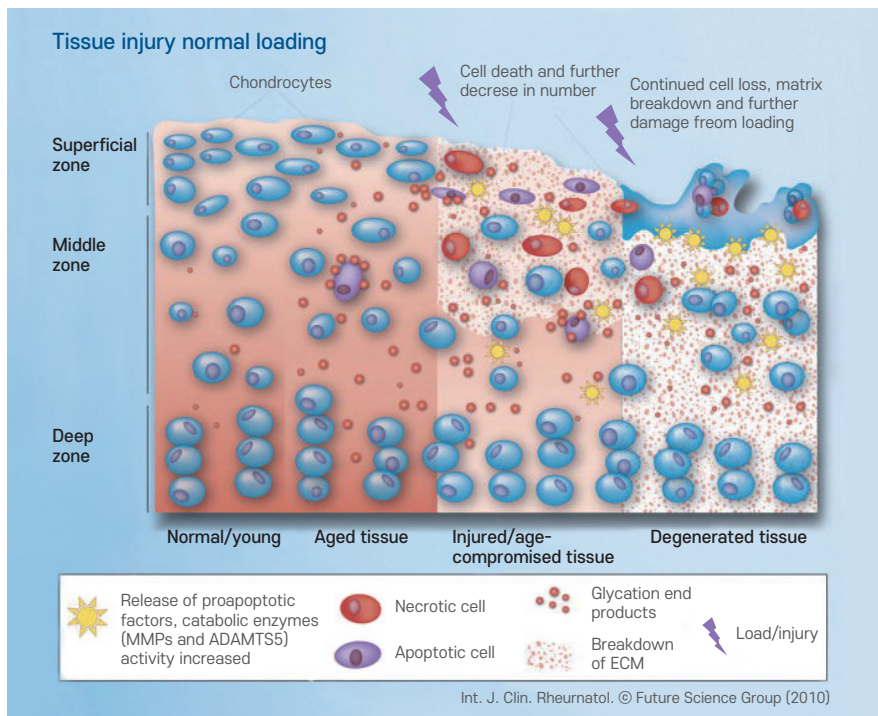


그림 3-5. 연령에 따른 연골세포와 세포외기질의 변화

42) Grogan SP, D'Lima DD. Joint aging and chondrocyte cell death. Int J Clin Rheumatol. 2010;5(2):199-214.

3. 병리역학(pathomechanics)

관절염은 관절에 손상을 일으킬 수 있는 물리적 부하의 증가로 인해 발생한다. 관절의 정상적인 움직임에서 벗어나게 하는 요인은 관절의 움직임을 비효율적으로 만들뿐만 아니라 관절의 특정부위에 국소적 압력을 증가시켜 관절염을 악화시킬 수 있다. 이러한 병리역학(pathomechanics)은 무릎골관절염을 진행시키는 다른 모든 요인들을 압도한다.

무릎관절은 마찰이 적고, 부하를 수용할 수 있는 연골로 보호되고 있다. 연골구조는 연골메트릭스라는 구조적 완전성을 갖고 있으며, 이러한 구조적 안정성은 연골세포(chondrocytes)라고 불리는 고도로 분화된 세포에 의해 만들어진다. 물리적 부하가 가해지더라도 연골세포는 연골구조의 합성과 제거라는 동적 균형상태를 유지한다.⁴³⁾ 이러한 동적균형상태가 적절하게 유지되지 못하는 상태에서 물리적 부하의 증가는 관절염의 진행을 급속도로 촉진할 수 있다. 또한 병태역학을 교정하는 치료는 염증을 억제하는 치료방법에 비해 통증이나 기능을 개선하는데 더 지속적인 효과를 보인다. 예를 들어 무릎의 경우 내반변형이 무릎내측의 부하를 증가시켜 관절염을 악화시키지만, 절골술을 통해 내반변형을 바로 잡으면 통증을 개선할 수 있을 뿐만 아니라 관절염의 진행을 막을 수 있다. 물리적으로 유발된 관절의 손상은 다양한 염증반응을 일으킬 수 있지만, 염증이 구조적 손상을 악화시키는데 얼마나 기여하는지는 아직까지는 충분하게 증명되지 않았다.⁴⁴⁾

관절부하는 비만, 관절부하 축의 틀어짐, 손상, 관절의 불안정성⁴⁵⁾ 같은 요인에 의해 증가될 수 있으며, 이는 관절의 퇴행성변화의 핵심 위험요인이 된다.⁴⁶⁾⁴⁷⁾ 반면 체중감소는 관절에 긍정적인 영향을 준다.⁴⁸⁾

43) Chen C, Tambe DT, Deng L, Yang L. Biomechanical properties and mechanobiology of the articular chondrocyte. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2013 Dec 15;305(12):C1202-8.

44) Felson DT. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013 Jan;21(1):10-5.

45) Herzog W, Adams ME, Matyas JR, Brooks JG. Hindlimb loading, morphology and biochemistry of articular cartilage in the ACL-deficient cat knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 1993;1(4):243-51.

46) Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(7):1800-6.

47) Sun HB. Mechanical loading, cartilage degradation, and arthritis. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1211:37-50.

48) Farshid Guilak. Biomechanical factors in osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011 Dec; 25(6): 815-823.

The vicious Cycle of joint Damage caused by Malalignment

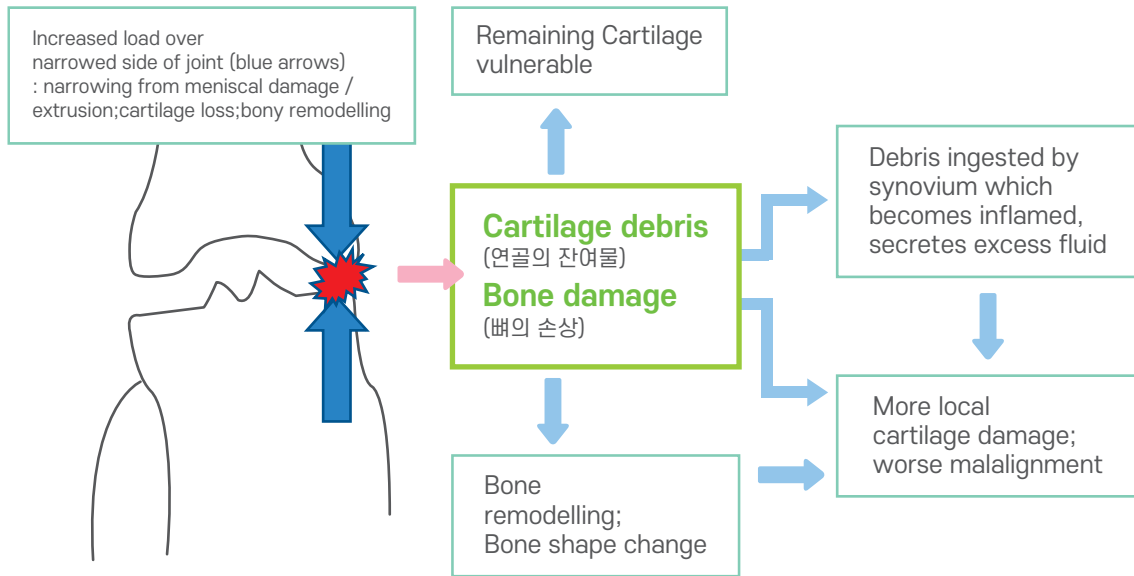


그림 3-6. 무릎정렬이상에 의해 초래된 관절손상의 악순환

4. 연골판의 역할

무릎관절에서 연골판은 안정성을 제공하고, 대퇴골과 경골사이의 접촉면을 증가시키며, 접촉압력을 감소시킴으로써 관절의 부하로부터 무릎연골을 보호한다. 무릎연골판의 약 70%는 수분이며, 나머지 중량 중 70%는 콜라겐, 17%는 프로테오글리칸(proteoglycan), 8%는 비콜라겐성 단백질, 그 밖에 DNA, 엘라스틴(elastin), 당단백질(adhesion glycoproteins) 등으로 구성되어 있다. 주 성분인 콜라겐은 1형 콜라겐이 대부분을 차지하고 있으며, 콜라겐의 섬유상 배열은 수직압박력을 분산시키기에 용이한 구조로 이루어져 있다. 무릎연골판은 연령이 증가함에 따라 노화과정을 거친다. 연령이 증가할수록 콜라겐의 교체율이 낮아지고, 당화반응(glycation)의 최종생성물(AGE, advanced glycation end-product)이 축적되면서 조직이 경직되고, 취약해진다. 이로 인해 퇴행성변화 또는 퇴행성파열이 생긴다. 증상이 없는 연골판의 파열은 중년 또는 노년층의 무릎 MRI에서 흔히 발견되고 있는데, 연골판의 소실이나 손상은 전형적으로 무릎의 퇴행성변화를 일으키는 선행요인이 된다. 따라서 연골판의 파열은 무릎골관절염 진행의 전단계로 여겨지고 있다.

연골판은 단순히 물리적인 보호에만 머무르는 것이 아니라, 연골과 상호작용을 하는 것으로 보인다. 따라서 무릎골관절염도 연골판의 약화와 붕괴를 유발할 수 있고, 연골판과 무릎연골은 서로 영향을 주

면서 악화의 악순환으로 이어질 수 있다.⁴⁹⁾ 연골판에서 형성된 효소(enzymes)나 다른 전이화작용 매개인자(pro-catabolic mediators)는 연골이외의 조직에도 병리적 변화를 유발한다.⁵⁰⁾ 한 연구에 따르면 관절의 부하가 있거나 있지 않거나, 연골판의 소실은 광범위한 연골세포사와 관련이 있다는 보고를 하였다.⁵¹⁾ 또한 과거에 연골판파열에 대한 치료방법으로 연골판을 제거하는 수술이 광범위하게 시행되어 왔으나, 연골판제거술 자체가 관절염을 진행시키는 요인이라는 사실도 확인되었다.⁵²⁾

연골판의 손상으로 인해 연골판의 돌출(meniscus extrusion)이나 불안정성한 상태가 초래되는 경우가 있다. 연골판의 돌출은 연골판의 파열부위가 크거나, 뿌리파열이 나타났을 때 흔히 생긴다.⁵³⁾ 연골판의 돌출은 무릎골관절염을 발생시키거나 악화시키는 중요한 요인이다.⁵⁴⁾

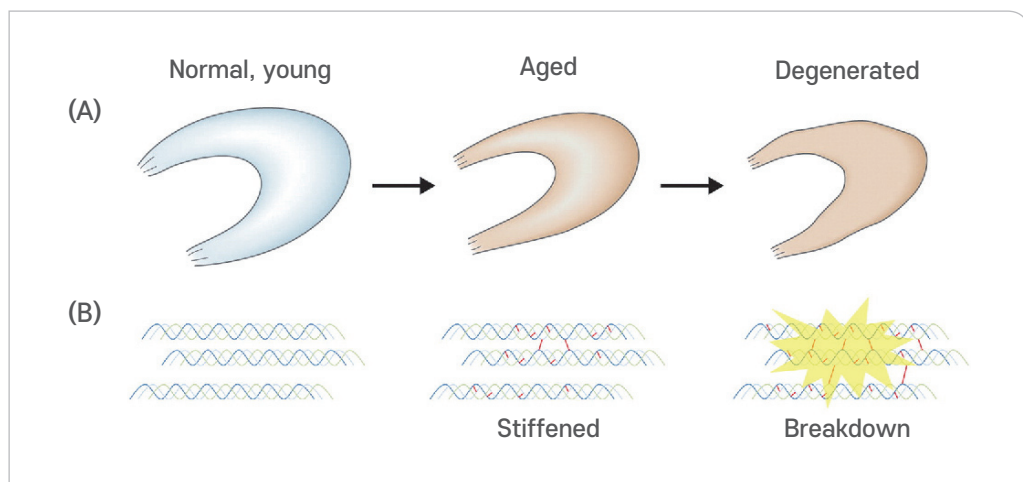


그림 3-7. 무릎연골판의 연령에 따른 변화

(a) 형태학적 변화 (b) 교차결합(cross-link)의 증가와 동반되는 콜라겐의 변화(빨간선)⁵⁵⁾

- 49) Englund M, Guermazi A, Lohmander SL. The role of the meniscus in knee osteoarthritis: a cause or consequence? *Radiol Clin North Am.* 2009 Jul;47(4):703-12
- 50) Melrose J, Fuller ES, Little CB. The biology of meniscal pathology in osteoarthritis and its contribution to joint disease: beyond simple mechanics. *Connect Tissue Res.* 2017 May-Jul;58(3-4):282-294.
- 51) Abusara Z, Andrews SHJ, Von Kossel M, Herzog W. Menisci protect chondrocytes from load-induced injury. *Sci Rep.* 2018 Sep 20;8(1):14150.
- 52) Rocco Papalia, Angelo Del Buono, Leonardo Osti, Vincenzo Denaro, Nicola Maffulli; Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: a systematic review, *British Medical Bulletin*, Volume 99, Issue 1, 1 September 2011, Pages 89-106,
- 53) Crema MD, Roemer FW, Felson DT, et al. Factors associated with meniscal extrusion in knees with or at risk for osteoarthritis: the Multicenter Osteoarthritis study. *Radiology.* 2012;264(2):494-503.
- 54) Emmanuel K, Quinn E, Niu J, Guermazi A, Roemer F, Wirth W, Eckstein F, Felson D. Quantitative measures of meniscus extrusion predict incident radiographic knee osteoarthritis—data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2016 Feb;24(2):262-9.
- 55) Tsujii A, Nakamura N, Horibe S. Age-related changes in the knee meniscus. *Knee.* 2017 Dec;24(6):1262-1270

5. 골극의 역할

무릎골관절염은 골극형성, 골부종, 골낭종, 골경화 등과 같은 골의 변화를 동반한다. 이 중 골극(osteophyte)이란 섬유연골로 둘러싸인 골의 성장(fibrocartilage - capped bony outgrowth)을 말한다. 골극은 건이나 인대 부착부위의 견인(traction)이나 염증에 의해 생성되기도 하지만, 무릎골관절염에서 말하는 골극은 연골과 뼈의 접합부위에서 뼈를 덮고 있는 골막(periosteum)에서 생성되는 연골-골극(chondro-osteophyte)을 말한다. 골극은 무릎골관절염의 초기에 생기며, 관절간격의 감소보다 먼저 나타날 수 있다. 골극은 명확한 연골손상이 없거나 건강한 관절에서도 물리적 자극이나 노화과정에 의해 형성될 수 있다. 반대로 골극생성이 없이 전층연골손상이 있는 경우도 있다. 골극은 기능적인 적응과정으로 볼 수 있는 측면도 있고, 병리적 현상으로 볼 수 있는 측면도 있다. 골극은 불안정한 관절의 적응과정이라는 견해가 있는데, 무릎골관절염에 생긴 골극을 제거하면 관절의 불안정성이 심해지는 현상이 그 근거로 제시된다.

변화된 관절내 환경에 의해 골막이나 활액막내의 전구세포에 의해 연골이 생성된다. 관절낭을 형성하고 있는 활액막은 대식세포와 섬유생성세포를 함유하고 있고, 활액막에서 활성화된 인자들이 골극형성에 영향을 주는 것으로 밝혀져 있다. 골극의 형성은 뼈가 골절되었을 때 골절부착부위에 뼈가 덧자라는 현상과 유사하다.⁵⁶⁾ 골극이 형성되면서 연골판이 함께 탈출되는 현상도 빈번하게 관찰된다. 골극의 크기는 해당부위 연골판의 퇴행성변화와 밀접한 관련이 있고⁵⁷⁾, 아직 무릎골관절염이 없는 사람에게서 연골판의 탈출은 이후 연골의 광범위한 소실과 관련을 보인다는 연구가 있다.⁵⁸⁾ 이는 골극생성과 관련된 연골판의 탈출이 무릎골관절염을 악화시키는 중요한 기전임을 설명해준다.

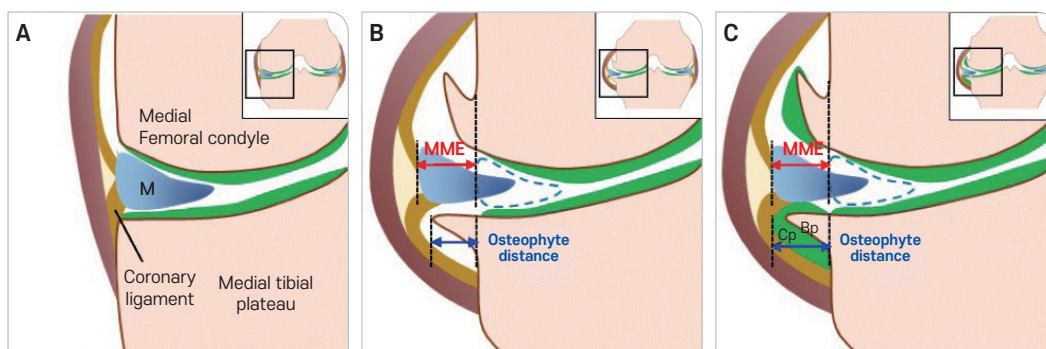


그림 3-8. 골극의 형성과 동반되어 나타나는 연골판의 탈출

56) van der Kraan PM, van den Berg WB. Osteophytes: relevance and biology. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007 Mar;15(3):237-44.

57) Hada S, Ishijima M, Kaneko H, et al. Association of medial meniscal extrusion with medial tibial osteophyte distance detected by T2 mapping MRI in patients with early-stage knee osteoarthritis. *Arthritis Res Ther*. 2017;19(1):201. Published 2017 Sep 12. doi:10.1186/s13075-017-1411-0

58) Ding C, Martel-Pelletier J, Pelletier JP, Abram F, Raynauld JP, Cicuttini F, Jones G. Knee meniscal extrusion in a largely non-osteoarthritic cohort: association with greater loss of cartilage volume. *Arthritis Res Ther*. 2007;9(2):R21.

6. 활액막의 역할

연골의 붕괴(cartilage breakdown)와 함께 활액막의 염증(synovial inflammation)은 무릎골관절염의 특징적인 변화다. 활액막의 염증은 관절의 부종과 염증성 통증과 직접적으로 관련이 있다. 활액막의 염증은 무릎골관절염의 초기와 후기단계에서 모두 나타날 수 있으며, 류마티스관절염과 유사하게 주변 연골의 변화도 동반된다. 염증상태의 활액막에서 사이토카인, 산화질소, 프로스타글란딘E2, 뉴로펩타이드와 같은 전-염증성인자가 생성되고 이들이 연골구조의 퇴화와 재생의 균형을 깨뜨려 연골의 파괴를 일으킨다. 연골의 변화는 다시 활액염증을 증폭시키면서 악순환의 고리를 형성한다.⁵⁹⁾ 이는 활액막, 골, 연골과 같은 관절조직사이에서 면역염증 네크워크라는 개념으로 설명되고 한다.⁶⁰⁾

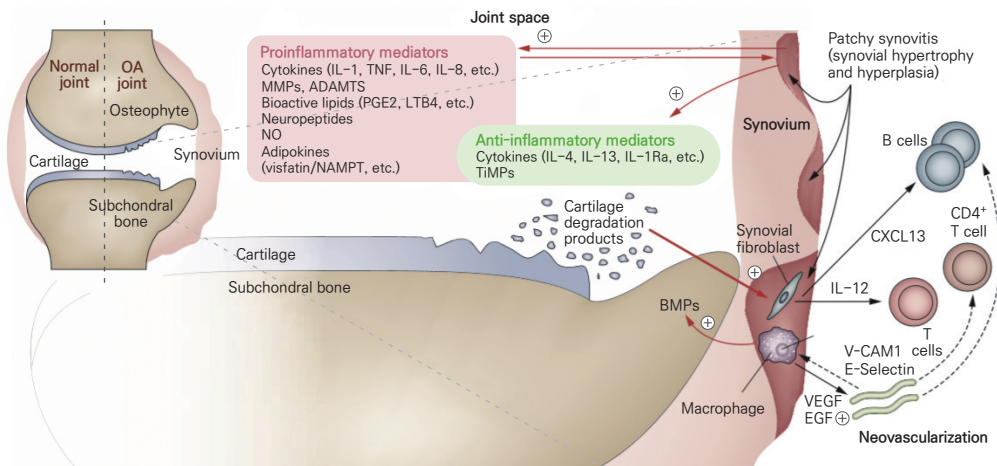


그림 3-9. 관절염의 병태생리에서 활액막의 역할⁶¹⁾

59) Liu-Bryan R. Synovium and the innate inflammatory network in osteoarthritis progression. *Curr Rheumatol Rep.* 2013 May;15(5):323.

60) Scanzello CR, Goldring SR. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis. *Bone.* 2012 Aug;51(2):249-57.

61) Sellam J, Berenbaum F. the role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nature reviews. Rheumatology.* 2010;6(11):625-635

무릎골관절염의 일반적 위험요인

무릎골관절염은 연령이 증가함에 따라 점진적으로 악화되는 퇴행성질환으로 주로 50세 이상에서 발생한다. 더 젊은 나이에 발생한 경우는 주로 관절의 부상에 의한 것이다. 남성과 여성의 생물학적 차이로 인해 주로 여성에서 많이 발생한다. 무릎관절염의 개선가능한 위험인자는 무릎부담작업, 비만, 무릎의 정렬이상, 무릎근력저하, 인대나 연골판의 손상이다. 본 문헌고찰은 무릎골관절염의 위험인자들의 특성과 양-반응관계를 살펴본다.

1. 무릎골관절염이 시작되는 나이는?

무릎골관절염의 연령에 따른 자연경과를 살펴보면, 50세 이전에는 드물게 발생하며, 50세 이후 연령이 증가하면서 유병률이 증가한다. Johnson 등의 연구에 따르면 증상이 있는 무릎 골관절염의 발생률을 연령과 성을 표준화 하였을 때 50세 이후로 발생률이 급격히 상승하며 70세 정도에 평준화 된다고 하였다.⁶²⁾ 또한 50세 이상부터 무릎골관절염 발생이 증가하여 80세 이상부터 발생률 상승이 정체되거나 오히려 감소한다는 연구가 있다.⁶³⁾ 무릎골관절염은 주로 50세 이후 진행되기 시작하여 20년 후 마지막 단계에 이르는 것이 전형적이다. 하지만, 대다수는 관절염이 진행되더라도 관절염의 마지막 단계까지는 이르지 않고, 진행이 멈추거나 진행속도가 완만해진다. 이러한 이유로는 연령이 증가할수록 활동량이 줄어 앉아서 활동하는 시간이 많아져 악화 속도가 줄어들거나, 유병기간이 길어지면서 통증 역치의 증가에 의해 질병의 보고 감소가 원인이라는 연구가 있다.⁶⁴⁾ 또한 연령이 증가할수록 비만 같은 위험인자가 감소되기 때문이라는 의견도 있다. 또한 Oliveria 등의 연구에서는 80세까지 무릎 골관절염의 진행이 계속되다가 그 이후로는 악화속도가 둔화되거나 감소하는 경향을 보였다. 여기에서도 노년층의 좌식활동이 늘어나 관절 손상 및 관절통의 빈도가 감소하였기 때문이라고 설명하고 있다. 또한 생명에 지장을 주는 중증 질환이 동시에 존재하여 상대적으로 무릎 골관절염에 대한 진단과 보고가 적어졌을 것이라는 의견도 제시했다.

62) Johnson VL, Hunter DJ. The epidemiology of osteoarthritis. Best Pract Res Clin Rheumatol 2014; 28:5.

63) Oliveria SA, Felson DT, Reed JI, Cirillo PA, Walker AM. Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. Arthritis Rheum. 1995; 38:1134-41. [PubMed: 7639811]

64) Garstang SV, Stitik TP: Osteoarthritis: epidemiology, risk factors, and pathophysiology. Am J Phys Med Rehabil 2006;85(Suppl):S2-S11.

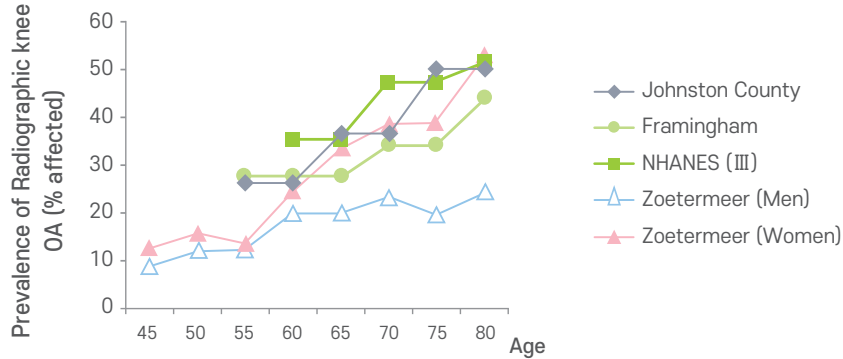


그림 3-10. 연령에 따른 방사선학적 무릎골관절염의 유병률

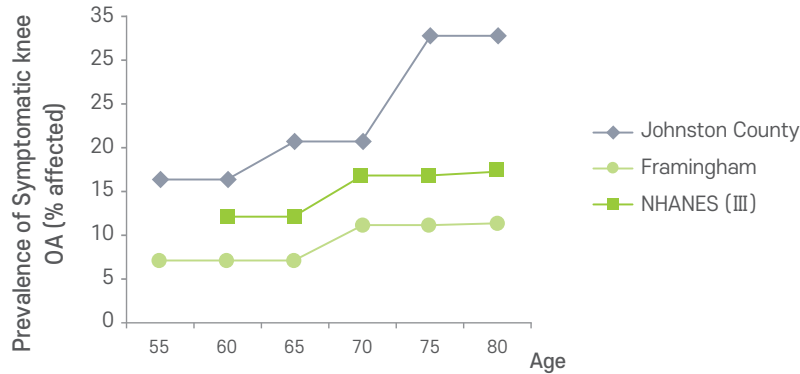


그림 3-11. 연령에 따른 증상이 있는 방사선학적 무릎골관절염의 유병률

2. 무릎골관절염은 왜 여성에서 더 많은가?

대다수의 연구에서 여성은 남성에 비해 무릎골관절염의 발생률과 유병률이 높다. 남성과 여성의 무릎골관절염의 차이를 확인할 수 있는 2개의 대표적인 메타연구가 있는데, 한 연구에서는 여성이 남성에 비해 1.68(1.37-2.07)⁶⁵⁾, 또 다른 연구에서는 1.84(1.32-2.55)로 유사한 결과를 보였다.⁶⁶⁾ 중국, 일본, 한국 등 아시아의 무릎골관절염 역학연구를 리뷰한 한 연구에서도 성별에 따른 차이가 뚜렷하였는데, 상대적으로 한국은 다른 나라에 비해 여성의 무릎골관절염 유병률이 높았다.⁶⁷⁾ 반면 무릎골관절염의 악화에 영향을 주

65) Silverwood V, Blagojevic-Bucknall M, Jinks C, Jordan JL, Protheroe J, Jordan KP. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015 Apr;23(4):507-15.

66) Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010 Jan;18(1):24-33.

67) Fransen M, Bridgett L, March L, Hoy D, Penserga E, Brooks P. The epidemiology of osteoarthritis in Asia. *Int J Rheum Dis*. 2011 May;14(2):113-21.

는 인자에 관한 Alex(2015) 등⁶⁸⁾의 메타연구에서는 방사선학적으로 평가한 무릎골관절염의 악화를 분석하였는데, 성별이 무릎골관절염의 악화에 유의한 예측인자는 아니었다고 보고하였다.

여성에서 높은 무릎골관절염 유병률의 원인으로 폐경으로 인한 에스트로겐 분비의 감소를 제시한 연구들이 있다.⁶⁹⁾⁷⁰⁾⁷¹⁾⁷²⁾ 이는 남성과 비교하였을 때 여성에서 폐경이 주로 일어나는 55세를 전후로 하여 남성과 무릎 골관절염 발생의 차이가 더욱 커진다는 점을 고려한 것이다. 특히 Zhang 등은 에스트로겐 투여 요법을 받는 폐경기 여성이 무릎 관절염의 방사선학적 소견 관찰 정도가 낮다는 사실을 통해서도 에스트로겐이 연골보호효과가 있음을 보여주기도 했다.⁷³⁾ 또한 다른 연구에서는 에스트로겐, 프로게스테론, 테스토스테론 수용체가 연골조직에 있고⁷⁴⁾, 이러한 호르몬들이 연골세포 뿐만 아니라 콜라겐 증식을 자극한다고 밝히고 있다.⁷⁵⁾

남녀의 대퇴골-경골 크기의 차이도 무릎골관절염의 성별차이를 설명하는 요인으로 주목을 받았다.⁷⁶⁾ 남성과 여성 무릎연골 부피차이를 연구한 Jones(2000) 등은 연골의 부피와 뼈의 크기가 관련성이 있으며 따라서 남성보다 여성이 연골의 부피가 더 작기 때문에 무릎골관절염이 더 많을 것으로 추측했다.⁷⁷⁾ 방사선학적인 진단이 아닌 자기보고식의 조사에 의해 진단된 무릎 골관절염에 대한 경우 여성이 통증에 대해 더 높은 수준으로 보고하는 경향이 있어 발생률이 과보고 될 수 있다는 견해도 있었다.⁷⁸⁾

68) Bastick AN, Belo JN, Runhaar J, Bierma-Zeinstra SM. What Are the Prognostic Factors for Radiographic Progression of Knee Osteoarthritis? A Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015 Sep;473(9):2969-89.

69) Velandai K, Jayne L, Fryer B. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *OsteoArthritis and Cartilage* (2005) 13, 769e781

70) Ding C, Cicuttini F, Scott F, Glisson M, Jones G. Sex differences in knee cartilage volume in adults: role of body and bone size, age and physical activity. *Rheumatology (Oxford)* 2003;42(11):1317e23.

71) Hanna FS, Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, Urquhart DM, English DR, et al. Women have increased rates of cartilage loss and progression of cartilage defects at the knee than men: a gender study of adults without clinical knee osteoarthritis. *Menopause.* 2009;4:666-70.

72) Richmond RS, Carlson CS, Register TC, Shanker G, Loeser RF. Functional estrogen receptors in adult articular cartilage: estrogen replacement therapy increases chondrocyte synthesis of proteoglycans and insulin-like growth factor binding protein 2. *Arthritis Rheum.* 2000;43:2081-90.

73) Zhang Y, McAlindon TE, Hannan MT, Chaisson CE, Klein R, Wilson PW, et al. Estrogen replacement therapy and worsening of radiographic knee osteoarthritis: the Framingham study. *Arthritis Rheum.* 1998;41:1867-73.

74) Ben-Hur H, Thole HH, Mashiah A et al. Estrogen, progesterone and testosterone receptors in human fetal cartilaginous tissue: immunohistochemical studies. *Calcif Tissue Int* 1997;60:520-6.

75) Franchimont P, Bassleer C. Effects of hormones and local growth factors on articular chondrocyte metabolism. *J Rheumatol* 1991;27(Suppl.):68-70.

76) Conley S, Rosenberg A, Crowninshield R. The female knee: anatomic variations. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15:S31-6.

77) Jones G, Glisson M, Hynes K, Cicuttini F. Sex and site differences in cartilage development: a possible explanation for variations in knee osteoarthritis in later life. *Arthritis Rheum* 2000;43:2543-8.

78) Keefe FJ, Lefebvre JC, Egert JR, Affleck G, Sullivan MJ, Caldwell DS. The relationship of gender to pain, pain behavior, and disability in osteoarthritis patients: the role of catastrophizing. *Pain* 2000;87(3):325e34.

3. 비만은 어떻게 무릎골관절염에 영향을 주는가?

비만은 무릎골관절염의 발생과 악화에 충분한 역학적 근거를 갖고 있다. Zhou 등은 비만이 무릎골관절염에 미치는 영향을 알아보기 위해 체질량지수(BMI)를 이용하여 12개 연구를 메타분석하였다. 그 결과 BMI가 각각 25, 30, 35kg/m² 일 때 비교위험도는 1.59(1.34-1.81), 3.55(2.51-5.11), 7.45(4.19-13.13)로 비만도가 증가함에 따라 무릎골관절염의 위험성이 커지는 결과를 보였다.⁷⁹⁾ 또한 Julio 등은 체중변화와 무릎반월상 연골의 변화정도를 알아보기 위해 총 487명을 대상으로 MRI 연구를 시행하였다. WORMS 판정체계(WORMS grading system)에 따라 연골판손상의 수준을 평가하였고 48개월간 체중변화에 따른 차이를 비교하였다. 그 결과 무릎골관절염의 발생과 악화에 중요한 영향을 주는 내측연골판의 퇴행성변화의 정도는 3%이하 체중증가군에서 7.0(3.72-13.34), 3~10% 체중증가군에서 6.8(3.5-11.3), 10%이상의 체중증가군에서 21.0(5.1-80.7)로 체중 증가에 따라 퇴행성변화의 악화가 나타나는 결과를 보였다.⁸⁰⁾ Toivanen 등은 1978-80년도에 조사한 30세 이상의 핀란드인 8,000명을 2000년도에 823명을 재조사하였다. 연구결과 의사의 병력청취와 진찰로 정의한 무릎골관절염은 22년 동안 총 94명에게서 발생하였다. 연구결과 성과 연령을 보정했을 때 BMI가 25이하인 그룹에 비해 25-30, 30은 각각 1.7(1.0-2.8), 7.0(3.5-14.10)으로 강한 연관성을 보였다.⁸¹⁾ Jiang 등은 BMI로 표현되는 과체중이 무릎골관절염과 연관성이 있다고 결론내렸다. 그는 21개의 연구를 메타분석한 결과 여성의 비교위험도는 1.38(1.23-1.54), 남성은 1.20(1.19-1.25)로 남성에서보다 여성에서 더 강한 연관성을 보였다.⁸²⁾

조사시점의 몸무게가 아니라 몸무게의 변화가 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구도 흥미롭다. 48개월 동안 몸무게의 변화량에 따라 무릎연골판내의 변성의 진행율을 조사한 한 연구는 3%이내의 체중변화를 안정적인 체중으로 하고, 3%-10%의 체중증가, 10%이상의 체중증가로 구분하여 평가하였는데, 3%이상의 체중증가에서 48개월 사이에 무릎연골판의 변성이 유의하게 증가함을 보여주었다.

79) Zhou ZY, Liu YK, Chen HL, Liu F. Body mass index and knee osteoarthritis risk: a dose-response meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)*. 2014 Oct;22(10):2180-5.

80) Guimaraes JB, Nevitt MC, McCulloch CE, Schwaiger BJ, Gersing AS, Facchetti L, Bucknor MD, Chanchek N, Liu F, Joseph GB, Link TM. Association of weight change with progression of meniscal intrasubstance degeneration over 48 months: Data from the Osteoarthritis Initiative. *Eur Radiol*. 2018 Mar;28(3):953-962.

81) Toivanen AT, Heliövaara M, Impivaara O, Arokoski JP, Knekt P, Lauren H, Kröger H. Obesity, physically demanding work and traumatic knee injury are major risk factors for knee osteoarthritis--a population-based study with a follow-up of 22 years. *Rheumatology (Oxford)*. 2010 Feb;49(2):308-14.

82) Jiang L, Tian W, Wang Y, Rong J, Bao C, Liu Y, Zhao Y, Wang C. Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine*. 2012 May;79(3):291-7.

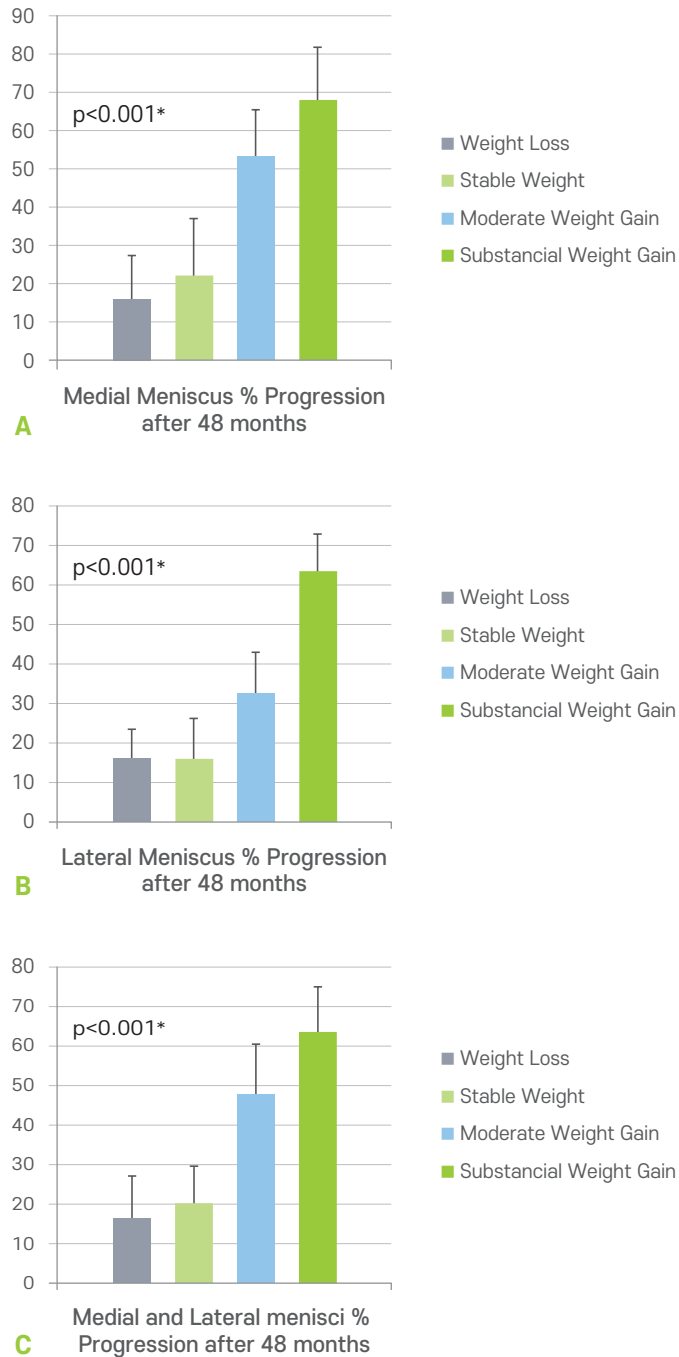


그림 3-12. 몸무게의 증가량에 따른 무릎연골판의 변성⁸³⁾

Weight loss=체중감소, stable weight =3% 미만의 체중변화, Moderate weight gain=3-10%체중증가, Substantial weight gain=10%이상 체중증가, Medial and Lateral menisci % progression after 48 months

83) Guimaraes JB, Nevitt MC, McCulloch CE, Schwaiger BJ, Gersing AS, Facchetti L, Bucknor MD, Chanchek N, Liu F, Joseph GB, Link TM. Association of weight change with progression of meniscal intrasubstance degeneration over 48 months: Data from the Osteoarthritis Initiative. Eur Radiol. 2018 Mar;28(3):953-962.

비만이 물리적 요인으로써 무릎골관절염에 영향을 줄 뿐만 아니라, 대사적 요인(metabolic factors)에 의해서, 또는 물리적 요인과 염증인자의 상호작용에 의해 영향을 준다는 견해가 있다.⁸⁴⁾ 지방세포(adipocyte)에서 분비되는 렙틴(leptin)이 염증매개물질의 분비를 활성화하여 골관절염을 악화시키며, 골관절염이나 류마티스관절염이 있는 사람의 혈청(serum)이나 활액(synovial fluid)에서 렙틴농도가 높은 것으로 보고되고 있기 때문이다.⁸⁵⁾ 비만자 중 관절염이 없는 사람에 비해 관절염이 있는 사람에서 고인슐린혈증의 유병률이 높아, 고인슐린혈증과 관련이 있을 것으로 보는 연구결과도 있다.⁸⁶⁾ 또한 사이토카인이 비만과 골관절염 모두에서 중요한 역할을 한다고 알려져 있는데, 골관절염에서 연골은 전염증성 사이토카인에 의해 변성되기 쉽다.⁸⁷⁾⁸⁸⁾ 결과적으로, 비만은 단지 물리적 부하의 증가로 무릎골관절염을 악화시키는 것이 아니라, 대사적 요인과 상호작용하면서 악화에 기여하는 요소가 있으며, 이는 비만이 무릎골관절염의 악화인자로 더 주목을 받아야 한다는 점을 강조하게 한다.⁸⁹⁾

4. 무릎관절의 정렬이상이 무릎골관절염에 미치는 영향

내반슬이나 외반슬과 같은 무릎관절의 대퇴골과 경골의 정렬이상이 무릎골관절염의 진행에 영향을 준다는 충분한 근거가 있다. Tanamas 등은 총 4개의 연구, 1,501명을 평균 6.6년 관찰한 결과에서 내반(varus) 또는 외반(valgus) 정렬이 무릎골관절염의 진행(progression)과 높은 관련성을 보였다고 보고했다.⁹⁰⁾ Wang 등은 백인에 비해 중국인에서 하지정렬이 무릎골관절염의 높은 유병률을 설명할 것이라는 가설을 연구하였다. 연구대상 총 1,030명에서 자택에서 면담, 임상진찰, 무릎을 절반정도 굽힌 자세로 체중부하 방사선 촬영을 시행하였다. 해부학적 하지정렬은 3개의 수준으로 나누었고 (정상:182-184, 외반슬:>184, 내반슬:<182), 방사선학적 무릎골관절염은 KL grade 2 단계이상이고 무릎관절간격감소(joint space narrowing)가 동반한 경우로 정의하였다. 연구결과 하지정렬이 정상(normal), 외반슬(valgus), 내반슬(varus)의 비율은 각각 29.9%, 56.5%, 13.7%였고, 내측무릎골관절염은 16.0%, 외측무릎골관절염은 4.3%의 유병률을 보였다. 또한 내반슬(varus knee)에서 내측 방사선학적 무릎관절염의 오즈비

84) Grazio S, Balen D. Obesity: risk factor and predictor of osteoarthritis. *Lijec Vjesn* 2009; 131: 22-6.

85) Yan M, Zhang J, Yang H, Sun Y. The role of leptin in osteoarthritis. *Medicine (Baltimore)*. ;97(14):e0257. doi:10.1097/MD.00000000000010257

86) Silveri F, Brecciaroli D, Argentati F, Cervini C. Serum levels of insulin in overweight patients with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 1994; 21: 1899-1902.

87) van den Berg WB. The role of cytokines and growth factors in cartilage destruction in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Z Rheumatol* 1999; 58: 136-141.

88) Guerre-Millo M. Adipose tissue and adipokines: for better or worse. *Diabetes Metab* 2004; 30: 13-19.

89) H. Bliddal, R. Christensen. The management of osteoarthritis in the obese patient: practical considerations and guidelines for therapy. *The International Association for the Study of Obesity* 2006. obesity reviews 7, 323-331.

90) Tanamas S, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum*. 2009 Apr 15;61(4):459-67.

는 6.1(95% CI 4.4-8.6)이었고 외반슬(valgus knee)에서 외측무릎관절염의 오즈비는 5.0(95% CI 2.4-10.5)의 결과를 보였다. 이 연구에서 중국인과 백인의 무릎관절염 발생의 차이는 외반슬(valgus) 유병률의 차이 때문이라고 설명하였다.⁹¹⁾ 다수의 무릎관절염 역학연구를 시행했던 Felson 등도 외반(valgus) 정렬과 무릎관절염 간의 관련성에 대해 연구하였다. 그는 외반슬(valgus knee)을 1도 이상으로 정의하였다. 방사선촬영과 MRI를 이용하여 측정하였고 추적관찰 시에는 전하지방사선촬영(long limb x-ray)를 이용하였다. 무릎관절염의 진행은 무릎외측 관절간격의 감소로 정의하였다. 그리고 연령, 성, 체질량지수, KL grade를 이용하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 총 5,046명 (외반슬 881명)을 분석한 결과 1.1~3도의 외반슬은 외측 무릎관절염의 진행을 증가시키는 요인이었다. 그리고 무릎관절염이 없는 사람에서 3도 이상의 외반슬(valgus)는 MRI상에서 연골손상의 위험을 증가시켰다.⁹²⁾ Brouwer 등은 하지정렬과 무릎관절염의 발생과 진행에 대한 연구를 하였다. 연구대상자는 1,501명으로 평균 6.6년을 관찰하였으며 KL grade를 이용하였다. 하지정렬은 방사선사진에서 대퇴골-경골 각도(femorotibial angle)를 측정하였다. 총 2,664개의 무릎 중 정상정렬은 1,012(38%), 내반슬은 693(26%), 외반슬은 959(36%)건이었다. 정상정렬에 비해 외반(valgus)은 1.54 (95% CI 0.97-2.44), 내반(varus)은 2.06 (95% CI 1.28-3.32)배의 위험을 보였다. 그리고 무릎관절염의 '진행'에 관련된 인자로 내반슬(varus knee)에서 2.90 (95% CI 1.07-7.88)정도의 연관성을 보였다. 그런데 이 연구에서 더 흥미로운 점은 비만의 정도에 따라 층화분석을 한 결과이다. 정상체중에서는 무릎의 정렬이상이 무릎관절염 발생의 유의한 인자는 아니었으나 비만할수록 무릎의 정렬이상의 무릎관절염의 발생 가능성을 증가시켰다.⁹³⁾ 이는 무릎에 가해지는 국소적 부하의 총합이 무릎관절염의 발생에 중요한 요인임을 보여준다.

91) Wang B, Liu Q, Wise BL, Ke Y, Xing D, Xu Y, Zhang Y, Lin J. Valgus malalignment and prevalence of lateral compartmental radiographic knee osteoarthritis (OA): The Wuchuan OA study. *Int J Rheum Dis.* 2018 Jul;21(7):1385-1390.

92) Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TD, Guermazi A, Roemer FW, Segal N, Goggins JM, Lewis CE, Eaton C, Nevitt MC. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheum.* 2013 Feb;65(2):355-62. doi: 10.1002/art.37726.

93) Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, Pols HA, Bierma-Zeinstra SM. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007 Apr;56(4):1204-11.

표 3-1. 무릎골관절염 위험에서 비만과 하지정렬의 상호작용

하지정렬	보정오즈비	95% CI
체질량지수(BMI) <25		
정상(normal 182~184)	1	
외반슬(valgus >184)	1.08	0.41 ~ 2.80
내반슬(varus <182)	1.24	0.50 ~ 3.10
체질량지수(BMI) 25~30		
정상(normal 182~184)	1	
외반슬(valgus >184)	1.42	0.78 ~ 2.60
내반슬(varus <182)	2.02	1.07 ~ 3.84
체질량지수(BMI) ≥30		
정상(normal 182~184)	1	
외반슬(valgus >184)	3.25	1.14 ~ 9.27
내반슬(varus <182)	5.06	1.71 ~ 14.94

*성과 연령을 보정하였음

5. 대퇴사두근의 약화(Quadriceps muscle weakness)와 무릎골관절염

대퇴사두근은 보행 시 발꿈치가 바닥에 닿을 때 무릎관절의 충격을 줄여주고, 유각기(swing phase)의 최종단계에서 하지의 속도를 줄이는 중요한 역할을 한다. 그러므로 대퇴사두근의 근력이 감소되고 고유수용감각이 저하되면 무릎관절의 안정성이 줄어들고 충격이 증가하여 연골손상의 위험이 커지게 된다.⁹⁴⁾ 대퇴사두근의 위축은 무릎골관절염의 중요한 특징이다.⁹⁵⁾ 무릎통증은 근육의 저사용을 유발하고, 이로 인해 대퇴사두근이 약화되면, 무릎관절염의 안정성이 감소하여, 관절증상의 악화와 기능감소라는 악순환이 촉발된다.⁹⁶⁾

건강한 성인에서 근력은 50세부터 매년 약 1.5-2.5%씩, 근 질량은 60세 부터 매년 1%씩 감소한다.⁹⁷⁾ 연령의 증가에 따라 근질량과 근섬유의 크기와 수가 감소하게 되고, 반면에 근사이의 지방조직의 증가, 결합조직의지 능력은 감소하게 된다.⁹⁸⁾ 대퇴사두근의 근력감소는 환자가 증상을 호소하기에 앞서 초기 무릎골관절염을 나타내는 소견이고 통증이나 방사선학적 변화보다 더 중요한 지표가 된다는 연구결과가 있었다. 특히 햄스트링보다 대퇴사두근에서 더욱 더 연령에 따라 근질량이 감소한다고 하였다.⁹⁹⁾¹⁰⁰⁾ 대퇴사두근 위축 자체가 무릎 골관절염의 발생을 유발한다는 근거는 제한적이나, 증상이 있는 무릎골관절염을 일으키는 중요한 위험 요인이 될 수 있다.¹⁰¹⁾¹⁰²⁾

Slemenda 등은 평균 31개월을 추적관찰한 연구에서 여성은 체중이 증가함에 따라 대퇴사두근의 양과 근력이 감소하였는데, 이는 무릎관절염의 발생과 관련을 보였다고 보고하였다. 반면 이러한 관련성은 남자의 경우 보이지 않았다.¹⁰³⁾

-
- 94) Jefferson RJ, Collins JJ, Whittle MW, et al. The role of the quadriceps in controlling impulsive forces around heel strike. Proc Inst Mech Eng [H] 1990;204:21-8.
- 95) Stephanie C, Peter B. Mechanisms Underlying Quadriceps Weakness in Knee Osteoarthritis. Med Sci Sports Exerc. 2008 March ; 40(3): 422-427.
- 96) Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Axe MJ, Snyder-Mackder L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. J Rheumatol. 2005; 32:1533-9.
- 97) Haridge SD, Bottinelli R, Canepari M, et al. Sprint training, in vitro and in vivo muscle function, and myosin heavy chain expression. J Appl Physiol. 1998; 84:442-9.
- 98) Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. J Appl Physiol. 2000; 88:1321-6.
- 99) Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. Ann Intern Med. 1997; 127:97-104.
- 100) McAlindon TE, Cooper C, Kirwan JR, et al. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. Ann Rheum Dis 1993;52: 258-62.
- 101) Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. Br J Rheumatol 1998; 37:1181-7.
- 102) Segal NA, Glass NA. Is quadriceps muscle weakness a risk factor for incident or progressive knee osteoarthritis? Phys Sportsmed. 2011 Nov;39(4):44-50.
- 103) Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women? Arthritis Rheum 1998;41:1951-9.

6. 무릎관절의 불안정(instability)은 무릎골관절염에 미치는 영향

무릎에는 무릎 관절을 안정화 시키는 전방십자인대(ACL), 후방십자인대(PCL), 내측부인대(MCL), 외측부인대(LCL)의 4가지 인대가 있다. 기계적으로 무릎관절을 지지 및 보강하고 동작 범위를 조절하는 필수적인 역할을 한다.¹⁰⁴⁾ 내외측 측부인대는 관절 내외측으로 존재하여 대퇴골과 경골, 비골에 연결되어 있다. 무릎관절이 측면으로 미끄러지는 것을 방지한다. 또한 전후방 십자인대는 관절의 중앙부에 위치하여 경골과 비골이 앞뒤로 미끄러지는 것을 방지한다.¹⁰⁵⁾ 무릎관절 손상, 인대파열이나 탈구같은 관절 불안정증과 관련된 다양한 무릎관절의 손상은 무릎 골관절염 진행의 위험인자이다.¹⁰⁶⁾ 즉, 관절불안정증은 관절면을 변화시켜 관절의 접촉 스트레스를 손상되지 않은 정상관절보다 훨씬 증가시킨다. 그 결과 관절연골 손상을 유발하게 된다.¹⁰⁷⁾ 관절불안정증에 의한 관절면의 비정상적 기계적 부담은 연골세포의 주 구성성분인 세포 외 기질에 산화적 스트레스를 일으키게 된다.¹⁰⁸⁾ 그 결과 연골 구조 단백질의 발현을 감소시킬 뿐만 아니라 계속적으로 관절연골의 변성을 일으킨다.¹⁰⁹⁾ 이러한 형태로 골관절염이 진행되는 것을 외상성 골관절염이라고 하며, 주로 전문 운동선수나 군인과 같은 직종에서 가장 흔하다.¹¹⁰⁾

104) Gage BE, McIlvain NM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of 6.6 million knee injuries presenting to United States emergency departments from 1999 through 2008. *Acad Emerg Med*. 2012;19(4):378-85.

105) Gray H. *Gray's Anatomy*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989.

106) Buckwalter JA, Brown TD. Joint injury, repair, and remodeling: roles in posttraumatic osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;423:7-16.

107) Farrokhi S, Voycheck CA, Klatt BA, Gustafson JA, Tashman S, Fitzgerald GK. Altered tibiofemoral joint contact mechanics and kinematics in patients with knee osteoarthritis and episodic complaints of joint instability. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014;29(6):629-35.

108) Milentijevic D, Rubel IF, Liew AS, Helfet DL, Torzilli PA. An in vivo rabbit model for cartilage trauma: a preliminary study of the influence of impact stress magnitude on chondrocyte death and matrix damage. *J Orthop Trauma*. 2005;19(7):466-73.

109) Grodzinsky AJ, Levenston ME, Jin M, Frank EH. Cartilage tissue remodeling in response to mechanical forces. *Annu Rev Biomed Eng*. 2000;2:691-713.

110) Rivera JC, Wenke JC, Buckwalter JA, Ficke JR, Johnson AE. Posttraumatic osteoarthritis caused by battlefield injuries: the primary source of disability in warriors. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(suppl 1):S64-9.

7. 스포츠활동은 무릎골관절염의 악화요인인가?

스포츠는 무릎손상의 위험을 증가시키고, 이와 관련되어 손상 후 무릎골관절염(PTOA; post-traumatic osteoarthritis)을 일으킬 수 있다. 스포츠의 종류에 따라 관절에 가해지는 부하의 수준이 다르고, 무릎손상의 위험성도 차이를 보인다. Buckwalter 등은 스포츠가 무릎골관절염의 발생과 진행에 미치는 영향을 연구하면서 관절에 충격이 가해지는 정도를 낮음(low), 중간(moderate), 높음(high)으로 구분하여 표로 제시하였다.¹¹¹⁾

표 3-2. 무릎부하별 운동

무릎부하-낮음	무릎부하-중간	무릎부하-높음
수영	볼링	농구
실내자전거	펜싱	발리볼
타이치	사이클	핸드볼
낮은 강도의 에어로빅	카누	육상선수
걷기	아이스 스케이팅	축구
수중 에어로빅	복식 테니스	력비
	암벽등반	단식 테니스
	역도	스쿼시
	빠른 걷기	
	크로스컨트리	
	탁구	
	하이킹	
	승마	
	인라인스케이팅	

일반적으로 스포츠 활동 시 무릎에 가해지는 부하는 순간적으로 크게 증가할 수 있는데, 몸무게를 기준으로 조깅은 9배, 런닝은 14배, 볼링은 11배, 스키는 10배, 점프는 20배의 체중이 무릎관절에 가해진다. 그러나 런닝을 하는 사람은 런닝을 하지 않는 사람에 비해 무릎골관절염의 발생률이 크지 않았다. 이는 무릎손상이나 관절염의 발생이 단순히 무릎부하의 크고 작음으로만 설명되는 것이 아니라, 관절안정성, 관절의 형태, 근력, 신경근 제어기능, 체중, 운동에 대한 조직반응정도, 유전적 요인, 관절연골의 대사능 등과 같은 요인들이 복합적으로 개입될 수 있음을 의미한다.¹¹²⁾¹¹³⁾¹¹⁴⁾ Jeffrey 등은 특정 스포츠가 무릎골관

111) Buckwalter JA. Sports, Joint Injury, and Posttraumatic Osteoarthritis. J Orthop Sports Phys Ther · Volume 33 · Number 10 · October 2003

112) Cole GK, Nigg BM, van Den Bogert AJ, Gerritsen KG. The clinical biomechanics award paper 1995 Lower extremity joint loading during impact in running. Clin Biomech (Bristol,Avon) 1996;11(4):181-193

113) Konradsen L, Hansen EM, Sondergaard L (1990) Long distance running and osteoarthritis. Am J Sports Med 18(4):379-381

114) Lane NE, Bloch DA, Jones HH, Marshall WH Jr, Wood PD, Fries JF. Long-distance running, bone density, and osteoarthritis. JAMA 1986;255(9):1147-1151

절염을 유발하는지에 대한 연구를 수행하였다. 스포츠활동을 하였던 3,759명 중 무릎골관절염 유병률은 7.7%였고, 스포츠활동을 하지 않은 사람 4730명 중 무릎골관절염은 7.3%였다(오즈비 1.1). 스포츠활동 중 무릎골관절염의 유병률이 특히 높았던 운동은 축구 (OR 3.5), 전문 장거리 달리기(OR 6.9), 역도선수 (OR 6.9), 레슬링(OR=3.8) 이었다.¹¹⁵⁾

8. 흡연은 무릎골관절염의 보호인자인가?

무릎골관절염 역학연구에서 흡연이 무릎골관절염의 보호효과가 있다는 결과는 흥미로운 이슈 중 하나이다. Blagojevic 등은 85개의 연구를 대상으로 메타분석을 하였는데 무릎골관절염에 영향을 미치는 요인으로 흡연을 그 중 하나로 들었다. 18개의 연구 중 8개의 사례-대조군 연구에서는 혼합오즈비(pooled OR)가 0.60(95% CI 0.51-0.71)로 유의한 결과를 보였으나, 10개의 코호트연구에서는 혼합오즈비가 0.97(95% CI 0.88-1.07)로 유의하지 않았다.¹¹⁶⁾

9. 신체활동이나 운동이 무릎골관절염에 미치는 영향

Mork 등은 노르웨이에서 BMI에 따라 운동이 무릎골관절염에 미치는 영향에 대해 연구하였다 (HUNT study). 연구대상자는 15,191명의 여성, 14,766명의 남성으로 구성되었고, 의사에 의해 11년간 추적 관찰 되었다. 비만은 정상체중에 비해 무릎골관절염과 관련성을 보였으며 여성에서 비교위험도는 4.37 (95% CI 3.01-6.33), 남성에서는 2.78 (95% CI 1.59-4.84)로 양의 상관관계가 있었다. 그러나 신체활동은 무릎골관절염과 관련성을 보이지 않았다. 즉 비만이 있는 사람이 높은 강도의 운동을 했을 때 정상인 사람들에 비해 비교위험도가 1.28 (95% CI 0.59-2.79)로 유의하지 않은 결과를 보였다. 결론적으로 비만은 무릎골관절염의 위험인자이지만, 신체활동은 비만여부와 상관없이 무릎골관절염과 관련성을 보이지 않았다. 이는 비만한 사람이 신체활동을 하더라도 무릎골관절염의 위험을 증가시키지 않는다는 것을 의미한다.¹¹⁷⁾

Øiestad 등은 걷기운동이 무릎골관절염 환자에서 무릎의 구조적인 변화를 일으키지 않는다고 보고하였다. MOST의 연구를 대상으로 하여 KL grade 2 이하이면서 매일 걷기를 하는 경우를 연구대상으로 하였다. 체중부하 방사선촬영과 MRI를 이용하여 60개월과 84개월에 검사하였다. 방사선학적인 악화는 OARSI grade를 이용하여 측정하고 MRI는 WOMBS를 이용하여 판정하였다. 총 1,179명을 대상으로 평균 나이

115) Driban JB, Hootman JM, Sitler MR, Harris KP, Cattano NM. Is Participation in Certain Sports Associated With Knee Osteoarthritis? A Systematic Review. *J Athl Train*. 2017 Jun 2;52(6):497-506.

116) Blagojevic. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage* (2010) 18, 24e33

117) Mork PJ, Holtermann A, Nilsen T. Effect of body mass index and physical exercise on risk of knee and hip osteoarthritis: longitudinal data from the Norwegian HUNT Study. *J Epidemiol Community Health*. 2012 Aug;66(8):678-83. doi: 10.1136/jech-2011-200834. Epub 2012 Apr 17.

는 67.0세였고, 하루에 평균 6,981보 걸었으며, 평균 BMI는 29.80이었다. 분석결과 매일 걷기와 방사선학적 악화나 연골손상의 관련성은 확인할 수 없었다. 또한 시간이 길수록, 강도가 강할수록 무릎관절염이 진행되는 근거는 없었다.¹¹⁸⁾

Timmins 등은 달리기와 무릎관절염의 관련성에 대해 연구하였다. 무릎관절염으로 진단, 방사선학적 무릎관절염, 무릎수술, 무릎통증, 무릎관련 장애발생을 결과변수로 하는 총 15개 연구 (11개 코호트, 4개 사례-대조군 연구)를 분석하였다. 메타분석결과, 흥미롭게도 달리기는 무릎관절염수술에 대해서 오즈비가 0.46 (95% CI 0.30-0.71)로 보호효과가 있는 것으로 나타났다. 무릎통증과 달리기 사이에서도 유의한 관련성이 없었다.¹¹⁹⁾ Alentorn-Geli 등도 역시 여가활동(recreational)이나 전문적인 달리기(competitive running)와 무릎관절염과의 관련성을 알아보기 위해 연구하였다. 대조군은 사무직 또는 달리기를 하지 않는 집단으로 구성하였다. 전문적인 달리기집단(competitive runner)은 전문선수나 국제 대회 참가 선수들로 구성하였고, 달리기를 취미로 삼는 집단(recreational runner)은 전문적이지 않은 아마추어로 정하였다. 전문선수, 아마추어, 대조군의 발생률을 비교하였다. 총 16개 연구 (실험군 112명, 대조군 192명)를 메타분석 하였다. 무릎관절염의 유병률은 전문선수에서 13.3%, 아마추어는 3.5%, 대조군에서 10.23%를 나타냈다. 아마추어와 전문선수의 무릎관절염을 대조군과 비교하면 오즈비는 0.66 (95% CI 0.57-0.76)로 보호효과가 있는 것으로 나타났다. 반면 아마추어에 비해 전문선수의 무릎관절염 오즈비는 1.34 (95% CI 0.97-1.86)였다. 다만 이 연구는 이전의 손상력이나 다른 교란변수의 영향을 완전히 배제하지는 못했다.¹²⁰⁾

118) Iestad BE, Quinn E, White D, Roemer F, Guermazi A, Nevitt M, Segal NA, Lewis CE, Felson DT. No Association between Daily Walking and Knee Structural Changes in People at Risk of or with Mild Knee Osteoarthritis. Prospective Data from the Multicenter Osteoarthritis Study. *J Rheumatol.* 2015 Sep;42(9):1685-93.

119) Timmins KA, Leech RD, Batt ME, Edwards KL. Running and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2017 May;45(6):1447-1457. doi: 10.1177/0363546516657531. Epub 2016 Aug 20.

120) Alentorn-Geli E, Samuelsson K, Musahl V, Green CL, Bhandari M, Karlsson J. The Association of Recreational and Competitive Running With Hip and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017 Jun;47(6):373-390.

무릎골관절염의 직업적 위험요인

1. 직업적 위험요인을 탐색한 연구

무릎골관절염의 위험인자로 직업적인 육체적 활동을 종합적으로 정리한 연구는 1994년에 발표한 영국 사우샘프턴 대학의 Cooper 등의 연구로 거슬러 올라간다. 무릎골관절염 환자 109명과 일반인구집단에서 성과 연령을 매칭한 218명의 대조군을 설정한 후 비만과 손가락관절의 허버덴 결절(heberden's node)을 보정한 후 주요 직업적 위험요인을 살펴보았다. 이 연구에서 30분 이상 쪼그려 앉거나 무릎을 굽히는 작업, 하루에 열 계단 이상 올라가는 작업에서 유의하게 위험이 증가하였다.¹²¹⁾ 그는 2000년에 연구 대상 규모를 확대하여 518명의 환자와 이에 상응하는 대조군을 대상으로 연구를 하였고, 지속적으로 무릎굽히거나 쪼그려앉기, 하루에 2마일 이상 걷기, 최소 25kg 이상의 무게를 정기적으로 들어야 하는 업무에서 유의하게 위험이 증가하였으며, 비만인 경우 상승작용이 있었다.¹²²⁾ 2010년에 독일의 부퍼탈 대학의 Klusmann 등도 비슷한 방식으로 환자-대조군 연구를 시행하였는데, 무릎굽히기/쪼그려앉기 시간이 평생 8,934시간 이상인 여성에서 무릎관절염의 오즈비가 2.52였고, 남자는 12,244시간 이상에서 오즈비가 2.47이었다.¹²³⁾

2012년 Palmer 등은 위와 같은 연구들을 모아 무릎골관절염과 직업적인 무릎부담자세와의 연관성에 관한 메타연구를 시행하였다. 관절염은 방사선촬영상 KL grade 2 이상 또는 무릎관절치환술을 받을 예정이거나 받은 사람으로 정의하였다. 17개 연구는 쪼그려앉기, 14개 연구는 중량물들기, 11개 연구는 서 있기, 10개 연구는 걷기/오르기, 16개 연구는 여러 신체적 작업이 동반된 경우에 관한 연구였다. 분석결과 쪼그려앉기/무릎굽히기(squatting/kneeling), 들기(lifting), 물리적 부하(physical load)는 비교위험비가 대부분의 연구에서 2 이상이었다. 그러나 서 있기(standing)나 걷기(walking)에서는 대부분 유의하지 않았다.¹²⁴⁾

121) Cooper C, McAlindon T, Coggon D, Egger P, Dieppe P. Occupational activity and osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*. 1994 Feb;53(2):90-3.

122) Coggon D, Croft P, Kellingray S, Barrett D, McLaren M, Cooper C. Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*. 2000 Jul;43(7):1443-9.

123) Klusmann A, Gebhardt H, Nübling M, Liebers F, Quirós Perea E, Cordier W, von Engelhardt LV, Schubert M, Dávid A, Bouillon B, Rieger MA. Individual and occupational risk factors for knee osteoarthritis: results of a case-control study in Germany. *Arthritis Res Ther*. 2010;12(3):R88.

124) Palmer KT. Occupational activities and osteoarthritis of the knee. *Br Med Bull*. 2012 Jun;102:147-70.

표 3-3. 연구설계와 직업활동에 따른 무릎골관절염의 위험추정

항 목	P < 0.05인 연구의 갯수			
	비교위험비 < 1.5	비교위험비 1.5~2.0	비교위험비 > 2.0	비교위험비 ≥ 1.5
직업활동				
쪼그려앉기/무릎굽히기 (squatting/keeling)	5 (0)	3 (2)	9 (9)	11/17 (65%)
중량물들기(lifting)	6 (0)	1 (1)	7 (7)	8/14 (57%)
서있기(standing)	7 (2)	2 (1)	2 (1)	2/11 (18%)
걷기(walking)	7 (1)	-	3 (1)	1/10 (20%)
오르내리기(climbing)	4 (0)	2 (2)	4 (3)	6/10 (60%)
육체적부담작업 (physical workload)	5 (1)	2 (1)	9 (9)	10/16 (63%)
연구디자인				
코호트연구	4 (0)	1 (0)	4 (3)	3/9 (33%)
사례-대조군연구	16 (0)	7 (6)	24 (22)	28/47 (60%)
단면연구	14 (4)	2 (1)	6 (5)	6/22 (27%)
전체	34 (4)	10 (7)	34 (30)	37/48 (47%)

2011년 McWilliams 등도 무릎골관절염과 직업 또는 육체적 부하가 높은 직업의 관련성을 탐색한 메타연구를 발표하였다. 여기에는 직업, 운동선수, 중노동작업, 무릎부담 활동 등이 포함되었고, 사무근로자와 상대위험도를 비교하였다. 이 연구에 포함된 대상자수는 총 526,343명이었고, 8개의 코호트연구, 25개의 단면연구, 18개의 사례-대조군 연구로 구성되었다. 전체적 오즈비는 1.61 (95%신뢰구간 1.45-1.78)으로 나타나 직업적 활동과 무릎골관절염과는 양의 상관관계를 보였다. 오즈비는 코호트연구에서는 1.38 (95% CI 1.10 -1.74), 단면연구에서는 1.57 (95% CI 1.37 -1.81), 사례-대조군연구에서는 1.80 (95% CI 1.48 -2.19)으로 나타나, 직업적 위험요인들이 무릎골관절염의 위험성을 증가시키는 결과를 보였다.¹²⁵⁾

2008년에 Jensen 등은 중량물취급, 무릎꿇기, 계단이나 사다리 오르내리기 등 직업적 요인의 상호작용을 탐색하였다. 이를 위해 총 25개 연구를 대상으로 메타분석을 수행하였다. 무릎골관절염의 정의는 KL grade를 이용한 경우도 있었고, 무릎관절치환술 여부를 이용한 경우도 있었다. 분석 결과 무릎굽히기(kneeling), 중량물들기(heavy lifting)는 무릎골관절염과 연관성이 확인되었고, 무릎굽히기/쪼그려앉기(kneeling/squatting)와 중량물들기(heavy lifting)와 같은 요인이 복합적으로 있을 때는 단일요인만 있을 때보다 더 강한 연관성을 보여주었다. 계단이나 사다리를 오르내리는 요인과 무릎골관절염과의 관련성도

125) Occupational risk factors for osteoarthritis of the knee: a meta-analysis. McWilliams DF, Leeb BF, Muthuri SG, Doherty M, Zhang W. Osteoarthritis Cartilage. 2011 Jul;19(7):829-39.

확인하였으나 용량-반응의 증거는 낮았다¹²⁶⁾

2. 무릎의 자기공명영상촬영으로 무릎골관절염의 직업적 위험요인을 탐색한 연구

2008년 미네소타의 Amin 등은 192명의 남자에 대해 MRI 연골손상을 평가하였는데, 쪼그려앉기/굴곡자세와 함께 중량물 들기작업을 하는 경우에서 슬개대퇴관절의 연골손상의 오즈비가 증가하였음을 보여주었다.¹²⁷⁾

2013년 캘리포니아대학의 Virayavanich 등은 Osteoarthritis Initiative Database를 이용하여 무릎골관절염의 위험요인을 가지고 있으나, 방사선학적 무릎골관절염이 없는 115명의 대상자들에 대해 3테슬라 MRI를 사용하여 3년간 추적한 결과로 분석하였다. 이 연구에서 무릎을 빈번하게 굽히는 활동은 연골병변과 연골판손상의 위험인자임이 확인되었다. 특히 슬개-대퇴관절의 연골손상이 많았고, 증상과 상관없이 발생하였다.¹²⁸⁾

3. 무릎굴곡자세가 무릎골관절염에 미치는 영향

무릎굴곡자세는 쪼그려 앉기(squatting), 바닥에 무릎대기(kneeling), 무릎굽히기(knee bending) 등을 포함하며, 이 자세는 무릎골관절염의 가장 중요한 위험인자이다. Virayavanich 등은 빈번한 무릎굽힘작업과 무릎손상소견을 MRI를 통하여 연구하였다. 연구대상은 45-55세, BMI 19-27, KL grade 2 미만, WOMAC 점수가 0점인 115명을 대상으로 무릎굽힘활동을 설문지로 평가하였고, WOMIS (Whole-Organ MRI score)로 연골과 연골판의 손상을 평가하였다. 결과는 무릎굽힘작업이 있으면 연골손상의 오즈비가 3.63 (95% CI 1.39-9.52), 슬개대퇴관절(patellofemoral joint) 손상의 오즈비는 3.09 (95% CI 1.22-7.79)로 나타났다. 3년 추적연구 결과 무릎굽힘작업이 빈번하면 무릎연골손상 진행의 위험이 4.12 (95% CI 1.27-13.36), 반월상연골 이상은 4.34 (95% CI 1.16-16.32)로 나타났다.¹²⁹⁾

126) Jensen LK .Knee osteoarthritis: influence of work involving heavy lifting, kneeling, climbing stairs or ladders, or kneeling/squatting combined with heavy lifting. *Occup Environ Med.* 2008 Feb;65(2):72-89.

127) Amin S, Goggins J, Niu J, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, Genant HK, Felson DT. Occupation-related squatting, kneeling, and heavy lifting and the knee joint: a magnetic resonance imaging-based study in men. *J Rheumatol.* 2008 Aug;35(8):1645-9.

128) Virayavanich W, Alizai H, Baum T, Nardo L, Nevitt MC, Lynch JA, McCulloch CE, Link TM. Association of frequent knee bending activity with focal knee lesions detected with 3T magnetic resonance imaging: data from the osteoarthritis initiative. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2013 Sep;65(9):1441-8.

129) Virayavanich W, Alizai H, Baum T, Nardo L, Nevitt MC, Lynch JA, McCulloch CE, Link TM. Association of frequent knee bending activity with focal knee lesions detected with 3T magnetic resonance imaging: data from the osteoarthritis initiative. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2013 Sep;65(9):1441-8.

Verbeek 등은 무릎부담노출과 무릎골관절염의 용량-반응 관계에 관한 메타연구를 수행하였다. 누적 무릎부담작업은 5,000시간 이상, 누적들기 100,000kg이상으로 정의하였다. 총 15개 연구를 메타분석하였는데 5,000시간 이상의 무릎굽힘(kneeling)은 1.26(1.17-1.35)으로 용량-반응의 선형관계를 보였다.¹³⁰⁾

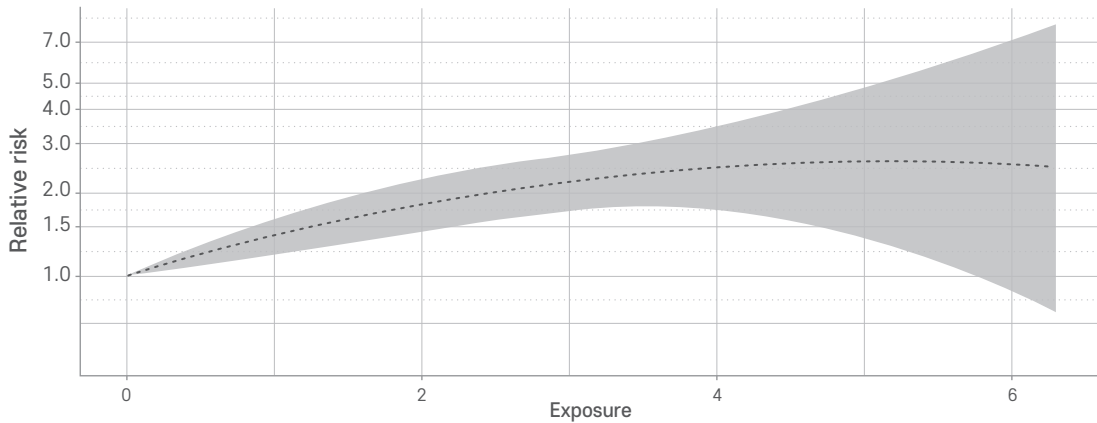


그림 3-13. 쪼그려앉기 누적시간과 비교위험비

※ 1단위는 무릎굽힘이나 쪼그려앉기작업 5000시간이다.

4. 직업적 위험인자의 복합적 노출

육체적 부담수준이 높은 작업이나 직업은 쪼그려앉기, 무릎굽히기, 중량물들기, 무릎충격 등이 복합적으로 작용할 수 있다는 것을 의미한다. 무릎골관절염의 역학연구 중 직업적 노출을 ‘육체적 부담작업’으로 설정하여 분석한 연구가 다수 있는데, 이는 주요 위험인자의 복합노출군으로 볼 수 있다. Toivanen 등은 1978-80년도에 조사한 30세 이상의 핀란드인 8,000명 중 823명을 2000년도에 재평가하여 무릎골관절염의 발생여부를 확인한 결과 94명의 무릎골관절염을 확인할 수 있었고, 육체적부담수준이 높은 업무가 그렇지 않은 업무에 비해 오즈비가 18.3 (95% CI 4.2-72.9)으로 역시 강한 연관성을 보였다는 점을 보고하였다.

Ezzat(2014) 등은 신체부담작업과 무릎골관절염과의 관련성에 대해 총 32개 연구를 분석하였다. 그 결과 중량물취급과 무릎부담작업이 동시에 있을 경우 오즈비는 1.8에서 7.9까지 다양한 분포를 보였다. 특히 여성에서의 결과를 보여준 9개의 연구에서 오즈비는 1.4에서 7.3의 분포를 보였다.¹³¹⁾ Apold 등은 평균 43.0세, 315,495명을 대상으로 국가건강검진을 이용한 전향적 코호트연구를 수행하였다. 12년 동안

130) Jos Verbeek. Occupational Exposure to Knee Loading and the Risk of Osteoarthritis of the Knee: A Systematic Review and a Dose-Response Meta-Analysis. Safety and Health at Work. Volume 8, Issue 2, June 2017, Pages 130-142

131) Ezzat AM, Li LC. Occupational Physical Loading Tasks and Knee Osteoarthritis: A Review of the Evidence. Physiother Can. 2014 Winter; 66(1): 91-107.

1,323명을 추적관찰하였는데 사무직에 비해 높은 육체적 부담작업 종사자에게서 남녀 모두 높은 오즈비를 보여, 남자는 2.4 (95% CI 1.8-3.2), 여성은 2.3 (95% CI 1.7-3.2)으로 나타났다.¹³²⁾

5. 위험요인으로써 농업

여러 연구에서 농업인은 무릎관절염의 고위험직종 중 하나로 보고되고 있다. Rossignol 등은 프랑스의 2003년 국가조사자료를 활용하여 직종별 노출과 무릎관절염의 관련성에 관한 연구를 수행하였다. 연구대상자는 총 2,834명으로 20세에서 80세 사이의 1년 이상 그 직업에 종사한 사람으로 하였고 가정주부나 군인은 제외하였다. 그 결과 무릎관절염의 직종별 오즈비는 여성청소부 6.2 (95% CI 4.6-8.0), 의류산업종사여성 5.0 (95% CI 3.9-6.3), 석공 또는 건설업 종사 남성 2.9 (95% CI 2.6-3.3), 농업인 남성 및 여성에서는 2.8 (95% CI 2.5-3.2)로 나타났다.¹³³⁾

Holmberg 등은 농업인을 대상으로 무릎관절염 발생에 관한 연구를 하였다. 778명을 대상으로 방사선 촬영을 하였고 695명을 대조군으로 조사하였다. 평균연령은 63세였는데, 남성에서 농업은 위험성을 증가시키지 않았다. 그러나 여성농업인에서는 2.1 (95% CI 1.0-4.5) 정도로 위험성이 증가하였다.¹³⁴⁾

Andersen 등은 덴마크의 1996-2006년에 등록된 근로자들을 대상으로 무릎관절염으로 수술을 받은 경우를 결과변수로 각 직종과의 관련성을 분석하였고, 사무직에 비해 건설업, 바닥공과 조적공, 농업인, 보건의료보조종사자(healthcare assistants)에서 무릎관절염의 위험이 증가하는 것을 보고하였다. 이 중 특히 농업인에서는 남성농업인에게서만 종사기간 6-10년 구간에서 무릎관절염의 위험비(hazard ratio) 1.42 (95% CI 1.26-1.61), 10년 이상 구간에서 위험비(hazard ratio)가 1.83 (95% CI 1.55-2.15)으로 증가하였으나, 여성농업인에게서는 유의한 관련성을 보이지 않았다.¹³⁵⁾

우리나라에서는 2010년-2013년 5기 국민건강영양조사 자료를 이용한 연구가 있었는데, 총 9,905명(남 4,460명, 여 5,445명)을 대상으로 하여 직종별 무릎관절염 발생에 관하여 조사하였다. 이 연구에서 무릎관절염 유병률은 남자 5.3%, 여자 18.4%였다. 분석결과 화이트칼러를 대조군으로 한 무릎관절염의 오즈비는 남성 블루칼러 1.85, 그린칼러 2.91이고 여성은 핑크, 블루, 그린칼러에서 각각 2.53,

132) Apold H, Meyer HE, Nordsletten L, Furnes O, Baste V, Flugsrud GB. Risk factors for knee replacement due to primary osteoarthritis, a population based, prospective cohort study of 315,495 individuals. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Jun 23;15:217. doi: 10.1186/1471-2474-15-217.

133) Rossignol M, Leclerc A, Allaert FA, Rozenberg S, Valat JP, Avouac B, Coste P, Litvak E, Hilliquin P. Primary osteoarthritis of hip, knee, and hand in relation to occupational exposure. *Occup Environ Med.* 2005 Nov;62(11):772-7.

134) Holmberg S, Thelin A, Thelin N. Is there an increased risk of knee osteoarthritis among farmers? A population-based case-control study. *Int Arch Occup Environ Health.* 2004 Jun;77(5):345-50.

135) Andersen S, Thygesen LC, Davidsen M, Helweg-Larsen K. Cumulative years in occupation and the risk of hip or knee osteoarthritis in men and women: a register-based follow-up study. *Occup Environ Med.* 2012 May;69(5):325-30.

2.86, 3.90으로 남녀 모두 농어업에서 가장 높게 나타났다.¹³⁶⁾

Franklin 등은 아이슬란드에서 직종과 무릎골관절염 수술에 관한 사례-대조군 연구를 시행하였다. 연구대상자는 60세 이상의 총 1,408명, 대조군으로 1,082명이었다. 연령보정한 남성 농업인에서 무릎골관절염으로 인한 관절치환술의 위험비는 5.1 (95% CI 2.1-12.4)이었고, 어업인은 3.3 (95% CI 1.3-8.4)였다.¹³⁷⁾

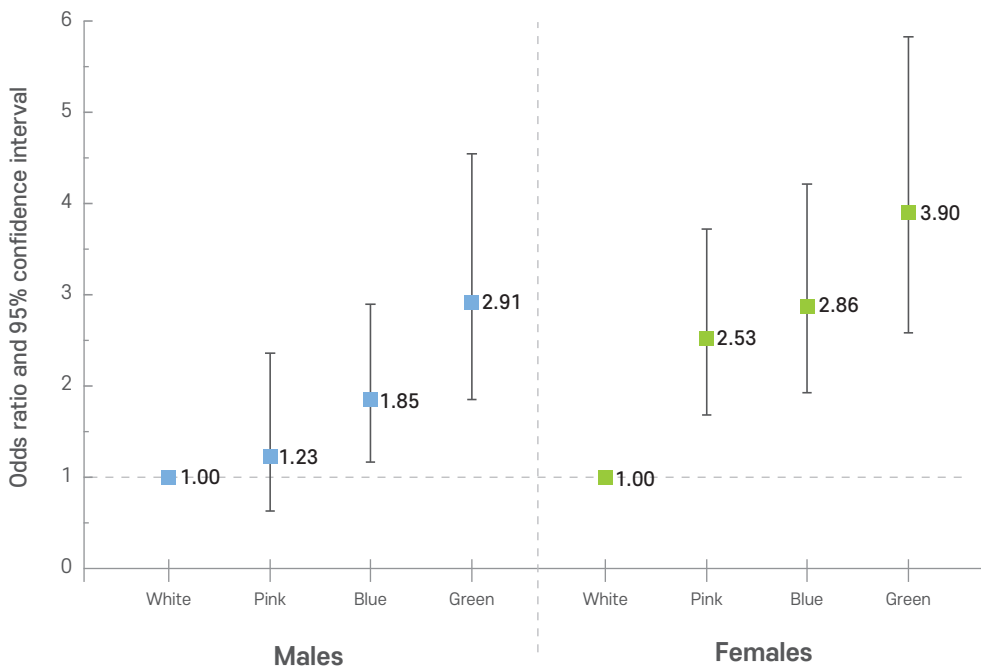


그림 3-14. 국민건강영양조사에서 직업군에 따른 무릎골관절염의 오즈비

136) Seok H, Choi SJ, Yoon JH, Song GG, Won JU, Kim JH, Roh J, Jung JH. The Association between Osteoarthritis and Occupational Clusters in the Korean Population: A Nationwide Study. PLoS One. 2017 Jan 18;12(1):e0170229.

137) Franklin J, Ingvarsson T, Englund M, Lohmander S. Association between occupation and knee and hip replacement due to osteoarthritis: a case-control study. Arthritis Res Ther. 2010;12(3):R102.

무릎골관절염 역학연구

1. 프래밍햄 연구 Framingham study

이 연구는 프래밍햄 심장 연구 코호트(Framingham Heart Study cohort)를 기반으로 한 연구로 무릎골관절염 역학연구의 시작을 알렸다. 이 연구이전까지는 고령인구에 대해 체계적으로 진행된 무릎골관절염 유병률 연구가 없었다. 연구는 설문조사와 신체검진을 실시하였으나 신체검진은 관찰시간 신뢰도가 낮아 결과에는 포함하지 않았다. 연구대상자에게 영상학적 장비를 이용하여 양측 무릎 전후면 사진(both knee AP, standing)을 촬영하였다, 분석은 내측 및 외측의 골극, 관절사이간격의 좁아짐(JSN), 골경화(sclerosis), 낭(cyst)에 대해 평가 했으며 이를 0-2 점(scale)으로 구분했다(0 = absent, 1 = questionable, 2 = present). 또한, 무릎골관절염은 Kellgren Lawrence grade(KL grade)로 구분하였으며 세부 기준은 다음과 같다.

0 = absent,

1 = questionable osteophyte, with normal joint space,

2 = definite osteophytes, with possible joint space narrowing,

3 = definite joint space narrowing, with moderate multiple osteophytes and some sclerosis

4 = severe joint space narrowing, with cysts, osteophytes, and sclerosis present

양측 무릎전치환술을 한 대상은 모두 제외했으나 류마티스관절염에 의한 무릎골관절염 질환자는 포함되었다. 총 1,805 중 1,424명(78.9%)이 무릎엑스레이를 촬영하였고 양측무릎전치환술을 한 4명을 제외한 1,420명(남 831명, 여 589명)을 분석하였다. 이 연구를 통해 방사선학적 무릎골관절염(radiographic knee OA)가 연령에 따라 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 특히, 65-69세 구간에서의 유병률은 27% 이었으며 85세 이상에서는 51%까지 증가하였다. 심한 무릎골관절염에 해당하는 KL grade 3 이상 유병률은 65-69세에서 11%, 85세 이상에서는 25%에 달하였다. 방사선학적 무릎골관절염과 동시에 무릎의 통증이 있는 증상이 있는 무릎골관절염(symptomatic knee OA) 환자들도 연령에 따라 증가하는 것을 보여주었다.¹³⁸⁾

138) The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly, David T. Felson et al (1987)

표 3-4. 프래밍험 무릎골관절염연구에서 연령별, 성별 유병률

집단 (나이)	n	방사선학적 무릎골관절염		n	증상이 있는 방사선학적 무릎골관절염	
		빈도	%		빈도	%
전체	1420	468	33.0	1418	135	9.5
<70	530	145	27.4	528	37	7.0
70-79	684	233	34.1	684	75	11.0
≥80	206	90	43.7	206	23	11.2
여성	831	286	34.4	831	95	11.4
<70	303	76	25.1	303	23	7.6
70-79	414	150	36.2	414	54	13.0
≥80	114	60	52.6	114	18	15.8
남성	589	182	30.9	587	40	6.8
<70	227	69	30.4	225	14	6.2
70-79	270	83	30.7270		21	7.8
≥80	92	30	32.692		5	5.4

1995년 프래밍험 무릎골관절염 연구에서는 평균 8.1년간의 추적관찰 후 무릎골관절염의 발생률과 자연경과에 대한 결과를 보고하였다.¹³⁹⁾ 이 연구이전까지는 무릎골관절염의 자연경과(natural course)에 대한 연구가 거의 없었다. 이 연구에서는 방사선학적 무릎골관절염의 판정기준을 이전 연구에서 보다 좀 더 구체화시켰다. 본래의 KL grade는 무릎골관절염 진단을 할 때 골극에 대한 비중이 높아서, 골극이 없이 관절사이간격만 줄어든 환자에 대해 제대로 평가하기 어렵기 때문이다.

0 = absent,

1 = questionable osteophyte(s) and or questionable joint space narrowing,

2 = definite osteophyte(s) (at least small) with possible joint space narrowing or definite mild joint space narrowing with or without osteophytes,

3 = definite moderate joint space narrowing (at least 50%), cysts or sclerosis may be present, and osteophytes are usually present and

4 = severe joint space narrowing, most grade 4 joints will have at least small definite osteophytes, and deformity, cysts, or sclerosis may be present.

139) Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Naimark A, Weissman BN, Aliabadi P, Levy D. The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. Arthritis Rheum. 1995 Oct;38(10):1500-5.

이 연구에서 무릎골관절염의 자연경과를 판단하기 위한 4가지 결과변수를 다음과 같이 정의했다.

① 방사선학적 무릎골관절염의 발생(incident ROA)

처음 영상에서 KL grade 2 미만이었으며 추적검사 결과 양쪽 무릎 중 한 개 이상에서 KL grade 2 이상으로 진행된 경우.

② 증상이 있는 무릎골관절염의 발생(incident SOA)

증상 및 방사선학적 무릎골관절염이 없던 사람에서 추적검사 결과 양쪽 무릎 중 한 개 이상에서 증상과 무릎골관절염이 진행된 경우.

③ 진행된 무릎골관절염(progressive Knee OA)

처음 영상에서 KL grade 2 이상이었는데, 추적검사 결과 최소한 한 단계 이상 증가한 경우.

④ 반대측 무릎골관절염(contralateral knee OA)

처음 영상에서 한쪽 다리만 KL grade 2 이상이었으나, 추적검사 결과 반대편 다리도 방사선학적 무릎골관절염이 진행된 경우.

추적검사에서 무릎전치환술을 실시한 자는 KL grade 4로 정의하였다.

이 연구에 총 869명이 연구에 참여했다. 방사선학적 무릎골관절염의 발생률은 남성에서 11.1%였고 여성에서는 18.1%였다. 증상이 있는 무릎골관절염은 남성은 4.3%, 여성에서는 8.1%가 새로 생겼다. 방사선학적 무릎골관절염의 악화는 남성은 24.2%, 여성은 31.8%였고, 반대측 무릎골관절염의 진행은 남성은 14.3%, 여성은 21.1%였다. 약 8년간 추적검사 결과 방사선학적 무릎골관절염(ROA)은 1년에 약 2%, 증상이 있는 무릎골관절염(SOA) 연 1%, 방사선학적 무릎골관절염의 진행(progressive OA)은 연 4%였다.

이외에도 프래밍햄 무릎골관절염연구는 무릎골관절염의 위험요인에 관한 다양한 연구를 발표하였고¹⁴⁰⁾¹⁴¹⁾¹⁴²⁾¹⁴³⁾, MRI에 기반한 연구¹⁴⁴⁾¹⁴⁵⁾로 발전하였다.

140) Hannan MT, Anderson JJ, Zhang Y, Levy D, Felson DT. Bone mineral density and knee osteoarthritis in elderly men and women. The Framingham Study. *Arthritis Rheum.* 1993 Dec;36(12):1671-80.

141) McAlindon T, Zhang Y, Hannan M, Naimark A, Weissman B, Castelli W, Felson D. Are risk factors for patellofemoral and tibiofemoral knee osteoarthritis different? *J Rheumatol.* 1996 Feb;23(2):332-7.

142) Felson DT, Hannan MT, Naimark A, Berkeley J, Gordon G, Wilson PW, Anderson J. Occupational physical demands, knee bending, and knee osteoarthritis: results from the Framingham Study. *J Rheumatol.* 1991 Oct;18(10):1587-92.

143) Hannan MT, Felson DT, Anderson JJ, Naimark A. Habitual physical activity is not associated with knee osteoarthritis: the Framingham Study. *J Rheumatol.* 1993 Apr;20(4):704-9.

144) Guermazi A, Niu J, Hayashi D, Roemer FW, Englund M, Neogi T, Aliabadi P, McLennan CE, Felson DT. Prevalence of abnormalities in knees detected by MRI in adults without knee osteoarthritis: population based observational study (Framingham Osteoarthritis Study). *BMJ.* 2012 Aug 29;345:e5339.

145) Hayashi D, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Roemer FW, Aliabadi P, Guermazi A. Pre-radiographic osteoarthritic changes are highly prevalent in the medial patella and medial posterior femur in older persons: Framingham OA study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Jan;22(1):76-83.

표 3-5. 프래밍험 연구에서 연령과 성별 무릎골관절염의 발생률

질병	남자			여자		
	대상	사례	누적발생률	대상	사례	누적발생률
ROA	217	24	11.1	381	69	18.1
SOA	280	12	4.3	483	39	8.1
POA	91	22	24.2	170	54	31.8
COA	56	8	14.3	76	16	21.1

ROA: Radiographic knee OA
SOA: Symptomatic knee OA
POA: progressive knee OA
COA: Contralateral knee OA

2. 칭퍼드 연구(Chingford study)

칭퍼드연구(Chingford study)는 중년여성의 관절염과 골다공증을 연구할 목적으로 영국에서 1988-1989부터 구축된 코호트연구로 1,003명의 중년여성을 등록하였다. 이 연구에서는 대상자를 사회경제적 수준에 따라 크게 4가지 범주로 다음과 같이 구분하였다.

- C1 (middle to lower class, white collar workers, 42%)
- A/B (professional workers, 32%)
- C2 (blue-collar workers, 17%)
- D/E (manual/nonskilled workers, 8%)

모든 참여자에 대해서 양측 무릎을 체중부하 방사선(weight-bearing knee AP) 촬영을 하였다. 그리고 4년 뒤 연구에 참여한 868명을 대상으로 똑같은 방법으로 재평가를 하여 전후를 비교하였다. 촬영된 영상은 골극과 무릎관절간격(joint space narrowing, JSN)을 확인하였으며 0-3 단계로 나누었다.¹⁴⁶⁾ 이 연구에서 방사선학적 무릎골관절염의 발생 (incident radiographic OA)은 0단계에서 1단계로 진행한 경우로 정의하였는데, 이는 KL grade로는 0,1단계에서 2단계로 진행한 것을 의미한다. 총 830명을 분석대상으로 포함하였으며, 평균연령은 54.1세(표준편차 5.9)였다. 연구대상자의 평균 BMI는 25.5(표준편차 4.1)이었고, 자궁제거술은 23.1%, 호르몬대체요법을 받는 적이 있는 경우 13.3%, 흡연율은 22.9%였다. 총 715명 중에서 95명이 (13.3%) 4년 후 추적검사에서 골극발생(incident knee osteophyte)이 확인되었으며(3.3% per year) 644명 중 81명(12.6%)에서 관절간격감소(JSN)가 확인되었다(3.1% per year). 최

146) Spector TD, Cooper C, Cushnaghan J, Hart DJ, Dieppe P. A. radiographic atlas of knee osteoarthritis. London: Springer Verlag;1992

초 등록 시 방사선학적 무릎골관절염이 있던 115명 중 33명이 4년 후에는 골극이 심화되었으며, 30명이 관절간격감소가 나타났다.¹⁴⁷⁾ 이 연구에서 사회적 그룹 간에 유의한 차이를 보여주지 않았다. 전문가그룹(A/B)에 비해 육제노동자나 비숙련노동자(D/E)에서 관절간격감소가 1.64 (95% CI 0.67-4.01)이었으나 골극은 0.66 (95% CI 0.27-1.60)으로 다소 상반된 결과를 보였다. 자궁제거술, 호르몬대체요법 등도 골극이나 관절간격감소와 유의한 관련성을 보여주지 않았다. 다만, 골극은 BMI, 연령에서 용량 반응 관계를 보여주었다.

칭퍼드 연구에서는 대사증후군, 골밀도와 무릎골관절염의 관련성에 관한 연구를 시행하였다. 연구결과 증상 이 있는 무릎골관절염은 대사증후군과 유의한 관련성을 보였다(RR = 4.3, P<0.05). 그러나, 증상이 있는 무릎골관절염을 대사증후군을 구성하는 5개의 기준들과의 관련성을 분석한 결과, 연령만 보정했을 경우 허리둘레가 유의하게 나타났지만, BMI도 함께 보정하였을 때 유의한 결과를 보여주지 않았다. 과거에도 대사증후군이 무릎골관절염의 위험인자로 고려한 연구들이 있는데, BMI를 보정하였을 경우 이 연구의 결과와 비슷했다.¹⁴⁸⁾ 즉 대사증후군과의 관련성은 체중이 혼란변수로 작용한 것으로 보인다.¹⁴⁹⁾

골밀도와 무릎골관절염과의 관련성도 역학연구에서 흔히 관찰되는데, 칭퍼드 연구에서 830명을 48개월간 추적검사한 결과 185명에서 골절이 발생하였다. 이 연구에서 골극발생(incident knee osteophyte)은 골밀도가 증가할수록 더 많이 발생하였는데, 관절간격감소(JSN)과의 관련성은 낮았다. 영상학적 검사 및 신체검진에서 확인된 골절이 있는 그룹에서는 골극생성(incident osteophyte)의 위험률이 70% 감소하는 것을 보여주었다 (OR = 0.30, 95% CI 0.11-0.84).¹⁵⁰⁾ 이와 비슷한 연구를 진행한 프래밍햄 관절염 연구에서는 골밀도가 높아질 수록 무릎골관절염의 진행은 낮으나, 새로운 무릎골관절염의 발생은 높아진다고 보고하였다.¹⁵¹⁾

3. MOST 연구

MOST 연구 (Multicenter Osteoarthritis study)는 앨라배마(Alabama)와 아이오아(Iowa)대학에서 2003년부터 시작하여 50-79세의 3,026명을 등록하였고, 최초평가이후 15개월, 30개월, 60개월, 72개

147) Hart DJ, Doyle DV, Spector TD. Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis in middle-aged women: the Chingford Study. *Arthritis Rheum.* 1999 Jan;42(1):17-24.

148) Sanchez-Santos MT, Judge A, Gulati M, Spector TD, Hart DJ, Newton JL, Arden NK, Kluzek S. Association of metabolic syndrome with knee and hand osteoarthritis: A community-based study of women. *Semin Arthritis Rheum.* 2018 Jul 31. pii: S0049-0172(18)30065-9.

149) Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. *The Framingham Study. Ann Intern Med.* 1992 Apr 1;116(7):535-9.

150) Deborah J. Hart, Camille Cronin, Maxine Daniels, Tina Worthy, David V. Doyle, and Tim D. Spector. The Relationship of Bone Density and Fracture to Incident and Progressive Radiographic Osteoarthritis of the Knee. *The chingford study. Arthritis Rheum.* 2002 Jan;46(1):92-9.

151) Zhang Y, Hannan MT, Chaisson CE, McAlindon TE, Evans SR, Aliabadi P, et al. Bone mineral density and risk of incident and progressive radiographic knee osteoarthritis in women: the Framingham Study. *J Rheumatol* 2000;27:1032-7.

월, 84개월째 MRI와 방사선촬영 추적평가를 통해 생역학적 위험인자, 골과 관절의 구조를 평가하였을 뿐만 아니라 정신건강, 신체기능과 장애상태, 근력, 약물사용 대해서도 평가하여 재활분야에 매우 가치있는 정보를 제공하고 있다.¹⁵²⁾ 이 연구에서는 영상의학적 무릎관절염을 평가하기 위해 무릎굴곡 전후면, 측면 사진(weight-bearing fixed flexion PA, Lateral view)을 촬영하였고, 무릎관절염의 단계는 Kellgren-Lawrence grade를 이용하였다. 이 연구에서 주목할만한 분석은 방사선학적 무릎관절염과 무릎통증의 빈도와 지속의 관련성에 관한 것이다. MOST study에서 통증지속정도와 KL grade, 골극(osteophyte), 관절간격감소(JSN)가 강한 상관관계를 갖는 것을 보여주는데, grade가 높아질수록 오즈비 또한 증가하였다. 이는 무릎 통증이 심하지 않더라도 (mild to moderate knee pain) 유의한 결과를 보여주었다. 특히 관절간격감소(JSN)가 골극(osteophyte)보다 통증과 관련성이 높다는 것을 확인하였다.¹⁵³⁾¹⁵⁴⁾ 이는 JSN이 '무릎관절염이 진행되기 전 병리학적인 상태변화'를 좀 더 잘 반영한다는 것을 암시한다. 또한, 관절 사이에 있는 반월상연골판 및 무릎 연골의 손상뿐만 아니라 관절 밖에 있는 구조물의 병리학적 변화도 포함할 것으로 생각된다.¹⁵⁵⁾

MOST 연구는 MRI기반의 연구였기 때문에 골, 연골, 연골판의 변화에 대한 많은 정보를 제공해주었다. 연골하 골부종 (subchondral bone marrow lesion, 이하 BML)은 MRI에서 보이는 무릎관절염의 전형적인 소견으로 연골의 손상정도가 클수록 이 병변이 넓어지는 특징을 가지고 있다.¹⁵⁶⁾ BML의 크기는 연골 손상의 중요한 표지자이지만 새로운 BML 병변이 연골 손상과 어떻게 관련되어 있는지는 잘 알려지지 않았다. MOST 연구는 BML의 크기가 줄어들면 무릎관절염의 진행 위험도가 줄어드는지 30개월 추적 MRI를 통해 탐색하였다. 대상은 MOST에 등록된 50-79세의 3026명을 대상으로 하였다. 이들 중 류마티스 관절염, 강직성척추염, 건선성 관절염, 라이터증후군(Reiter syndrome), 만성신장질환자, 암투병자, 양측무릎관절치환술을 받은 자는 제외하였다. MRI를 이용하여 평가하였으며 첫 촬영 후 30개월 후에 추적 MRI검사를 실시하였다. 무릎엑스레이는 체중부하 전후면 무릎굴곡(weight-bearing PA fixed flexion knee)촬영을 시행하였으며¹⁵⁷⁾, KL grade 2 이상은 ROA라고 정의하였다. 무릎 MRI는 1.0T를 이용하여 촬영하였으며 WORMS를 이용하여 평가하였다.¹⁵⁸⁾ BML과 연골에 대해서 평가하였으며 BML은 크기에 따라 0-3으로 점수를 매겼다. BML과 연골에 대해서 0.5 이상의 변화는 연골손상이나 BML의 변화라고 판단

152) Segal NA, Nevutt MC, Gross KD, Hietpas J, Glass NA, Lewis CE, Torner JC. The Multicenter Osteoarthritis Study (MOST): Opportunities for Rehabilitation Research. PM R. 2013 Aug; 5(8): 10.1016/j.pmrj.2013.04.014.

153) Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg MC. Determinants of pain severity in knee osteoarthritis: effect of demographic and psychosocial variables using 3 pain measures. J rheumatol 1999;26:1785-92.

154) Spector TD, Hart DJ, Byrne J, Harris PA, Dacre JE, Doyle DV. Definition of osteoarthritis of the knee for epidemiological studies. Ann Rheum Dis 1993;52:790-4.

155) Hunter DJ, Zhang YQ, Tu X, Lavalley M, Niu JB, Amin S, et al. Change in joint space width: hyaline articular cartilage loss or alteration in meniscus? Arthritis Rheum 2006;54:2488-95.

156) Kijowski R, Stanton P, Fine J, De Smet A. Subchondral bone marrow edema in patients with degeneration of the articular cartilage of the knee joint. Radiology 2006;238:943-9.

157) Peterfy CJ, Li J, Duryea J, Lynch JA, Miaux Y, Genant HK. Nonfluoroscopic method for flexed radiography of the knee that allows reproducible joint-space width measurement [abstract]. Arthritis Rheum 1998;41:S361.

158) Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, Tirman PF, Miaux Y, White D, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2004;12:177-90.

하였다. 이를 종합하여 5가지 범주로 나누었으며 이는 다음과 같다.

- a. Stable BML : prevalent BML at baseline and no change in BML volume at follow-up
- b. Regressing BML : prevalent BML at baseline and decrease or resolution of BML at follow-up
- c. Progressive BML : prevalent BML at baseline and progression of BML at follow-up
- d. Absent BML : no subchondral BML at baseline and follow-up
- e. New BML : no BML at baseline but BML at follow-up

총 385개의 MRI 영상을 (총 5,309개의 subregion으로 구성됨) 분석한 결과 최초 영상에서 BML이 없는 경우 (absent BML)은 4,869개 (91.7%)의 소구역(subregion)에서 확인되었고, 440개 (8.3%)의 소구역 (subregion)에서 BML이 있었다. 추적검사에서 252개 (4.7%)의 소구역 (subregion)이 새롭게 BML이 나타나거나 기존의 병변의 크기가 커졌다. 반면에 219개(4.1%)의 소구역(subregion)은 기존의 병변이 줄어들거나 사라졌다. 크기가 줄어든 그룹은 41개 (9.3%)였으며 완전히 사라진 그룹은 178개 (40.5%)였다. 처음영상에서 BML이 존재했던 것은 총 395개 영상 중 244개 (61.8%)였다. BML이 없었던 그룹에 약 1/3 정도가 BML이 새롭게 발생하였다. (Table 2) 이러한 BML의 변화와 무릎연골손상간의 관련성을 분석한 결과 안정적인 BML (stable BML)을 기준으로 하였을 때, 진행된 BML (progression BML)의 무릎연골손상의 보정된 오즈비는 2.8 (95% CI 1.5-5.2)였고, 새로 발생한 BML (new BML)은 3.5 (95% CI 2.1-5.9)였으나, 평가전후로 BML이 없었던 경우는 보정된 오즈비가 0.2 (95% CI 0.1-0.3)으로 나타나, BML이 무릎연골 손상과 관련이 높은 것을 확인할 수 있다.¹⁵⁹⁾

표 3-6. MOST연구에서 BML의 추적관찰 결과

추적 후 무릎의 BML의 상태	No (%)
Stable BML only	58 (23.8%)
Regression only	95 (38.9%)
Progression only	25 (10.2%)
Stable BML + regression	30 (12.3%)
Stable BML + progression	13 (5.3)
Stable BML + regression + progression	5 (2.0)
Regression + Progression	18 (7.4)

* Baseline에서 BML이 있는 무릎은 244 (61.8%)였다.

159) Roemer FW, Guermazi A, Javadi MK, Lynch JA, Niu J, Zhang Y, Felson DT, Lewis CE, Torner J, Nevitt MC; MOST Study investigators. Change in MRI-detected subchondral bone marrow lesions is associated with cartilage loss: the MOST Study. A longitudinal multicentre study of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2009 Sep;68(9):1461-5.

4. ROAD 연구

ROAD 코호트 연구는 일본에서 진행된 골관절질환(bone and joint disease) 코호트 연구로 골관절 질환의 치료방법을 개발할 목적으로 2005년부터 시작되었다. 총 3,040명(남자 1,061명, 여 1,979명)이 등록되어 있으며 연령은 23-95세(평균 70.6세)이다. 이들은 도쿄의 이타바시 구(도시지역), 혼슈 긴키지방 와카야마현의 히다카가와 정(해안에 인접한 산지지역)와 다이지 정(해안지역) 지역의 주민이다. 모든 참여자들의 양측 무릎을 촬영하였으며 KL grade로 무릎골관절염을 평가하였다.¹⁶⁰⁾ (both knee AP with weight bearing and foot map positioning) KL grade 2는 골극이 있는 경우로 정의하였으며 grade 3는 JSN까지 혼재하는 경우로 하였다. 무릎골관절염은 KL grade 2 이상인 경우로 정의하였다. 증상이 있는 무릎골관절염(SOA)은 방사선학적 관절염(ROA)에 증상이 있는 경우로 정의하였으며 증상이라고 함은 '1년 내에 최소 한 달 이상 통증이 있었던 경우로 하였다' 또한, 내측과 외측 무릎골관절염의 유병률을 각각 확인하였으며 이에 대한 기준은 다음과 같다.¹⁶¹⁾

- a. medial OA : ROA + medial JSN score \geq 1 on 0-3 scale
- b. lateral OA : ROA + lateral JSN score \geq 1 on 0-3 scale

KL grade 2 이상과 KL grade 3 이상은 각각 61.9%, 20.6%로 나타났다. 그리고 증상이 있는 무릎골관절염은 KL grade 2 이상 및 KL grade 3 이상에서 각각 26.1%, 13.2%로 확인되었다. 그리고 내측 무릎골관절염(medial OA)와 외측 무릎골관절염(lateral OA)의 유병률은 남녀에서 각각 20.4% vs 2.1% (남), 40.0% vs 3.1% (여)로 확인되었다. ROA의 유병률은 남녀모두 연령 증가와 양의 상관관계를 보여주었지만 SOA는 남성에서는 확인되지 않았다. 연령, 성별, BMI가 무릎골관절염의 주요 위험인자였으며 산악지대에서 거주하는 이들이 무릎골관절염에 더 취약한 것으로 나타났다.

일본에서도 무릎골관절염은 공중보건에 큰 이슈로 떠오르고 있다. 일본의 무릎골관절염 환자는 2,530만명 정도로 추정되고 있다.¹⁶²⁾ 또한, 일본의 보건노동복지부의 조사에 따르면 무릎골관절염은 장애를 일으키며 일상생활에 도움을 요구하는 질환 중 4위에 해당하는 것으로 나타났다.¹⁶³⁾ ROAD 연구에서는 무릎골관절염과 삶의 질의 관련성을 조사하였는데, 무릎골관절염은 삶의 질을 떨어뜨리는 중요한 요인이

¹⁶⁰⁾ Muraki S, Oka H, Akune T, Mabuchi A, En-yo Y, Yoshida M, Saika A, Suzuki T, Yoshida H, Ishibashi H, Yamamoto S, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N. Prevalence of radiographic knee osteoarthritis and its association with knee pain in the elderly of Japanese population-based cohorts: the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009 Sep;17(9):1137-43.

¹⁶¹⁾ Altman RD, Gold GE. Atlas of individual radiographic features in osteoarthritis, revised. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15(Suppl A):A1eA56.

¹⁶²⁾ Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Mabuchi A, En-yo Y, Yoshida M, et al. Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis and osteoporosis in Japanese men and women: the Research on Osteoarthritis/osteoporosis Against Disability (ROAD). *J Bone Miner Metab* 2009;27:620e8.

¹⁶³⁾ Ministry of Health, Labour and Welfare. The outline of the results of National Livelihood Survey 2007

었다.¹⁶⁴⁾ 이 연구에서 약력이 삶의 질과 관련이 있는 것을 보여주었다. 이전의 연구에 의하면 낮은 근력은 낮은 삶의 질과 관련이 있다고 알려져 있었다.¹⁶⁵⁾¹⁶⁶⁾ 약력은 근감소 (sarcopenia)와 관련이 있는 임상적 지표로서 위의 결과들과 과거의 연구와 일맥상통하는 것을 보여준다.

5. 베이징 연구 (Beijing study)와 우촨 연구 (Wuchuan study)

베이징연구는 중국 베이징의 3개 중심구역에 거주하는 60세 이상의 거주민을 무작위로 선별하여 진행한 연구로 1,953명에 대해 가정방문 인터뷰를 시행하였고, 이중 1,787명(91.5%)이 무릎방사선촬영과 신체검진을 받았다. 최종적으로 1,781명(남자 730명, 여자 1,051명)의 자료를 분석하였다. 이 연구는 베이징 북경대학의 연구자들이 프래밍험 무릎골관절염 연구를 주도했던 Felson 등의 참여로 진행하였고, 프래밍험 무릎골관절염 연구의 프로토콜에 따라 진행되었다.

우촨 연구는 중국 광둥성의 우촨지역 거주자 1,030명을 대상으로 시행한 연구로 베이징 북경대학의 관절클리닉연구센터(Arthritis Clinic & Research Center)에서 진행한 코호트 연구다. 이 연구의 참여자들은 대부분 농업에 종사하는 농촌지역의 거주자였다. 우촨연구와 베이징 연구는 프래밍험연구와 같은 프로토콜을 사용하여 상호 비교할 수 있었으며, 아래와 같은 결과변수를 사용하였다.¹⁶⁷⁾¹⁶⁸⁾

- a. ROA : 1개 이상의 무릎에서 KL grade 2 이상
- b. SOA : ROA + '지난 1년간 최소 1개월 이상의 대부분 통증을 느낀 적이 있었나'에 대해 예라고 답한 경우
- c. severe knee OA : 1개 이상의 무릎에서 KL grade 3 이상
- d. medial ROA : KL grade 2 이상 + medial JSN score이 10이상
- e. lateral ROA : KL grade 2 이상 + lateral JSN score이 10이상

방사선학적 무릎골관절염(ROA)의 유병률은 우촨(Wuchuan)연구와 베이징(Beijing)연구에서 비슷하였지만 증상이 있는 무릎골관절염(SOA)나 심한 방사선학적 무릎골관절염(severe ROA)의 경우는 베이징 연구보다 우촨연구에서 더 높은 유병률을 보였다. 세부적으로 남성의 경우 증상이 있는 관절염의 유병률

164) Muraki S1, Akune T, Oka H, En-yo Y, Yoshida M, Saika A, Suzuki T, Yoshida H, Ishibashi H, Tokimura F, Yamamoto S, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N. Association of radiographic and symptomatic knee osteoarthritis with health-related quality of life in a population-based cohort study in Japan: the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010 Sep;18(9):1227-34.

165) Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:M772e7

166) Sayer AA, Syddall HE, Martin HJ, Dennison EM, Roberts HC, Cooper C. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing* 2006;35:409e15

167) Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 1987;30:914-8

168) Zhang Y, Xu L, Nevitt C, Aliabadi P, Yu W, Qin M, et al. Comparison of the prevalence of knee osteoarthritis between the elderly Chinese population in Beijing and whites in the United States: the Beijing osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 2001;44:2065-71

비(PR)가 1.9 (95% CI 1.3-2.9), 심한 방사선학적 관절염(severe ROA)의 유병률비(PR)는 2.5 (95% CI 1.6-3.8)였으며, 여성의 경우는 증상이 있는 관절염의 PR이 1.6 (95% CI 1.2-2.1), 심한 방사선학적 관절염(severe ROA)의 PR은 1.4 (95% CI 1.0-2.0)이었다.

일반적으로 내측무릎관절염이 외측무릎관절염보다 많다. 우촨(Wuchuan)과 베이징(Beijing) 연구에서 내측무릎관절염(medial knee OA)이 외측무릎관절염(lateral knee OA)보다 2-3배 더 높은 유병률을 보여주었다. 반면 프래밍험 연구에서는 5-8배의 높은 유병률을 보였다.¹⁶⁹⁾ 이는 우촨과 베이징연구의 대상자들이 프래밍험 연구의 대상자들보다 외측무릎관절염이 상대적으로 많았음을 의미한다. 우촨 연구에서 하지의 정렬을 조사하였는데, 해부학적 정렬이 정상범위(182-184도)인 경우는 29.9%였고, 외반(>184도)은 56.5%, 내반(<182도)은 13.7%를 차지하였다. 외반슬에서는 외측무릎관절염의 오즈비가 5.0 (95% CI 2.4-10.5) 이었고, 내반슬에서는 내측무릎관절염의 오즈비가 6.1 (95% CI 4.4-8.6) 이었다. 내측에 비해 외측무릎관절염의 비는 프래밍험연구와 비교하였을 때 우촨연구에서 더 높았다.¹⁷⁰⁾

무릎관절염은 코카시아인보다 중국인에서 유병률이 높았다. 증상이 있는 무릎관절염(SOA)의 경우 베이징연구에서 프래밍험 연구보다 유병률이 40% 더 높았다.¹⁷¹⁾¹⁷²⁾ 방사선학적 관절염의 유병률은 베이징(도시)과 우촨(농촌)지역 간 차이를 보여주지는 않았다.¹⁷³⁾

표 3-7. 프래밍험 관절염 연구와 베이징(도시)와 우촨(농촌)연구에서 내외측 무릎관절염 유병률의 비교

	우촨 (Wuchuan)	베이징 (Beijing)	프레밍험 (Framingham)
여성			
내측 (Medial)	66/316 (21)	590/2,977 (20)	153/1,117 (14)
외측 (Lateral)	22/316 (7)	271/2,977 (9)	30/1,093 (3)
남성			
내측 (Medial)	44/392 (11)	179/1,988 (9)	93/626 (15)
외측 (Lateral)	17/392 (4)	95/1,988 (5)	12/621 (2)

관절염/무릎수(%)

169) Felson DT, Nevitt MC, Zhang Y, Aliabadi P, Baumer B, Gale D, Li W, Yu W, Xu L. High prevalence of lateral knee osteoarthritis in Beijing Chinese compared with Framingham Caucasian subjects. *Arthritis Rheum.* 2002 May;46(5):1217-22.

170) Wang B, Liu Q, Wise BL, Ke Y, Xing D, Xu Y, Zhang Y, Lin J. Valgus malalignment and prevalence of lateral compartmental radiographic knee osteoarthritis (OA): The Wuchuan OA study. *Int J Rheum Dis.* 2018 Jul;21(7):1385-1390.

171) Zhang Y, Xu L, Nevitt MC, et al. Comparison of the prevalence of knee osteoarthritis between the elderly Chinese population in Beijing and whites in the United States: the Beijing Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum* 2001;44:2065e71

172) Kang X, Fransen M, Zhang Y, et al. The high prevalence of knee osteoarthritis in a rural Chinese population: the Wuchuan osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 2009;61:641e7.

173) Kang X, Fransen M, Zhang Y, et al. The high prevalence of knee osteoarthritis in a rural Chinese population: the Wuchuan osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 2009;61:641e7.

우찬연구에서는 무릎골관절염과 사망과의 관련성에 대해 연구하였다. 우찬코호트의 추적관찰기간은 8년이다. 증상이 있는 무릎골관절염의 사망률(모든 사망원인을 포함한)은 병이 없는 집단에서는 10.9/1000인년 (95% CI: 8.8-13.5)이었으나, 증상이 있는 무릎골관절염은 32.6/1000인년 (95% CI: 19.6-54.0)이었다. 이는 방사선학적 무릎골관절염에서도 높은 사망률을 보였는데, 방사선학적 무릎골관절염이 없는 경우의 사망률은 10.5/1000 인년 (95% CI: 8.3-13.3)이었으나, 방사선학적 무릎골관절염 (ROA)가 있는 경우는 20.1/1000 인년(95% CI: 13.9-29.1) 이었다. 이러한 결과는 연령, 성별과 기타 혼란변수를 보정하였어도 유지되어 사망률이 90% 이상 높을 것으로 나타났다.(hazard ratio = 1.9, 95% CI: 1.0-3.5). 그러나 ROA에서는 사망률의 차이가 유의하지 않았다. 무릎골관절염은 고령의 인구에서 장애를 일으키는 대표적인 질환이며, 최근 몇몇 연구에서 사망률의 증가와 관련이 있다고 보고된 바 있다¹⁷⁴⁾¹⁷⁵⁾. 자세한 기전은 알려져 있지 않지만 몇 가지 가설이 제기되었는데, 증상이 있는 무릎골관절염에서 신체적 질환을 좀 더 발생하고¹⁷⁶⁾, 신체적 활동이 줄어들면서 심혈관질환 발생이 증가할 수 있으며¹⁷⁷⁾, 증상호전을 위해서 복용하는 약 (NSAIDs)이 심혈관질환이나 위장관계질환으로 인한 사망을 높일 수 있다는 점이 제시되었다.¹⁷⁸⁾

참고로 무릎골관절염에서 사망률을 조사한 연구가 있다. 영국의 남서부지역 거주자를 대상으로 한 코호트인 Somerset과 Avon Survey (n=28,080) 에서 1,163명의 무릎 또는 고관절의 골관절염이 있는 환자를 14년간 추적하였다. 그 결과 골관절염이 있는 사람 표준화사망비가 1.55 (95% 신뢰구간 1.41-1.70) 이었다. 골관절염에 의한 보행장애의 수준이 높을수록 사망률이 증가하였으며, 주요 요인은 심혈관질환과 치매에 의한 사망이라고 밝혔다¹⁷⁹⁾.

174) Nuesch E, Dieppe P, Reichenbach S, Williams S, Iff S, Juni P. All cause and disease specific mortality in patients with knee or hip osteoarthritis: population based cohort study. *BMJ* 2011;342:d1165.

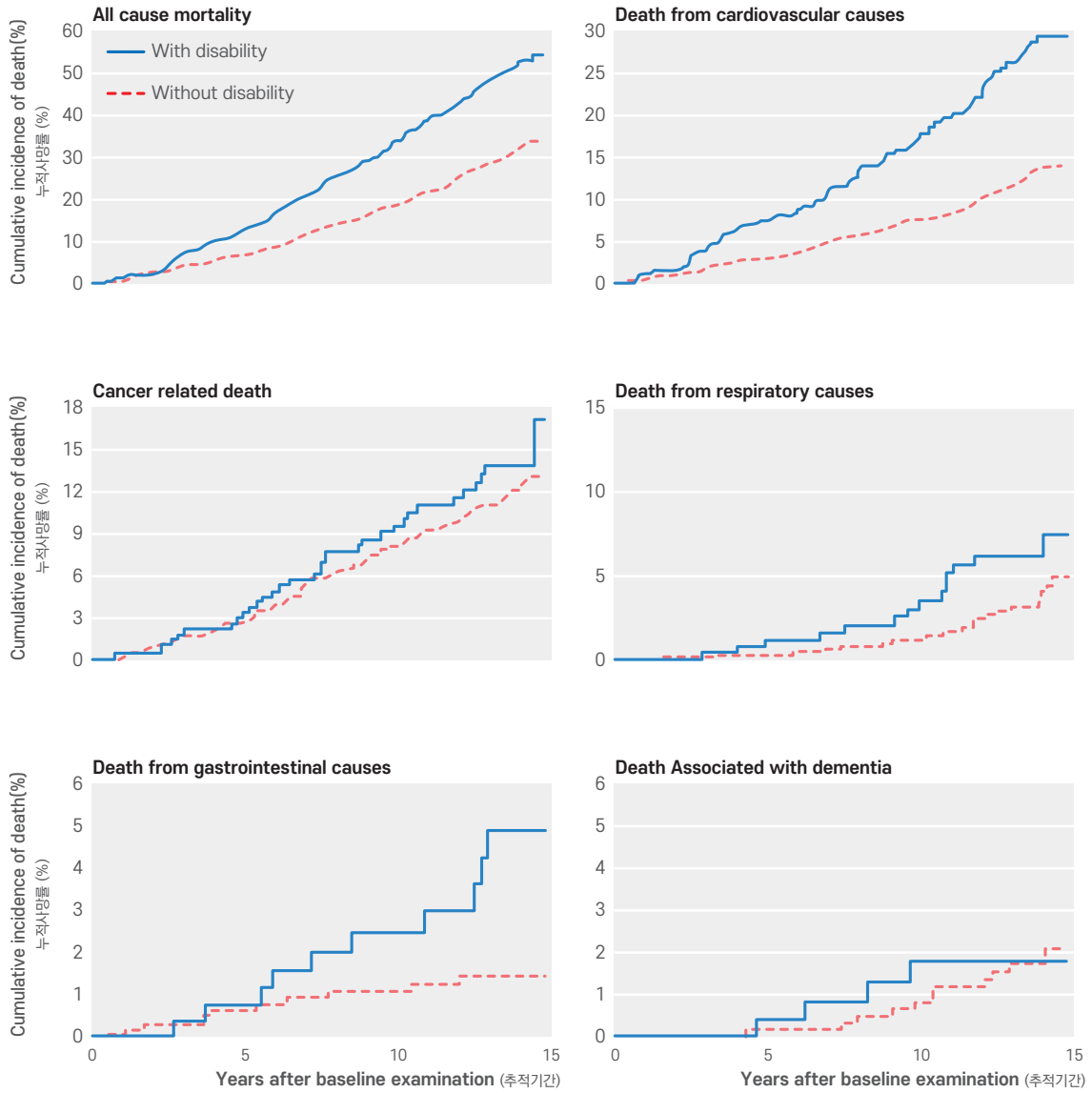
175) Hawker GA, Croxford R, Bierman AS, et al. All-cause mortality and serious cardiovascular events in people with hip and knee osteoarthritis: a population based cohort study. *PLoS One* 2014;9:e91286.

176) White DK, Zhang Y, Niu J, et al. Do worsening knee radiographs mean greater chances of severe functional limitation? *Arthritis Care Res* 2010;62:1433e9.

177) White DK, Niu J, Zhang Y. Is symptomatic knee osteoarthritis a risk factor for a trajectory of fast decline in gait speed? Results from a longitudinal cohort study. *Arthritis Care Res* 2013;65:187e94.

178) Kerr SJ, Rowett DS, Sayer GP, Whicker SD, Saltman DC, Mant A. All-cause mortality of elderly Australian veterans using COX-2 selective or non-selective NSAIDs: a longitudinal study. *Br J Clin Pharm* 2011;71:936e42.

179) E. Nüesch, P. Dieppe, S. Reichenbach, S. Williams, S. Iff, P. Jüni. All cause and disease specific mortality in patients with knee or hip osteoarthritis: population based cohort study. *BMJ*, 342 (2011), p. d1165



No at risk

Without disability	711	663	578	111	711	663	578	111
With disability	288	251	189	22	288	251	189	22

그림 3-15. 우환연구에서 사망원인별 보행장애의 유무에 따른 누적사망률(%)

6. 국내 무릎골관절염 지역사회 역학연구

국내에서 1999년-2010년까지 경기도 구리, 경상북도 고령군, 경기도 이천시, 충북 괴산군, 안성시, 춘천시 등에서 무릎골관절염 지역사회 역학연구가 시행되었다. 이 중 규모가 가장 큰 연구가 안성코호트로 관절염연구를 위해 등록된 인원만 3,876명이었다. 안성코호트는 2001년에 Korean Health and Genome Study (KHGS)를 위해 선정된 농촌지역사회이다. KHGS는 당뇨병과 심혈관계 질환의 주요 위험요인을 규명하기 위해 2년 마다 정기 검진을 시행하는 전향적 연구였다. 본 연구는 이들을 대상으로 골관절염에 대한 역학조사를 홍보한 후 2005년 4월부터 2006년 11월까지 자발적으로 참여한 40세 이상 성인 3,876명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 대상자에서 무릎 ROA의 유병률은 14.9% (평균나이 65.5±6.5세), 무릎 SOA의 유병률은 5.4% (평균나이 66.0±6.1세)로 나타났고, 손 ROA의 유병률은 13.4% (평균나이 66.7±5.9세), 손 SOA의 유병률은 8.0% (평균나이 67.1±5.3세)로 나타났다. 이 연구는 베이징 연구나, 프레밍험 연구에 비해 유병률이 낮았는데, 저자들은 70세 이상의 고령자가 14.5%로 적었기 때문이라고 밝히고 있다. 이 연구는 ROA와 SOA를 구분하여 평가하였다는 점에서 관절염의 정의가 불명료했던 이전 연구와는 구분되는 중요한 연구였다.

춘천에 거주하고 있는 50세 이상의 집단을 추적관찰하였던 한림노화연구도 ROA와 SOA를 구분하여 결과를 제시했다. 총 504명의 대상자에서 ROA는 37.3%, SOA는 24.2%로 나타났다. 이 연구에서는 무릎골관절염의 방사선촬영의 표준화를 위해 Plexiglas frame (SYNARC, San Francisco, CA, USA)을 사용하여 체중부하 anteroposterior semi-flexed knee radiographs를 사용하였다. 이 연구에서 성별, 연령별 무릎골관절염의 유병률을 제시하였고, ROA의 위험인자로 교육수준, 고혈압, 육체노동 등을 제시하였고, SOA의 위험인자로 성별, 고혈압, 육체노동이 제시되었다.

경기도 성남에 거주하는 65세이상의 지역주민 61,730명 중 1118명을 무작위로 추추출하여, 우편과 전화를 통해 연구참여의사를 물은 후 696명이 참여하여 이루어진 연구이다. 2005년 9월부터 2006년 8월까지 진행한 연구에서는 심한 방사선학적 무릎골관절염과 무릎관절치환술 여부를 확인하였다. 이 연구에 참여한 사람의 평균연령은 71.7세 (표준편차 5.3)이었고, 여자는 57.2%였다. 방사선촬영은 3가지 검사(weightbearing anteroposterior view, 45° of flexion posteroanterior view, and the Merchant view)를 시행하였다. 이 연구에서 남자에서 TKA를 시행한 경우는 1.0%, 심한 방사선학적 무릎골관절염은 10.4%였는데, 여자에서는 TKA가 10.6%, 심한 방사선학적 무릎골관절염은 38.4%였다. 다른 국가의 연구와 비교하였을 때, 심한 방사선학적 무릎골관절염의 유병률은 전반적으로 높으면서 성별 차이가 두드러지게 컸다.

표 3-8. 한국의 무릎골관절염 연구 사례 정리

연구자	연구대상	연구방법	연구결과
민병현 등 (2000년) ¹⁸⁰⁾	경기도 구리시 867명	슬관절단순방사선촬영 미국 류마티스학회의 방사선 및 임상적 분류에 의한 진단방법	무릎골관절염 유병률 : 10.2% - 남 : 16명, 여 : 56명 회귀분석결과 남자는 연령과 직종이 슬관절염에 영향을 주는 요인이었고, 여자의 경우는 연령, 폐경여부, 신체비만지수가 영향을 주는 요인이었다.
윤성호 등 (2001년) ¹⁸¹⁾	경상북도 고령군 40세 이상 여성 546명	다음 중 하나 무릎통증과 영상에서 골극 40세 이상에서 무릎통증과 무릎운동시 연발음 + 조조강직이 30분 이하	무릎골관절염 유병률 : 55.0% 위험인자 : 연령, 육체활동이 높은 직업군, 과거 외상 혹은 수술경험, 가족력
박남규 등 (2003년) ¹⁸²⁾	경기도 이천시 충북 괴산군 983명	Altman criteria	무릎골관절염 유병률 : 153명 (15.6%) - 남 : 44명, 여 : 109명
조남한 등 (2007년) ¹⁸³⁾	안성 코호트 3876명	KL grade	영상학적 무릎골관절염 : 14.9% - 남 : 18.0%, 여 : 11.0% 유증상 무릎골관절염 : 5.4% - 남 : 8.3% vs 여 : 1.7% 위험요인 : 연령, 성별, BMI
김진형 등 (2008년) ¹⁸⁴⁾	경기도 이천시, 충북괴산군, 서울시 은평구 지역주민 1125명과 서울대학교류마티스내과 방문환자 69명	Altman criteria 임상적/방사선학적 소견을 만족하거나, 임상적 소견을 만족하는 경우	여성, 농촌지역거주, 25kg/m ² 이상, 고노동강도의 직업을 가진 경우가 통계학적으로 유의한 위험요인으로 분석됨
김인제 등 (2010년) ¹⁸⁵⁾	춘천시 Hallym Aging study (HAS) 573명	KL grade	영상학적 무릎골관절염 : 188명 (37.3%) 유증상 무릎골관절염 : 121명 (24.2%)
조형준 등 (2011년) ¹⁸⁶⁾	성남시 65세 이상 성인 696명	KL grade	무릎골관절염 유병률 : 38.1% - 남 : 53.8% 여 : 17.1 % KL grade 3 이상 : 26.4% 무릎치환술이 필요한 수준의 골관절염 이환자 (KL grade 4 + WOMAC 44점 이상) : 6.5%

180) 민병현, 김호성, 김형원, 이순영, 박주원, 강신영. 한국인의 슬관절 골관절염의 역학적 관찰 - 구리시 건강, 영양진단 조사 결과를 바탕으로-. 대한슬관절학회지 제 12권 제 2호

181) 농촌지역 여성들의 무릎 골관절염 유병률 및 관련요인. 윤성호, 강복수, 김석범, 이경수

-
- 182) 두 지역사회에서 골관절염 및 류마티스 관절염의 유병률. 박남규, 김우규, 신동혁, 최영미, 이윤종, 이은봉, 김현아, 김윤근, 박병주, 홍성철, 송영욱
- 183) 조남한, 김수호, 김현아, 서영일. 지역사회에서 손골관절염과 무릎골관절염의 유병률 및 위험인자. 대한류마티스학회지. 제 14권 제 4호 2007
- 184) 김진현, 송영욱, 이정한, 신동혁, 박남규, 이윤종, 이은봉, 김현아, 김윤근, 박병주, 홍성철. 한국인의 유증상 무릎 골관절염의 위험요인에 관한 연구. 대한류마티스학회지, 2008
- 185) in Korea. Inje Kim, Hyun Ah Kim, Young-II Seo, Yeong Wook Song, Jin-Young Jeong, and Dong Hyun Kim. The Prevalence of Knee Osteoarthritis in Elderly Community Residents
- 186) Gender and Prevalence of Knee Osteoarthritis Types in Elderly Koreans. Hyung Joon Cho, MD, Chong Bum Chang, MD, Ki Woong Kim, MD, Joon Hyuk Park, MD, Jae Ho Yoo, MD, In Jun Koh, MD, and Tae Kyun Kim, MD

7. 국민건강영양조사를 이용한 무릎관절염 연구

1) 골관절염 노인의 건강 관련 삶의 질 영향요인

: 국민건강영양조사 자료를 이용하여¹⁸⁷⁾

이 연구는 2011년에 시행된 제 5기 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 골관절염 노인의 건강 관련 삶의 질에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 시행되었다. 65-89세 미만의 노인 1,469명 중 골관절염의 진단 받은 433명에서 암, 신부전, 간경변 등 유질환자들을 제외한 362명을 최종 연구대상자로 선정하였다. 대상자의 건강 관련 삶의 질은 EQ-5D를 이용하여 측정된 값을 분석하였다. 최근 3개월 동안 30일 이상의 관절통을 경험한 대상자는 77.9%이고 무릎관절강직을 경험한 대상자는 42.0%였다. 최근 1년 동안 연속적으로 2주 이상 일상생활에 지장이 있을 정도로 우울한 경험이 있는 대상자는 16.6%였고, 평소 일상생활 중에서 스트레스를 많이 느낀 대상자는 29.6%였다. 대상자의 건강 관련 특성에 따른 건강 관련 삶의 질의 차이를 분석한 결과, 주관적 건강상태에 따라 건강 관련 삶의 질이 통계적으로 유의하게 낮았다($F=43.38, p<0.001$). 활동제한이 있는 대상자가 제한이 없는 대상자에 비해 건강 관련 삶의 질이 통계적으로 유의하게 낮았고($t=8.36, p<0.001$), 지난 3개월간 30일 이상의 관절통($t=10.76, p<0.001$)과 무릎관절강직($t=9.07, p<0.001$)을 경험한 대상자가 그렇지 않은 대상자에 비해 건강 관련 삶의 질이 통계적으로 유의하게 낮았다. 최근 1년 동안 연속적으로 2주 이상 일상생활에 지장이 있을 정도로 우울한 경험이 있는 대상자($t=4.80, p<0.001$)와 평소 일상생활 중에서 스트레스를 많이 느낀 대상자 ($t=5.49, p<0.001$)가 그렇지 않은 대상자에 비해 건강 관련 삶의 질이 통계적으로 유의하게 낮았다. 대상자의 건강 관련 삶의 질에 대한 회귀모형은 유의하게 나타났으며($F=20.06, p<0.001$), 골관절염 노인의 건강 관련 삶의 질에 유의한 영향을 미치는 요인은 연령, 소득수준, 주관적 건강상태, 활동제한 여부, 무릎관절강직 여부, 우울, 스트레스인지이었으며, 전체 설명력은 42%였다. 골관절염 노인의 건강 관련 삶의 질은 연령이 낮을수록, 개인소득수준이 '하층'인 대상자보다 '상층'인 경우, 주관적 건강상태가 '나쁜 편'에 비해 '보통'과 '좋은 편'인 경우, 활동제한, 무릎관절강직, 우울증상을 경험하지 않고, 스트레스가 낮은 경우 높게 나타났다. 요약하면, 골관절염 노인의 건강 관련 삶의 질은 연령이 많을수록, 소득이 낮을수록, 통증과 무릎강직이 있는 경우, 스스로 건강이 나쁘다고 인식하는 경우, 우울증이 있고 스트레스를 인지하고 있으며, 활동제한을 경험한 경우에 더 낮은 것으로 나타났다.

187) 김민주, 배선형. 골관절염 노인의 건강관련 삶의 질 영향 요인: 국민건강영양조사 자료를 이용하여. 근관절건강학회지 제 21권 제 3호. 195-205. 2014.

2) 50세 이상 성인 남, 여 중 골관절염과 대사증후군과의 관계 : 제5기(2010-2012년) 국민건강영양조사를 바탕으로¹⁸⁸⁾

대사증후군은 여러 질환의 복합군으로 복부비만, 이상지질혈증(고중성지방혈증, 고밀도 지단백의 감소), 고혈압, 고혈당을 포함하는 질환이다.¹⁸⁹⁾ 이전에 발표된 논문 중 2008년 국민건강영양조사를 토대로 진행한 연구에서 허리둘레만 골관절염과 관련이 있는 위험인자라고 확인되었다. 본 연구는 국민건강영양조사 제5기(2010-2012년)에 참여한 50세 이상 성인 남녀 8,516명을 대상으로 하였다. 대사증후군은 National Cholesterol Education Program (NCEPATP) III 기준에 따라 다음 중 3가지 이상 되는 경우로 정의하였다.¹⁹⁰⁾

- 1) 복부비만 : 남 ≥ 90 cm, 여 ≥ 85 cm
- 2) 고중성지방혈증 : 중성지방 ≥ 150 mg/dL
- 3) 고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein-cholesterol, HDL-C) 감소
: 남 < 40 mg/dL, 여 < 50 mg/dL
- 4) 혈압 측정치 : $\geq 130/85$ mmHg 또는 고혈압 유병
- 5) 공복혈당장애 : 공복혈당 ≥ 100 mg/dL 또는 당뇨 유병

※ 측정값에 미치지 못하더라도 해당 질환에 약을 복용 중이면 포함하였다.

총 8,516명의 50세 이상 성인 남녀가 분석 대상으로 포함되었고 그 중 3,039명이 골관절염이 있는 것으로 나타났다. 남성과 여성을 구분해 보면, 대상군 중 여성의 수가 더 많았고 ($n=3,693$ vs. $4,820$), 여성 중 약 43%가 골관절염 유병을 보여 25%인 남성보다 골관절염 환자의 비율이 더 높게 나타났다. 남녀 전체를 대상으로 했을 때 50대, 60대, 70대에서 모두 골관절염이 없는 군보다 골관절염이 있는 군에서 대사증후군의 유병률이 높게 나타났다. 연령별로 골관절염의 유병률을 살펴보면, 50대의 약 18% (남성 29%, 여성 71%), 60대의 약 37.6% (남성 27%, 여성 73%), 70대의 55.7% (남성 32%, 여성 68%)가 관절염을 앓고 있는 것으로 나타났고 여성의 골관절염 환자 수가 남성에 비해 2배를 넘는 것으로 나타났다. 대사증후군에 포함된 5가지 지표들에 대해 무릎골관절염 유병 유무에 따른 비교위험도를 분석한 결과 연령과 키, 몸무게로 보정했을 경우 고혈압 항목만 유의미한 결과를 나타내었다. (OR 1.217 vs. 1.183). 대사증후군과 골관절염의 연관성에 대한 최근의 지견들은 골관절염이 단지 연령이나 물리적인 요인에 의한 질환일 뿐만 아니라 생화학적 요소들이 관여하는 대사질환이며, 이 같은 요소들이 질환의 병과 경과에 영

188) 조효경, 김유리, 정용재, 정재훈. 50세 이상 성인 남, 여 중 골관절염과 대사증후군과의 관계: 제5기(2010-2012년) 국민건강영양조사를 바탕으로. Korean J Fam Pract. 2018;8(2):292-298

189) Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. JAMA 2002; 287: 356-9.

190) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001; 285: 2486-97.

향을 준다는 것이다.¹⁹¹⁾ 본 연구에서 대사증후군에 포함된 5가지 지표들에 대해 골관절염 유병 유무에 따른 비교위험도를 50대 이상 남녀 전체로 분석한 결과, 보정 전 남성과 여성 모두에서 고혈압과 허리둘레 항목에서 유의한 결과가 나타났고 여성에서는 추가적으로 공복혈당장애 항목이 유의한 값을 나타냈으며 보정 후에는 고혈압만이 남녀 군에서 유의한 결과로 나타났다.

3) 골관절염 여성 환자의 우울에 영향을 미치는 요인¹⁹²⁾

본 연구는 국민건강영양조사 제 6기 2차년도 원시자료를 이용하여 다양한 연령대의 골관절염 여성의 우울에 미치는 영향을 확인하여 골관절염 여성의 우울을 예방하고 완화하기 위한 중재의 기초자료를 제공하고자 한다. 본 연구의 대상자는 ‘골관절염 의사진단’ 문항에 ‘있음’으로 명확하게 응답한 여성 480명을 대상으로 하였다. 우울한 증상은 PHQ-9으로 판단하였으며 0~4점 사이를 ‘우울증 아님’, 5~9점 사이를 ‘가벼운 우울증’, 10~19점 사이를 ‘중간정도 우울증’, 20~27점 사이를 ‘심한 우울증’으로 구분하였다.¹⁹³⁾ 우울은 심리적 요인중 스트레스($p<.001$), 주관적 건강($p<.001$)에 따라 유의한 차이가 나타났으며 다른 요인들에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 일반적 특성의 경제 상태 중 ‘하’의 경우 PHQ-9 점수가 10~19점은 17.7%, 20~27점은 2.8%로 나타났고, ‘상’의 경우 6.2%, 2.1%로 나타나 ‘하’에서 더 많은 비율을 보였다. 무릎 통증의 경우 ‘0’에서는 HQ-9 점수가 10~19점은 6.9%, 20~27점은 0.8%로 나타났으나, ‘7~10’의 경우 17.8%와 4.2%로 나타나 통증이 심할 경우 우울한 대상자가 더 많음을 알 수 있다. 우울에 영향을 준 요인은 결혼 상태, 무릎 통증, 스트레스, 주관적 건강이었으며, 이들은 41.0%를 설명하는 것으로 나타났다($p<0.001$)

본 연구 결과 무릎통증 또한 골관절염 여성에게 우울 영향요인으로 나타났다. 이는 국내 골관절염 여성노인을 대상으로 한 연구에서 통증은 우울의 주요 위험요인이며, 만성통증 정도가 심하고 그 기간이 길어질수록 우울증상이 많이 나타나고 심리정서에 밀접한 영향을 미친다는 결과와 일치하는 것이다.¹⁹⁴⁾¹⁹⁵⁾ 근골격계 통증은 다양한 신체적 장애와 더불어 정신적 어려움을 유발함으로써 통증 경감을 위한 중재노력은 통증으로 인한 우울증상까지 향상시킬 수 있다.¹⁹⁶⁾

191) Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, et al. Accumulation of metabolic risk factors such as overweight, hypertension, dyslipidaemia, and impaired glucose tolerance raises the risk of occurrence and progression of knee osteoarthritis: a 3-year follow-up of the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage* 2012; 20: 1217-26.

192) 김영희, 권명진. 골관절염 여성환자의 우울에 영향을 미치는 요인. *J Korean Acad Fundam Nurs* Vol.24 No.2, 138-145, May, 2017

193) Park SJ, Choi HR, Choi JH, Kim K, Hong JP. Reliability and validity of the Korean version of the patient health questionnaire-9 (PHQ-9). *Anxiety and Mood*. 2010;6(2):119-124.

194) Ju YJ, Kim HK. Factors influencing depression among patients with chronic degenerative arthritis after total knee arthroplasty. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2012;19(2):161-172. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2012.19.2.161>

195) Lee YJ. A study on the effects of pain, sleep pattern, life satisfaction on depression in elderly women with osteoarthritis. *Journal of the Korean Gerontological Society*. 2011;31(2):211-222

196) Lee YJ. A study on the effects of pain, sleep pattern, life satisfaction on depression in elderly women with osteoarthritis. *Journal of the Korean Gerontological Society*. 2011;31(2):211-222.

4) 우리나라 골관절염 환자의 관절통증

: 2012년 국민건강영양조사 자료를 이용하여¹⁹⁷⁾

본 연구는 국민건강영양조사 제5기 3차년도(2012년) 자료를 사용해 골관절염으로 인한 관절통증 정도를 알아보고 일상활동 제한여부, 외래이용정도를 알아봄으로써 골관절염 대상자들이 겪고 있는 통증을 정확히 알고, 지역사회의 잠재적 부담을 알아보고자 시도되었다. 제5기 3차년도 국민건강영양조사 원시 자료를 사용하였다. 연구대상자는 8,018명이었으며 그 중 50세 이상이 2,773명이었다. ‘최근 3개월 동안 30일 이상 무릎관절에 통증이 있고 KL grade 2 이상’ 또는 ‘최근 3개월 동안 30일 이상 엉덩관절에 통증이 있고 KL grade 2 이상’인 대상자 424명을 최종 분석대상으로 하였다. KL grade의 기준은 다음과 같다.

관절염유병자들 424명 중 관절의 통증정도를 0-10까지 각 단계별로 확인했을 때 4점 이상 통증을 호소하는 대상자는 79.3%로 나타났다. 골관절염으로 인해 옷입기, 세수하기, 목욕하기, 식사하기, 이동, 화장실 사용, 대소변 조절, 몸단장하기, 집안일, 식사준비, 빨래, 외출, 교통수단이용, 물건사기, 금전관리, 전화사용, 약 챙겨먹기, 친구만나기, 시장보기 등의 ‘일상생활’과 ‘사회활동’에 제한이 있다고 응답한 대상자가 26.9%, 그렇지 않다고 응답한 대상자가 73.1%로 보고되었다. 본 연구결과 나타난 골관절염 대상자 10명중 9명은 관절의 통증을 경험하고 있으며, 4~5명 중 1명은 10점의 통증을 겪고 있다고 응답하고 있어 매우 심각한 통증을 앓고 있는 골관절염 대상자들이 많다는 것을 확인 할 수 있었다.

5) 한국인에서 골밀도와 무릎골관절염과의 관련성

KL 무릎골관절염과 대퇴골경부(femur neck)와 엉덩뼈전체(total hip)골밀도 사이에는 뒤집어진 U자 형의 관계를 보였다.¹⁹⁸⁾ 이 연구는 4기, 5기 국민건강영양조사를 이용하여 결과를 분석하였다. 28,009명 중에서 50세 이상인 5,793명이 DXA 방법을 이용하여 골밀도를 측정하였다. 무릎영상은 양측 무릎을 30도 굽힌 상태에서 체중부하 전후면(weight-bearing AP), 측면(lateral view)를 확인하였다. 영상은 KL grade에 따라 평가하였고 2명의 영상의학과 의사가 판정을 하였으며 Kappa 값은 0.65였다. 판정에 차이를 보이는 경우 제 3의 영상의학과 의사가 다시 판독하였다.

골다공증은 연령이 고령의 집단에서 자주 발생하는 질환으로 낮은 골밀도 및 골구조 변화를 특징으로 하고 있다. 무릎골관절염과 골다공증은 서로 다른 질환이지만 둘 다 골대사에 관여하는 질환이라는 공통점을 가지고 있다. 비록 둘의 관계는 아직 확실하지는 않지만 여러 코호트 연구에서 높은 골밀도를 갖는 집단에서 골관절염 유병률 및 발생률이 증가한다고 보고하고 있다.¹⁹⁹⁾²⁰⁰⁾ 연령이 가장 중요한 혼란변수이고,

197) 이진숙. 우리나라 골관절염 환자의 관절통증 : 2012년 국민건강영양조사 자료를 이용하여. J Muscle Jt Health Vol. 23 No. 3, 152-158, December, 2016

198) Kim YH, Lee JS, Park JH. Association between bone mineral density and knee osteoarthritis in Koreans: the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. Osteoarthritis Cartilage. 2018 Nov;26(11):1511-1517.

199) Burger H, van Daele PL, Odding E, Valkenburg HA, Hofman A, Grobbee DE, et al. Association of radiographically evident osteoarthritis with higher bone mineral density and increased bone loss with age. The Rotterdam Study. Arthritis Rheum 1996;39:81e6.

200) Zhang Y, Hannan MT, Chaisson CE, McAlindon TE, Evans SR, Aliabadi P, et al. Bone mineral density and risk of incident and progressive radiographic knee osteoarthritis in women: the Framingham Study. J Rheumatol 2000;27:1032e7.

관절염의 진행으로 인한 골극이나 골경화의 진행이 요추골밀도에 영향을 줄 수 있는 요인이라는 점이 고려되어야 한다. 본 연구에서는 혼란 변수를 통제하기 전에는 무릎관절염과 BMD는 음의 상관관계를 보여주었지만 연령과 성별을 보정한 경우에는 양의 상관관계를 가졌다.

6) 한국인에게서 정신건강과 관절염과의 관련성

여성에서만 무릎관절염이 있는 경우 무릎관절염이 없는 경우에 비해 스트레스를 더 많이 느꼈다.(32.3% vs 24.6%, $P < 0.001$). 그리고 우울증이나 자살사고는 무릎관절염이 있는 남녀에서 없는 집단보다 모두 높게 나타났다.²⁰¹⁾

이 연구는 국민건강영양조사 5기를 이용하여 결과를 분석하였다. 50세 이상의 엑스레이 촬영을 한 조사자에서 설문에 답하지 않은 자를 제외한 8,271명을 대상으로 연구하였다. 무릎관절염은 다음과 같이 정의하였다. 스트레스 인지 정도는 낮음과 높음 두 가지로 구분하였으며 우울증은 지난 1년 동안 일상 생활에 지장을 줄 정도의 우울한 느낌이 있으면서 이러한 증상이 2주 이상 매일 지속된 경우로 정의하였다. 자살사고는 지난 1년간 자살 생각이 있던 경우로 정의하였다. 이 연구에서 무릎관절염의 유병률은 13.3%(남 5.6%, 여 19.2%)였다.

7) 무릎관절염의 체지방(fat mass)과 체지방(lean mass)과의 관련성

하체의 체지방량은 증상이 있는 무릎관절염의 보호인자로 작용하였으며, 그 외의 총 체지방량이나 상체의 체지방량은 관련성이 낮았다.²⁰²⁾ 본 연구는 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 무릎관절염과 신체조성의 관련성에 대해서 연구하였다. 신체 조성으로 총 체지방량 (fat mass), 총 체지방량 (lean mass), 상체 체지방량, 하체 체지방량, 상체 체지방량, 하체 체지방량을 측정하였다. 무릎염상은 KL grade로 평가하였으며 2 등급 이상을 방사선학적관절염(ROA)이라고 정의하였다. 증상이 있는 관절염(SOA)은 지난 3달 동안 30일 이상 무릎 통증이 있던 경우, 숫자통증척도(NRS)에서 5점 이상에 해당하는 경우²⁰³⁾로 정의하였다. 이 연구결과 총 4,194명 중에서 1,664명이 무릎관절염을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 총 체지방량은 방사선학적 무릎관절염(ROA)과 관련이 없는 것으로 나타났다. 또한, 상체와 하체의 총 지방량과 방사선학적 무릎관절염(ROA)과의 경향성은 뚜렷하게 보이지 않았다. 체지방량과 ROA와 관련성도 유의하지 않다고 확인되었다. 그러나 하체의 체지방량은 ROA와 음의 상관관계를 갖는 것으로 파악되었다. 하체의 체지방량이 증가할수록 ROA의 오즈가 감소했다(P for trend = 0.04). 이 연구와 같은 맥

201) Jung JH, Seok H, Kim JH, Song GG, Choi SJ. Association between osteoarthritis and mental health in a Korean population: a nationwide study. *Int J Rheum Dis*. 2018 Mar;21(3):611-619.

202) Kim SR, Choi KH, Jung GU, Shin D, Kim K, Park SM. Associations Between Fat Mass, Lean Mass, and Knee Osteoarthritis: The Fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V). *Calcif Tissue Int*. 2016 Dec;99(6):598-607.

203) Han HS, Lee JY, Kang SB, Chang CB (2016) The relationship between the presence of depressive symptoms and the severity of self-reported knee pain in the middle aged and elderly. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(5):1634-1642. doi:10.1007/s00167-015-3628-2

락으로 선행연구들에서는 낮은 제지방량이 무릎골관절염의 위험인자라고 보고하고 있다²⁰⁴⁾²⁰⁵⁾²⁰⁶⁾. 이 연구에서는 하체의 제지방량만이 무릎골관절염의 보호인자로 작용할 수 있다는 것을 보여주었다. 이는 하체의 제지방량이 관절을 지지하고 보호하는 역할을 하기 때문인 것으로 판단된다.²⁰⁷⁾²⁰⁸⁾ 이는 하체 운동을 통해서 무릎골관절염의 진행을 예방할 수 있다는 것을 암시한다.

8) 무릎골관절염의 동반질환과 건강관련 삶의 질

통증만 있는 집단(pain only)와 통증이 있는 무릎골관절염(painful ROA)이 이는 집단은 각각 모두 일상생활에 지장을 주는 것으로 나타났다. 그러나, 단순히 통증없이 방사선학적 무릎골관절염(ROA)만 있는 그룹은 일상생활에 지장을 받거나 낮은 HRQOL 점수와 관련성이 낮았다.²⁰⁹⁾ 본 연구는 2010-2012년도 국민건강영양조사 자료를 이용하여 동반 질환이 있는 무릎골관절염 환자에서 HRQOL과의 관련성을 확인하였다. HRQOL은 EuroQOL-5 dimension-3 level (EQ-5D-3L) questionnaire, the EQ-5D index, the EuroQOL-visual analogue scale (EQ-VAS)을 이용하여 평가하였다. 무릎골관절염 없음 (Pain-/ROA-), 무릎통증만 있음 (Pain+/ROA-), 방사선학적무릎골관절염만 있음(Pain-/ ROA+), 통증이 있는 방사선학적 무릎골관절염(Pain+/ROA+)의 유병률은 각각 59.4%, 7.9%, 20.7%, 12.0% 이었다. 여성은 남성보다 무릎통증만 있음(OR 2.12, 95% CI 1.37-2.69, $p < 0.001$), 방사선학적 무릎골관절염만 있음 (OR 2.20, 95% CI 1.86-2.59, $p < 0.001$), 통증이 있는 방사선학적 무릎골관절염 (OR 6.59, 95% CI 5.34-8.14, $p < 0.001$)에서 오즈비가 높아 대체로 무릎골관절염에 취약한 것으로 파악되었다. 또한, 시골에 거주하는 집단은 도시에 거주하는 집단보다 무릎골관절염 위험도가 높았다.

-
- 204) Cicuttini FM, Baker JR, Spector TD (1996) The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. *J Rheumatol* 23(7):1221-1226
- 205) Coster MC, Rosengren BE, Karlsson C, von Schevelow T, Magnusson H, Brudin L, Karlsson MK (2014) Bone mass and anthropometry in patients with osteoarthritis of the foot and ankle. *Foot Ankle Surg* 20(1):52-56. doi:10.1016/j.fas.2013.10.008
- 206) Jarvholm B, Lewold S, Malchau H, Vingard E (2005) Age, bodyweight, smoking habits and the risk of severe osteoarthritis in the hip and knee in men. *Eur J Epidemiol* 20(6):537-542
- 207) Shanb AA, Youssef EF (2014) The impact of adding weightbearing exercise versus nonweight bearing programs to the medical treatment of elderly patients with osteoporosis. *J Fam Commun Med* 21(3):176-181. doi:10.4103/2230-8229.142972
- 208) Shimomura K, Murase N, Osada T, Kime R, Anjo M, Esaki K, Shiroishi K, Hamaoka T, Katsumura T (2009) A study of passive weight-bearing lower limb exercise effects on local muscles and whole body oxidative metabolism: a comparison with simulated horse riding, bicycle, and walking exercise. *Dyn Med* 8:4. doi:10.1186/1476-5918-8-4
- 209) Jeong H, Baek SY, Kim SW, Eun YH, Kim IY, Lee J, Jeon CH, Koh EM, Cha HS. Comorbidities and health-related quality of life in Koreans with knee osteoarthritis: Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *PLoS One*. 2017 Oct 18;12(10):e0186141.

9) 대사증후군과 무릎골관절염과의 관련성

대사증후군과 무릎골관절염의 직접적인 관련성은 발견하지 못했다. 다만, 여성에서 허리둘레는 관련이 있는 것으로 파악되었다.²¹⁰⁾ 이 연구는 2008년에 수집된 국민건강영양조사 데이터를 이용하여 무릎골관절염과 대사증후군의 관계를 살펴본 것이다. 대사증후군의 진단 기준은 NCEP ATPⅢ을 참고하였다.²¹¹⁾ 복부비만의 절단값(cutoff)은 남자 90cm이상, 여자 80cm 이상으로 하였다. 그리고 고중성지방혈증($\geq 150\text{mg/dl}$), HDL은 남자 $< 40\text{mg/dl}$, 여자 $< 50\text{mg}$ 일 경우로 하였고, 고혈압은 수축기 135mmHg 이상 또는 이완기 85mmHg 이상으로 하였으며, 공복혈당은 $\geq 100\text{mg/dl}$ 또는 당뇨약제를 복용하는 사람으로 하여 이 중 3가지 이상에 해당되는 경우로 정의하였다.²¹²⁾ 이 연구에서 무릎골관절염의 유병률은 12.1% (270명)이었으며 남 4.0% (41명), 여 18.9% (229명)이었다. 남성에서 대사증후군의 유병률은 37.5%였으며 여성에서는 38.3%였다. 무릎골관절염이 있는 군은 평균 연령, BMI, 복부둘레, 수축기혈압, 저밀도지단백(LDL), 흡연이 모두 높았다. 여성에서 대사증후군은 무릎골관절염과 관련성이 있었으나 (OR 1.798, 95% CI 1.392-2.322) 연령, 운동, 음주, 흡연으로 보정했을 경우 통계학적으로 관련이 없는 것으로 나타났다(OR 1.117, 95% CI 0.805-1.550). 남성에서는 대사증후군과 무릎골관절염 간의 유의미한 관련성은 나타나지 않았다(OR 1.117, 95% CI 0.805-1.550). 이는 각 변수들을 보정하더라도 같은 결과를 보여주었다(OR 0.946, 95% CI 0.438-1.852). 여성에서 대사증후군과 관련된 지표 중 허리둘레만이 무릎골관절염과 유의미한 관련성을 보여주었다 (OR 2.004, 95% CI 1.464-2.743). 이는 다른 변수를 보정하더라도 통계적으로 유의하였다(OR 1.838, 95% CI 1.311- 2.576).

10) 방사선학적으로 가벼운 무릎골관절염을 가진 여성환자에게서 근육량의 감소와 무릎통증

이 연구에서는 KL grade 2단계에서만 근육량이 적을수록 무릎통증이 많았고, 그 이외의 단계에서는 관련성이 없었다는 결론을 얻었다.²¹³⁾ 근육량과 무릎통증은 관련이 있다고 보고한 연구가 많으나, 아직까

210) Han CD, Yang IH, Lee WS, Park YJ, Park KK. Correlation between metabolic syndrome and knee osteoarthritis: data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). BMC Public Health. 2013 Jun 22;13:603.

211) Expert Panel on Detection: Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults: Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001, 285(19):2486-2497.

212) Lee SY, Park HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ, Kim DY, Kwon HS, Kim SR, Lee CB, et al: Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. Diabetes Res Clin Pract 2007, 75(1):72-80

213) Park HM, Kim HJ, Lee B, Kwon M, Jung SM, Lee SW, Park YB, Song JJ. Decreased muscle mass is independently associated with knee pain in female patients with radiographically mild osteoarthritis: a nationwide cross-sectional study (KNHANES 2010-2011). Clin Rheumatol. 2018 May;37(5):1333-1340.

지도 논란이 있는 상태이다.²¹⁴⁾²¹⁵⁾²¹⁶⁾ 논란의 핵심은 무릎골관절염의 진행정도가 혼란변수로 작용할 수 있기 때문이다. 이 연구는 2010-2011에 실시된 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 50세 이상이면서, 류마티스관절염을 배제한 후 연구대상자를 선정하였다. 본 연구는 무릎의 통증은 '지난 3개월간 30일 이상 지속되는 통증이 있었는가?'에 대해 답한 경우로 정의하였고, 통증의 정도는 숫자통증척도(NRS)를 이용하였으며 가벼운(1-3), 보통(4-6), 심함(7-10)으로 구분하였다. 무릎영상은 양측 무릎을 30도 구부린 상태로 촬영한 체중부하 전후면(weight-bearing AP), 측면(lateral view)사진으로 촬영하였다. 촬영된 영상은 KL grade를 이용하여 평가하였으며 2단계인 경우 가벼운 무릎골관절염(mild knee OA)로, 3단계 이상을 심한 무릎골관절염(severe knee OA)으로 정의하였다. 총 2,013명을 대상으로 결과를 분석하였으며 1136명은 KL grade가 1 이하였고 (56.4%), 877명이 KL grade 2 이상에 해당되었다.

연구결과 KL 2단계에서 근육량과 다리근육량이 통증이 있는 집단에서 더 낮았다. KL 2단계에서는 근육량과 통증이 상관관계를 가졌지만 그 외의 단계(1, 3, 4 단계)에서는 유의미한 결과를 보여주지 못했다. 통증수준과 근육량의 관계를 확인하였을 때 KL 2단계에서는 통증이 증가함에 따라 근육량이 선형적으로 감소하였다. 이는 각종 변수를 보정하였어도 같은 결과를 보여주었다. KL 1단계에서는 심한통증이 있는 경우에만 하지근육이 유의미하게 낮은 것을 확인할 수 있었다. 그 외 3.4단계에서는 유의미한 결과를 얻지 못했다. Muraki 및 MOST연구에서 실시한 의한 대규모 연구에서는 대퇴근과 무릎통증의 관련성은 떨어진다고 하였으나²¹⁷⁾²¹⁸⁾ Wang 등에 의한 연구에서는 내측광근(vastus medialis)을 단련했을 시 통증이 감소했다고 하였다.²¹⁹⁾ 이는 무릎골관절염의 진행정도가 혼란변수로 작용했을 가능성이 있다.

214) Sattler M, Dannhauer T, Hudelmaier M, Wirth W, Sanger AM, Kwok CK, Hunter DJ, Eckstein F, investigators OAI (2012) Sidedifferences of thigh muscle cross-sectional areas and maximal isometric muscle force in bilateral knees with the same radiographic disease stage, but unilateral frequent pain—data from the osteoarthritis initiative. *Osteoarthr Cartil* 20:532-540

215) Conroy MB, Kwok CK, Krishnan E, Nevitt MC, Boudreau R, Carbone LD, Chen H, Harris TB, Newman AB, Goodpaster BH, Health ABCS (2012) Muscle strength, mass, and quality in older men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res(Hoboken)* 64:15-21

216) Lee JY, Han K, McAlindon TE, Park YG, Park SH (2016) Lower leg muscle mass relates to knee pain in patients with knee osteoarthritis. *Int J Rheum Dis*. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12896>

217) Muraki S, Akune T, Teraguchi M, Kagotani R, Asai Y, Yoshida M, Tokimura F, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N (2015) Quadriceps muscle strength, radiographic knee osteoarthritis and knee pain: the ROAD study. *BMC Musculoskelet Disord* 16:305

218) Segal NA, Findlay C, Wang K, Torner JC, Nevitt MC (2012) The longitudinal relationship between thigh muscle mass and the development of knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil* 20:1534-1540

219) Wang Y, Wluka AE, Berry PA, Siew T, Teichtahl AJ, Urquhart DM, Lloyd DG, Jones G, Cicuttini FM (2012) Increase in vastus medialis cross-sectional area is associated with reduced pain, cartilage loss, and joint replacement risk in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 64:3917-3925

11) 무릎관절염 환자에서 통증의 심각도에 따른 신체활동 상태

무릎관절염 환자의 18.6%만 적절한 운동을 하고 있었으며 이는 일반인구에 (23.2%) 비해서 낮은 수치였다. 또한, 근력운동 (4.3% vs 14.6%) 및 유연성을 적절히 하고 있는 경우도 (15.8% vs 26.2%) 일반인구에 비해 유의미하게 낮았다.²²⁰⁾

이 연구에서는 2010-2012년에 수집된 5기 국민건강영양조사 자료를 활용하여 무릎관절염이 있는 군에서 일반인구 대비 활동정도, 신체활동을 장려해야하는 무릎관절염 환자는 얼마나 되는지, 통증수준의 변화가 얼마나 되는지 조사하였다. 무릎영상은 양측 무릎을 30도 구부린 채 관절부하 전후면 (weight-bearing AP)과, 측면(lateral view)을 촬영하였다. 촬영된 영상은 KL grade를 이용하여 평가하였고 2등급 이상을 방사선학적 무릎관절염(ROA)이라고 정의하였다. 무릎의 통증은 ‘지난 3개월간 30일 이상 지속되는 통증이 있었는가?’에 대해 답한 경우로 정의하였다. 통증의 정도는 숫자통증척도(NRS)를 이용하였으며 가벼운(1-3), 보통(4-6), 심함(7-10)으로 구분하였다. 신체활동 수준은 IPAQ(Korean short version of the International Physical Activity Questionnaire)의 한국어 단축형 버전을 이용하여 평가했다.²²¹⁾ 설문지 결과를 토대로 활동 정도를 3개의 그룹으로 나누었으며 다음과 같다.

- a. 비활동집단 (Category 1) : 범주 2 또는 3에 해당되지 않는자
- b. 최소한의 활동집단 (Category 2)
 - 격한 운동을 20분이상 지속하며 주 3회 이상 실시하는자
 - 중등도 이상의 운동을(걷기 포함) 30분이상 주 5회 이상 실시하는자
 - 중등도와 격한 운동을 섞어서 주 5회이상 실시하는자 (≥ 600 MET-min/week)
- c. 건강증진활동집단 (HEPA; Category 3)
 - 격한 운동을 주 3회 이상 실시하는자 (≥ 1500 MET-min/week)
 - 중등도 운동(걷기 포함) 혹은 격한 운동을 합한 값이 3000 MET-min/week 이상인자.

기존의 연구에서 무릎관절염이 있는 사람들은 신체활동이 일반인구보다 낮다고 보고하였다.²²²⁾²²³⁾ 그러나 통증수준에 따라 신체활동 수준이 달라지지 않는다고 White 등이 보고한 바 있다.²²⁴⁾

220) Shim HY, Park M, Kim HJ, Kyung HS, Shin JY. Physical activity status by pain severity in patients with knee osteoarthritis: a nationwide study in Korea. BMC Musculoskelet Disord. 2018 Oct 20;19(1):380.

221) Oh JY, Yang YJ, Kim BS, Kang JH. Validity and reliability of Korean version of international physical activity questionnaire (IPAQ) short form. J Korean Acad Fam Med. 2007;28(7):532-41.

222) Wallis J, Webster K, Levinger P, Taylor N. What proportion of people with hip and knee osteoarthritis meet physical activity guidelines? A systematic review and meta-analysis. Osteoarthr Cartil. 2013;21(11):1648-59.

223) Shih M, Hootman JM, Kruger J, Helmick CG. Physical activity in men and women with arthritis: National Health Interview Survey, 2002. Am J Prev Med. 2006;30(5):385-93.

224) White DK, Tudor-Locke C, Felson DT, Gross KD, Niu J, Nevitt M, Lewis CE, Torner J, Neogi T. Do radiographic disease and pain account for why people with or at high risk of knee osteoarthritis do not meet physical activity guidelines? Arthritis Rheum. 2013;65(1):139-47.

12) 노령인구에서 엉덩이, 무릎, 척추의 증상이 있는 골관절염의 유병률

한국에서 증상을 호소하는 골관절염 유병률은 남성에서 9.3%, 여성에서 28.5%였다. 남성에서는 척추관절에서의 유병률이 5.6%로 무릎 4.5%, 엉덩이 0.1%에 비해 가장 높았고, 여성에서는 무릎관절이 19.0%로 척추 16.0%, 엉덩이 0.2%에 비해 높았다.²²⁵⁾

이 연구에서는 2010-2012년에 실시한 제 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 고관절, 무릎, 허리의 퇴행성 변화의 유병률 및 특징을 파악하였다. 50세 이상의 인구집단을 대상으로 하여 총 8,976명의 데이터를 분석하였다. 무릎영상은 양측 무릎을 30도 구부린 채 관절부하 전후면(weight-bearing AP)과, 측면(lateral view)을 촬영하였다. 촬영된 영상은 KL grade를 이용하여 평가하였고 2등급 이상을 방사선학적 무릎골관절염(ROA)이라고 정의하였다. 골관절염은 최소 1개 이상 관절에서 (hip, knee, spine) 영상학적으로 이상이 있는 경우로 정의하였다. 무릎의 통증은 '지난 3개월간 30일 이상 지속되는 통증이 있었는가?'에 대해 답한 자로 정의하였다. 통증의 정도는 숫자통증척도(NRS)를 이용하였으며 0-10점으로 점수를 매겼다. 남성에서 증상이 있는 골관절염의 유병률은 고관절, 무릎, 허리에서 각각 0.1%, 4.5%, 5.6%로 나타났으며 여성에서는 0.2%, 19%, 16%로 확인되었다. 이는 모두 여성에서 높은 것으로 확인되었다.(chi-squared test, $P < 0.05$)

최소 한 개 이상의 관절에서 골관절염이 있는 경우는 남성에서 9.3%, 여성에서 28.5%로 남성보다 여성에서 더 높았다(chi-squared test, $P < 0.05$). 또한, 연령이 증가할수록 유병률도 증가하는 것이 확인되었다. 남녀 모두에서 골관절염과 관련이 있는 변수는 연령, 결혼여부, 교육수준, 연수입, 거주지역이었다. 여성에서 무릎골관절염은 BMI, 허리둘레, 공복혈당, 고혈압, 중성지방, 고밀도지단백(HDL), 콜레스테롤과 같은 대사증후군의 지표와 관련이 있었다. 골관절염 집단에서 스트레스, 우울, 자살사고가 일반인구에 비해서 더 많았다.

표 3-9. 5기 국민건강영양조사에서 성별, 부위별 관절염 유병률

	남자 (Males)				여자 (Females)			
	Sx	OA	Sx+OA	None	Sx	OA	Sx+OA	None
Hip	4.6%	1.1%	0.1%	94.2%	13.9%	0.3%	0.2%	85.6%
Knee	6.8%	16.4%	4.5%	72.3%	9.6%	23.9%	19.0%	47.4%
Spine	8.1%	21%	5.6%	65.3%	16.2%	18.7%	16.0%	49.1%

OA = subjects with only radiological findings, Sx = subjects with only symptoms.

Sx+OA = subjects with symptoms and radiological findings.

Kappa (95% CI) – Males: hip 0.016 (0.015, 0.016); knee 0.154 (0.153, 0.155); spine 0.119 (0.118, 0.120),

Females: hip 0.012 (0.012, 0.013); knee 0.286 (0.285, 0.287); spine 0.217 (0.216, 0.218)

225) Park JH, Hong JY, Han K, Suh SW, Park SY, Yang JH, Han SW. Prevalence of symptomatic hip, knee, and spine osteoarthritis nationwide health survey analysis of an elderly Korean population. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Mar;96(12):e6372.

13) 일반인구집단과 무릎골관절염환자에서 하지근육량의 감소와 무릎통증의 심각도의 관련성

일반인구집단에서 하지근육량은 무릎통증의 독립적인 위험인자였고, 무릎골관절염환자의 경우 통증 심각도의 증가와 관련을 보였다.

이 연구는 제 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 무릎통증과 방사선학적 무릎골관절염(ROA)의 유병률 및 위험인자를 확인하고 골격근량과 무릎 통증의 정도를 비교하였다. 무릎통증은 '지난 3개월 간 30일 이상 지속되는 무릎통증이 있었는가?'에 대해 답변한 자로 정의하였다. 또한 통증의 정도는 숫자통증척도(NRS)를 이용하여 측정하였다. 무릎관절의 뻣뻣함(knee stiffness)은 '지난 4개월 간 30일 이상 조조강직이 있던 경우'로 정의하였다. 무릎영상은 양측 무릎을 30도 구부린 채 관절부하 전후면(weight-bearing AP)과, 측면(lateral view)을 촬영하였다. 촬영된 영상은 KL grade를 이용하여 평가하였고 2등급 이상을 방사선학적 무릎골관절염(ROA)이라고 정의하였다. 골격근의 양은 DXA를 이용하여 측정하였다.²²⁶⁾ 무릎 통증과 관련된 위험요인은 성별 (OR 2.15, 95% CI 1.67-2.79), 연령 (OR 1.03, 95% CI 1.01-1.04), 교육수준 (OR 1.72, 95% CI 1.09-2.71), 조조강직 (OR 16.15, 95% CI 12.04-21.66), 한 달 이내의 요양 경험 (OR 2.49, 95% CI 1.81-3.43) 이었다. ROA에서 무릎통증과 관련된 위험요인은 연령 (OR 1.02, 95% CI 1.00-1.04), 연수입 (OR 1.70, 95% CI 1.11-2.58), 성별 (OR 2.05, 95% CI 1.41-2.98), 한 달 이내의 요양 경험 (OR 2.27, 95% CI 1.40-3.66), 교육수준 (OR 2.67, 95% CI 1.18-5.99), 조조강직 (OR 15.58, 95% CI 10.37-23.39) 이었다. 하지의 근육량 감소는 여러 요인들을 보정한 후에도 독립적인 위험요인으로 작용하였다(OR 1.71, 95% CI 1.09-2.68, P = 0.020). SOA (Group 1) 또는 하지근육량이 적은 그룹(Group 2)은 대조군보다 (NRS, 5.02 ± 2.44, P < 0.01) 통증에 대한 호소가 더 많았다. 또한, SOA와 하지근육량 모두 적은 그룹은 (group 3) 대조군이나 SOA 보다 통증에 대한 호소가 더 높았다.

본 연구에서 무릎 통증 호소자와 무릎골관절염의 유병률은 각각 22%, 34.7% 였다. 여러 변수를 보정했을 때 하지근육량은 무릎통증호소 및 무릎골관절염과 관련이 있었다. 또한 하지 근육량이 줄어들수록 무릎통증의 정도는 심해졌다. 하지근육량의 감소가 무릎통증의 원인이 될 수 있다는 여러 가설이 있다.

첫째, 근육량은 관절에 가해지는 부하를 분산시키는데 중요한 역할을 한다는 것이다.²²⁷⁾

둘째, 하지의 근육량의 감소는 근육의 기계적 감각수용기(mechanoreceptor)에 영향을 주게 되어 고유수용감각의 정확성을 떨어뜨린다는 것이다(proprioceptive acuity).²²⁸⁾²²⁹⁾

226) Heymsfield SB, Smith R, Aulet M, Bensen B, Lichtman S, Wang J et al. Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 10990; 52: 214±218. PMID:2375286

227) Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1991; 71:644±50.

228) Schiphof D, Kerkhof HJ, Damen J, de Klerk BM, Hofman A, Koes BW, et al. Factors for pain in patients with different grades of knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2013; 65:695±702

229) Roos EM, Herzog W, Block JA, Bennell KL. Muscle weakness, afferent sensory dysfunction and exercise in knee osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2011; 7:57±63. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.195> PMID: 21119605

셋째, 근육량이 줄어들면 TNF-a, IL-1, IL-6와 같은 염증매개물질이 분비되어 근육단백질을 분해하게 되고 이로 인한 만성염증으로 통증에 관여하는 신경이 민감해져 통증을 더 잘 느낀다는 것이다.²³⁰⁾²³¹⁾

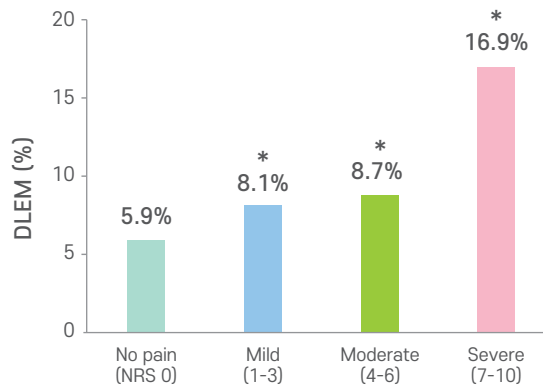


그림 3-16. 감소된 하지의 근육량과 무릎통증의 관련성

* DLEM: 감소된 하지 근육량

230) Michaud M, Balardy L, Moulis G, Gaudin C, Peyrot C, Vellas B, et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. *J Am Med Dir Assoc.* 2013; 14:877±82. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.009> PMID: 23792036

231) Schaible HG, Ebersberger A, Von Banchet GS. Mechanisms of pain in arthritis. *Ann N Y Acad Sci.*2002; 966:343±54. PMID: 12114291

14) 자가보고 무릎통증의 심각도와 우울증상과의 관련성

우울이 있을 경우 무릎통증을 더 심하게 느낀다.²³²⁾ 이전 연구에서 방사선학적 무릎골관절염의 정도와 환자가 느끼는 통증 간에 괴리가 있다는 점을 보여주었다.²³³⁾²³⁴⁾²³⁵⁾ 다른 연구에서도 사회경제적상태, 인구학적 요인, 임상적 요인, 심리적 요인이 영향을 미친다고 하였으나 개개인마다 통증의 강도를 다르게 느끼는 정확한 원인은 알려지지 않았다.²³⁶⁾²³⁷⁾²³⁸⁾ 본 연구에서는 우울과 무릎통증과 관련성에 대해 살펴본 것으로 2010-2011년에 실시한 국민건강영양조사의 데이터를 분석하였다. 우울은 ‘지난 1년 동안 2주간 매일 지속되는 우울한 느낌이 있었는가?’에 대해 답하거나 현재 관련된 약물을 복용 중인 경우로 정의하였다. 연구결과 성별, 연령, 무릎골관절염 단계로 보정했을 때 우울이 있는 경우 통증을 더 심하게 느끼는 것으로 확인되었다. 선형회귀분석을 했을 때, KL grade, 우울, 성별, 교육수준, 연수입, 흡연력, 결혼 상태, 거주지역, 동반 질환, BMI, 연령 이 유의한 변수였으며 설명력은 22% 였다. 각 변수로 보정했을 경우 통증과 우울이 같이 있는 군에서 오즈비가 2.6 (95% CI 1.8-3.7)으로 확인되었다.

232) Han HS, Lee JY, Kang SB, Chang CB. The relationship between the presence of depressive symptoms and the severity of self-reported knee pain in the middle aged and elderly. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 May;24(5):1634-42.

233) Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg M (1999) Determinants of pain severity in knee osteoarthritis: effect of demographic and psychosocial variables using 3 pain measures. *J Rheumatol* 26:1785-1792

234) Davis M, Ettinger W, Neuhaus J, Barclay J, Segal M (1992) Correlates of knee pain among US adults with and without radiographic knee osteoarthritis. *J Rheumatol* 19:1943-1949

235) Hannan MT, Felson DT, Pincus T (2000) Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 27:1513-1517

236) Thumboo J, Chew L, Lewin-Koh S (2002) Socioeconomic and psychosocial factors influence pain or physical function in Asian patients with knee or hip osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 61:1017-1020

237) Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg M (2000) Factors associated with functional impairment in symptomatic knee osteoarthritis. *Rheumatology* 39:490-496

238) Dieppe PA, Lohmander LS (2005) Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis. *Lancet* 365:965-973

무릎골관절염의 직업군 연구

1. 바닥공의 무릎관절염

Jensen 등은 리놀륨, 카펫, 비닐을 바닥에 시공하는 작업을 하는 바닥공들과 그래픽 디자이너들을 대상으로 한 연구²³⁹⁾를 진행하였다. 1994년 노동조합 명부에 기재되어 있는 인원 가운데 2004년 기준으로 36세에서 70세의 남성 중 바닥공은 노출군으로서 Copenhagen(덴마크 수도) 또는 Aarhus(덴마크에서 두 번째로 큰 도시)에 거주하는 노동자를 선정하였고, 비노출군으로 Copenhagen에 거주하는 그래픽 디자이너로 선정하였다. 두 군은 교육 수준 및 사회경제적 수준이 유사했다. 선정된 노동자들에게 2004-2005년의 기간에 자가 기입식 설문지(연령, 신장, 체중, 근무년수, 무릎 증상, 무릎 외상력, 운동)를 우편으로 발송하였고, 응답이 온 대상자들(바닥공 중 89%, 그래픽 디자이너 중 78%) 중 156명의 바닥공, 152명의 그래픽 디자이너에게 연구 동의서를 보냈다. 동의서를 작성하여 보내온 것은 바닥공 134명, 그래픽 디자이너 120명이었으며, 이 중 무작위로 각각 92명(Copenhagen 45명, Aarhus 47명), 49명을 선정하였다. 선정된 연구 대상자들은 양쪽 무릎부위에 대해 입위 체중부하 단순 방사선검사와 자기공명영상(MRI)을 시행하였다. 두 검사 모두 경험이 많은 근골격계 영상의학과 의사 1인이 연구 대상자 각각의 과거력에 대해 통보받지 않은 채로 판독을 수행하였다. 단순 방사선검사의 경우 관절 공간 좁아짐(joint space narrowing; JSN)과 연골아래뼈 닳음에 대한 수정판 Ahlbäck score에 따라 등급(0: 정상; 1: 미미한(25%) JSN; 2: 중등도(50%) JSN; 3: 심한(75%) JSN; 4: 관절 맞닿음; 5: 연골아래뼈 닳음)을 나누었고, 적어도 하나의 무릎 관절 부위(경골-대퇴(TF) 관절과 슬개-대퇴(PF) 관절의 내측 및 외측 관절 사이 공간)에서 25% 이상 JSN이 있는 경우(1등급 이상)를 무릎골관절염이 있는 것으로 정의하였다. MRI는 퇴행성 반월상연골판파열 정도(1-3의 등급)와 윤활낭염 여부에 대해 판독하였다. 그 결과 노출군과 비노출군을 골관절염의 유무에 대해 비교했을 때, TF 골관절염의 경우 OR 2.46(95% CI 0.83-7.28), PF 골관절염의 경우 OR 0.44(95% CI 0.14-1.37)이었다. 근무년수를 20년 이하, 21-30년, 30년 초과로 세 군으로 나누었을 때는 TF 골관절염에서 OR 값이 각각 0.70(95% CI 0.07-7.42), 1.89(95% CI 0.29-12.3), 4.82(95% CI 1.38-17.0)으로 용량-반응 관계를 보였다. 근무년수를 연속변수로 보아 비교했을 때는 TF 골관절염에서 OR 값이 1.04(95% CI 1.01-1.07)로 양의 연관성을 보였다. MRI 판독사항에 대한 것을 살펴보면 내측 반월상연골판파열의 경우에서 유의한 결과를 일관적으로 보이고 있다. 노출군에서 비노출군에 비해 2.82배(95% CI 1.25-6.36) 많이 보이는 것을 시작으로, 근무년수를 세 군으로 나누어 비교했을 때 20년 이하에서 OR 4.73(95% CI 1.16-19.4), 21-30년에서 OR 4.59(95% CI 1.28-16.5), 30년 초과에서 OR 1.96(95% CI 0.79-4.88)의 결과를 보였으며, 근무년수를 연속변수로 보았을 때 비노출군에 비해 노출군에서 1.02배(95% CI 1.00-1.05) 많이 나타나는 결과를 보였다. 같은 연구에 대하여 반월상연골판파열을 심층적으로

239) Jensen LK, Rytter S, Marott JL, Bonde JP. Relationship between years in the trade and the development of radiographic knee osteoarthritis and MRI-detected meniscal tears and bursitis in floor layers. A cross-sectional study of a historical cohort. *BMJ Open* 2012;2:e001109.

다른 논문²⁴⁰⁾에서는 내측 반월상연골판파열이 일측성(OR 0.95; 95% CI 0.33-2.67)으로 나타나기보다 양측성(OR 3.46; 95% CI 1.41-8.48)으로 나타남을 보고하였다.

표 3-10. Risk of radiographic tibio- and patellofemoral knee osteoarthritis and magnetic resonance imaging-detected meniscal tears and bursitis

Disorder	Floor layers		Graphic designers		adjusted OR (95% CI)
	n	%	n	%	
Tibiofemoral OA	17	18.9	8	16.7	2.46 (0.83~7.28)
Patellofemoral OA	7	7.8	9	18.8	0.44 (0.14~1.37)
Tears of medial meniscus	62	67.4	26	53.1	2.82 (1.25~6.36)
Tears of lateral meniscus	12	13.0	11	22.4	0.78 (0.29~2.10)
Peripatellar bursitis					
- Perpatellar	1	1.1	5	10.2	0.14 (0.02~1.55)
- Superficial infrapatellar	4	4.3	2	4.1	0.90 (0.14~5.75)
- Deep infrapatellar	10	10.9	2	4.1	3.53 (0.64~19.6)
Periarticular bursitis	71	77.2	31	63.3	2.04 (0.89~4.69)
- Subgastrocnemius	57	62.0	24	49.0	1.76 (0.82~3.75)
- Semimembranosus-gastrocnemius	43	46.7	17	34.7	1.49 (0.67~3.29)
- Others	14	15.2	0	0.0	-

240) Rytter S, Jensen LK, Bonde JP, Jurik AG, Egund N. Occupational kneeling and meniscal tears: A magnetic resonance imaging study in floor layers. J Rheumatol 2009;36:1512-1519.

㉢ 3-11. Risk of radiographic tibio- and patellofemoral knee osteoarthritis and magnetic resonance imaging-detected meniscal tears and bursitis by years in the trade [Adjusted OR (95% CI)]

Disorder	≤ 20 years	21~30 years	> 30 years
Tibiofemoral OA	0.70 (0.07~7.42)	1.89 (0.29~12.3)	4.82 (1.38~17.0)
Patellofemoral OA	1.30 (0.27~6.33)	-	0.48 (0.12~1.88)
Tears of medial meniscus	4.73 (1.16~19.4)	4.59 (1.28~16.5)	1.96 (0.79~4.88)
Tears of lateral meniscus	1.14 (0.24~5.33)	0.68 (0.11~4.28)	0.86 (0.27~2.76)
peripatellar bursitis			
- Perpatellar	-	-	0.27 (0.03~2.72)
- Superficial infrapatellar	-	-	1.43 (0.22~9.09)
- Deep infrapatellar	3.20 (0.31~32.9)	7.30 (0.62~85.7)	2.33 (0.31~17.7)
Periarticular bursitis	12.20 (1.31~113)	1.22 (0.38~3.90)	1.80 (0.67~4.78)
- Subgastrocnemius	2.50 (0.71~8.86)	1.19 (0.38~3.77)	1.98 (0.81~4.82)
- Semimembranosus-gastrocnemius	3.14 (0.89~11.0)	1.31 (0.39~4.33)	1.23 (0.49~3.13)

㉢ 3-12. Risk of meniscal tears (grade 3 MRI SI) among 92 floor layers compared to 49 graphic designers

Disorder	Floor layers		Graphic designers		adjusted OR (95% CI)
	n	%	n	%	
Medial meniscus	62	67.4	26	53.1	2.28 (1.10~4.98)
- Unilateral	15	24.2	11	42.3	0.95 (0.33~2.67)
# Right knee	8	53.3	4	36.4	
# Left knee	7	46.7	7	63.6	
- Bilateral	47	75.8	15	57.7	3.46 (1.41~8.48)
Lateral meniscus	12	13.0	11	22.4	0.75 (0.29~1.98)
- Unilateral	11	91.7	9	81.8	0.78 (0.28~2.17)
# Right knee	1	9.1	6	66.7	
# Left knee	10	90.9	3	33.3	
- Bilateral	1	8.3	2	18.2	0.50 (0.04~6.51)

Kivimaki 등은 바닥공과 도장공 두 직업군 사이의 무릎질환에 대한 연구²⁴¹⁾를 진행하였다. 바닥공 군의 경우 Finland 남부에 거주하는 25-49세의 남성으로서 현재까지 5년 이상 바닥공을 직업으로 삼고 있는 사람을 선정(168명)하였다. 도장공 군은 5년 단위로 연령을 증화하여 바닥공의 선정기준에 맞추어 선택(146명)하였다. 자가 기입식 설문지를 통해 신장, 체중, 흡연여부 등에 대한 정보와 무릎 통증, 질환 여부 및 그로 인한 장애사항 등을 수집하였고, 단순 방사선검사는 3가지 방식(입위 전후면 촬영, 측외위 측면 촬영, 와위 접선·스카이라인 촬영)으로 촬영하였다. 영상 판독은 골극의 위치, 크기와 관절공간의 좁아짐 여부를 2인의 임상(영상의학과, 재활의학과)에 의해 이루어졌다. 판독 시 연령, 직업, 다른 임상자료는 알리지 않았으며, 1차 판독의 결과에 차이가 있을 경우 영상 소견에 대한 토의 후 일치된 결론을 내는 것으로 방향을 잡았고, 50명의 대상자에 대해 2차 판독을 시행하여 판독결과의 신뢰성을 부여(골극 판독 결과 일치율: 대퇴-슬개 관절 92%, 대퇴-경골 관절 95%)하고자 하였다. 그리고 골극이 발견된 경우를 골관절염이 있는 것으로 정의하였다.

골극은 바닥공 군의 58%에서 도장공의 41%에서 발견되었고, 골극과 무릎 통증 정도에 대한 분석에서 바닥공의 경우 연관성이 있는 것(RR 1.4; 95% CI 1.0-2.0)으로 보였으나, 도장공의 경우 그렇지 않았다(RR 1.1; 95% CI 0.7-1.6). 그리고 연령과 흡연여부, 무릎에 대한 사고 여부에 대한 보정을 했을 경우 바닥공에서 도장공에 비해 1.4배(95% CI 1.1-1.7) 무릎관절염이 더 많이 발생하는 것으로 나타났다.

2. 공항 화물운송노동자의 무릎관절염

Mikkelsen 등²⁴²⁾은 Copenhagen 공항 노동자 코호트를 구축하여 이를 기반으로 연구를 진행하였다. 코호트의 자료는 1990년부터 2012년까지의 정보를 포함하였고, 노출군은 공항 화물운송 업무²⁴³⁾를 하는 남성 비숙련 노동자로 하였으며, 비노출군(비교군)으로는 공항 내 경비 및 보안, 유지보수, 청소, 소방 업무 노동자와 공항 외부에서 일하지만 Copenhagen 지역 내의 공무원, 운전자, 우체부, 청소부, 공장 노동자 등을 포함하였다. 코호트 내 모든 노출군과 비노출군 중 일정 조건(2012년 4월 당시 생존, 덴마크 영구 거주자, 25-75세 연령, 연구조사 참여 거부 의사 보이지 않았던 자)을 만족하는 인원을 무작위로 선정하여

241) Kivimaki J, Riihimaki H, Hanninen K. Knee disorders in carpet and floor layers and painters. Scand J Work Environ Health. 1992;18:310-316.

242) Mikkelsen S, Brauer C, Pedersen EB, Alkjær T, Koblauch H, Simonsen EB, Helweg-Larsen K, Thygesen LC. A Cohort Study on Meniscal Lesions among Airport Baggage Handlers. PLoS One. 2016 Jun 14;11(6):e0157336.

243) 화물운송 업무자는 공항 터미널 건물 내 화물 분류소 또는 활주로 중 항공기 정지장소(야외)에 위치한다. 화물 분류소에서는 컨베이어에서 화물(또는 화물 컨테이너)을 내리거나 다시 컨베이어로 옮기는 작업을 선 자세에서 업무가 집중적으로 몰리지 않고 고르게 수행한다. 항공기 정지장소에서의 업무는 항공기 내부(화물칸)와 외부의 업무로 나뉘는데, 화물칸에서는 화물을 들어서 컨베이어에서 비행기로 싣거나 내리거나 비행기에서 컨베이어로 싣는 업무 또는 화물을 풀거나 싸는 업무를 하게 된다. 이때, 화물칸의 크기와 컨베이어 시스템에 따라 필요 노동자 수가 달라지고, 화물칸의 높이, 노동자의 신장, 개인적 선호도에 따라 업무자세(서기, 허리 굽히기, 앉기, 쪼그려 앉기, 무릎 꿇기)가 달라진다. 항공기 외부에서는 카트와 컨베이어 사이에서 화물을 싣거나 내리는 작업을 서서 수행한다. 항공기 정지장소에서의 업무는 화물 분류소와 다르게 화물을 옮기는 업무가 15-30분 간 집중되었다가 다른 업무를 하거나 잠시 휴식을 취하는 것이 반복되며, 보통 2-4인의 노동자가 한 팀으로 시간당 하나의 항공기를 담당한다.

자가 기입식 설문지(신장, 체중, 흡연, 음주, 신체적 활동, 업무, 건강, 생활 습관 관련 정보여부)를 발송하였다. 설문응답률은 노출군이 684%(3092명 중 2115명), 비노출군이 68.5%(2473명 중 1694명)이었고, 비응답자에게는 전화를 통해 접촉을 시도하였다.

이 연구에서는 단순 방사선검사 또는 MRI 등의 검사를 하지 않고, 1차 퇴원 진단명이 반월상연골판 질환이 된 사람의 첫 입원 또는 반월상연골판 병변에 대한 수술을 결과변수로 삼았다. 이를 기초로 하여 분석을 시행한 결과 노출군의 반월상연골판 질환의 발생률에 비해 비노출군의 발생률이 작았음(IRR 0.64; 95% CI 0.52-0.80)을 확인 할 수 있었다. 작업년수를 4개의 군으로 나누어 비교를 한 경우, 0.1-2.9년 근무를 기준으로 할 때, 3.0-9.0년 근무에서 IRR 1.38(95% CI 1.04-1.83), 10.0-19.9년 근무시 IRR 1.40(95% CI 1.01-1.94), 20년 이상 근무시 IRR 1.02(95% CI 0.61-1.71)의 결과를 보였다. 또한 전체 화물운송 업무자의 발생률을 기준으로 할 때, 근무년수 5년을 기준으로 5년 미만 군에서 5년 당 IRR 1.91(95% CI 1.29-2.84), 5년 이상 군에서 5년 당 IRR 0.88(95% CI 0.78-1.00)으로 근무 첫 5년동안 반월상연골판 질환 발생이 증가하다가 이후 천천히 감소하는 양상을 보인다고 보고하였다.

표 3-13. Association between status as a baggage handler and cumulative years as a baggage handler and meniscal lesions

Model	IRR (95% CI)	
	Unadjusted	Adjusted
1. Baggage handler		
No	0.55 (0.49~0.62)	0.64 (0.52~0.80)
Yes	1.00 (ref)	1.00 (ref)
2. Baggage handler years, categorical		
None	0.61 (0.49~0.76)	0.79 (0.60~1.04)
0.1 ~ 2.9 years	1.00 (ref)	1.00 (ref)
3.0 ~ 9.9 years	1.25 (0.94~1.67)	1.38 (1.04~1.83)
10.0 ~19.9 years	1.19 (0.87~1.65)	1.40 (1.01~1.94)
20.0+ years	0.79 (0.47~1.31)	1.02 (0.61~1.71)
3. Baggage handler years, linear		
- Baggage handler		
No	0.51 (0.43~0.61)	0.66 (0.52~0.83)
Yes	1.00 (ref)	1.00 (ref)
- Continuous linear (per 5 years)		
	0.96 (0.88~1.04)	1.01 (0.93~1.10)
4. Baggage handler years, linear spline		
No	0.71 (0.53~0.94)	0.95 (0.68~1.34)
Yes	1.00 (ref)	1.00 (ref)
- Continuous linear (per 5 years)		
0~4.9 years	1.70 (1.15~2.52)	1.91 (1.29~2.84)
5.0+ years	0.84 (0.75~0.95)	0.88 (0.78~1.00)

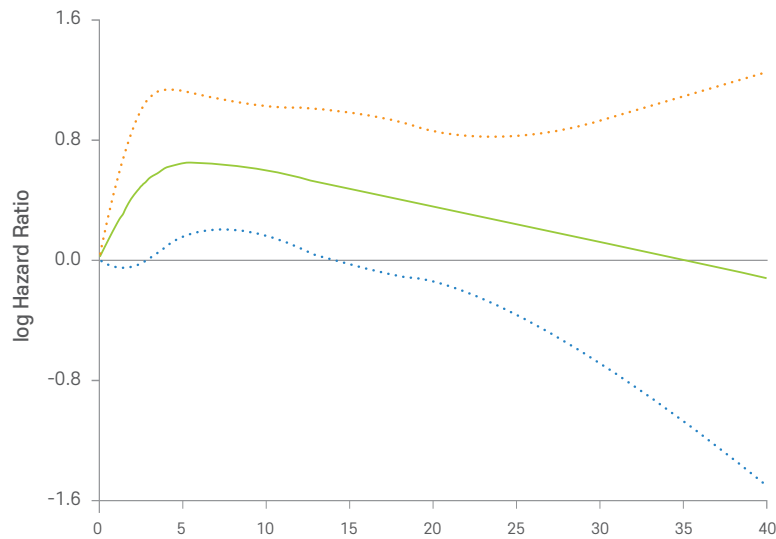


그림 3-17. Restricted cubic spline graph of the association between cumulative years as a baggage handler and meniscal lesions

3. 스웨덴의 직업군별 무릎관절염 연구

Vingård 등²⁴⁴⁾은 스웨덴에서 1960년부터 전산 기반으로 5년마다 인구조사를 한 자료와 스웨덴 보건복지부가 1964년부터 병원입퇴원 전산기록을 적용해 모은 자료를 활용하여 대상자를 모집하였다. 이 중 1905년부터 1945년에 출생한 대상자 가운데 1981년부터 1983년까지 고관절 및 슬관절 관절염으로 병원 치료를 받았는지 여부로 최종적으로 연구 대상자를 선정하였다. 연구진은 하지에 가해지는 동적 및 정적 부담 정도에 따라 고강도 직종과 저강도 직종으로 직종을 나누어 분석(relative risk)을 시행하였다. 그 결과 남성에서는 소방수 2.93(95% CI 1.32-5.46), 농부 1.46(95% CI 1.23-1.98), 건설 노동자 1.36(95% CI 1.13-1.79)의 직업에서, 여성의 경우 청소부 2.18(95% CI 1.26-3.00)에서 유의하게 위험이 증가한 양상을 보였다.

동일한 연구진²⁴⁵⁾은 환자군으로 장애연금 자료에서 Stockholm 지역에 거주하는 1915년에서 1934년 사이에 태어난 무릎관절염으로 장애연금을 받는 스웨덴 남성을 선정하였다. 대조군으로는 동일한 연령대의 Stockholm 지역의 일반 남성을 선정하였다. 대조군을 기준으로 보았을 때, 도장공 및 바닥공이 RR 13.8(95% CI 4.0-48.1), 농부 RR 5.3(95% CI 1.4-19.7), 건설 노동자 RR 5.1(95% CI 2.6-10.0), 금속 생산업 RR 3.2(95% CI 1.7-5.9)으로 유의하게 위험이 증가하는 직업으로 분석되었다.

또한 1991년부터 1995년 사이 스웨덴의 14개 주에 거주하는 1921년에서 1938년에 출생한 사람에서 환자군으로 경골-대퇴 관절의 골관절염으로 1991년에서 1993년에 무릎관절치환술을 시행한, 당시

244) Vingård E, Alfredsson L, Goldie I, Hogsted C. Occupation and osteoarthritis of the hip and knee: a register-based cohort study. *Int J Epidemiol.* 1991 Dec;20(4):1025-31.

245) Vingård E, Lars A, Evy F, Christer H. Disability pensions due to musculoskeletal disorders among men in heavy occupations—a case-control study. *Scand J Soc Med.* 1992 Mar;20(1):31-6.

55-70세의 성인을 선정하였고, 대조군으로는 5년 단위의 연령과 성별을 고려하여 일반인구를 무작위 선정하였다. 이들에게 우편으로 자가 기입식 설문지를 보내어 부담에 대한 조사를 수행하였다. 분석 결과 남성에서는 중량물 관련 작업을 10년 이상 한 경우 OR 2.5(95% CI 1.7-3.6), 농부 OR 3.2(95% CI 2.0-5.2), 건설 노동자 OR 3.1(95% CI 1.5-6.4), 산림 관리자 OR 2.1(95% CI 1.0-4.6)이었고, 여성에서는 중량물 관련 작업을 10년 이상 한 경우 OR 2.5(95% CI 1.6-3.9), 농부 OR 2.4(95% CI 1.4-4.1)의 결과²⁴⁶⁾를 보였다.

추후 남성 건설 노동자에 한정하여 연구²⁴⁷⁾를 했는데, 이는 고용주 조합과 노동조합 사이의 조약 하 운영된 전국 직업건강센터 프로그램에서 1960년 말부터 1992년까지 건강관리를 받았던 스웨덴 남성 건설 노동자를 대상으로 하였다. 자료 내에서 신장, 체중, 흡연여부, 직업 등의 자료를 얻을 수 있었고, 스웨덴 병원입퇴원 전산기록으로부터 수술적 치료를 받은 무릎골관절염 여부를 얻어 분석을 시행하였다. 화이트칼라 노동자를 기준으로 할 때 RR 값이 유의한 결과를 보인 직종은 아스팔트 작업(2.81; 95% CI 1.11-7.13), 벽돌 쌓기(2.14; 95% CI 1.08-4.25), 콘크리트 작업(1.80; 95% CI 1.00-3.25), 바닥공(4.72; 95% CI 1.80-12.33), 배관공(2.29; 95% CI 1.19-4.43), 암석 작업(2.59; 95% CI 1.18-5.69), 철판작업(2.60; 95% CI 1.06-6.37), 목재 작업(2.02; 95% CI 1.11-3.69)였다.

Holmberg 등은 스웨덴 남부 3개의 도시의 인구에 대하여 연구²⁴⁸⁾를 계획하였는데, 70세를 초과하는 노인에서 대퇴-경골 관절의 골관절염 소견을 보이는 단순 방사선검사 영상을 검토하였다. 중등도, 심함, 진행성 등으로 골관절염의 정도를 나누고, 수술여부를 확인하였으며, 관절사이 공간이 3mm 이하일 경우 중등도의 연골감소로 명시하였다. 만약 관절사이 공간이 4mm 이상이거나 가벼운 정도의 골관절염일 경우 연구대상에서 제외하였다. 또한 관절염 정도가 명시되어 있지 않거나, 골관절염에 대한 Ahlbäck 등급 1-2인 경우와 대퇴-슬개 관절에만 골관절염이 있는 경우, 염증성 관절 질환이 있는 경우도 연구대상에서 제외하였다. 대조군으로는 성별, 연령, 지역에 따라 전국 인구등록부에서 선정하였다.

농업에 대한 분석 결과에서는 남성에서는 종사기간이 증가함에 따라 의미 있는 결과를 보이지 않았으나, 여성에서는 1-10년 종사 군에서 OR 0.8(95% CI 0.4-1.9), 11-30년 종사 군에서 OR 2.1(95% CI 1.0-4.5), 30년 초과 군에서 OR 2.0(95% CI 0.7-5.5)로 10년 초과 근무 시 무릎골관절염의 위험이 증가함을 볼 수 있다. 또한 체질량지수 26kg/m²를 기준으로 미만인 경우와 이상인 경우로 나누었을 때 26kg/m² 미만 군에서는 농업 종사 여부에 따라 남녀 모두에서 유의한 결과를 보이지 않았지만, 26kg/m² 이상 군에서는 남녀 모두에서 농업에 종사하지 않았을 때(남성: OR 2.8; 95% CI 1.8-4.4, 여성: OR 3.4; 95% CI 2.4-6.7)보다 농업에 종사했을 때(남성: OR 3.1; 95% CI 1.4-6.7, 여성: OR 4.4; 95% CI 2.2-8.6) 무릎골관절염의 위험성이 더 증가하는 양상을 보였다(기준은 남녀 모두에서 체질량지수 26kg/m² 미만인 농업 종사한 적인 없는 군).

건설업의 경우에는 남성만 연구대상에 포함되었는데, 1-10년 종사 군에서 OR 1.5(95% CI 0.5-4.5),

246) Sandmark H, Hogstedt C, Vingård E. Primary osteoarthritis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. *Scand J Work Environ Health* 2000;26(1):20-25.

247) Järvholm B, From C, Lewold S, Malchau H, Vingård E. Incidence of surgically treated osteoarthritis in the hip and knee in male construction workers. *Occup Environ Med*. 2008 Apr;65(4):275-8.

248) Holmberg S, Thelin A, Thelin N. Is there an increased risk of knee osteoarthritis among farmers? A population-based case-control study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004 Jun;77(5):345-50.

11-30년 종사 군에서 OR 3.7(95% CI 1.2-11.3), 30년 초과 군에서 OR 1.6(95% CI 0.6-4.6)로 10년 초과 근무시 무릎골관절염의 위험이 증가함을 볼 수 있다. 농업의 경우와 마찬가지로 건설업에서도 체질량 지수 26kg/m²을 기준으로 미만인 경우와 이상인 경우로 나누어 분석을 했는데, 26kg/m² 미만이며 건설업에 종사한 적인 없는 경우를 기준을 했을 때, 26kg/m² 미만이고 건설업에 종사한 경우 OR 3.1(95% CI 1.2-8.1), 26kg/m² 이상이고 건설업에 종사한 적 있는 경우 OR 4.1(95% CI 1.7-10.2)로 건설업에 종사한 경우 유의하게 골관절염의 위험이 증가하는 양상을 보였다.

4. 독일의 직업군별 무릎관절염 연구

Siedler 등²⁴⁹⁾은 독일에서 환자-대조군 연구를 진행하였는데, Frankfurt와 그 주변 지역의 정형외과 의원 5개에 내원한 환자를 대상으로 하였다. 의사들은 산재보상 혹은 산업 등에 전문이 아닌 사람들로 만성 증상을 호소하는 25-70세의 무릎골관절염 환자를 판별할 것을 주문받았다. 단, 최초 무릎골관절염 진단 시기가 연구 시점으로부터 5년 이내일 경우 대상에서 제외하였다. 대조군은 해당 지역 25-70세의 일반인 구 중 무작위로 선정하였다. 컴퓨터를 활용한 인터뷰로 대상자에 대한 정보를 수집하였고, 단순 방사선검사 영상은 영상의학과 의사에 의해 재판독(Kellgren criteria)하였다.

연구 결과 1-10년의 직업력을 가진 대상자들 가운데에서는 대장장이(OR 1.2; 95% CI 1.2-31.4), 품질 관리 및 포장 업무(OR 7.3; 95% CI 1.3-41.4)에서, 직업력 10년을 초과하는 대상자들에서는 화학물질 및 플라스틱 생산 업무(OR 16.1; 95% CI 3.1-84.8), 금속가공 업무(OR 3.0 95% CI 1.5-6.2), 벽 단열·절연·유리·마감 작업(OR 4.5; 95% CI 1.1-19.4), 건설 중 목재 및 플라스틱 작업(OR 5.7; 95% CI 1.2-28.0), 도장 및 광택 작업(OR 6.4; 95% CI 1.5-27.1), 가게 점원, 간호사, 청소부 등 서비스업(OR 4.3; 95% CI 1.6-11.7)의 직업에서 유의하게 무릎골관절염이 많이 발생하는 것으로 나타났다.

Franklin 등²⁵⁰⁾은 고관절과 슬관절의 골관절염으로 인해 관절전치환술을 받았으며 1998년 당시 아이슬란드에 거주 중인 인구자료를 기초로 연구를 진행하였다. 전국 통계 및 사망등록 자료 등과 비교하여 사망한 줄 알았으나 생존해있는 경우는 다시 포함시키고, 사망했거나 해외로 이주한 경우는 제외하는 작업을 거치고 이후 연구동의여부를 확인하여 코호트를 구축하였다. 이후 설문지 작성과 골관절염의 진단 확인, 수술 당시 60세 초과였는지 여부를 확인하여 이를 모두 만족하는 1408명을 연구대상으로 삼았으며, 이에 대한 대조군으로 연구대상자의 직계 혈육(부모, 형제, 자녀) 중 연령 60세 이상이고, 설문지를 모두 작성한 인원을 선정하였다.

연구를 통해 수집한 자료를 분석한 결과, 남성에서는 농부(OR 5.1; 95% CI 2.1-12.4), 어부(OR 3.3; 95% CI 1.3-8.4), 기술자(OR 2.5; 95% CI 1.0-6.2)의 직업에서 무릎골관절염으로 관절전치환술을 더 많이 받았다는 결과를 보였다. 하지만 여성에서는 어떠한 직업에서도 유의한 결과를 보이지 않았다.

249) Seidler A, Bolm-Audorff U, Abolmaali N, Elsner G, and the knee oseoarthritis study group. The role of cumulative physical work load in symptomatic knee osteoarthritis – a case-control study in Germany. J Occup Med Toxicol 2008;3:14.

250) Franklin J, Ingvarsson T, Englund M, Lohmander S. Association between occupation and knee and hip replacement due to osteoarthritis: a case-control study. Arthritis Res Ther. 2010; 12(3): R102.

5. 덴마크의 고위험 직업군의 무릎골관절염 연구

Anderson 등은 고관절과 슬관절의 골관절염에 대한 연구²⁵¹⁾를 진행하였다. 덴마크 통계청에 등록된 노동시장 자료와 의료정보를 활용하였는데, 직업군을 ① 바닥공, ② 건설노동자, ③ 농부, ④ 보건종사자, ⑤ 사무직의 다섯으로 나누어 ①~④를 노출군으로, ⑤를 대조군으로 삼았다. 노출군의 정의는 적절한 업무의 능력 또는 위치를 갖는 자인지와 적절한 전문성으로 일하며 적절한 업무 관련 교육을 받은 자라는 조건을 만족하는 사람으로 하였다. 결과변수로서 무릎골관절염을 가진 사람의 정의는 퇴원 시 진단명이 무릎골관절염으로 명시되었으며, 같은 해 관절치환술을 받은 자로 하였다.

분석 결과, 건설노동자(남자: HR 1.27, 95% CI 1.17-1.39; 여자: HR 1.37, 95% CI 1.14-1.64)와 보건종사자(남자: HR 1.42, 95% CI 1.23-1.64; 여자 HR 1.34, 95% CI 1.27-1.42)에서 남녀 모두 유의하게 대조군에 비해 무릎골관절염이 많이 발생한 것을 발견하였고, 남성 농부(HR 1.14, 95% CI 1.04-1.25)에서 무릎골관절염이 많이 발생하였다. 게다가 남녀 건설노동자, 남녀 보건종사자, 남성 바닥공과 남성 농부에서 용량-반응 관계를 관찰할 수 있었다.

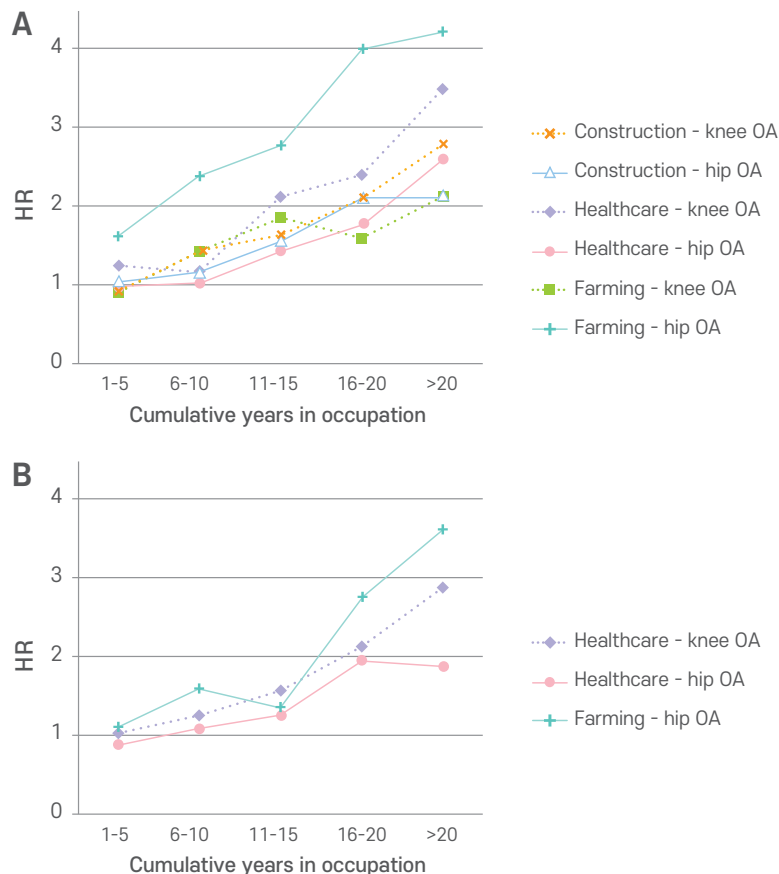


그림 3-18. Cumulative years in occupation and risk osteoarthritis in men and women according to occupation

251) Anderson S, Thygesen LC, Davidsen M, Helweg-Larsen K. Cumulative years in occupation and the risk of hip or knee osteoarthritis in men and women: a register-based follow-up study. *Occup Environ Med* 2012;69:325-330.

표 3-14. HR for surgically treated knee OA according to occupational group and cumulative years in occupation among men and women

	Men		Women	
	HR	95% CI	HR	95% CI
Construction workers				
- total	1.27	1.1~1.38	1.37	1.14~1.64
- 1 ~ 5 years	0.95	0.86~1.05	1.19	0.95~1.47
- 6 ~10 years	1.45	1.30~1.62	1.98	1.33~2.97
- > 10 years	1.96	1.75~2.20	2.06	1.26~3.37
Floor and bricklayers				
total	1.49	1.28~1.73	-	-
1 ~ 5 years	1.04	0.81~1.34	-	-
6 ~10 years	1.58	1.26~1.99	-	-
> 10 years	2.27	1.75~2.95	-	-
Farmers				
total	1.14	1.04~1.25	0.95	0.85~1.06
1 ~ 5 years	0.92	0.82~1.02	0.88	0.77~0.99
6 ~10 years	1.42	1.26~1.61	1.25	1.25~1.51
> 10 years	1.83	1.55~2.15	0.91	0.56~1.46
Healthcare assistants				
total	1.42	1.23~1.64	1.34	1.27~1.42
1 ~ 5 years	1.24	1.04~1.45	1.05	0.97~1.13
6 ~10 years	1.09	0.75~1.57	1.27	1.17~1.38
> 10 years	2.44	1.90~3.14	1.92	1.78~2.08

Callahan 등²⁵²⁾은 Johnston County osteoarthritis Project의 두 차례 등록 기간 중 등록된 4337명의 일반 인구(North Carolina에 거주하는 시민으로 45세 이상의 비-히스패닉계 흑인 또는 백인 인종의 성인이며, 가정 인터뷰, 신체검진, 단순 방사선검사를 실행할 수 있을 정도로 신체적·정신적 능력이 충분한 자)를 대상으로 하였다. 이들을 대상으로 가정 인터뷰를 통해 개인의 사회경제적 상태와 생활공동체 환경에 대한 정보를 수집하였고, 신체검진으로 신장, 체중을 측정하였으며, 단순 방사선검사를 시행하였다. 최종적으로 양측 무릎의 단순 방사선검사를 완료한 3522명을 연구 대상으로 선정하였다. 일차 결과변수는 방사선검사 상 무릎골관절염(radiographic knee OA; 이하 ROA)²⁵³⁾이 있는 경우, 증상 동반 무릎골관절염(symptomatic knee OA 이하 SOA)²⁵⁴⁾인 경우로 나누었다. 직업적 영향과 관련된 사항은 미국 통계 상 직업분류를 기준으로 ① 서비스업, ② 농업, 임업, 어업, ③ 제조 및 수리, ④ 기계 운전, 용접, 운반, ⑤ 관리 직 및 전문직, ⑥ 기술·판매·관리 보조의 6가지 업종으로 조사하여 ①~④를 비-관리업종으로, ⑤~⑥을 관리업종으로 나누었다.

이에 따라 관리업종에 비해 비-관리업종에서 ROA가 1.26배(95% CI 1.07-1.48) 많았고, SOA도 1.33배(95% CI 1.09-1.63) 많다는 결과를 보였다. 하지만 이는 연령, 성별, 인종, BMI, 흡연여부, 무릎 수술 여부, 직업적 활동 정도에 대해서는 보정을 하였지만 다른 사회경제적 상태에 대한 보정은 하지 않은 것으로 보정 이후에는 ROA와 SOA가 각각 OR 값이 1.07(95% CI 0.90-1.28), 1.09(95% CI 0.88-1.36)으로 분석되었다.

252) Callahan LF, Cleveland RJ, Shreffler J, Schwartz TA, Schoster B, Randolph R, Renner JB, Jordan JM. Associations of educational attainment, occupation and community poverty with knee osteoarthritis in the Johnston County (North Carolina) osteoarthritis project. *Arthritis Res Ther*. 2011;13(5):R169.

253) 한 명의 근골격계(관절 및 뼈) 영상의학과의사에 의해 Kellgren-Lawrence scale을 활용하여 단순 방사선검사 영상을 판독한다. 이 때, 적어도 한 쪽 무릎에서 grade 2 이상의 등급이 나온 경우를 방사선검사 상 무릎골관절염이라고 한다.

254) 앞선 방사선검사 상 무릎골관절염이 있으면서 해당 무릎에 증상(대부분의 날에 통증, 열열함, 붓빔함 발생)이 있는 경우로 정의한다.

무릎골관절염의 치료

무릎골관절염에서 약물요법은 비약물적 치료로 증상이 개선되지 않을 경우 통증을 경감시키기 위해 사용할 수 있다. 일반적으로 가장 안전성이 양호한 아세트아미노펜을 사용하고, 통증이 조절되지 않을 경우 NSAIDs를, 심한 통증일 경우에는 트라마돌을 병용한다. 국소적인 증상을 조절하기 위해 패치나 연고, 그리고 관절강내 주사가 사용될 수 있다.

무릎골관절염으로 치료받은 약 200만명의 건강보험데이터를 분석한 한 연구에 따르면 비스테로이드 항염증제(NSAIDs)의 정기적인 사용자(regular use)는 48.8%였는데, 이중 비선택성 NSAIDs는 44.5%였고, 콕스2억제제(Cox-2 inhibitor)는 3.5%였다. 진통제(analgesics)를 정기적으로 복용하는 경우는 23.7%였고, 이중 아세트아미노펜은 2.8%, 트라마돌은 0.9%, 아세트아미노펜과 트라마돌의 혼합제제는 21.1%였다. 코르티코스테로이드의 정기적인 복용자는 6.7%였다. 이중 SYSDOA(symptomatic slow-acting drug in osteoarthritis)이라고 불리는 관절염보조약물 또는 한약제의 정기적 사용자는 38.3%였다.²⁵⁵⁾

이러한 약물의 효과와 부작용은 무엇인지에 대한 국내연구는 아직 부족한 편인데, 지금까지 보고된 연구결과와 관련 학회의 가이드를 점검하여 약물요법의 최신 정보를 살펴본다.

255) Park HR, Cho SK, Im SG, Jung SY, Kim D, Jang EJ, Sung YK. Treatment patterns of knee osteoarthritis patients in Korea. Korean J Intern Med. 2018 Mar 21.

목 차

1. 경구약물 (Oral medications)

- 1) 비스테로이드항염제 (NSAIDs)
 - 1-1) 비선택성 (Nonselective NSAIDs)
 - 1-2) 선택성 (Cox-2 inhibitor)
- 2) SYSADOA (symptomatic slow acting drugs for osteoarthritis)
 - 2-1) 글루코사민 (Glucosamine)
 - 2-2) 디아세레인 (Diacerein)
 - 2-3) 아보카도 소이빈 불검화물 (Avocado soybean unsaponifiables)
 - 2-4) 콘드로이틴황산염 (Chondroitin sulfate)
- 3) 진통제 (analgesics)
 - 3-1) 아세트아미노펜 (Acetaminophen)
 - 3-2) 트라마돌 (Tramadol)

2. 관절강내 주사 (Intra-articular injection)

- 1) 코르티코스테로이드 (corticosteroid)
- 2) 히알루론산 (Hyaluronic acid)
- 3) 혈소판 풍부 혈장 (Platelet-Rich Plasma)
- 4) 골수 유래 중배엽줄기세포 (bone marrow-derived mesenchymal stem cells, BMSCs)

3. 수술치료 (Surgical treatment)

- 1) 자신의 관절을 유지하는 수술
 - 1-1) 관절경을 이용한 세척술 및 변연절제술 (Arthroscopic lavage and debridement)
 - 1-2) 미세천공술 (microfracture)
 - 1-3) 자가연골이식술 (autologous chondrocyte implantation)
 - 1-4) 절골술 (osteotomy)
- 2) 인공관절수술
 - 2-1) 전치환술 (Total knee arthroplasty)
 - 2-2) 부분치환술 (Partial knee arthroplasty)

1. 경구약물 (Oral medications)

무릎골관절염에서 약물요법은 비약물적 치료로 증상이 개선되지 않을 경우 통증을 경감시키기 위해 사용할 수 있다. 일반적으로 가장 안전성이 양호한 아세트아미노펜을 사용하고, 통증이 조절되지 않을 경우 NSAIDs를, 심한 통증일 경우에는 트라마돌을 병용한다. 국소적인 증상을 조절하기 위해 패치나 연고, 그리고 관절강내 주사가 사용될 수 있다.

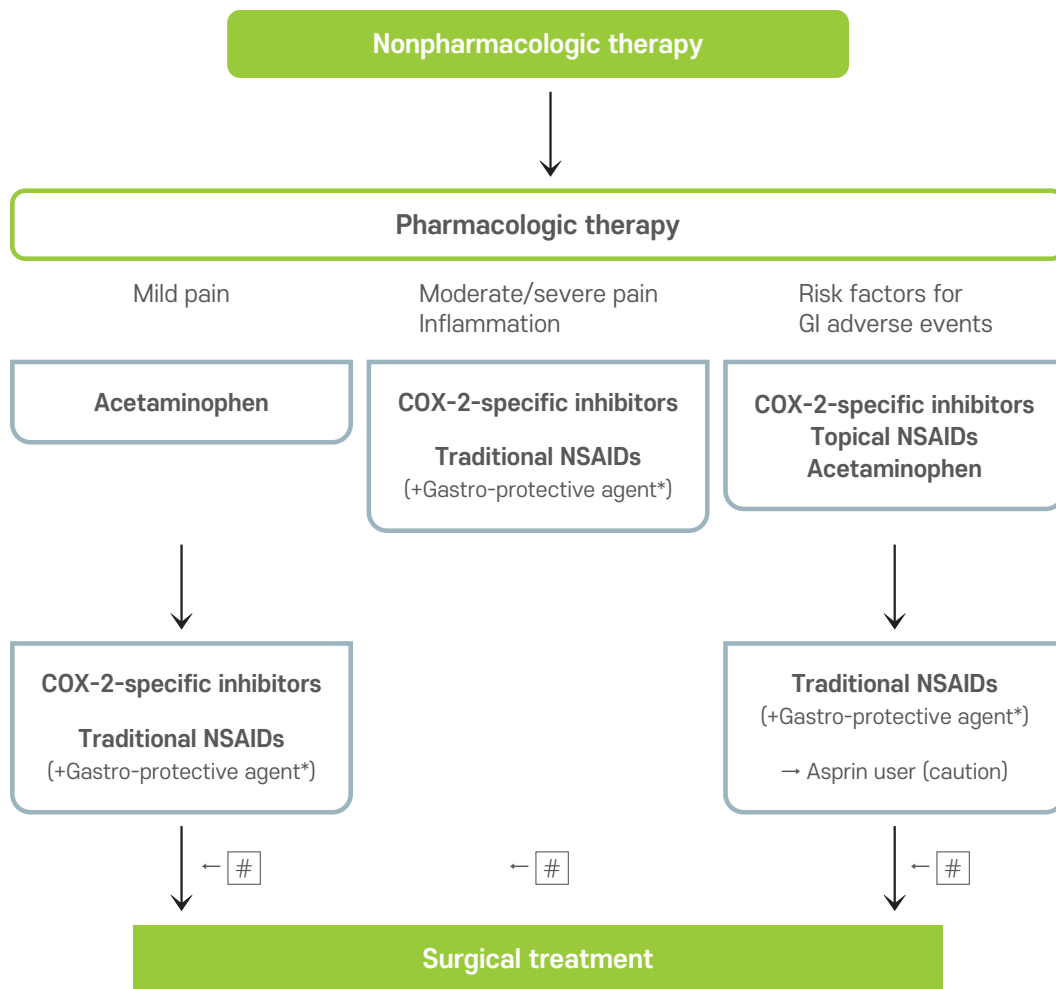


그림 3-19. 무릎골관절염 환자의 치료 알고리즘

*Gastro-protective agent: proton pump inhibitor (PPI) (not prevent lower GI complications), Misoprostol, H2 blocker (high-dose Famotidine only), #As needed: Tramadol, opioids, topical NSAID.

무릎골관절염으로 치료받은 약 200만명의 건강보험데이터를 분석한 한 연구에 따르면 비스테로이드 항염증제(NSAIDs)의 정기적인 사용자(regular use)는 48.8%였는데, 이중 비선택성 NSAIDs는 44.5%였고, 콕스2억제제(Cox-2 inhibitor)는 3.5%였다. 진통제(analgesics)를 정기적으로 복용하는 경우는 23.7%였고, 이중 아세트아미노펜은 2.8%, 트라마돌은 0.9%, 아세트아미노펜과 트라마돌의 혼합제제는

21.1%였다. 코르티코스테로이드의 정기적인 복용자는 6.7%였다. 이중 SYSDOA(symptomatic slow-acting drug in osteoarthritis)이라고 불리는 관절염보조약물 또는 한약제의 정기적 사용자는 38.3%였다.²⁵⁶⁾

이러한 약물의 효과와 부작용은 무엇인지에 대한 국내연구는 아직 부족한 편인데, 지금까지 보고된 연구결과와 관련 학회의 가이드를 점검하여 약물요법의 최신 정보를 살펴본다.

1) 비스테로이드항염제 (NSAIDs)

(1) 비선택성 (Nonselective NSAIDs)

비스테로이드 소염제(non-steroidal anti-inflammatory drugs, NSAIDs)는 통증과 발열을 동시에 감소시킬 수 있는 약으로서, 고용량으로 사용할 경우에는 항염증 작용도 함께 나타낼 수 있는 약제이다.²⁵⁷⁾ NSAIDs라는 용어는 1960년대에 처음 사용되었는데, 이는 또 하나의 강력한 항염증 작용을 가진 약제인 스테로이드제와 구별하기 위함이었다. 현재까지 20여 가지의 NSAIDs가 개발되었으며, 이부프로펜(ibuprofen) 및 나프록센(naproxen) 등 일부 NSAIDs는 약국에서 의사의 별도 처방 없이 구매할 수 있는 일상 속의 상비약이 되었다. NSAIDs의 작용기전은 사이클로옥시제나제(cyclooxygenase, COX)를 억제하여 아라키돈산(arachidonic acid)이 프로스타클란딘(prostaglandin), 프로스타사이클린(prostacyclin), 트롬복산(thromboxane)으로 변환되는 것을 막음으로써 염증을 조절하게 된다.²⁵⁸⁾ 이러한 COX는 COX-1과 COX-2로 나눌 수 있으며, COX-1은 대부분의 조직에 발현되며 정상적인 세포 작용을 유지하는데 관여함으로써 위장 점막의 보호, 혈관의 항상성, 혈소판의 응집, 신장 기능 유지와 같은 항상성 유지 기능을 담당한다.²⁵⁹⁾ 이에 비해 COX-2는 정상적으로는 거의 검출되지 않다가 유해한 자극에 대한 염증 반응으로 국소적으로 빠르게 유도된다.²⁶⁰⁾

기존의 NSAIDs는 COX-1과 COX-2 모두에 작용하는 비선택적 NSAIDs이기 때문에 치료 목적으로는 COX-2에만 선택적으로 작용하는 COX-2 억제제에 대한 개발이 활발히 이뤄지게 되었다. NSAIDs의 흔한 부작용인 위장 출혈이나 출혈 경향은 COX-1의 억제 작용으로 인한 유해 반응으로서 COX-2 억제제의 출현은 이러한 부작용에 대한 획기적 개선을 이루었다. 그러나 COX-2 억제제는 심혈관계 안전성에 대한 의문이 꾸준히 제기되고 있다.

256) Park HR, Cho SK, Im SG, Jung SY, Kim D, Jang EJ, et al. Treatment patterns of knee osteoarthritis patients in Korea. Korean J Intern Med. 2018 Mar 21.

257) Kim D, Sung YK. New COX-2 Inhibitors. The Korean Journal of Medicine: Vol. 91, No. 3, 2016.

258) Abramson S, Weissmann G. The mechanisms of action of nonsteroidal antiinflammatory drugs. Clin Exp Rheumatol 1989;7 Suppl 3:S163-S170.

259) Meade EA, Smith WL, DeWitt DL. Differential inhibition of prostaglandin endoperoxide synthase (cyclooxygenase) isozymes by aspirin and other non-steroidal anti-inflammatory drugs. J Biol Chem 1993;268:6610-6614.

260) Warner TD, Mitchell JA. Cyclooxygenases: new forms, new inhibitors, and lessons from the clinic. FASEB J 2004;18:790-804.

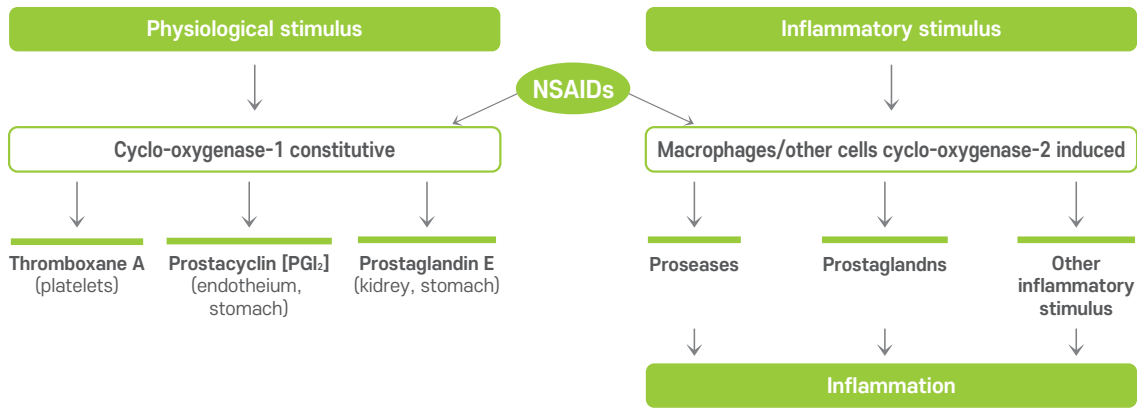


그림 3-20. COX에 의한 프로스타글란딘 생합성의 조절

아세트아미노펜(acetaminophen)는 상품명 타이레놀, 파라세타몰로 잘 알려져 있다. 이 약물은 경도 및 중등도의 관절통을 조절하기 위해 초기에 선택할 수 있는 약제이다. 아세트아미노펜은 단기적으로 통증과 장애를 개선하며, 위약에 비해 유해반응이 높지 않았다.²⁶¹⁾ 하루 최대 4 g까지 사용할 수 있으나, 최근 문헌고찰에서 용량에 비례하여 소화기계, 심혈관계, 신장관련 유해반응이 증가할 수 있는 위험성이 확인되고 있다²⁶²⁾. 골관절염 환자는 대부분 고령환자라는 점을 고려하여 통증조절을 최대화하고, 유해반응을 최소화할 수 있는 용량으로 투약해야 한다. 또한 일반의약품으로 쉽고 널리 사용되므로, 중복투약에 따른 용량과다의 가능성과 알코올섭취 시 유해반응의 증가 가능성에 대한 고려가 필요하다.²⁶³⁾

NSAIDs로 증상이 개선되지 않거나, 투약하기 어려운 경우 아편유사제(opioid)를 대체약으로 투약할 수 있다. 아편유사제의 대표적인 약물인 트라마돌(tramadol)은 중추신경을 억제하기보다는 세로토닌과 노르에피네프린의 재흡수를 억제하여 통증을 조절하여 다른 아편유사제에 비해 의존이나 내성이 적다. 그러나 유해반응으로 구역, 구토, 변비, 소변저류, 기면, 혼동, 호흡억제 등 중추신경작용과 관련된 유해반응이 있을 수 있다. 따라서 최소용량부터 경과를 관찰하며 점진적으로 용량을 늘려나가야 한다.

(2) 선택성 (Cox-2 inhibitor)

과거에는 비선택성 NSAIDs가 많이 사용되었으나, 출혈경향 및 위장관 자극과 같은 유해반응이 동반되는 경우가 많았다. 이러한 문제를 개선하기 위해 COX-2 선택적 억제제가 개발되었고, 현재는 골관절염의 증상과 징후 개선을 위한 1차 약제로 널리 사용되고 있다. 국내에서 사용가능한 약제는 세레콕시브

261) Machado GC, Maher CG, Ferreira PH, Pinheiro MB, Lin CW, Day RO, McLachlan AJ, Ferreira ML. Efficacy and safety of paracetamol for spinal pain and osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised placebo controlled trials. *BMJ* 2015;350:h1225

262) Roberts E, Delgado Nunes V, Buckner S, Latchem S, Constanti M, Miller P, Doherty M, Zhang W, Birrell F, Porcheret M, Dziedzic K, Bernstein I, Wise E, Conaghan PG. Paracetamol: not as safe as we thought? A systematic literature review of observational studies. *Ann Rheum Dis* 2016;75:552-559.

263) Kim HY, Sung YK. Pharmacological treatment of osteoarthritis. *J Korean Med Assoc.* 2018 Oct;61(10):623-629. Korean.

(celecoxib), 에토리콥시브(eticoxib), 폴마콥시브(polmacoxib)가 있다. 그러나 이러한 약제도 위장관계 안전성이 완전하게 확보된 것은 아니고, 심혈관계 부작용에 대한 보고가 있다. 따라서 위장관계질환의 위험성이 있을 경우 프로토펙프억제제, 미소프로스톨과 같은 약제를 병용 투여하고, 심혈관계질환의 위험성이 높을 경우 나프록센(naproxen)이 대체제로 사용되는 경우가 있다. 국소NSAIDs제를 사용하는 것은 전신부작용을 크게 줄이면서도 효과는 비슷하여 사용할 수 있으나, 피부발진과 같은 부작용을 고려해야 한다. NSAIDs 계열은 신장관련 합병증의 위험이 있으므로, 신장질환자에게서는 투약하지 않거나 용량을 모니터링하면서 제한적으로 투약한다. 그리고 2가지 이상의 NSAID를 병용 투약하는 것은 권고되지 않는다.

최근 COX-2 선택적 억제제의 보험급여 기준이 확대되어 골관절염의 증상과 징후를 개선하는 목적의 1차 약제로도 처방이 가능해져서 위장관계 유해반응을 적극적으로 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 COX-2 선택적 억제제의 심혈관계 안전성에 대해서는 그 의문이 꾸준히 제기되고 있다.

국내에서는 2015년에 에토리콥시브(eticoxib)가 무릎골관절염 환자에게 1회 30 mg의 용량으로 승인되었고, 현재 사용 가능한 COX-2 선택적 억제제는 세레콥시브(celecoxib)와 더불어 두 가지로 선택지가 늘어났다. 에토리콥시브는 장기간의 안전성 근거가 부족하기는 하지만, 단기간의 위장관계 심혈관계 안전성은 다른 NSAIDs와 유사한 결과를 보였다.²⁶⁴⁾

폴마콥시브(polmacoxib)는 국내에서만 승인된 COX-2 선택적 억제제로 골관절염 환자에서 세레콥시브와 유사한 효과와 심혈관계 안전성을 갖는 것으로 알려져 있으나, 안전성에 대한 대규모연구는 수행되지 못한 상태이다.

2) SYSADOA (symptomatic slow acting drugs for osteoarthritis)

SYSADOA는 비교적 유해반응이 적다는 장점이 있으나 즉각적인 증상개선을 기대하기 어려우며 진통 효과의 차이가 크지 않다. 글루코사민과 콘드로이틴은 일부연구에서 무릎골관절염의 통증개선효과가 있고, NSAIDs와 병용하였을 경우 NSAIDs의 투약량을 줄이는 효과가 있다고 보고되었다. 당초 연골 손상의 방지효과를 기대하였던 약제들이 이러한 효과가 입증되지 않으면서 결국에는 다소의 증상개선의 효과만 있어, 이에 포함된 상황이라 볼 수 있다. 체계적인 임상시험을 통해서도 무릎과 고관절의 골관절염에 대해 글루코사민(glucosamine)과 콘드로이틴황산염(chondroitin sulphate)의 효과에 대해 일부 입증되었지만, 손골관절염에 대한 SYSADOA 효과에 대한 근거는 부족하다.²⁶⁵⁾

(1) 글루코사민 (Glucosamine)

글루코사민은 일부 연구에서 무릎골관절염에 대해 통증 개선효과가 비스테로이드와 유사하며 관절손

264) Kim D, Cho SK, Nam SW, Kwon HH, Jung SY, Jeon CH, et al. Cardiovascular and gastrointestinal effects of etoricoxib in the treatment of osteo-arthritis: a systematic review and network meta-analysis. J Rheum Dis 2017;24:293-302

265) Zhang W, Doherty M, Leeb BF, Alekseeva L, Arden NK, Bijlsma JW, et al. EULAR evidence based recommendations for the management of hand osteo-arthritis: report of a Task Force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT). Ann Rheum Dis 2007;66:377-388.

상 속도를 늦추는 것이 확인되었으나,²⁶⁶⁾ 아직 글루코사민의 관절기능개선 및 연골재생에 대한 효과는 입증되지 않았다.

(2) 디아세레인 (Diacerein)

다양한 골관절염에서 통증감소효과에 대해 연구가 수행되었다. 그 결과, 통증조절효과와 관절기능개선효과가 확인되었으나 연구에 참여한 환자의 수가 적어 신뢰도가 크지 않았다. 일부 연구에서 고관절의 골관절염에 대해 구조개선 효과가 있다고 보고되었으나 통증을 조절하지는 못하였고, 관찰기간이 다른 관절염에 비해 길었기 때문에 추가 연구가 필요하다. 대표적인 유해반응으로 설사가 있으며, 대부분의 연구에서 보고되었다.²⁶⁷⁾

(3) 아보카도 소이빈 불검화물 (Avocado soybean unsaponifiables)

고관절골관절염보다 무릎골관절염의 통증조절에 효과가 있었으나 통증조절의 정도가 크지는 않았으며, 다른 약제들보다 골관절염의 통증을 조절하는 효과가 우월하지는 않았다.²⁶⁸⁾

(4) 콘드로이틴황산염 (Chondroitin sulfate)

주로 무릎골관절염에서 효능이 연구되었는데 무릎 통증을 즉각적으로 조절하지는 못하였으나, 투약을 중단한 이후에도 통증 조절 효과는 지속되었다.²⁶⁹⁾ 일부 연구에서 콘드로이틴황산염이 무릎관절 간격의 감소를 늦추는 효과를 확인하였지만²⁷⁰⁾, 아직 임상에 적용될 만한 근거수준이 확립되지 않았다.

266) Reginster JY, Deroisy R, Rovati LC, Lee RL, Lejeune E, Bruyere O, et al. Long-term effects of glucosamine sulphate on osteoarthritis progression: a randomised, placebo-controlled clinical trial. *Lancet* 2001;357:251-256.

267) Zhang W, Doherty M, Leeb BF, Alekseeva L, Arden NK, Bijlsma JW, et al. EULAR evidence based recommendations for the management of hand osteo-arthritis: report of a Task Force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 2007;66:377-388.

268) Christensen R, Bartels EM, Astrup A, Bliddal H. Symptomatic efficacy of avocado-soybean unsaponifiables (ASU) in osteoarthritis (OA) patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:399-408.

269) Mazieres B, Combe B, Phan Van A, Tondut J, Grynfeldt M. Chondroitin sulfate in osteoarthritis of the knee: a prospective, double blind, placebo controlled multicenter clinical study. *J Rheumatol* 2001;28:173-181.

270) Hochberg MC, Zhan M, Langenberg P. The rate of decline of joint space width in patients with osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials of chondroitin sulfate. *Curr Med Res Opin* 2008;24:3029-3035.

3) 진통제 (analgesics)

(1) 아세트아미노펜 (acetaminophen)

경도 및 중등도의 관절통을 조절하기 위해 초기에 선택할 수 있는 약제이다.²⁷¹⁾ 다른 진통제와 NSAIDs에 비해 비교적 유해반응이 적으므로 아세트아미노펜으로 관절 통증이 잘 조절될 경우에는 하루 최대 4 g까지 사용할 수 있다.²⁷²⁾ 하지만 최근 문헌고찰에서 용량에 비례하여 소화기계, 심혈관계, 신장관련 유해반응이 증가할 수 있는 위험성이 확인되면서²⁷³⁾, 통증을 효과적으로 조절하면서 유해반응을 최소화할 수 있는 용량으로 아세트아미노펜을 투약하도록 권고한다.²⁷⁴⁾ 골관절염 환자 중에는 특히 고령환자가 많기 때문에 하루 2 g이하로 조절하는 것이 바람직하다. 특히 감기약 등에도 흔히 사용되므로 중복처방에 따른 용량과다의 가능성, 알코올 섭취 시 유해반응이 증가할 가능성에 대해서는 충분히 설명할 필요가 있다.

(2) 트라마돌 (tramadol)

중추신경을 억제하여 통증을 억제하기 보다 세로토닌(serotonin)과 노르에피네프린(norepinephrine)의 재흡수를 억제하는 통증조절기전에 작용한다. 따라서 다른 아편유사제에 비해 의존과 내성이 적으면서 NSAIDs와 동등한 통증조절효과를 나타내므로, NSAIDs를 투약할 수 없는 환자군에서 사용할 수 있다.²⁷⁵⁾²⁷⁶⁾ 하지만 유해반응으로 어지럼증, 구역 등이 동반될 수 있으므로 최소용량부터 시작하여 경과를 관찰하며 점진적으로 용량을 증량하도록 한다.

-
- 271) Machado GC, Maher CG, Ferreira PH, Pinheiro MB, Lin CW, Day RO, et al. Efficacy and safety of paracetamol for spinal pain and osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised placebo controlled trials. *BMJ* 2015;350:h1225.
- 272) Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JW, Dieppe P, et al. Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials ESCISIT. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 2003;62:1145-1155.
- 273) Roberts E, Delgado Nunes V, Buckner S, Latchem S, Constanti M, Miller P, et al. Paracetamol: not as safe as we thought? A systematic literature review of observational studies. *Ann Rheum Dis* 2016;75:552-559.
- 274) Machado GC, Maher CG, Ferreira PH, Pinheiro MB, Lin CW, Day RO, et al. Efficacy and safety of paracetamol for spinal pain and osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised placebo controlled trials. *BMJ* 2015;350:h1225.
- 275) Smith SR, Deshpande BR, Collins JE, Katz JN, Losina E. Comparative pain reduction of oral non-steroidal anti-inflammatory drugs and opioids for knee osteoarthritis: systematic analytic review. *Osteoarthritis Cartilage* 2016;24:962-972.
- 276) Jung SY, Jang EJ, Nam SW, Kwon HH, Im SG, Kim D, et al. Comparative effectiveness of oral pharmacologic interventions for knee osteoarthritis: a network meta-analysis. *Mod Rheumatol* 2018 Mar 1.

2. 관절강내 주사 (Intra-articular injection)

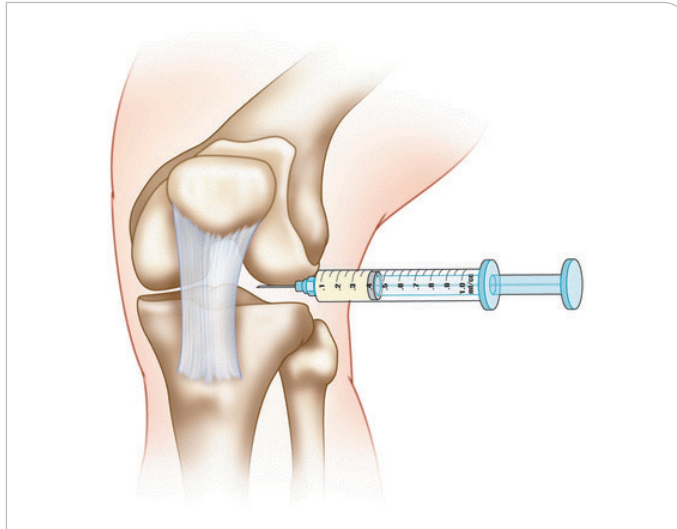


그림 3-21. 관절강내 주사

1) 코르티코스테로이드 (corticosteroid)

무릎과 고관절골관절염의 통증을 조절하기 위해 관절강내 스테로이드주사가 처방될 수 있다.²⁷⁷⁾ 만성 통증보다는 4주 이내에 발생한 통증을 조절하는데 보다 효과적이며,²⁷⁸⁾ 진통효과는 즉각적으로 나타나서 최대 효과는 1주일 내에 나타나서 4주정도 지속되는 지속되거나 환자에 따라 편차가 있을 수 있다. 하지만 관절강내 스테로이드 주사를 반복적으로 시행하는 경우 연골부피가 감소될 수 있으므로 잦은 처방은 지양한다.²⁷⁹⁾

2) 히알루론산 (Hyaluronic acid)

관절강내 히알루론산 주사는 경구약제로 통증조절에 실패한 경우 시도해볼 수 있으며, 관절통증 조절 및 관절기능개선에 대해 효과가 수개월간 지속된다는 것이 밝혀져 있으므로,²⁸⁰⁾ 국내에서는 Kellgren-

277) Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, et al. American College of Rheumatology. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of non-pharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2012;64:465-474.

278) van Middelkoop M, Arden NK, Atchia I, Birrell F, Chao J, Rezende MU, et al. The OA Trial Bank: meta-analysis of individual patient data from knee and hip osteoarthritis trials show that patients with severe pain exhibit greater benefit from intra-articular glucocorticoids. *Osteoarthritis Cartilage* 2016;24:1143-1152.

279) McAlindon TE, LaValley MP, Harvey WF, Price LL, Driban JB, Zhang M, et al. Effect of intra-articular triamcinolone vs saline on knee cartilage volume and pain in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017;317:1967-1975.

280) Cooper C, Rannou F, Richette P, Bruyere O, Al-Daghri N, Altman RD, et al. Use of intraarticular hyaluronic acid in the management of knee osteoarthritis in clinical practice. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2017;69:1287-1296.

Lawrence grade 1-3 에 해당하는 증상이 있는 무릎골관절염 환자에게 1주 간격으로 3회 주사하는 용법으로 처방할 수 있다. 최근에는 6개월 이상 간격으로 1회 투약이 가능한 제제가 도입되었으며, 관절강내 히알루론산 주사에 무릎골관절염의 증상이 조절되는 효과가 있을 경우에 한해 6개월이 경과한 시점에서 재투약이 가능하다. 히알루론산은 진통효과가 즉각적으로 나타난다는 장점이 있다. 그러나 연골재생에 대한 효과는 입증되지 않았고, 잦은 주사는 연골부피가 오히려 감소될 수 있다고 보고되고 있다. 관절강 내 주사는 반복적인 투약의 과정에서 세균성관절염이라는 치명적인 합병증이 발생할 수 있으므로 투약과정의 주의가 요구된다.

3) 혈소판 풍부 혈장 (Platelet-Rich Plasma)

혈소판 풍부 혈장의 관절 내 주사치료는 초기에서 중기의 관절염에서 3, 6, 12개월에 임상적인 측면에서 다른 주사치료제(히알루론산, 스테로이드, 생리식염수, placebo와 ozone)에 비하여 더 효과적으로 나타났다.²⁸¹⁾ 하지만 장기간의 경과 관찰은 보고되어 있지 않으며 더 많은 연구결과와 질이 좋은 연구가 계획되어야 하는 것을 대부분의 저자들이 제시하고 있듯이 아직은 혈소판 풍부 혈장 주사가 다른 주사치료나 약물치료에 비해 골관절염에 효과가 있다고 지지해 주는 근거가 부족하고 혈소판 풍부 혈장 주사치료를 강하게 추천할 근거도 부족한 상황이다.²⁸²⁾

4) 골수 유래 중배엽줄기세포 (Bone marrow-derived mesenchymal stem cells, BMSCs)

중배엽줄기세포는 다양한 조직에서 쉽게 얻을 수 있고, 그중에서도 인간의 골수에서 가장 흔히 분리된다.²⁸³⁾ 골수 기질세포는 mesengenesis라고 불리는 과정을 통하여 지방세포와 골아세포를 포함한 중간엽세포로 분화하는 것으로 80년대 후반에 처음 제안되었으며, 이 세포들은 결과적으로 “BMSCs”로 명명되었다. 이 과정은 다양한 시험관내 분석법을 사용하여 연구되었다. 이러한 BMSCs는 여러 질병을 치료하는데 사용되어 왔으며 골관절염 환자에서 자가 BMSCs의 주입은 손상된 관절 연골의 회복에 도움이 된다. 주입된 BMSCs는 면역 조절 효과를 이끌어 낼 수도 있으며, 시험관내에서 연골 분화를 할 수 있는 능력은 다양한 논문들로 증명되었다.²⁸⁴⁾ 하지만 이러한 BMSCs의 단점은 환자의 골수 채취 중 환자에게 통증을 유발하며, 소량의 골수를 얻기때문에 BMSCs를 치료제로 사용하기 위해서는 in vitro 상에서 BMSCs 세포수를 증가시켜야 한다. 연골세포와 유사하게, 대부분의 성체 줄기세포(ex, BMSCs)는 4-6 계대배양 후 감소된 분화능 및 증식을 보인다. BMSCs의 장점에도 불구하고, 배양된 BMSCs의 느린 증식 속도와 골수에

281) Shen L, Yuan T, Chen S, Xie X, Zhang C. The temporal effect of platelet-rich plasma on pain and physical function in the treatment of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2017;12:16.

282) Yoon JY, Jo CH. Platelet-Rich Plasma Injection. *J Korean Orthop Assoc* 2018; 53: 381-392.

283) Solchaga LA, Penick KJ, Welter JF. Chondrogenic differentiation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells: tips and tricks. *Methods Mol Biol* 2011;698:253-278.

284) Nam Y, Jung SM, Rim YA, Jung H, Lee K, Park N. Intraperitoneal infusion of mesenchymal stem cell attenuates severity of collagen antibody induced arthritis. *PLoS One* 2018;13:e0198740.

서 얻은 적은 수의 세포가 해결되어야 한다.²⁸⁵⁾

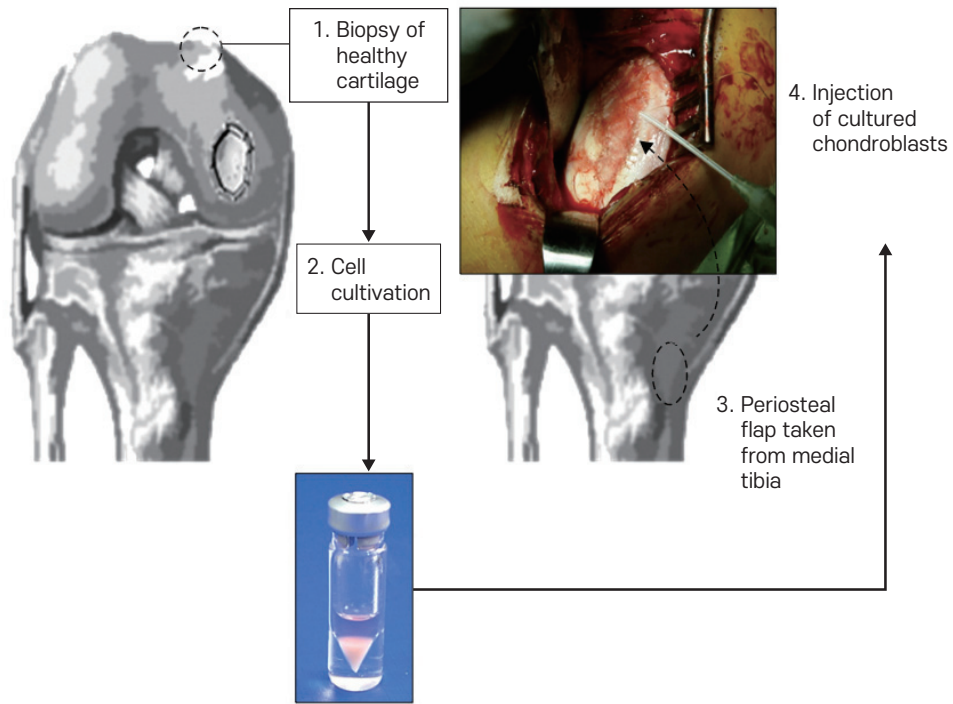


그림 3-22. 중배엽줄기세포치료의 임상적 적용

285) Nejadnik H, Diecke S, Lenkov OD, Chapelin F, Donig J, Tong X. Improved approach for chondrogenic differentiation of human induced pluripotent stem cells. Stem Cell Rev 2015;11:242-253.

3. 수술치료

1) 자신의 관절을 유지하는 수술

(1) 관절경을 이용한 세척술 및 변연절제술(Arthroscopic lavage and debridement)

관절강내 세척술은 연골 부유물, 염증 매개물질 및 Proteolytic enzyme 의 제거로 증상을 완화시킨다. 비교적 술기가 간단하고 수술 합병증이 적다는 장점은 있으나 통증의 경감이 일시적일 뿐만 아니라 젊고 활동적인 사람의 경우에는 그 결과가 불확실하다. 변연절제술은 끼임(catching)이나 잠김(locking) 등 관절 운동을 방해하는 반월상 연골 파열에 대한 절제술, 유리체의 제거, 불안정한 관절연골의 제거 등을 시행한다. 골극(osteophyte)과 활액막은 증상을 야기하는 경우에만 부분적으로 제거하여야 한다. 비교적 합병증이 적고, 재활치료 기간이 짧아 초기 퇴행성 관절염 환자에게 적절한 치료 수단이다.²⁸⁶⁾

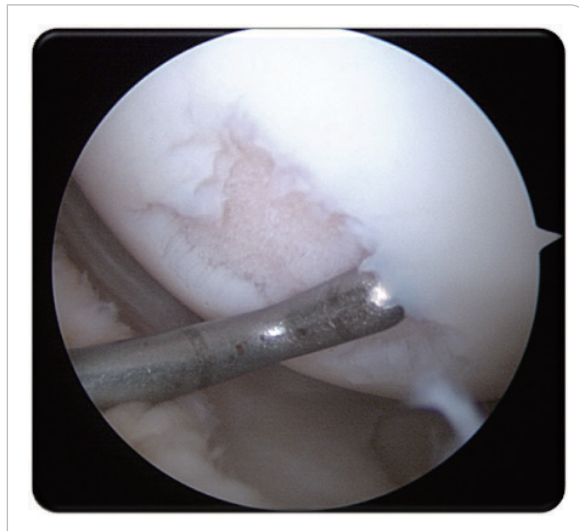


그림 3-23. 변연절제술

(2) 미세천공술 (microfracture)

뼈에 작은 구멍을 내, 골수 유래 중간엽줄기세포(bone marrow-derived mesenchymal stem cells, BMSCs)를 손상된 연골로 이동과 분화를 유도하여 연골의 재생을 돕는 방법이다.²⁸⁷⁾ 미세 천공술의 치료 효과를 보여주는 여러 임상연구들이 존재하지만²⁸⁸⁾ 단기간, 중기간 및 장기간의 연골 회복 효과가 일정하

286) Kim SJ. 슬관절의 초기 퇴행성 골관절염에 대한 관절 내시경적 치료. J Korean Orthop Assoc 2004; 39: 102-3.

287) Lee JJ, Lee SJ, Lee TJ, Yoon TH, Choi CH. Results of microfracture in the osteoarthritic knee with focal full-thickness articular cartilage defects and concomitant medial meniscal tears. Knee Surg Relat Res 2013;25:71-76.

288) Mithoefer K, Williams RJ 3rd, Warren RF, et al. The microfracture technique for the treatment of articular cartilage lesions in the knee. A prospective cohort study. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1911-1920.

지 않으며 환자의 BMSCs의 양과 질도 치료 효과에 큰 영향을 준다.²⁸⁹⁾ 지속적인 관절 수동 운동치료를 받은 환자가 미세천공술 이후 회복 정도가 더 좋았기 때문에 수술만큼이나 재활도 중요하다.²⁹⁰⁾ 하지만 이러한 미세천공술의 한계점은 미세 균열이 큰 병변(> 3 cm²)에는 적합하지 않으며, 유리질연골이 아닌 섬유 연골로 분화가 되어질 좋은 연골을 재생하지 못한다는 단점을 가진다.



그림 3-24. 미세천공술

(3) 자가연골이식술 (autologous chondrocyte implantation)

자가연골이식술(ACI)은 연골 재생법 중 하나로서, 관절의 물리적 부하가 덜 가는 부분에서 연골을 얻어 시험관 내에서 치료로 사용할 연골세포를 분리하고 증식 배양하여 연골 결손 부위에 사용하는 방법이다.²⁹¹⁾ 미세천공술과 달리 ACI는 큰 연골 결함(> 3 cm²)의 치료에 효과적이며, 10년 이상 지속되는 장기간 연구에서 유리한 임상적 결과를 보였다.²⁹²⁾ 또한 환자 자신의 세포를 사용하기 때문에 잠재적인 면역 합병증을 피할 수 있다.²⁹³⁾

289) Bae DK, Yoon KH, Song SJ. Cartilage healing after microfracture in osteoarthritic knees. *Arthroscopy* 2006;22:367-374.

290) Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK. Microfracture: its history and experience of the developing surgeon. *Cartilage* 2010;1:78-86.

291) Vasara AI, Nieminen MT, Jurvelin JS, Peterson L, Lindahl A, Kiviranta I. Indentation stiffness of repair tissue after autologous chondrocyte transplantation. *Clin Orthop Relat Res* 2005;233-242.

292) Minas T, Von Keudell A, Bryant T, Gomoll AH. The John Insall Award: a minimum 10-year outcome study of autologous chondrocyte implantation. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:41-51.

293) Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J. Treatment of symptomatic cartilage defects of the knee: characterized chondrocyte implantation results in better clinical outcome at 36 months in a randomized trial compared to microfracture. *Am J Sports Med* 2009;37(Suppl 1):10S-19S.

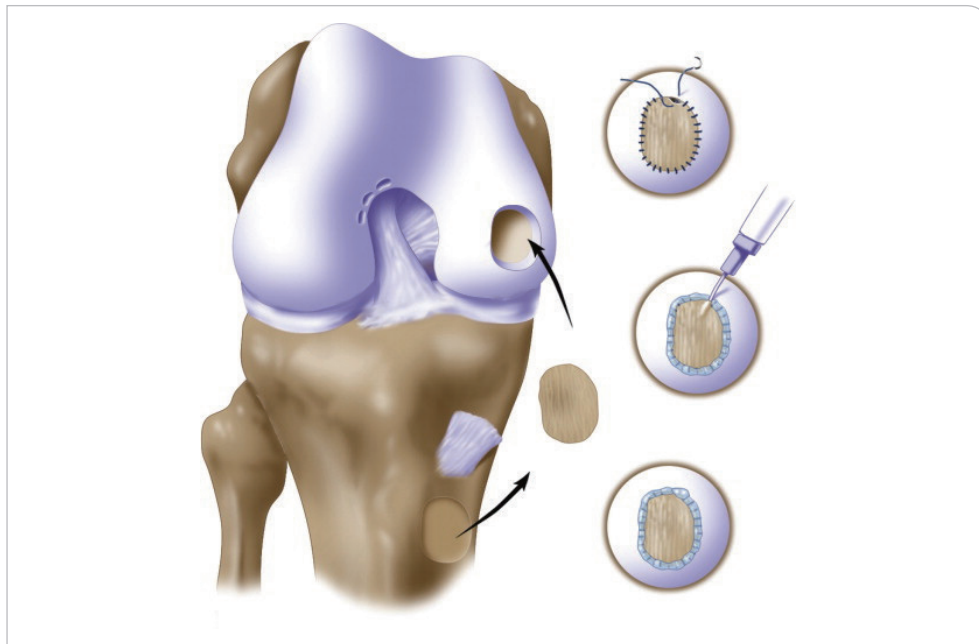


그림 3-25. 자가연골이식술

(4) 절골술 (osteotomy)

하지의 정렬이 정상범위를 벗어나게 되면 슬관절의 특정 구획에 과도한 부하를 유발하게 되어 통증과 기능 저하를 유발할 뿐 아니라 결국 퇴행성 변화를 일으키게 된다.²⁹⁴⁾ 교정 절골술은 하지의 정렬 이상과 슬관절의 퇴행성 변화를 보이는 환자에서 비정상적인 역학적 축을 교정함으로써 병변부에 가해지는 하중을 분산시키는 수술 방법으로 인공관절 치환술과는 달리 수술을 통해 환자의 통증을 줄이고 퇴행성 변화를 지연시켜 슬관절을 보존하여 수명을 연장시킨다는 차이점이 있다. 이러한 장점 때문에 나이가 비교적 젊은 환자에서 슬관절 주위 단일 구획 관절염의 치료에 근위 경골 절골술과 원위 대퇴골 절골술이 사용되고 있고, 좋은 결과를 보고하고 있다.²⁹⁵⁾ 슬관절 변형의 대부분을 차지하는 내반 변형의 경우 근위 경골 절골술을, 상대적으로 드문 슬관절 외반 변형의 경우 원위 대퇴골 절골술을 선택하여 교정을 하는 것이 절골술의 기본적인 원칙으로 알려져 있다.²⁹⁶⁾

294) Nakagawa Y, Mukai S, Yabumoto H, Tarumi E, Nakamura T. Cartilage degeneration and alignment in severe varus knee osteoarthritis. *Cartilage*. 2015;6:208-15.

295) Bonasia DE, Dettoni F, Sito G, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med*. 2014;42:690-8.

296) Hunter DJ, Sharma L, Skaife T. Alignment and osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91 Suppl 1:85-9.

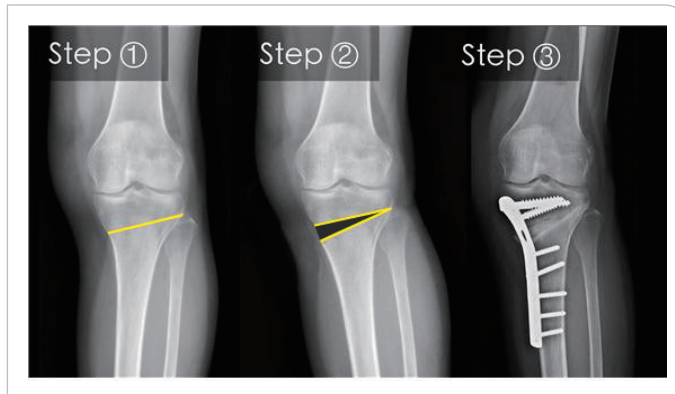


그림 3-26. 절골술

2) 인공관절수술

인공관절 치환술은 말기 퇴행성 관절염의 최종적인 수술로 사용되고 있으며 전치환술과 부분치환술로 구분 할 수 있다.

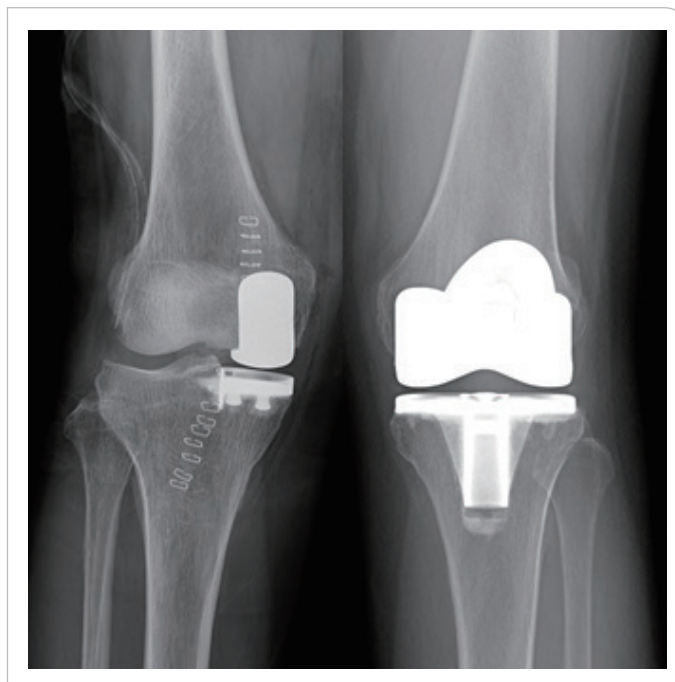


그림 3-27. 인공관절치환술.

(1) 전치환술 (Total knee arthroplasty)

인공슬관절 전치환술은 말기 관절염 환자의 치료에 혁신적인 방법으로 개발되어 사용되었으며 수술 방법과 수술 기구의 발전 및 삽입물 디자인의 개량 등으로 많은 향상을 가져와 현재 퇴행성 슬관절염의 치료로 의사와 환자 모두에게 만족할만한 결과를 주고 있다. 전치환술은 퇴행성 관절염에 대한 다른 치료 방법들에 비하여 비용적, 질적으로 매우 우수한 결과를 나타내고 있으며 전치환술의 우수한 임상 결과에 대하여는 많은 논문들이 발표 되어왔다.²⁹⁷⁾

(2) 부분치환술 (Partial knee arthroplasty)

인공슬관절 부분치환술은 병변이 있는 부분만을 인공관절로 대체하는 개념으로 전치환술에 비해 골의 절제를 최소한으로 줄이고 그에 따른 이물질의 삽입을 최소한으로 줄일 수 있으므로 골 구조물을 최대한 보존할 수 있어 부분치환술이 실패하였을 경우 전치환술로 대체할 수 있다는 장점이 있다.²⁹⁸⁾ 또한 수술 후 출혈이 적으며 전방 및 후방 십자인대를 보존하고 슬개대퇴 관절을 보존할 수 있어 술 후 통증이 적고 슬관절의 안정성 부여와 보다 빠른 회복, 정상에 근접한 수술 후 관절 운동 범위를 얻어낼 수 있다.²⁹⁹⁾

그러나 이러한 여러 가지 장점에도 불구하고 시행 초기에는 그 결과가 만족스럽지 못하였으나³⁰⁰⁾³⁰¹⁾ 지속적인 삽입물의 개량과 수술 기구의 보완 등이 이루어 짐으로서 최근에는 만족할 만한 결과가 많이 보고되고 있으며 특히 1990년대 중반 이후 최소 침습적 수술법을 사용함으로써 보다 좋은 결과가 기대되어 사용 빈도가 증가되고 있는 추세이다.³⁰²⁾ 부분치환술 후 임상결과에 대하여 많은 저자들이 수술 후 동통 감소, 운동범위의 회복, 각 변형의 교정, 슬관절 점수 및 기능 점수의 상승에서 만족할만한 결과를 얻었다고 보고하고 있다.³⁰³⁾

부분치환술의 장기 생존율에 대하여는 많은 논란이 있어 왔으나 최근에 발표되는 논문에서는 10년 생존율이 93%에서 98%까지 보고되고 있어 수술 후 10년까지는 전치환술과 비슷하며 10년 이후에는 전치환술보다 생존율이 다소 떨어지는 것으로 보는 것이 일반적인 견해이다.³⁰⁴⁾³⁰⁵⁾

297) Clayton RA, Amin AK, Gaston MS, Brenkel IJ: Five-year results of the Sigma total knee arthroplasty. The Knee, 13:359-364, 2006.

298) McAuley JP, Engh GA, Ammeen DJ: Revision of failed unicompartmental knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, 392: 279-282, 2001.

299) Murray DW: Mobile bearing unicompartmental knee replacement. Orthopedics, 28: 985-987, 2005.

300) Insall J, Walker P: Unicondylar knee replacement. Clin Orthop Relat Res, 120: 83-85, 1976.

301) Laskin RS: Unicompartmental tibiofemoral resurfacing arthroplasty. J Bone Joint Surg Am, 60: 182-185, 1978.

302) Pandit H, Jenkins C, Barker K, Dodd CA, Murray DW: The Oxford medial unicompartmental knee replacement using a minimally-invasive approach. J Bone Joint Surg Br, 88: 54-60, 2006.

303) Kim KT, Lee S, Park HS, Cho KH, Kim KS: A prospective analysis of Oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty. Orthopedics, 30(Suppl 5): S15-S18, 2007.

304) Goodfellow J, O'Connor J, Murray DW: The Oxford meniscal unicompartmental knee. J Knee Surg, 15: 240-246, 2002.

305) Vince KG, Cyran LT: Unicompartmental knee arthroplasty: new indications, more complications? J Arthroplasty, 19(4 Suppl 1): S9-S16, 2004.

무릎골관절염의 운동요법

1. 무릎골관절염에서 운동이 필요한 이유

5기 국민건강영양조사를 이용한 국내의 한 연구에 따르면, 무릎골관절염 환자의 18.6%만 적절한 운동을 하고 있었으며 이는 일반인구에 (23.2%) 비해서 낮은 수치였다. 근력운동의 경우에는 4.3%(일반인구 14.6%)였고, 유연성운동은 15.8%(26.2%)만 하고 있었다³⁰⁶⁾

무릎골관절염 환자들은 대부분의 연구에서 하지의 근육량이 감소하였다고 보고하고 있다. 그리고 근육량의 감소는 통증의 주요 위험요인이었고, 방사선학적 관절염의 위험요인이기도 하였다. 근육량의 감소와 무릎골관절염과의 관련성에 대한 몇 가지 가설을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 근육량은 관절에 가해지는 부하를 분산시키는데 중요한 역할을 한다는 것이다.³⁰⁷⁾ 둘째, 하지의 근육량의 감소는 근육의 기계적 감각수용기(mechanoreceptor)에 영향을 주게 되어 고유수용감각의 정확성을 떨어뜨린다는 것이다. (proprioceptive acuity)³⁰⁸⁾³⁰⁹⁾ 셋째, 근육량이 줄어들면 TNF-a, IL-1, IL-6와 같은 염증매개물질이 분비되어 근육단백질을 분해하게 되고 이로 인한 만성염증으로 통증에 관여하는 신경이 민감해져 통증을 더 잘 느낀다는 것이다.³¹⁰⁾³¹¹⁾

이러한 이유 때문에 무릎골관절염 환자에게도 하지근육운동은 필수적이다. 그리고 대부분의 연구들에서 저항성 운동이 관절염을 가진 환자들의 통증감소, 장애개선, 삶의 질 향상을 보고하고 있다. 그럼에도 불구하고 무릎골관절염 환자들이 적극적으로 운동을 하지 않는 이유는 통증에 대한 회피반응 또는 운동이 무릎골관절염을 악화시킬 것이라는 막연한 두려움 때문이다.

운동은 손상의 위험이 따를 수 있으나, 안전하고 정확한 방법으로 운동하고, 운동의 결과에 대해 적절하게 피드백을 제공한다면, 무릎골관절염 환자들이 보다 적극적으로 운동을 할 수 있도록 촉진할 수 있을 것이다.

306) Shim HY, Park M, Kim HJ, Kyung HS, Shin JY. Physical activity status by pain severity in patients with knee osteoarthritis: a nationwide study in Korea. BMC Musculoskelet Disord. 2018 Oct 20;19(1):380.

307) Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. J Appl Physiol (1985). 1991; 71:644±50.

308) Schiphof D, Kerkhof HJ, Damen J, de Klerk BM, Hofman A, Koes BW, et al. Factors for pain in patients with different grades of knee osteoarthritis. Arthritis Care Res (Hoboken). 2013; 65:695±702

309) Roos EM, Herzog W, Block JA, Bennell KL. Muscle weakness, afferent sensory dysfunction and exercise in knee osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol. 2011; 7:57±63. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.195> PMID: 21119605

310) Michaud M, Balardy L, Moulis G, Gaudin C, Peyrot C, Vellas B, et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. J Am Med Dir Assoc. 2013; 14:877±82. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.009> PMID: 23792036

311) Schaible HG, Ebersberger A, Von Banchet GS. Mechanisms of pain in arthritis. Ann N Y Acad Sci. 2002; 966:343±54. PMID: 12114291

2. 무릎골관절염에서 운동의 효과에 관한 연구들

1) 타이치(taichi)

타이치(태극권)은 세계적으로 잘 알려진 중국의 고대무술이다. 타이치는 정수리에서 목뼈, 꼬리뼈까지 이어지는 척추를 반듯하게 곧추세우고, 체중을 오른발과 왼발로 옮기며 허리를 좌우로 돌리는 과정을 끊임없이 반복한다. 원과 곡선으로 자연스럽게 움직이는 동작은 근육의 이완을 돕고, 무리한 힘으로 인해 손상되는 것을 방지하면서도 운동효과를 높일 수 있다. 타이치는 무릎골관절염이나 요추질환자들에게도 널리 적용되면서, 근력, 균형, 유연성을 강화시키는 방법으로 적용되고 있다.

Lee 등은 골관절염 치료에 대한 타이치의 효과성을 시험하는 통제된 임상 시험의 데이터를 평가하였다. 5건의 무작위임상시험(RCTs)과 7건의 비무작위통제임상시험(CCTs)이 연구에 포함되었다. 5개 무작위임상시험(RCT) 중 2개의 연구는 타이치가 무릎 골관절염의 일상적인 치료 및 주의력 통제 프로그램과 비교했을 때 통증척도(VAS)와 WOMAC 점수로 평가하였을 때 상당한 통증 감소를 제시했다. 일부 연구에서는 뚜렷한 개선이 없는 경우도 있었지만, 결론적으로, 타이치가 무릎골관절염을 가진 환자들의 통증 조절에 효과적일 수 있다는 것을 보여주었다.³¹²⁾ Chang 등은 태극권이 무릎 골관절염 환자에게 정신적, 육체적 혜택을 줄 수 있는지 여부에 대한 메타분석과 체계적 문헌검토를 실시하였다. 11개의 연구에서 신체기능향상, 신체활동향상이 확인되었으나, 정신적 건강의 개선에 대해서는 명확하지는 않았다.³¹³⁾

Zhang 등의 메타분석은 무릎 골관절염이 있는 사람들의 통증, 뻣뻣함, 신체적 기능, 삶의 질, 정신건강, 부작용에 대한 전통적인 중국 운동의 영향을 체계적으로 평가하는 것을 목표로 했다. 375명의 표본 크기를 가진 8개의 무작위 대조군 시험이 연구에 포함되었다. 메타 분석의 결과에 따르면 단기로 시행한 중국 전통운동은 통증을 완화시킬 수 있고, 육체적 기능을 개선하고, 뻣뻣함을 완화하였다. 그러나 삶의 질에는 큰 영향을 미치지 않았고, 정신 건강에도 큰 영향은 없었다. 중국 전통운동은 심각한 부작용과 관련이 없었다. 결론적으로, 단기로 시행한 중국 전통운동이 통증을 줄이고 신체적 기능을 개선하며 뻣뻣함을 완화하는 면에서 잠재적으로 유익하다는 것을 보여주었다. 이러한 결과는 중국 전통운동이 무릎 골관절염을 가진 환자에게 보조 치료로서 유용하였다.³¹⁴⁾

2) 저항운동(근육운동)

근육운동은 자신의 체중을 이용하거나, 중력이나 중량기구를 이용하며 근육의 힘과 지구력을 개선시키는 운동이다. 근육운동으로 무릎관절의 사전 근력이 향상되었을 때 통증과 장애수준이 개선된다는 점은 이제 널리 받아들여지고 있다. 최근 무릎골관절염에 대한 근육운동의 긍정적인 효과에 대한 메타연구가

312) Lee MS1, Pittler MH, Ernst E. Tai chi for osteoarthritis: a systematic review. Clin Rheumatol. 2008 Feb;27(2):211-8. Epub 2007 Sep 14.

313) Chang WD, Chen S, Lee CL, Lin HY, Lai PT. The Effects of Tai Chi Chuan on Improving Mind-Body Health for Knee Osteoarthritis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Evid Based Complement Alternat Med. 2016;2016:1813979.

314) Zhang Y, Huang L, Su Y, Zhan Z, Li Y, Lai X. The Effects of Traditional Chinese Exercise in Treating Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One. 2017 Jan 25;12(1):e0170237.

있다. Li 등은 무릎 골관절염 치료에서 통증, 강직 및 신체 기능에 대한 저항운동의 효과 분석하였다. 1,705명의 환자를 포함한 17건의 무작위 임상 시험이 연구에 포함되었다. 분석결과 저항운동 훈련은 통증을 완화시켰고, 뻣뻣함을 완화하였고, 신체적 기능을 유의하게 향상시켰다. 이러한 결과는 저항운동이 무릎 골관절염 환자의 통증 완화, 경직 완화 및 신체적 기능을 향상시키는 데 도움이 된다.³¹⁵⁾ Vincent 등의 연구에 의하면 저항운동은 통증을 줄이고 신체 기능과 자기 효능감을 향상시키는 데 효과적인 중재인 것으로 나타났다. 저항운동은 근육의 힘과 관절 역학을 회복시키면서 신체 기능을 향상시킬 수 있다. 저항운동은 또한 근육 발화 패턴과 관절 생체역학을 정상화시켜 관절 통증과 연골의 퇴행적 변화를 감소시킬 수 있다. 이러한 신체적 적응은 자기 효능감을 향상시키고 불안과 우울증을 감소시킬 수 있다. 무릎 골관절염이 있는 환자를 위한 저항운동 프로그램을 설계하고 구현할 때는 골관절염의 심각도와 통증 수준을 모두 고려해야 한다.³¹⁶⁾

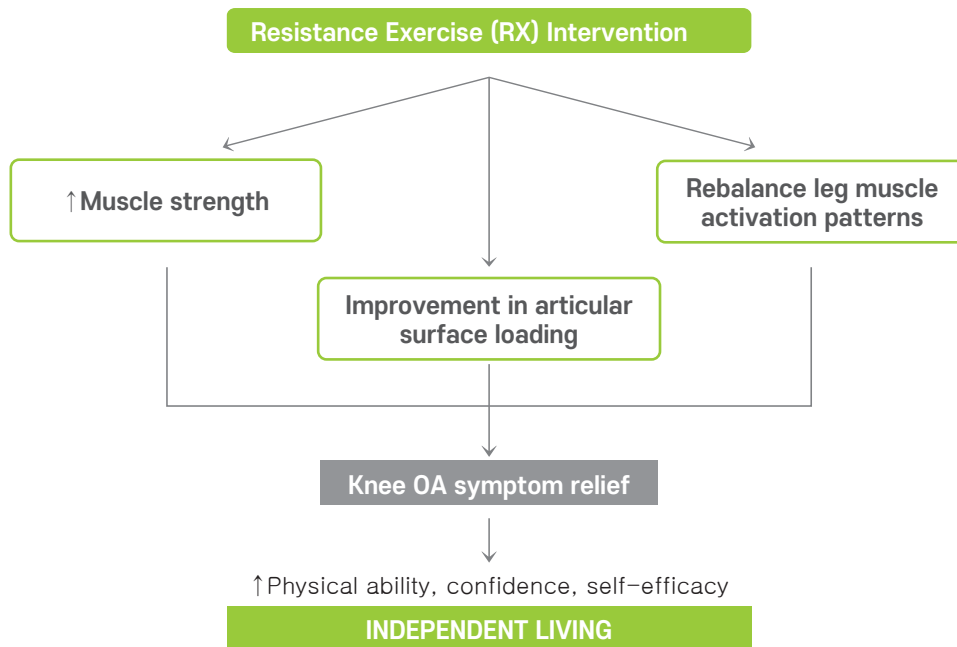


그림 3-28. 무릎골관절염에서 저항운동의 효과

Summary of the main effects of resistance exercise on key musculoskeletal mechanisms underlying knee osteoarthritis. OA = osteoarthritis.

3) 지상운동(land-based therapeutic exercise)

무릎골관절염에서 수중운동은 무릎이나 고관절의 기계적 부하를 감소시킬 수 있어 지상운동을 힘들어하는 환자들에게 도움이 된다. 그러나 장소의 제한점과 안전사고 등의 문제가 있다. 특히 접근가능한 곳에 수영장이 없는 농촌지역의 경우 수중운동을 무릎골관절염 예방운동으로 제안하기 어렵다. 지상운동과 수중운동의 효과 차이를 알아보기 위해 7편의 관련 논문을 분석한 한 연구에 따르면, 통증감소는 수중운동

315) Li Y, Su Y, Chen S, Zhang Y, Zhang Z, Liu C et al. The effects of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2016 Oct;30(10):947-959.

316) Vincent KR, Vincent HK. Resistance exercise for knee osteoarthritis. PM R. 2012;4(5 Suppl):S45-52.

이 지상운동에 비해 더 효과적인 것으로 나타났으나, 수중운동기간이 6-8주 정도일 경우 차이가 없는 것으로 나타나, 수중운동을 최소 12주 이상 시행하였을 때 지상운동보다 더 효과적이었다고 해석하는 것이 합당하였다. 반면, 관절가동범위, 우울, 신체기능효과, 삶의 질은 수중운동과 지상운동의 차이가 없었다고 보고하고 있다.³¹⁷⁾

Fransen 등은 관절 통증의 감소나 신체적 기능 및 삶의 질 향상 측면에서 지상운동이 무릎 골관절염 환자에게 이로운지에 대하여 분석하였다. 44건의 연구에서 집계된 결과에 따르면 지상운동은 통증을 크게 감소시키고 (12 points/100; 95% CI 10 to 15), 신체 기능을 적당한 수준으로 향상시켰다(10 points/100; 95% CI 8 to 13). 13건의 연구에서 나온 근거는 운동 치료 후 즉시 삶의 질을 크게 향상시켰다는 것을 보여준다(4 points/100; 95% CI 2 to 5). 또한, 2개월에서 6개월 사이의 운동을 시행한 12건의 연구 결과, 무릎 통증이 현저하게 감소되었다 (6 points/100; 95% CI 3 to 9). 그리고 10건의 연구는 신체적 기능의 개선을 보여주었다 (3 points/100; 95% CI 1 to 5). 결론적으로, 무릎 골관절염이 있는 사람들에게 지면 기반운동은 공식적인 치료 중단 후 최소 2~6개월 동안 지속되는 단기적인 이익을 제공한다.³¹⁸⁾

4) 고유수용성감각운동

고유수용성감각은 근육이 수축하거나 신전될 때 만들어지는 감각정보로 자기신체의 각 부위에 대한 위치정도를 말한다. 이러한 감각 때문에 우리는 눈을 감고 있어도 팔이나 다리의 위치를 알 수 있다. 고유수용성감각은 시각과 전정기관과 함께 신체균형을 유지하는 감각신호이기도 하므로 고유수용성 감각의 저하나 손상은 균형능력의 저하를 일으킨다. 따라서 고유수용성감각 기능을 평가하는 방법은 눈을 감고 있는 상태에서 관절을 움직였을 때 예상된 위치와 실제 위치의 차이로 감각능력을 평가하거나, 눈을 감은 상태에서 다리를 모았을 때 균형을 잘 유지하는지를 보고 판단하기도 한다. 근위축, 근피로 등은 비정상적인 긴장에 기인한 운동조절과 협조에 장애를 일으켜, 무릎관절의 위치감각의 결함을 초래하고 관절의 기능적인 불안정성을 야기하여 무릎골관절염의 발생과 악화에 기여하는 것으로 보인다. 따라서 고유수용성감각을 증진시키는 운동방법이 관절염의 증상을 개선하거나 예방할 것으로 기대할 수 있다. 고유수용성감각을 증진시키는 운동은 한발 서기, 선을 따라 걷기와 같은 쉬운 운동에서 뷔 밸런스 도구(Bosu, air cushion, dynaor)를 이용한 훈련도 할 수 있다. Smith 등은 메타 분석을 이용하여 무릎 관절 보호를 위한 고유 수용성 감각 운동의 효과를 분석하였다. 분석대상은 7건의 무작위실험대조군연구(RCT)였고, 총 560명(남성 203명, 여성 357명)의 대상자들의 평균 연령은 63세였다. 치료를 하지 않는 대조군과 비교하여, 고유 수용성 감각 운동은 시작한 후 처음 8주 동안 무릎 골관절염이 있는 사람들의 기능적 결과를 상당히 개선시켰다 ($p < 0.02$). 일반적인 비 고유 수용성 감각 운동 프로그램과 비교했을 때, 고유 수용성 감각 운동은 유사한 결과였으나, 불균일한 지면 위를 걷는 시간 ($p = 0.03$) 및 관절 위치 각도 오류 ($p < 0.01$)와 같은 관절 위치 감지 관련 측정과 관련하여서만 더 나은 결과를 보였다.³¹⁹⁾

317) 김영일, 최호신, 한정화, 김주영, 김가은, 무릎 골관절염 환자를 대상으로 한 수중 운동과 지상운동 비교: 체계적 문헌고찰 및 메타분석. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 16, No. 9 pp. 6099-6111, 2015

318) Fransen M, McConnell S, Harmer AR, et al. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. Br J Sports Med 2015;49:1554-1557.

319) Smith T, King JJ, Hing CB. The effectiveness of proprioceptive-based exercise for osteoarthritis of the knee: A systematic review and meta-analysis. Rheumatol Int. 2012 Nov;32(11):3339-51.

5) 운동의 조합

무릎골관절염 환자에서 운동을 하지 않는 것보다 하는 것이 효과적이다. 또한 한가지 종류의 운동보다 여러 가지 운동의 조합이 더 효과적이다. 12가지 운동 개입을 다루고 8218명의 환자를 포함한 60건의 연구(슬관절 44건, 고관절 2건, 혼합 14건)를 포함한 한 메타연구에 따르면, 통증 완화를 위해 근육강화(strengthening) 근육강화와 유연성운동의 조합(flexibility plus strengthening), 근육강화와 유연성과 유산소운동의 조합(flexibility plus strengthening plus aerobic), 수중근육강화운동(aquatic strengthening), 그리고 수중근육강화운동과 유연성운동(aquatic strengthening plus flexibility)은 각각 효과적이었다. 특히 근력강화, 유연성, 유산소운동의 조합은 훨씬 더 효과적이었다.³²⁰⁾

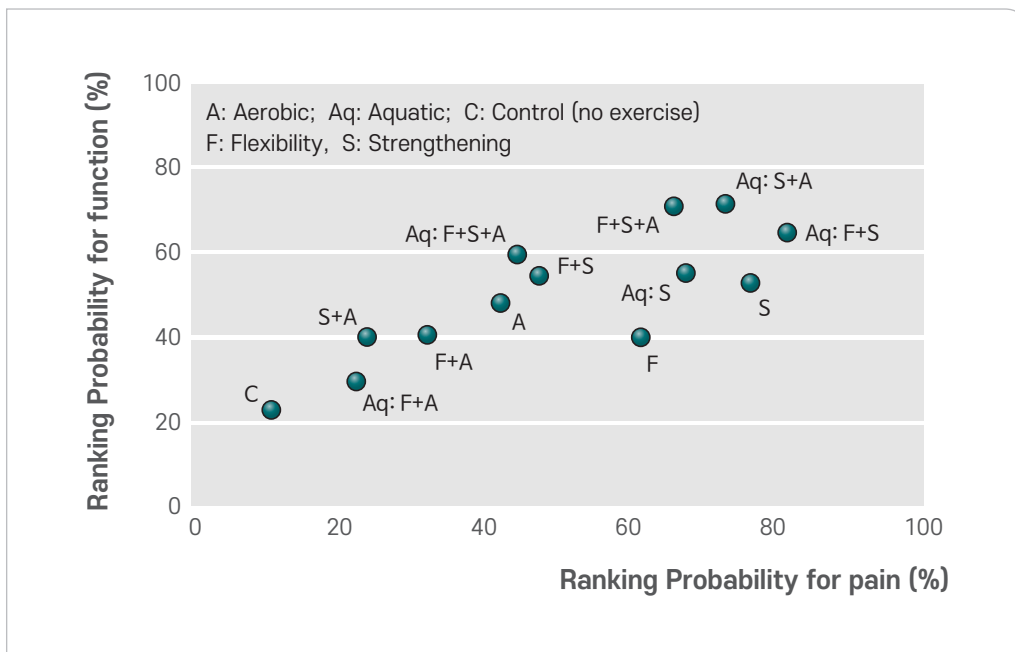


그림 3-29. 운동방법의 조합에 따른 통증과 기능개선의 효과

320) Uthman Olalekan A, van der Windt Danielle A, Jordan Joanne L, Dziedzic Krysia S, Healey Emma L, Peat George M et al. Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. BMJ 2013; 347 :f5555.

3. 무릎관절염 예방운동의 통합적 접근

1) 가정운동프로그램 (home exercise program)

무릎관절염에서 운동의 중요성이 강조되는 가운데, 운동에 대해 동기를 부여하고, 지속적으로 운동을 할 수 있도록 하기 위한 방법이 필요하다. 그 중 가장 널리 활용되고 있는 프로그램은 가정에서 쉽게 따라 할 수 있는 운동을 교육시키는 것이다. Anwer 등은 병원 기반 관리 운동을 포함하거나, 포함하지 않는 가정 운동 프로그램이 무릎 골관절염 관리에 미치는 영향에 대해 체계적 문헌고찰을 하였다. 16건의 연구가 포함 기준을 충족했고 분석을 시행했다. 연구에서 방법과 가정 운동 프로그램 개입이 매우 다양했지만, 대부분 무릎 골관절염 환자에게 통증과 기능의 유의 한 개선이 나타났다. 병원 기반 관리 운동을 포함하거나, 포함하지 않는 가정 운동 프로그램 모두 무릎 골관절염 관리에 도움이 되는 것으로 나타났다. 결론적으로, 임상 시험의 많은 근거들이 무릎 골관절염의 재발에 있어 병원 기반 관리 운동을 포함하거나 포함하지 않은 가정 운동 프로그램의 효과를 뒷받침한다. 또한, 타이치, 균형운동, 고유수용성감각훈련과 같은 운동도 최근 효과가 있다는 근거가 제시되고 있다.³²¹⁾

2) 자가관리프로그램 (Self-management program)

운동을 지속하도록 하는 방법은 단지 운동의 필요성을 이해시키거나, 한번의 교육만으로는 부족하다. 그래서 무릎관절염 환자들이 운동에 흥미를 가지고, 지속적으로 운동을 할 수 있도록 하는 포괄적이고 체계화된 프로그램에 대한 필요성이 강조되고 있다. Coleman 등은 의료 전문가가 진단한 무릎 골관절염이 있는 1차 진료 환자를 위한 질병별 자가관리 프로그램이 건강 관련 결과에서 임상적으로 의미 있는 개선을 달성하고 유지할 것인지 여부를 알고자 연구하였다. OAK (무릎관절염 자가관리프로그램) 그룹에서 통증 (VAS)은 프로그램 전(baseline)에서 평균(SEM) 5.21(0.30)이었는데, 8주간의 프로그램 후 3.65(0.29)로 개선되었다($P \leq 0.001$). 대조군과 비교하였을 때 무릎통증(WOMAC Pain), 신체기능(Physical Function), 삶의 질(신체기능, 신체활동, 통증, 활력, 사회적 기능)의 측면에서 개선이 있음이 확인되었다. 또한, 최소 수준의 임상적으로 중요한 개선 (MCII; minimal clinically important improvements)의 비율도 개선되었다.³²²⁾

321) Anwer S, Alghadir A, Brismée JM. Effect of Home Exercise Program in Patients With Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2016 Jan-Mar;39(1):38-48.

322) Coleman S, Briffa NK, Carroll G, Inderjeeth C, Cook N, McQuade J. A randomised controlled trial of a self-management education program for osteoarthritis of the knee delivered by health care professionals. *Arthritis Res Ther.* 2012 Jan 27;14(1):R21. doi: 10.1186/ar3703.

표 3-15. 무릎관절염 자가관리프로그램(Knee Self-Management Program; OAK)의 예시

항 목	내 용
기간	매주 2.5시간을 총 6주
집단의 크기	12~15명
조건	지역사회(communitiy venue)
이론	사회인지모형(social cognitive theory)
이론적 틀	목표설정 문제해결 심상치료(Guided imagery) 인지행동치료(Cognitive behavioural therapy)
토의프로그램	Facilitator's manual
참가대상자	관절염을 가진 사람
무릎관절염교육	무릎의 해부학적 특징, 병태생리, 질병진행과정, 구체적인 치료방법, 무릎관절염의 관리 (운동, 생활습관, 영양, 체중감량)
운동	능동적으로 격려 각 세션에 대한 자세한 정보 운동에 대한 강조

4. 무릎관절염 치료에서 운동의 역할

무릎관절염은 비약물적요법인 환자교육, 자가조절프로그램, 체중조절, 유산소운동, 근육운동 등이 우선적으로 권장된다. 환자교육은 일상생활이나 직업활동에서 무릎부하가 심한 자세나 작업이 무엇인지 이해하고, 적절한 운동의 필요성을 인식하는 것을 목표로 한다. 자기관리프로그램은 통증이 있을 때 적절하게 대처하는 방법, 그리고 도움을 구하는 방법을 이해하는 것이다. 운동은 통증과 관절강직의 완화, 관절가동범위 유지 또는 개선, 운동기능의 회복, 근력 및 근지구력을 증진시켜 신체활동능력을 향상시키거나, 장애수준을 개선시키는 것이다. 이 과정에서 운동으로 인한 통증의 두려움을 극복하고, 적절한 운동의 수준을 몸으로 익히고, 운동 중 손상을 예방하기 위한 방법에 익숙해지는 것이 필요하다.

운동프로그램은 무릎관절염이 없거나, 증상이 없는 방사선학적 무릎관절염, 또는 증상이 없는 무릎연골판 손상에서 무릎관절염의 발생을 예방하기 위해 적용해볼 수 있다. 또한 이미 통증이 있는 무릎관절염이 있더라도, 통증을 완화하거나 신체기능을 향상시키기 위해 적용할 수 있다. 필요하다면 약물치료와 운동을 병행하는 방법을 통해 통증조절효과를 높이거나, 약물사용을 줄일 수도 있다. 무릎관절염에 사용되는 기본 약제인 NSAIDs는 위장관계와 심혈관계 부작용이 있는 경우가 있으므로 이럴 경우 운동은 더 중요한 의미를 갖는다. 또한 심한 무릎관절염이 있어 수술적 치료를 한 이후에 무릎의 재활을 위해서도 필요하다. 따라서 무릎관절염 운동은 예방, 관리, 재활의 측면에서 모두 적용될 수 있다.

5. 무릎관절염 운동프로그램의 추가적인 효과

무릎관절염 운동프로그램은 무릎관절염의 예방과 증상완화 및 재활을 목적으로 하지만, 그 이외에도 추가적으로 얻어지는 이득이 있다.

1) 전반적인 건강수준의 개선

운동은 건강한 삶과 삶의 질 향상, 개인의 행복과 안녕을 위해 중요한 요소다. 건강관리를 위해 정기적으로 운동을 한다는 것은 자기돌봄이나 자기관리를 체계적으로 한다는 것을 의미한다. 또한 체력을 향상됨에 따라 전반적인 신체기능이 향상된다. 건강행동을 유지하기 위해 질병과 건강에 대한 이해가 뒷받침되어야 유지될 수 있으므로, 운동을 하는 것은 만성질환을 스스로 관리하는 개인적인 능력과 관련이 있다. 또한 운동은 병원방문 등의 의료적 중재를 받는 횟수를 줄이는 효과가 있다.

2) 정신건강 개선

농촌이 고령화 사회로 전환됨에 따라 많은 사회적 문제들이 야기되고 있으며, 이들 고령 농업인의 정신건강에 관한 문제도 그중 하나이다. 자살율은 연령이 증가할수록 높아지며, 고령화된 사회에서 이웃과의 단절과 고립은 이러한 경향을 촉진시킨다. 농촌지역에서 함께 모여 운동을 하는 과정은 신체의 움직임 을 통해 심리적인 안녕감과 행복감을 높이고, 활력을 증진시키는 효과가 있다. 운동은 스트레스를 완화시킬 뿐만 아니라, 우울증, 치매에 긍정적인 치료효과가 있다는 점은 잘 알려져 있다. 또한 지역공동체 내에서 자연스러운 소통이 이루어지도록 함으로써 공동체내의 유대를 형성하는데도 기여한다. 이러한 모든 조건들이 농업인의 정신건강에 기여한다.

3) 낙상과 골절의 예방

고령화에 따른 근감소증과 균형능력의 저하와 함께 골다공증 유병률이 증가하면서 낙상사고가 자주 발생하고 이로 인한 골절은 중요한 보건학적 과제다. 노령기의 손상과 골절은 입원의 장기화로 인한 의료비의 증가, 사망률의 증가와 연관되어 있기도 하다. 그러나 운동은 근육량을 유지하고, 골밀도를 향상시키고, 균형능력을 증진시킴으로써 낙상이나 손상의 위험을 감소시킨다.

무릎골관절염의 조기진단

1. 무릎 골관절염의 조기진단 필요성

골관절염은 관절질환의 가장 흔한 질병으로 관절의 통증과 운동 능력의 감소를 유발하여 삶의 질 저하와 사회적 활동의 감소를 초래하는 중요한 질병이다. 특히 무릎 골관절염은 보행장애를 일으킬 수 있어 삶의 질 저하에 직접적인 영향을 준다. 현재 무릎 골관절염은 관절의 특정부위에 한정된 병변으로 간주되기 보다는 관절을 구성하는 구조물의 전체적인 병변으로 생각되고 있으며, 연골의 손상, 연골하골의 변성(subchondral bone), 활액막의 염증(synovial inflammation), 연골판의 변성 등으로 특징된다.³²³⁾ 관절 구조물이 복합적으로 손상되는 진행된 무릎 골관절염은 연골에 비가역적인 손상을 주어 질병 이전의 상태로 돌아가는 것이 불가능하다는 사실 때문에 골관절염을 조기에 진단하여 질병의 진행을 막거나 늦추는 치료를 초기 단계에 시작하는 것이 중요하다. Ding C(2007)³²⁴⁾ 등의 연구에 따르면 비교적 젊고 영상의학적 손상이 적은 사람의 초기 관절염의 경우 회복이 가능하다고 한다. 이는 무릎 골관절염을 조기에 발견하여 치료하는 것이 매우 중요하다는 것을 시사한다.

2. 무릎 골관절염의 진단법과 문제점

전통적으로 무릎 골관절염은 환자의 증상 유무와 무릎 X-ray 촬영 영상을 토대로 진단한다. 특히 X-ray 촬영 영상을 기반으로 하는 진단법은 가장 싸고, 빠르고, 쉽게 관절의 상태를 평가 할 수 있는 장점이 있어 현재 가장 널리 이용되는 방법이다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 X-ray 영상을 통한 진단법에는 몇 가지 문제점이 있다.³²⁵⁾

첫째, 골관절염을 평가하는데 가장 좋은 지표는 연골의 변성과 손상을 파악하는 것인데 X-ray 영상에서는 직접적으로 확인이 불가능하다. 둘째, 관절의 변화를 추적하는데 2차원 영상만으로 판단해야 하기 때문에 한계가 있다. 셋째, 골관절염을 평가하기 위해서는 골사이의 간격(joint space narrowing), 골의 변화(bony change), 골극(osteophyte)의 유무, 연골하 세포벽 경화(subchondral sclerosis) 등을 종합적으로 판단해야 하기 때문에 판독자에 대한 고도의 수련이 필요하다. 넷째, 골관절염에 정도에 대한 판단이 판독자의 주관적인 관점에 따라 달라 질 수 있다. 다섯째, 현재 골관절염의 평가에 가장 일반적으로 사용되는 Kellgren-Lawrence(KL) grade는 반정량적으로 골관절염의 정도를 평가하는 도구이다. 하지만 기존의 애

323) Loeser RF, Goldring SR, Sczello CR, et al. Osteoarthritis : a disease of the joint as an organ. Arthritis Rheum 2012;64:1697-707.

324) Ding C, Cicuttini F, Jones G. Tibial subchondral bone size and kneecartilage defects: relevance to knee osteoarthritis. OsteoarthritisCartilage 2007;15:479-86.

325) Aleksei Tiulpin, Je Thevenot, Esa Rahtu, Petri Lehenkari & Simo Saarakkala, Automatic Knee Osteoarthritis Diagnosis from Plain Radiographs:A Deep Learning-Based Approach, scientific reports (2018) 8:1727

매함 때문에 판독의 불일치(quadratic Kappa 0.56³²⁶⁾, 0.66³²⁷⁾, 0.67³²⁸⁾)가 문제시 되고 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 컴퓨터를 기반으로 하는 영상 판독 시스템을 개발하는 연구와 MRI나 초음파와 같이 더 발전된 영상학적 진단법을 이용하여 골관절염을 진단하는 방법들에 대한 연구가 진행되고 있다.

3. 자동화를 통한 무릎 골관절염 진단

골관절염 진단에 대한 자동화 연구는 1989년에 시작되어 오랜 기간 동안 진행 되고 있고³²⁹⁾ 최근 컴퓨터로 데이터를 처리하는 통계 기법의 발달로 이러한 연구는 더욱 활발해 지고 있다. Aleksei Tiulpin(2018)³³⁰⁾ 등은 무릎 X-ray 영상을 컴퓨터를 통해 Kellgren-Lawrence(KL) grade에 따라 5단계로 판정하는 연구를 진행하였다. 이들은 인공지능 중에 하나로 인간의 학습 능력과 같은 기능을 컴퓨터에서 실현하고자 하는 기술인 머신 러닝 기법을 이용해 무작위로 선정된 3,000개의 대상을 분석시켰다. 그 결과 다중 클래스 정확도 66.71%, 카파통계량 0.83으로 비교적 정확하게 골관절염을 진단하였다. 이후 Marta Favero(2019)³³¹⁾ 등은 골관절염 환자(KL grade 2) 514명의 X-ray 영상과 대조군(KL grade 0) 514명의 무릎 X-ray 영상을 Kellgren-Lawrence(KL) grade를 이용하지 않고 진단하는 방법을 연구하였다. 이들은 환자군과 대조군의 무릎 X-ray 영상을 전처리(pre-processing) 과정을 통하여 일반화(Normalization)하였고, 일반화된 영상을 Kullback-Leibler divergence 와 Jeffreys divergence 방법을 이용하여 수치로 환산하였다. 이 값을 바탕으로 random forest classification과 Naive Bayer classification을 이용하여 질병의 유무를 판정하였다. 이러한 방법은 80% 이상의 정확도와 민감도, 특이도로 골관절염을 진단 할 수 있었다. 또한 진단의 정확도를 표현하는 좋은 방법 중에 하나로 알려진 우도비(likelihood ratio)는 양성 우도비가 5이상, 음성 우도비가 0.2 이하 일 때 임상적으로 진단에 이용 가능하다.³³²⁾

326) Gossec, L. et al. Comparative evaluation of three semi-quantitative radiographic grading techniques for knee osteoarthritis in terms of validity and reproducibility in 1759 x-rays: report of the oarsi-.omeract task force: Extended report. *steoarthr. cartilage* 16,742-.748 (2008).

327) Sheehy, L. et al. Validity and sensitivity to change of three scales for the radiographic assessment of knee osteoarthritis using images from the multicenter osteoarthritis study (most). *Osteoarthritis and Cartilage* 23, 1491-1498 (2015).

328) Culvenor, A. G., Engen, C. N., Akestad, B. E., Engebretsen, L. & Risberg, M. A. Defining the presence of radiographic knee osteoarthritis: a comparison between the kellgren and lawrence system and oarsi atlas criteria. *Knee Surgery, Sports Traumatol. Arthrosc.* 23, 3532-.3539 (2015).

329) Dacree, J. & Huskisson, E. The automatic assessment of knee radiographs in osteoarthritis using digital image analysis. *Rheumatol.* 28,506-.510 (1989).

330) Aleksei Tiulpin, Je Thevenot, Esa Rahtu, Petri Lehenkari & Simo Saarakkala, Automatic Knee Osteoarthritis Diagnosis from Plain Radiographs:A Deep Learning-Based Approach, *scientific reports* (2018) 8:1727

331) Abdelbasset Brahim et al. A Decision Support Tool For Early Detection of Knee OsteoArthritis using X-ray Imaging and Machine Learning: Data from the OsteoArthritis Initiative, *Computerized Medical Imaging and Graphics.* S0895-6111(19)30003-5

332) S. McGee, Simplifying likelihood ratios, *Journal of General Internal Medicine* 17 (8) (2002) 646-649.

이 연구를 통해 개발한 진단법은 양성 우도비와 음성 우도비 모두 기준값에 만족하고 있어 임상에서도 적용 가능한 방법이라고 할 수 있다.

컴퓨터를 이용한 자동화 판정에 대한 연구들을 통해 골관절염 진단의 일치율을 높이고 정확도를 향상할 수 있는 방안들이 마련되고 있고, 이러한 진단 기법을 바탕으로 골관절염에 대한 조기 진단의 가능성이 높아질 것으로 생각된다.

4. MRI를 통한 무릎 골관절염의 진단

MRI를 이용한 골관절염 진단법에 대한 연구들도 진행되고 있다. 이러한 연구들에서 널리 사용되고 있는 평가방법은 반정량적인 점수화도구(semi quantitative scoring system)로 무릎골관절염의 중요한 형태학적 특징인 연골의 손상, 연골판의 손상, 골의 부종, 골의 낭종, 활액낭의 비후나 염증, 십자인대의 손상, 골극의 형성, 골 변형 등의 요소를 설정하여 평가하는 체계이다. 대표적으로 WORMS(whole-organ MR imaging score), BLOKS(Boston-Leeds osteoarthritis knee score), MOAKS(MRI osteoarthritis Knee score) 등이 있다.

Kim van Oudenaarde(2017)³³³⁾ 등은 X-ray 영상에서 정확하게 확인하기 힘든 병변 5가지에 대하여 MRI 이용해 무릎 골관절염 진단에 도움을 받고자 했다. 연골상태(Cartilage lesion), 골극(osteophyte), 골 부종(bone marrow lesion), 삼출물(effusion)을 0~3단계로 구분하였고, 반월상연골판(meniscus)은 손상의 유무로 구분하여 평가하였다. 최종적으로 골관절염을 판단하기 위하여 5개 항목에서 평가된 값을 합산하여 다변량 분석(multivariate analysis)을 실시한 최종 모델을 개발하였다. 최종 예측 모델은 AUC(area under the ROC curve) 0.685, 민감도 65.9%, 특이도 67.0%로 골관절염을 진단하였다. Greiner M(2000)³³⁴⁾ 등의 연구에 따르면 AUC 값은 0.5 이하일 때는 진단적 가치가 없고, 1.0일 때는 가장 이상적인 진단방법으로 알려져 있는데 이 연구를 통하여 개발된 모델은 비교적 정확한 진단 방법이라고 할 수 있다.

MRI를 통한 골관절염의 진단을 위해 많은 연구들이 진행되고 있지만, 현재까지는 MRI를 통해 골관절염을 진단하기 위한 공인된 기준은 없는 실정이다. 하지만 무릎골관절염 진단을 위해서 X-ray 영상에서 확인하기 어려운 형태학적 특징들을 MRI 검사를 통하여 확인할 수 있다는 점에서 보조적 평가 도구로 이용하기에는 충분한 가치가 있다.

무릎골관절염은 조기에 진단하여 치료함으로써 진행 속도를 늦추거나 추가적인 손상을 막을 수 있는 질병이기 때문에 조기 진단 효과가 크다. 하지만 무릎골관절염 진단 자체의 어려움 때문에 조기 진단이 늦

333) Kim van Oudenaarde et al. Predictive value of MRI features for development of radiographic osteoarthritis in a cohort of participants with pre-radiographic knee osteoarthritis—theCHECK study, rheumatology(Oxford), 2017 Jan;56(1):113-120

334) Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. Prev Vet Med 2000;45:23-41.

어졌던 실정이다. 이러한 진단의 어려움은 컴퓨터의 발달과 영상학적 진단 방법들의 발전으로 보완되어 갈 것으로 생각되며 현재까지 진행된 연구 결과들을 임상적으로 적용할 방안들을 마련할 필요가 있겠다.





3

예방교육홍보 실적

1. 연구결과의 활용	201
논문게재 및 학술대회 발표	201
농업인 근골격계질환 예방관리 매뉴얼개발	205
농업인 근골격계 예방교육	207
방송 및 언론보도	218

1. 연구결과의 활용

논문게재 및 학술대회 발표

2013. 4. ~ 2018. 11월까지 한국연구재단 등재지에 게재된 논문 5편과 32회의 학술대회 연구발표를 하였음

게재논문

No	학회	저자	제목
1	한국운동역학회지 25권 (2015)	이철갑, 송한수 이경일, 홍완기	중량물 취급 보행 시 하지의 역학적 정렬에 따른 생체역학적 변화 분석
2	한국운동역학회지 25권 (2015)	이철갑, 이경일 홍완기, 김 민	보행 시 슬관절 퇴행성 등급에 따른 지면반력 특성 분석
3	대한인간공학학회지 제 35권 5호 (2016)	이철갑, 홍완기	Analysis on biomechanical difference depending on changes in postures during farm work
4	Journal of Physical Therapy Science J Phys Ther Sci. 2016 Mar; 28(3): 1007-1011.	이철갑, 홍완기 고대식	Effect of thigh muscle fatigue on biomechanical factors of lower limbs on walking in a squatted position
5	Journal of the Korea Entertainment Industry Association Vol.11 No.7 [2017]	이철갑, 고대식	The Changes of Health Related Muscle Strength and Quantitative Sense of Knee Osteoarthritis Patients after Theratainment Elastic Band Activity

 **학술대회 발표건수 (2013~2018)**

No	발표자	날짜	학술대회	발표내용
1	이철갑	13/11/08	2013 대한직업환경의학회 가을학술대회	농업안전보건센터 소개와 전망
2	이철갑	14/04/09	농업안전보건센터 정책공감심포지엄 (양재 AT센터)	농업인 무릎관절염 질환
3	이철갑	14/06/12	한국농촌의학/지역보건학회 2014년도 춘계학술대회	한국농업과 안전
4	김권영	14/10/24	2014 대한재활의학회 추계학술대회	Knee Deformity and Isokinetic Assesment of Unilateral Osteoarthritis of Knee in Korean Farmers
5	이철갑	14/11/16	제 4회 작업관련성 근골격계질환 한일공동 심포지엄	한국 농업인의 무릎골관절염 코호트 연구 소개
6	이철갑	14/11/07	2014 대한직업환경의학회 가을학술대회	농업안전보건센터 운영과 발전 방향
7	이철갑	14/11/07	2014 대한직업환경의학회 가을학술대회	MRI 검사에 의한 농업인 무릎 골관절염 유병률
8	김재윤	14/11/08	2014 대한직업환경의학회 가을학술대회	농업인의 근골격계증상과 EQ-5를 이용한 삶의 질 평가
9	이철갑	14/12/02	농업안전보건센터 심포지엄 (대전 농여촌공사)	농업인 무릎 관절염 코호트 구축
10	박치형	15/05/08	2015 대한슬관절학회	하지 역학적축을 측정하는데 있어서 슬부 단순 방사선 사진이 전하지 방사선 사진을 대체할 수 있는가?
11	이철갑	15/07/01	31st ICOH International Congress on Occupational Health	Center for Farmers' Safety and Health of Korea
12	홍완기	15/09/11	강원대학교 전국 농업안전보건센터 워크숍	농업인 허리 질환 예방 교육
13	이철갑	15/11/13	경상대학교 농업안전보건센터 심포지움	직업건강관리 측면에서의 농업인 건강실태

No	발표자	날짜	학술대회	발표내용
14	이철갑	15/11/06	2015 제55차 대한직업환경의학회 추계학술대회	농어업인 무릎관절염 유병 위험도
15	송한수	15/11/06	2015 제55차 대한직업환경의학회 추계학술대회	농업인에서 무릎관절염의 작업관련요인
16	이현승	15/11/19	한국농촌의학/지역보건학회 2015년도 추계학술대회	농업인의 삶의 질과 우울증상의 관련성
17	이현승	15/11/19	한국농촌의학/지역보건학회 2015년도 추계학술대회	농업인의 근골격계 질환과 우울증상의 관련성
18	홍완기	15/11/28	한국운동역학회 국제학술대회	Assessment of Muscle Activation in a Squatting Position Using Electromyography
19	김재윤	16/06/09	농업안전보건센터 심포지엄	농업인에서 무릎관절염의 예방운동 프로그램 소개
20	도상윤	16/06/09	농업안전보건센터 심포지엄	농업인에게서 무릎 퇴행성 관절염의 직업적 요인
21	이철갑	16/06/09	농업안전보건센터 심포지엄	생체역학적 분석을 통한 농작업 환경의 위험요인 분석
22	이철갑	17/01/16	고흥군 농업기술센터	농어업인 안전보건법과 농업인의 건강
23	이철갑	17/04/10	나주시 농업기술원	농작업 및 노인성질환의 예방과 관리
24	이철갑	17/07/20	전라북도 농촌진흥청	농업인 근골격계질환 증상 및 예방
25	문영훈	17/11/03	대한직업환경의학회	농업인의 하지근력과 무릎관절증상의 관련성
26	도상윤	17/11/03	대한직업환경의학회	농업인의 쪼그려 앉기 농작업 자세와 무릎내반변형과의 관련성
27	홍완기	17/11/03	대한직업환경의학회	농업인의 대퇴부 근육량과 무릎통증 정도와 관련성
28	이철갑	17/11/03	대한직업환경의학회	농업인에서 무릎통증과 MRI 영상의학적 특징

No	발표자	날짜	학술대회	발표내용
29	이철갑	18/03/06	농촌진흥청	국가가 책임지는 농업인 안전사고 예방관리의 현재와 새로운 과제
30	송한수	18/03/06	곡성군 농업인재활센터	농업인의 근골격계질환 예방 운동프로그램의 중요성
31	홍채영	18/05/11	대한직업환경의학학회	농업인의 무릎반월상연골판파열의 특성과 농작업관련 요인
32	고대식	18/07/07	한국 엔터테인먼트 산업학회 학술대회	Lifecaretainment Based Approach to Prevalence and Related Factors of Knee Osteoarthritis in Korean Agricultural and Fishery Population

농업인 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발

농업인의 무릎관절염예방을 위한 홍보자료 및 가이드, 운동프로그램 교재를 개발하였다.

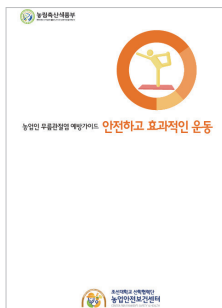
1기사업 (2014~2016년)



1

무릎관절염 예방가이드
매뉴얼

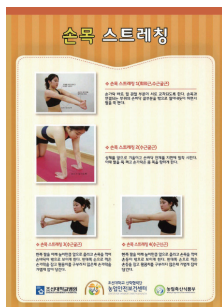
“건강한 무릎, 활기찬 농업” 무릎관절염의 증상 및
유발요인, 유발 농작업 및 예방방법 소개



2

무릎관절염 예방운동
매뉴얼

“안전하고 효과적인 운동”
무릎 관절염을 예방하는 운동을 사전 유연성 운동,
근육별 힘운동, 근육별 힘운동, 종합 힘운동, 균형
운동, 마무리 유연성 운동 으로 구분하여 그림으로
따라할 수 있도록 소개함.



3

근골격계 스트레칭
매뉴얼(6종)

손목, 어깨, 목, 허리, 하지 부위 근골격계 스트레칭
에 대해 쉽게 그림으로 설명

27사업 (2016~2018년)




<p>1</p>		<p>농업인 무릎관절염 예방가이드</p>	<p>농업인 무릎관절염 등의 근골격계질환의 예방을 위한 운동 프로그램 매뉴얼로서 자신의 몸 상태를 알아보수 있고 운동전후의 효과를 확인 할수 있는 자가평가 시스템이 수록된 가이드 (13p.)</p>
<p>2</p>		<p>농업인 자가근막이완 관리운동 가이드</p>	<p>농업인 무릎관절염 등의 근골격계질환의 예방을 위한 운동 프로그램 매뉴얼로서 과긴장된 근육과 근막들을 공을 이용해 농업인 스스로 집에서 쉽게 자가근막이완 운동을 할 수 있도록 제작 (15p.)</p>
<p>3</p>		<p>백세인생 백세관절 맨손스트레칭 운동프로그램 소책자</p>	<p>농업인에게 발생할 수 있는 근·골격계질환 예방을 위해 언제 어디서나 쉽게 따라할 수 있는 방식으로 운동의 효과와 함께 알기 쉽도록 제작, 크기는 A5 사이즈로 제작하여 휴대가 편리하고 운동에 효과를 상세하게 기록하여 농업인들에게 운동의 이해도를 높임 (31p.)</p>
<p>4</p>		<p>백세인생 백세관절 탄력밴드 운동프로그램 소책자</p>	<p>농업인에게 발생할 수 있는 근·골격계질환 예방을 위해 언제 어디서나 쉽게 따라할 수 있는 방식으로 탄력밴드를 이용하여 근력강화하는 운동프로그램 책자를 제작함(34p.)</p>
<p>5</p>		<p>농업인을 위한 무릎관절염 운동프로그램 매뉴얼</p>	<p>무릎관절염 예방을 위한 이론, 실무적인 방법을 제시하여, 농업인 대상 무릎관절염 예방운동 프로그램 강사교육의 교재로 사용할 수 있도록 제작함(135p)</p>

농업인 근골격계질환 예방 교육

예방·교육 실적(최근 5년간) (총 5034명)

구분	추진결과
2014년 (총 1143명)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요내용 : 검진자교육, 농업인교육, 무릎관절염 예방 매뉴얼제작 등 ○ 추진실적 : 무료검진 178명, 농업인교육 49회 965명, 매뉴얼 1종
2015년 (총 854명)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요내용 : 검진자교육, 농업인교육, 근골격계 스트레칭 매뉴얼제작 등 ○ 추진실적 : 무료검진 149명, 농업인교육 37회 705명, 매뉴얼 6종
2016년 (총 970명)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요내용 : 검진자교육, 농업인교육, 운동프로그램 책자 2종, 스트레칭매뉴얼 6종, 근골격 홍보 포스터 9종, 농업안전보건센터 통합 홍보집(총 18종) ○ 추진실적 : 무료검진 95명, 전문가교육 150명, 농업인교육 30회 725명
2017년 (총 1101명)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요내용 : 검진자교육, 농업인교육, 전문가교육, 책자보급 ○ 추진실적 : 무료검진 120명, 전문가교육 50명, 농업인교육 41회 931명(원격 201명 포함), 농업인 근골격계 관련질환 예방 운동 매뉴얼 2종, 농업인 교육용 포스터 6종, 농업인건강달력 1종, 홍보 브로셔 1종(총 10종)
2018년 (총 1036명)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요내용 : 검진자교육, 농업인교육, 전문가교육(곡성군), 책자보급 ○ 추진실적 : 무료검진 100명, 전문가교육 13회 398명, 농업인교육 19회 538명 농업인 근골격계 운동프로그램 매뉴얼제작

 2013~2018까지 무료건강검진 실시 현황

시도	실시 횟수(건)	진행내용(검진내용)	실시장소
강진군	2	물리치료사가 출장, 방문하여 농업인의 자세개선, 상담 운동프로그램 교육을 진행하고 한 마을당 1~2회 담당의사, 간호사가 함께 방문하여 혈압, 당뇨, 신체계측, 체성분검사, 진료상담 등을 진행함.	성전면 신시마을
고흥군	10		동강면 죽산마을, 금산면 흥연마을
곡성군	34		금산리 내금마을, 대평1구마을, 대평2구마을, 마평마을회관
광주광역시	24		광산구 도덕동, 남구 화장동 시산마을
구례군	24		오미리 내죽마을
나주시	1		봉황면 황용리 신황마을
담양군	1		양각리
순천시	23		상사면 마륜마을, 마산마을회관
완도군	10		청산면 행복모음센터, 도락리 복지회관, 경로당, 청산초등학교 강당, 상서리 마을회관
장성군	1		북일면 문암마을
함평군	30		함평읍 노송마을, 대동면 판교마을, 나산복지회관, 금성마을
화순군	27		도곡면 신성리마을, 주도리 마을회관, 광대월마을회관



2014년 총49회 965명

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
2014년			
1	6/19	고흥군 (참여형 개선활동)	26
2	7/11	구례군 (참여형 개선활동)	24
3	8/6	광산구 도덕동	15
4	8/8	순천시 (참여형 개선활동)	36
5	8/8	광산구 도덕동	16
6	8/11	광산구 도덕동	13
7	8/13	광산구 도덕동	17
8	8/15	광산구 도덕동	15
9	8/18	광산구 도덕동	16
10	8/20	광산구 도덕동	15
11	8/20	함평군 (참여형 개선활동)	21
12	8/21	강진군 (참여형 개선활동)	20
13	8/22	광산구 도덕동	14
14	8/25	광산구 도덕동	13
15	8/27	광산구 도덕동	18
16	8/29	광산구 도덕동	16
17	9/1	광산구 도덕동	17
18	9/5	광산구 도덕동	19
19	9/12	광산구 도덕동	20
20	9/15	광산구 도덕동	17
21	9/17	광산구 도덕동	15
22	9/19	광산구 도덕동	15
23	9/22	광산구 도덕동	18
24	9/24	광산구 도덕동	17
25	9/26	광산구 도덕동	16
26	9/29	광산구 도덕동	15
27	10/1	광산구 도덕동	15
28	10/3	광산구 도덕동	12
29	10/21	순천시 상사면 마륜마을	25
30	10/23	순천시 상사면 마륜마을	22

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
31	10/28	순천시 상사면 마륵마을	18
32	10/30	순천시 상사면 마륵마을	18
33	11/4	순천시 상사면 마륵마을	17
34	11/6	순천시 상사면 마륵마을	18
35	11/11	순천시 상사면 마륵마을	16
36	11/13	순천시 상사면 마륵마을	18
37	11/18	순천시 상사면 마륵마을	18
38	11/20	순천시 상사면 마륵마을	18
39	10/21	구례군 오미리 내죽마을	26
40	10/23	구례군 오미리 내죽마을	24
41	10/28	구례군 오미리 내죽마을	28
42	10/30	구례군 오미리 내죽마을	26
43	11/4	구례군 오미리 내죽마을	25
44	11/6	구례군 오미리 내죽마을	24
45	11/11	구례군 오미리 내죽마을	26
46	11/13	구례군 오미리 내죽마을	28
47	11/18	구례군 오미리 내죽마을	28
48	11/20	구례군 오미리 내죽마을	25
49	11/25	구례군 오미리 내죽마을	26


2015년 총37회 705명

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
2015년			
1	7/3	고흥군 동강면 죽산마을 (간이건강검진)	22
2	9/1	함평군 함평읍 노송마을 (참여형개선활동)	21
3	9/3	강진군 성전면 신시마을 (참여형개선활동)	26
4	9/7	함평군 함평읍 노송마을	11
5	9/8	고흥군 동강면 죽산마을 (참여형개선활동)	22
6	9/15	고흥군 동강면 죽산마을	19
7	9/16	함평군 함평읍 노송마을	11
8	10/15	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	18
9	10/20	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	19
10	10/22	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	21
11	10/27	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	21
12	10/29	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	20
13	11/03	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	20
14	11/05	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	20
15	11/10	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	20
16	11/12	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	21
17	11/13	구례군 토지면 내죽마을 (운동프로그램)	22
18	10/22	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	16
19	10/27	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	17
20	10/29	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	18
21	11/03	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	18
22	11/05	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	19
23	11/10	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	20
24	11/12	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	20
25	11/17	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	17
26	11/19	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	17
27	11/20	함평군 함평읍 노송마을 (운동프로그램)	16
28	11/04	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	20
29	11/11	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	24
30	11/13	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	22

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
31	11/16	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	23
32	11/18	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	22
33	11/20	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	19
34	11/23	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	20
35	11/25	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	21
36	11/27	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	22
37	11/30	화순군 도곡면 신성리마을 (운동프로그램)	24


2016년 총 30회 725명

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
2016년			총 725명
1	5/18	화순군 도곡면 신성리 신성리마을	25
2	5/25	구례군 토지면 오미리 내죽마을	19
3	6/01	순천시 상사면 마륵리 마륵마을	18
4	6/08	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	18
5	6/15	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	18
6	6/22	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	17
7	6/29	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	10
8	7/05	담양군 담양읍 양각리 죽녹원작목반	18
9	7/06	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	13
10	7/07	나주시 봉황면 황용리 신황마을	32
11	7/13	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	12
12	7/20	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	9
13	7/28	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	19
14	8/17	함평군 대동면 학동로 판교마을	30
15	8/18	장성군 북일면 성덕리 문암마을	25
16	8/19	곡성군 입면 금산리 내금마을	30
17	9/07	광주 남구 화장동 시산마을	24
18	9/08	구례군 토지면 오미리 내죽마을	30
19	9/21	순천시 상사면 마륵리 마륵마을	30
20	10/12	순천시 주암면 복다리 월평마을	30
21	10/14	순천시 상사면 마륵리 마륵마을	30
22	10/18	순천시 상사면 마륵리 마륵마을	30
23	10/19	순천시 주암면 복다리 월평마을	30
24	10/25	순천시 상사면 마륵리 마륵마을	30
25	10/26	순천시 주암면 복다리 월평마을	30
26	11/16	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	30
27	11/23	함평군 함평읍 자풍리 노송마을	30
28	11/25	화순군 춘양면 화림리 광대월마을	30
29	12/07	순천시 해룡면 대안리 마산마을	30
30	12/14	고흥군 금산면 신평리 흥연마을	28

 2017년 총45회 1232명

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
2017년			총 1232명
1	03/22	전라남도 고흥군 신흥마을 1차	24
2	03/22	전라남도 고흥군 흥연마을 1차	32
3	03/23	전라남도 순천시 마산마을 1차	22
4	03/29	전라남도 고흥군 신흥마을 2차	30
5	03/29	전라남도 고흥군 흥연마을 2차	30
6	04/05	전라남도 고흥군 흥연마을 3차	30
7	04/20	전라남도 순천시 마산마을 2차	24
8	06/21	전라남도 곡성군 대평 2길 1차	38
9	07/04	전라남도 곡성군 대평 3구 1차	30
10	07/28	전라남도 함평군 나산면 나산복지회관 1차	41
11	07/31	전라남도 함평군 노송마을 경로회관 1차	21
12	08/03	전라남도 순천시 마륜마을 복지회관 1차	41
13	08/07	전라남도 곡성군 대평 1길 마을회관 1차	25
14	09/13	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 1차	13
15	09/20	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 2차	14
16	09/27	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 3차	15
17	10/11	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 4차	20
18	10/18	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 5차	20
19	10/25	전라남도 화순군 주도리3구 마을회관 6차	20
20	10/26	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 2차	20
21	10/30	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 3차	20
22	11/01	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 4차	20
23	11/06	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 5차	20
24	11/08	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 6차	20
25	11/13	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 7차	20
26	11/13	전라남도 곡성군 대평2구 마평마을회관 2차	20
27	11/15	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 8차	20
28	11/20	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 9차	20
29	11/22	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 10차	20
30	11/27	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 11차	20
31	11/29	전라남도 곡성군 대평3구 마평마을회관 12차	20

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
농업인 직업성 질환 예방교육			
1	03/09	조선대학교병원 농업안전보건센터 교육실	120명
2	01/16	전라남도 고흥군 농업기술센터 교육실	78명
3	04/11	전라남도 나주 농업기술원 교육실	87명
4	07/20	전라북도 농촌진흥청 교육실	16명
근골격계 질환 재활운동지도			
1	05/19	완도군 청산면 행복모음센터 1차	20
2	06/09	완도군 청산면 청산초등학교 1차	40
3	08/01	완도군 청산면 도청리 2구 경로당 및 행복모음센터 1차	20
4	08/02	완도군 청산면 도락리 복지회관 및 행복모음센터 1차	25
5	10/27	완도군 청산면 행복모음센터 2차	16
6	10/30	완도군 청산면 상서리 마을회관 1차	16
7	11/09	완도군 청산면 행복모음센터 2차	16
8	11/10	완도군 청산면 행복모음센터 3차	16
9	11/16	완도군 청산면 상서리 마을회관 2차	16
10	11/24	완도군 청산면 행복모음센터 4차	16

 2018년 총33회 1036명

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
		2018년	총 1036명
1	01/31	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
2	02/07	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
3	02/14	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
4	02/21	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
5	02/28	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
6	03/06	농진청 농촌생활안전사업 담당자교육	168
7	03/06	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
8	03/07	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
9	03/08	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
10	03/13	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
11	03/14	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
12	03/15	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
13	03/20	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
14	03/21	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
15	03/22	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
16	03/27	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
17	03/28	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
18	03/29	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
19	04/03	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
20	04/04	전라남도 함평군 대동면 금성마을	30
21	04/05	전라남도 곡성군 건강지도자 교육	30
22	04/17	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
23	04/24	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
24	05/01	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
25	05/03	전라남도 함평군 대동면 금성마을	20
26	05/08	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
27	05/15	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
28	05/29	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
29	06/05	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20
30	06/12	전라남도 곡성군 농업인재활센터	20

회차	교육일	교육대상 (지역)	대상자
31	09/10	전라남도 곡성군 백곡마을	24
32	09/17	전라남도 곡성군 백곡마을	24
33	11/01	전라남도 함평군 토마토 작목반	40

방송 및 언론보도

지상파 방송 · 중앙지 언론보도 내용

	방송사	일시	내용
1	중앙일보	15/09/25	전국농업안전보건센터 기획기사(1) - 농어민 46% 근골격계 질환 시달리고 있다
2	중앙일보	15/10/05	전국농업안전보건센터 기획기사(2) 농부병의 주요 유병률

지역 및 지방방송 중앙전문지

	방송사	일시	내용
1	MBC (광주방송)	13/06/03	호남권 이브닝뉴스, 영농철 골병드는 농민들.. “농부병” 조심하세요 정부 농업인들의 질환과 농작업의 연관성 규명한뒤 연구결과 토대로 농촌의료서비스방향 설정할 계획
2	KBS (광주방송)	15/11/2	뉴스9, 농업인의 건강을 연구하는 전국 농업안전보건센터 축소될 위기에 있다
3	한국 농어업 재해보험협회 협회지	2015년도 가을호	무류 골관절염에 대하여
4	한국농업기계신문	382호 (11/30)	여성친화형 농기계 개발의 방향에 대해

기타 언론매체

	언론매체	일시	내용
1	광주일보, 호남투데이, 농업인신문, 청년의사 등	2013.04.03	농식품부, '농부증(症)' 조사 본격 착수 전국 5개 농업안전보건센터 지정
2	농민신문	2014.03.31	[전문이에게 듣는다] 무릎 관절염 예방 및 치료 방법
3	농민신문	2014.03.31	[기획] 농업안전보건센터를 통해 본 농업인 건강실태와 대책(2) 무릎 관절염
4	농업인신문	2014.04.11.	'농부증 해방' 지원군 생겼다
5	이뉴스투데이	2014.10.08.	강진군, 여성농업인 대상 "농부병" 예방 교육
6	농민신문	2014.12.01.	[기획] '농업안전보건센터'의 농업인 질병예방사업(상) 현황과 역할
7	농민신문	2014.12.15	상지 근골격계질환·무릎질환 예방사업 사례
8	대한직업환경의학회지	2014년도	학회지 지면 광고
9	대한직업환경의학회지	2015년도	학회지 지면 광고
10	news1	2016.04.14.	전남농기원, 농작업 안전관리 시범사업 워크숍
11	남도일보	2016.04.14	전남농기원, 농작업 환경개선 워크숍
12	프라임경제	2016.04.22	방석의자 '또그리' 이용하면 무릎관절염 예방
13	news1	2016.05.19.	[기고] 원격의료 시범사업 농촌복지 서비스 확대
14	농업인신문	2016.06.27	농작업안전보건 국제심포지움
15	화순자치뉴스	2016.07.27	농작업 안전건강관리교육 호응
16	농촌여성신문	2016.08.12	아이고 무릎 허리야, 농부증도 직업병
17	아시아경제	2016.08.19	백세인생 백세무릎 운동프로그램 호응
18	농민신문	2016.10.05	농업인 무료건강검진 프로그램
19	문화일보	2017.02.07.	"폐교를 숙박시설·캠핑장 활용"... '사계절 슬로시티'로
20	뉴스웨이	2017.04.09.	곡성군 농업인재활센터와의 업무협약
21	Solution Partner GUKJNEWS	2017.04.09.	곡성군-조선대학교병원, 업무협약 체결
22	이뉴스투데이	2017.04.09.	곡성군 농업인재활센터-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약
23	아시아경제	2017.04.09.	곡성군 농업인재활센터와 조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결

	언론매체	일시	내용
24	미디어24	2017.04.09.	곡성군 농업인재활센터-조선대학교병원, 농업안전보건센터 업무협약 체결
25	프레시안	2017.04.10.	곡성군, 농업인재활센터와 조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
26	뉴스메이커	2017.04.10.	곡성군 농업인재활센터, 조선대병원 농업안전보건센터와 업무협약
27	곡성투데이	2017.04.10.	곡성군 농업인재활센터-조선대학교병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
28	농촌여성신문	2017.04.26.	여성농업인 무릎관절염, 나이보다 '직업' 탓
29	시민일보	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 큰 호응
30	NPS통신	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
31	로컬투데이	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
32	여성종합뉴스	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
33	뉴스웨이	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
34	아시아경제	2017.07.31.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
35	전남인터넷신문	2017.09.07.	함평군, '백세인생 백세무릎 운동' 호응
36	화순자치뉴스	2017.09.07.	농작업 체조교육 열기 '후끈'
37	화순일보	2017.09.07.	화순군, 농작업 체조교육 열기 '후끈'
38	매일신문	2017.09.08.	화순군, 농작업 체조교육 열기 '호응'
39	화순군소식	2017.09.08.	화순군, 농작업 체조교육 열기 '후끈'
40	프라임경제	2018.03.07.	곡성 건강지도자, 어르신 건강지킴이 역할 '톡톡'
41	브릿지경제	2018.03.07.	곡성 건강지도자, 어르신 건강지킴이 역할 '톡톡'
42	위키트리	2018.03.07.	곡성 건강지도자, 어르신 건강지킴이 역할 '톡톡'
43	곡성군민신문	2018.03.07.	곡성 건강지도자, 어르신 건강지킴이 역할 '톡톡'
44	일간전북	2018.03.07.	농업인 근골격계 질환 예방운동 배워요
45	피디언	2018.03.07.	농업인 근골격계 질환 예방운동 배워요
46	광주일등뉴스	2018.03.07.	"농업인 근골격계 질환 예방운동 배워요"
47	광주매일신문	2018.03.08.	곡성 건강지도자 역량강화 교육
48	담양곡성타임스	2018.03.08.	곡성 건강지도자, 어르신 건강지킴이 역할 '톡톡'
49	여성종합뉴스	2018.03.08.	곡성 건강지킴이, 어르신 건강도우미 역할 '톡톡'
50	위키트리	2018.04.30.	함평군 보건소, 조선대학교 농업안전보건센터 업무협약체결

	언론매체	일시	내용
51	KNS뉴스	2018.04.30.	함평보건소-조선대병원 농업안전보건센터, MOU체결
52	신아일보	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약
53	광남일보	2018.04.30.	함평군-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약
54	아시아경제	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 업무협약'체결'
55	데일리저널	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약
56	피니언	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
57	프레시안	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
58	광주일등뉴스	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
59	인터넷핫뉴스	2018.04.30.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결
60	HY인산인터넷뉴스	2018.05.01.	함평군보건소-조선대병원 농업안전보건센터 업무협약 체결

**2013-2018
전남농업안전보건센터
연구성과 백서**

발행일
2019.11.

저자
송한수, 이철갑, 류소연, 김동휘, 김권영
김석원, 조용수, 이경일, 홍완기, 도상윤
문영훈, 양영준, 홍채영, 김재윤, 심소희

발행인
송한수

발행처
조선대학교병원 농업안전보건센터

주소
광주광역시 동구 필문대로 365
조선대학교병원 의성관 1층 1118호

전화번호
T. 062-714-3971

홈페이지
www.koreanfarmer.org

발간등록번호
00000-0000-000

ISBN
979-11-968406-4-8

디자인·인쇄
미래디자인기획
T. 041-573-0175