

교대근무와 골밀도의 관련성: 제4기 국민건강영양조사(2008-2009)

경희대학교병원 직업환경의학과, 이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실¹⁾

왕종호 · 이고은 · 송준택 · 권종호 · 최현림 · 정최경희¹⁾ · 임신예

— Abstract —

The Association between Shift Work and Bone Mineral Density : analysis of 2008-2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey

Jong Ho Wang, Goeun Lee, Jun-Taek Song, Jongho Kwon, Hyunrim Choi,
Kyunghee Jung-Choi¹⁾, Sinye Lim

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Kyung Hee University Hospital
Department of Preventive Medicine, Ewha Womans University School of Medicine¹⁾*

Objectives: The objectives of this study were to explore the association between shift work and the bone mineral density in a representative sample of Korean workers.

Methods: he data from the Fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2008-2009) was used. The participants were Korean workers aged 16 to 60 years. Logistic regression analysis was applied to determine the association between shift work and the bone mineral density after controlling for covariates using the SAS version 9.3 package program.

Results: The blood vitamin D level in shift workers was significantly lower than that of day workers in both males and females. In male shift workers, shift work was significantly associated with a decreased bone mineral density in the femoral neck (odds ratio(OR) 1.42, 95% confidence interval(CI)=1.05~1.92) and lumbar spine (OR 1.53, 95% CI=1.09~2.15) compared to day workers. After controlling for covariates, this association was still significant. In the case of female shift workers, shift work was significantly related to a decreased bone mineral density in the total femur (OR 2.84, 95% CI=1.69~4.79) and lumbar spine (OR 1.58, 95% CI=1.12~2.24). After controlling for covariates, this risk was not statistically significant.

Conclusions: The blood vitamin D level of shift workers was significantly lower than that of day workers. In male shift workers, shift work can decrease the bone mineral density in the femoral neck and lumbar spine. Prospective studies with information on the shift work intensity and duration and exposedata to explain mechanisms will be needed.

Key words: Shift work, Work schedule tolerance, Bone density, Vitamin D

서 론

최근 우리 사회에 야간 근무를 포함한 교대근무 및 장시간 근로에 대한 관심이 높다. 산업 현장에서도 이들의

대안을 마련하기 위한 논의가 진행되고 있는 실정이다. 교대근무는 사업장에서 생산성을 높이기 위하여 도입되었으며 사회가 복잡해짐에 따라 근무시간뿐 아니라 근무형태도 다양해지고 있다. 2010년에 유럽 34개 국가에서 조

〈접수일: 2012년 7월 20일, 1차수정일: 2012년 9월 12일, 2차수정일: 2012년 9월 21일, 3차수정일: 2012년 9월 24일, 채택일: 2012년 9월 24일〉
교신저자: 임 신 예 (Tel: 02-958-9439, 010-3723-7499) E-mail: drforest@hamail.net

사되어 발표된 “제5차 유럽 노동환경조사” 보고서에서는 그 이유를 서비스 산업 분야 종사자의 증가, 상점들의 영업시간 연장, 시장의 경쟁 및 세계화, 여성들의 노동 시장 참여 증가 등으로 설명하고 있다¹⁾. 이 보고서에 따르면 유럽 근로자들 중 약 17%가 교대근무를 수행하고 있으며, 야간 근무는 유럽 연합(European Union, EU) 27개 국가에서는 19% 근로자들이 수행하고 있는 것으로 나타났다. 우리 나라의 경우 2010년 조사된 “취업자 근로환경조사” 결과에 따르면 임금근로자들에서의 교대근무율은 10.9%이었으며, 이 중 장치, 기계조작 및 조립종사자들(24.3%)과 서비스 종사자(13.6%)들에서 높은 것으로 나타났다. 이들을 교대근무형태별로 분류하면, 규칙적 2교대(38.6%), 규칙적 3교대(23.9%), 24시간 격일 근무(14.0%), 불규칙 2교대(5.7%), 고정근무(5.5%), 평일 분할교대(3.6%), 불규칙 3교대(2.9%), 기타(5.8%) 순이었다²⁾.

직업의학의 아버지로 불리우는 Bernardino Ramazzini (1633 ~ 1714)가 “근로자들의 질병(De Morbis Artificum Diatriba)”이라는 책에서 일반 사람들이 잠자는 밤 시간에 일하는 제빵공예 대해 언급하면서 교대근무 특히 야간 근무의 문제점을 지적하였다. 그 이후 여러 역학연구들 및 실험연구들을 통해 교대근무로 인한 많은 건강영향이 밝혀지고 있다³⁾. 현재까지 제시된 주요 건강영향들로는 수면 장애^{4,5)}, 사고 및 손상^{6,7)}, 위장관증상 및 위염, 소화성 궤양 등의 위장관질환^{8,9)}, 뇌경색과 허혈성 심장질환 등 뇌심혈관질환^{10,11)}, 유방암^{12,13)}, 전립선암¹⁴⁾, 대장암¹⁵⁾ 등의 암, 자연유산, 조산 등의 생식보건^{16,17)} 및 우울한 기분 등의 정신 건강^{18,19)} 등이 있다. 비교적 최근에 제시되고 있는 건강영향들로는 사망률 증가²⁰⁾, 교대근무자 자녀에서의 행동장애문제²¹⁾ 및 골밀도 저하²²⁻²⁴⁾ 등이 있다.

골다공증은 골량의 감소와 미세 구조의 이상으로 결국 뼈가 약해져서 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환으로 인구의 노령화와 함께 유병률이 꾸준히 증가하고 있다²⁵⁾. 골다공증으로 인해 활동적인 삶이 제약되며, 골질의 위험이 증가하고, 골절 후 사망의 위험이 증가한다. 또한, 질병 치료비 및 생산성 손실 등으로 인한 사회경제적 손실이 증가하고 있다. 골다공증의 중요한 요인은 청장년기에 형성되는 최대골량의 부족과 노화 및 폐경으로 인한 골소실의 빠른 진행이다. 골다공증의 위험인자로는 유전적 요인과 환경적 요인이 있으며, 유전적 성향이 약 46~80%로 강한 편이다²⁵⁾. 이밖에도 흡연, 과도한 알코올 섭취, 신체활동 부족, 저체중, 여러 종류의 질병들과 약제 복용 등이 원인이다. 갱년기 여성들을 대상으로 한 연구결과에 따르면 체중, 폐경 여부, 연령, 악력(grip strength), 음주 등으로 구성된 모형으로는 척추 골밀도의 18.7%

정도를 설명해주며, 대퇴골 경부 골밀도는 이 모형에 신체활동 부족 변수를 포함한 모형으로 골밀도의 25.4%를 설명하고 있다²⁶⁾. 이밖에도 불산 취급자²⁷⁾, 해녀들²⁸⁾, 농업인²⁹⁾ 등의 직업군을 대상으로 한 연구들에서 직업적 노출도 골밀도와 관련될 수 있음이 제시되었다.

교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 밝힌 연구로는 직물공장 여성근로자들을 대상으로 하여 교대근무가 난소의 기능 장애를 초래하여 배란이 지연되고 후기 난포기에 골 흡수가 유의하게 증가함을 제시한 경우가 있었다²²⁾. 미국 간호사 코호트 연구에서는 한달에 3회 이상, 20년 이상 밤근무군에서 대조군에 비해 손목 및 고관절 골절 위험이 유의하게 높아졌다²³⁾. 또한, 10년간 교대근무를 수행한 칠레 간호사 연구에서는 대조군에 비해 교대근무군의 골밀도가 유의하게 감소하였다²⁴⁾. 그러나, 이들 연구들에서는 골형성에 중요한 역할을 하는 비타민 D에 대한 분석을 시행하지 않았고 연구대상자 수가 적었으며 특정한 직업군에 국한하여 조사한 결과들로 교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 밝히기에는 제한적이다. 따라서, 교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 밝히기 위해 대표성 있는 대상자들에서 골밀도와 관련된 자료 및 골밀도 측정 자료를 이용한 추가 연구가 필요하다. 본 연구에서는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 교대근무에 따른 혈중 비타민 D 수준 및 골밀도 결과를 분석하여 교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 파악하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

국민건강영양조사 제4기(2007-2009년) 조사는 「2005년 인구주택총조사」를 표본추출틀로 하여 매년 200조사구 4,000가구를 대상으로 하여 표본을 설계하였다. 제4기에는 표본추출을 순환표본조사(rolling survey sampling) 방법을 도입하여 각 연도의 순환표본이 전국을 대표하는 확률표본이 되도록 하였으며 3단계 층화집락표본추출방법을 사용하여 1차 추출단위는 동읍면, 2차 추출단위는 조사구, 3차 추출단위는 가구로 추출하였다. 제4기 2차년도(2008)와 3차년도(2009)에는 전국에서 151개 동과 49개 읍면에서 조사가 이루어졌다. 국민건강영양조사는 크게 건강설문조사, 영양조사, 검진조사의 세 부분으로 이루어져 있으며 이를 통해 600여종의 건강행태, 질병유병, 영양 상태 지표가 생산되고 있다. 건강설문조사와 검진조사는 이동검진센터에서 실시되며 영양조사는 대상 가구를 직접 방문하여 실시된다. 조사 참여율은 2008년에는 12,528명 중 77.8%, 2009년에는 12,722명 중 82.8%가 참여하였다^{30,31)}.

본 연구는 교대근무 및 골밀도에 대해 조사가 이루어진 제4기 2차년도(2008년)와 3차년도(2009년) 조사 참여자를 대상으로 하였다. 연구 대상자를 선정하기 위한 첫 번째 제외기준은 비임금근로자, 교대근무에 대한 정보가 없는 경우, 골밀도 검사를 시행하지 않은 경우였다. 두 번째 제외 기준은 남자와 여자 모두에서 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 갑상선 장애를 현재 앓고 있다고 응답한 경우였다. 또한, 여자의 경우는 폐경된 경우(자연 폐경 및 자궁절제술을 한 경우, 월경 여부에 폐경이라고 응답한 경우, 폐경연령에 연령을 답한 경우)와 호르몬을 복용 중인 경우를 추가하였다. 여성에서 이를 적용한 결과 16~60세가 분석에 포함되었다. 따라서, 남자 대상자도 16~60세로 제한하였으며 최종적으로 분석에 포함된 연구대상자는 2,819명이었다(Fig. 1).

2. 연구 방법

국민건강영양조사에서 조사된 자료 중 본 연구에서 분석에 사용하기 위하여 변수들을 다음과 같이 새롭게 분류하였다.

“교대근무 여부”에 대한 질문에 주로 주간에 일하는 군을 “주간근무(day work)군”으로 분류하여 대조군으로 정하였으며 다른 시간대에도 일하는 군을 “교대근무

(shift work)군”으로 분류하였다. 교대근무 형태를 “교대근무 시간”에 따라 저녁근무, 밤근무, 주야간 교대근무, 24시간 교대근무, 분할근무, 불규칙 교대근무 및 기타로 분류하였다. 저녁근무는 오후 2시부터 밤 12시까지 근무한 형태이며, 밤근무는 밤 9시부터 다음날 아침 8시까지 근무한 형태이고, 분할근무는 하루 근무시간대가 2개 이상인 형태이다.

흡연 상태는 현재 흡연군과 평생 비흡연군 및 과거 흡연군을 묶어 현재 비흡연군으로 분류하였다. 음주 상태는 일주일에 2회 이상 마시면서 평균적으로 한 번에 마시는 양이 7잔 이상(여자의 경우는 5잔 이상)인 경우를 고위험음주군으로 정의하였다. 신체활동 여부는 격렬한 신체활동, 중등도 신체활동 및 걷기 중 어느 하나라도 실천하는 경우를 운동군으로 분류하였다. 교육수준은 초졸이하와 중졸을 묶어 중졸 이하로 분류하였으며 고졸, 대졸이상으로 구분하였다. 개인소득수준은 조사대상자가 속한 성별, 연령대별로 월가구균등화소득(=월가구소득/√가구원수) 분포 사분위수를 산출하여 ‘하’, ‘중하’, ‘중상’, ‘상’으로 구분하였다. 직업분류는 관리자, 전문가 및 관련 종사자, 사무종사자, 서비스 및 판매 종사자, 농림어업 숙련 종사자, 기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자, 단순노무종사자로 분류하였다. 또한, 관리자, 전문가 및 관련 종사자와 사무종사자를 묶어 비육체 노동자군으로, 그 외 직

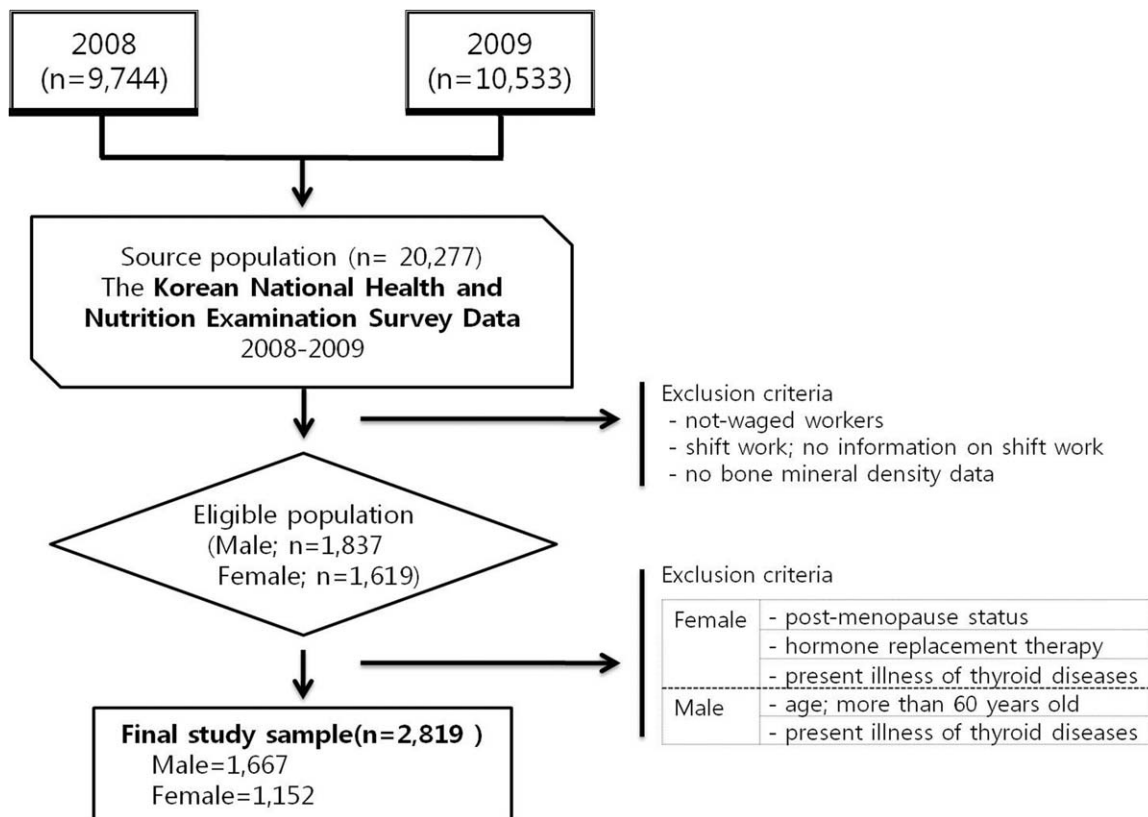


Fig. 1. Flow diagram of study population.

업 종사자들을 묶어 육체 노동자군으로 분류하였다. 커피는 하루 3회 마시는 군과 그 이하로 마시는 군으로 분류하였다.

국민건강영양조사에서는 골밀도 검사를 요추와 좌측 대퇴골에서 측정하였다. 골밀도 검사의 제외 기준은 검사를 거부하는 경우, 임신이나 임신 가능성이 있는 경우, 허리가 굽거나 거동이 불편하여 검사 테이블에 누울 수 없는 경우, 체중이 159 kg을 넘는 경우, 최근 1주일 안에 조영제 검사나 3일 안에 핵의학 검사를 받은 경우였다³²⁾. 골밀도 검사 방법은 이중에너지 X-선 흡수방법(dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)이었다. 골다공증 정도를 확인하기 위한 T-score 산출 시 최대골밀도의 국내 기준치가 정립되지 않아 아시아(일본)의 최대골밀도를 기준으로 산출하였다³⁰⁾. WHO에서는 DXA로 측정된 골밀도검사 상 T-score \geq -1인 경우 정상, -2.5<T-score<-1.0 경우 골감소증, T-score \leq -2.5인 경우를 골다공증으로 구분하였다.

혈중 비타민 D(ng/mL) 수치를 최근 미국 의학연구소(Institute of Medicine, IOM)에서 제시한 비타민 D 결핍증(deficiency, <12 ng/mL)과 비타민 D 부족증(inadequacy, 12~20 ng/mL) 기준을 적용하여 구분하였다³³⁾.

3. 통계분석

본 연구는 모집단의 건강수준 및 행태를 추정하기 보다는 임금근로자에서 교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 조사하기 위한 목적이므로 가중치를 적용하지 않고 조사된 자료만으로 분석하였다. 조사지역, 연령, 직업, 교대근무 여부, 개인소득수준 등 기본적인 특성에 따른 차이를 확인하기 위해 카이제곱 검정 및 t 검정을 실시하였다. 남녀로 층화한 후 골밀도 검사 결과 및 각 부위별 T-score를 제시하고 교대근무 여부별 차이를 조사하기 위해 t 검정을 실시하였다. 남녀로 층화한 후 교대근무 여부에 따라 골밀도에 영향을 주는 요인들의 차이를 분석하기 위해 카이제곱 검정과 t 검정을 실시하였다. 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 증금속인 납과 카드뮴은 정규분포를 하지 않아 자연로그로 변환하여 분석에 이용하였으며 대표값으로 기하평균값을 제시하였다.

교대근무가 골밀도에 미치는 영향을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 이용하였다. 남녀로 층화한 후 대퇴골 전체, 대퇴골 경부 및 요추 부위의 T-score를 이용하여 정상군과 골밀도 저하군(골감소증과 골다공증)으로 구분하였다. 각 부위별로 단계별 모형을 구축하였다. 기본 모형은 교대근무 여부 인자만을 포함하고 분석하였고, 그 다음으로 작업 내용 요인(육체 노동, 중량물 취급, 근무

시간) 변수들을 추가하여 분석하였으며, 최종적으로 선행 연구에서 골밀도와 관계된 것으로 밝혀진 요인들, 즉 사회경제적 요인(교육수준, 소득수준, 직업), 개인적인 특성(운동, 골다공증 가족력, 커피 음용, 수면 시간) 및 유해요인(납, 카드뮴) 변수들을 모두 포함한 모형에서 비차비(odds ratio, OR)를 구하였다. 통계분석은 SAS 9.3(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다. 통계적으로 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

연구 대상자는 남자 1,667명(59.1%), 여자 1,152명(40.9%)이었으며 평균 연령은 남자는 39세이었고, 여자는 35세로 여자 대상자들의 연령이 유의하게 적었다($p<0.0001$). 남, 녀 모두 30대가 분석에 가장 많이 포함되었으며 조사시기 별로는 2008년도는 760명(27.0%), 2009년도는 2,059명(73.0%)이 포함되었다. 직업은 남자에서는 “기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자”가 가장 많이 포함되었으나 여자에서는 “관리자, 전문가 및 관련 종사자”와 “서비스 및 판매 종사자”가 비슷한 정도로 많이 포함되었다.

연구 대상자 중 교대근무군은 386명(13.7%)이었으며 주간근무군은 2,433명(86.3%)이었다. 교대근무형태별로 보면 저녁근무가 32.1%, 주야간 교대근무 29.5%, 밤근무 16.1%, 불규칙 교대근무 11.9%, 24시간 교대근무 4.7%, 분할근무 3.9%, 기타 1.8% 순으로 나타났다. 남자에서 교대근무군은 13.1%이었으며, 주야간 교대근무, 저녁근무, 밤근무 순으로 많았다. 여자에서는 교대근무군이 14.6%이었으며, 저녁근무, 주야간 교대근무, 밤근무 순으로 많았다. 교육수준은 남자에서는 대학 졸업 이상이 가장 많았으며 여자에서는 고등학교 졸업이 가장 많았다(Table 1).

2. 골밀도와 관련된 특성

남녀로 층화한 후 교대근무 여부에 따른 특성을 비교하였다. 남자에서는 교대근무군에서 평균 연령이 유의하게 적었고 육체노동자가 유의하게 많았으며 고등학교 졸업자들이 유의하게 많았다. 여자에서는 교대근무군에서 평균 연령이 유의하게 적었고 육체노동자가 유의하게 많았다(Table 2). 남자에서는 현재 흡연율, 고위험음주율, 체중, 운동 실천, 비타민/미네랄 복용, 체중감량 시도, 결혼 상태, 수면시간 및 근무시간, 혈중 납 농도와 혈중 카드뮴 농도 등의 특성들은 교대근무 여부에 따라 차이가

Table 1. General characteristics of study population

		Total	Male	Female	p value
		N(%*)	N(%*)	N(%*)	
Total		2,819(100.0)	1,667(59.1)	1,152(40.9)	
Year	2008	760(27.0)	452(27.1)	308(26.7)	0.8238
	2009	2,059(73.0)	1,215(72.9)	844(73.3)	
Area	Urban	2,380(84.4)	1,393(83.6)	987(85.7)	0.1281
	Rural	439(15.6)	274(16.4)	165(14.3)	
Age	Mean ± SD [†]	37.7 ± 9.9	39.4 ± 10.2	35.3 ± 8.9	<0.0001
	~19	51(1.8)	25(1.5)	26(2.3)	
	20~29	613(21.7)	284(17.0)	329(28.6)	
	30~39	949(33.7)	565(33.9)	384(33.3)	
	40~49	832(29.5)	473(28.4)	359(31.2)	
	50~60	374(13.3)	320(19.2)	54(4.7)	
Job [‡]	Managers, professionals and related workers	712(25.5)	388(23.6)	324(28.2)	<0.0001
	Clerks	669(23.9)	383(23.3)	286(24.9)	
	Service and sales workers	530(19.0)	209(12.7)	321(27.9)	
	Skilled agricultural, forestry and fishery workers	5(0.2)	5(0.3)	-	
	Crafts and equipment, machine operating and assembling workers	530(19.0)	470(28.6)	60(5.2)	
	Elementary workers	346(12.4)	187(11.4)	159(13.8)	
Shift work	No	2,433(86.3)	1,449(86.9)	984(85.4)	0.2529
	Yes	386(13.7)	218(13.1)	168(14.6)	
	Evening shift [§]	124(32.1)	48(22.0)	76(45.2)	<0.0001
	Night shift	62(16.1)	36(16.5)	26(15.5)	
	Rotating shift	114(29.5)	76(34.9)	38(22.6)	
	24 hour rotating shift	18(4.7)	17(7.8)	1(0.6)	
	Split shift [¶]	15(3.9)	12(5.5)	3(1.8)	
	Irregular shift	46(11.9)	25(11.5)	21(12.5)	
Others	7(1.8)	4(1.8)	3(1.8)		
Education	Less than high school	354(12.6)	217(13.0)	137(11.9)	0.0027
	High school	1,198(42.5)	664(39.9)	534(46.3)	
	More than college	1,266(44.9)	785(47.1)	481(41.8)	
Income	Low	614(22.0)	342(20.8)	272(23.8)	0.1938
	Middle low	694(24.9)	411(25.0)	283(24.7)	
	Middle high	728(26.1)	448(27.2)	280(24.5)	
	High	753(27.0)	444(27.0)	309(27.0)	

*column percentage, [†]standard deviation, [‡]by Korean Standard Classification of Occupations, 6th version.

[§]pm14:00~24:00, ^{||}pm21:00~next day am8:00, [¶]work for two and more segments per work day.

없었다. 작업환경 중 “무거운 중량물 취급업무”가 주간근무군에서 유의하게 더 많았다(p=0.0296). 여자에서는 교대근무군에서 현재 흡연율이 13.1%, 고위험음주율이 11.5%로 주간근무군에서의 현재 흡연율 7.5%, 고위험음주율 6.8%에 비해 유의하게 높았다. 체중, 운동 실천, 비타민/미네랄 복용, 체중감량 시도, 수면시간 및 근무시간, 혈중 납 농도 및 카드뮴 농도 등은 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 결혼 상태는 교대근무군에서 “별거 및 이혼군”이 유의하게 많았다(p=0.0002). 또한, 교대근무군이 중량물 취급업무를 유의하게 더 많이 수행하였다(p=0.0006).

3. 골밀도 및 골밀도와 관련 지표 결과

남자 교대근무군에서 하루 칼슘 섭취량은 580.5 mg이며, 단백질 섭취량은 86.0g으로 주간근무군에 비해 적었지만 통계적으로 유의하지 않았다. 하루 중 커피를 3잔 마시는 군은 주간근무군에서 유의하게 더 많았다. 혈중 비타민 D 농도는 교대근무군에서 17.7(기하평균 16.7) ng/mL로 주간근무군의 20.4(기하평균 19.3) ng/mL에 비해 유의하게 낮았다(p<0.0001). 비타민 D 결핍증(<12 ng/mL)은 교대근무군 18.8%, 주간근무군 10.6%로 교

Table 2. Results of other related characteristics with bone mineral density in both male and female workers by shift work

	Male			Female		
	Day work (n=1,449)	Shift work (n=218)	p value	Day work (n=984)	Shift work (n=168)	p value
	N(%)	N(%)		N(%)	N(%)	
Age(mean±SD*)	39.8±9.9	36.9±11.7	0.0007	35.6±8.8	33.5±9.8	0.0054
Occupation(% of manual workers)	705(49.5)	166(76.5)	<0.0001	442(44.9)	98(59.0)	0.0007
Education	191(13.2)	26(11.9)	<0.0001	110(11.2)	27(16.1)	0.1842
	539(37.2)	125(57.3)		458(46.5)	76(45.2)	
	718(49.6)	67(30.7)		416(42.3)	65(38.7)	
Smoking	722(49.8)	109(50.0)	0.9621	910(92.5)	146(86.9)	0.0157
	727(50.2)	109(50.0)		74(7.5)	22(13.1)	
Alcohol consumption	1,033(74.1)	157(74.1)	0.9984	845(93.2)	139(88.5)	0.0423
	362(25.9)	55(25.9)		62(6.8)	18(11.5)	
Weight(kg, mean±SD)	71.1±10.5	71.3±11.3	0.7893	56.7±8.6	56.6±8.8	0.8346
Exercise(yes)†	840(58.2)	132(62.0)	0.2982	564(57.5)	101(62.7)	0.2114
Vitamin/mineral intake(yes)	191(17.7)	23(13.0)	0.1215	202(23.6)	24(16.8)	0.0726
Trial of weight reduction in previous year(yes)	544(37.6)	83(38.1)	0.9784	492(50.1)	89(53.0)	0.4272
Marriage status(yes and living together)	1,112(96.2)	131(92.9)	0.2344	598(89.1)	70(75.3)	0.0002
History of pregnancy(yes)	.	.	.	599(68.9)	83(56.5)	0.0031
Oral contraceptives medication(yes)	.	.	.	128(14.7)	22(15.0)	0.9362
Handling of heavy materials(yes)	364(25.1)	40(18.4)	0.0296	170(17.3)	48(28.6)	0.0006
Average work hours(mean±SD)	48.0±13.1	47.2±18.9	0.5347	41.2±14.5	40.5±17.7	0.6669
Average sleep hours(mean±SD)	6.9±3.6	7.0±1.3	0.3441	6.9±1.1	6.9±1.5	0.8459
Blood lead(µg/dL, GM‡±GSD)	2.7±1.4	2.5±1.4	0.0887	1.8±1.5	1.7±1.6	0.2022
Blood cadmium(µg/L, GM±GSD)	0.8±1.8	0.8±1.9	0.3785	0.8±2.0	0.8±2.0	0.4866

* standard deviation.

†heavy drinker; drink more than one time per week and six glasses per time in male(more than four glasses in female).

‡active physical activity(yes) or mild physical activity(yes) or walking exercise(yes).

§geometric mean.

||geometric standard deviation.

Table 3. Results of bone mineral density and related laboratory data in both male and female workers by shift work

	Male		Female		p value
	Day work (n=1,449)	Shift work (n=218)	Day work (n=984)	Shift work (n=168)	
	mean ± SD*	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Calcium intake(mg/day)	590.7 ± 316.8	580.5 ± 17.9	450.1 ± 255.2	468.7 ± 324.6	0.5100
Protein intake(g/day)	89.7 ± 44.5	86.0 ± 41.4	61.4 ± 27.8	60.4 ± 35.2	0.7351
Vitamin D concentration(ng/mL)	20.4 ± 6.7	17.7 ± 6.0	16.2 ± 5.4	15.1 ± 5.4	0.0187
Coffee consumption(3times/day, n(%))	324(29.9)	43(24.3)	124(14.2)	20(13.8)	0.1738
Bone mineral density(g/cm ³)					
Total femur	1.01 ± 0.12	0.99 ± 0.12	0.91 ± 0.11	0.89 ± 0.11	0.0579
Trochanter	0.70 ± 0.10	0.69 ± 0.09	0.66 ± 0.08	0.64 ± 0.08	0.0652
Intertrochanter	1.21 ± 0.15	1.19 ± 0.15	1.09 ± 0.13	1.07 ± 0.14	0.0360
Femoral neck	0.85 ± 0.13	0.84 ± 0.13	0.77 ± 0.10	0.76 ± 0.10	0.1864
Ward's triangle	0.67 ± 0.16	0.67 ± 0.15	0.67 ± 0.12	0.67 ± 0.13	0.6333
Lumbar spine(L1-L4)	0.99 ± 0.13	0.96 ± 0.12	0.99 ± 0.12	0.97 ± 0.12	0.2150
Whole body, total	1.20 ± 0.11	1.19 ± 0.11	1.14 ± 0.10	1.14 ± 0.11	0.9167
Whole body, excluding head	1.05 ± 0.10	1.04 ± 0.10	0.92 ± 0.07	0.92 ± 0.08	0.2594
Bone mineral density(T-score)					
Total femur	0.47 ± 0.91	0.32 ± 0.89	0.50 ± 0.94	0.34 ± 0.98	0.0398
Osteoporosis(T-score ≤ -2.5, n(%))	13(0.9)	6(2.8)	9(0.9)	8(4.8)	<0.0001
Osteopenia(-2.5 < T-score < -1.0, n(%))	73(5.0)	14(6.4)	43(4.4)	15(8.9)	
Femoral neck	0.05 ± 1.06	-0.08 ± 0.98	-0.33 ± 0.94	-0.46 ± 0.95	0.1045
Osteoporosis(T-score ≤ -2.5, n(%))	23(1.6)	12(5.5)	24(2.4)	12(7.1)	0.0012
Osteopenia(-2.5 < T-score < -1.0, n(%))	223(15.4)	40(18.4)	227(23.1)	47(28.0)	
Lumbar spine(L1-L4)	-0.29 ± 1.08	-0.51 ± 1.05	-0.18 ± 1.01	-0.28 ± 1.06	0.2515
Osteoporosis(T-score ≤ -2.5, n(%))	47(3.2)	11(5.1)	15(1.5)	10(6.0)	0.0010
Osteopenia(-2.5 < T-score < -1.0, n(%))	338(23.3)	63(28.9)	199(20.2)	37(22.0)	
Family history of osteoporosis(yes)	204(14.1)	26(11.9)	152(15.5)	29(17.3)	0.5686
Present history of osteoporosis(yes)	3(0.2)	.	2(0.2)	2(1.2)	0.0444

*standard deviation.

대근무군에서 통계적으로 유의하게 결핍증율이 높았으며 (p=0.0005) 비타민 D 부족증(12-20 ng/mL)은 교대근무군 63.8%, 주간근무군 48.8%로 교대근무군에서 유의하게 부족증율이 높았다(p=0.0002, 표에 제시하지 않음). 남자에서 직업별로 혈중 비타민 D 수준을 비교해 보면 농림어업 숙련 종사자가 29.6 ng/mL로 가장 높았고 서비스 및 판매 종사자가 18.1 ng/mL로 가장 낮았으며 직업별로 유의한 차이를 보였다(p<0.0001, 표에 제시하지 않음).

여자에서는 교대근무군에서 하루 칼슘 섭취량은 468.7 mg으로 주간근무군에 비해 더 많았으며 단백질 섭취량은 60.4 g으로 더 적었지만 통계적으로 유의하지 않았다. 혈중 비타민 D 농도는 교대근무군에서 15.1(기하평균 14.2) ng/mL로 주간근무군의 16.2(기하평균 15.3) ng/mL에 비해 유의하게 낮았다(p=0.0187). 비타민 D 결핍증(<12 ng/mL)은 교대근무군 32.7%, 주간근무군 25.7%로 교대근무군에서 결핍증율이 더 높았으며 (p=0.0572) 비타민 D 부족증(12-20 ng/mL)은 교대근무군 75.2%, 주간근무군 71.6%로 교대근무군에서 부족증율이 더 높게 나타났다(p=0.4179, 표에 제시하지 않음). 여자에서 직업별로 혈중 비타민 D 수준을 비교해 보면 농림어업 숙련 종사자는 대상자가 없어 비교할 수 없었으며 단순노무종사자가 17.1 ng/mL로 가장 높았고 사무종사자가 15.1 ng/mL로 가장 낮아 직업별로 유의한 차이가 관찰되었다(p=0.0050, 표에 제시하지 않음).

남자 대상자들의 골밀도는 대퇴골 전체, 대퇴골 전자부, 대퇴골 전자간부, 대퇴골 경부, 요추(1~4번)에서 교대근무군에서 주간근무군에 비해 더 낮게 나타났다. 전신 총 골밀도 및 머리를 제외한 총골밀도도 교대근무군에서 더 낮았다. 요추 중에서는 1번, 2번, 4번에서 통계적으로 유의하게 교대근무군에서의 골밀도가 주간근무군과 비교하여 더 낮았다. 골밀도를 T-score로 분석한 결과 대퇴골 전체와 요추(1~4번)에서 교대근무군에서의 T-score가 주간근무군에 비해 유의하게 낮았다. 골감소증군과 골다공증군으로 구분하여 분석하여 보면 대퇴골 전체와 대퇴골 경부에서 교대근무군에서 골감소증군과 골다공증군이 유의하게 많은 것으로 나타났다(Table 3).

여자 대상자들의 골밀도는 대퇴골 전체, 대퇴골 전자부, 대퇴골 경부, 요추(1~4번)에서 교대근무군에서 주간근무군에 비해 더 낮은 것으로 나타났으며, 대퇴골 전자간부에서 통계적으로 유의하게 교대근무군에서의 골밀도가 주간근무군에 비해 낮았다. 골밀도를 T-score로 분석한 결과 대퇴골 전체에서 교대근무군에서의 T-score가 주간근무군에 비해 유의하게 낮았으며 대퇴골 경부 및 요추(1~4번)에서는 낮은 경향이 관찰되었으나 유의하지 않았다. 골감소증군과 골다공증군으로 분류하여 보면 대퇴

Table 4. Odds ratios(OR) for decreased bone mineral density by T-score in shift workers by sex

	Male			Female		
	Crude model* (n=1,662)	Model 1† (n=1,642)	Model 2‡ (n=449)	Crude model* (n=1,152)	Model 1† (n=1,150)	Model 2‡ (n=263)
Total femur	OR [§] (95% CI) 1.60(0.96-2.66)	1.51(0.89-2.55)	1.34(0.36-5.00)	2.84(1.69-4.79)	2.92(1.72-4.95)	1.34(0.27-6.61)
Femur neck	OR(95% CI) 1.42(1.05-1.92)	1.32(0.96-1.80)	2.06(1.13-3.77)	1.40(0.97-2.02)	1.41(0.97-2.05)	1.66(0.69-4.01)
Lumbar spine	OR(95% CI) 1.53(1.09-2.15)	1.39(0.98-1.97)	2.81(1.30-6.08)	1.58(1.12-2.24)	1.47(1.03-2.09)	1.12(0.46-2.75)

* Crude model; day work versus shift work.

†Model 1; adjusted with work related variables, such as, job(manual vs non-manual), heavy material handling(yes or no), working time(hours).

‡Model 2; adjusted with individual factors(weight, smoking, alcohol consumption, exercise, family history of osteoporosis, coffee consumption, sleep hours), socioeconomic status factors(education, income), and hazardous material exposure factors(lead, cadmium).

§odds ratio.

|| confidence interval.

골 전체, 대퇴골 경부 및 요추(1~4번)에서 교대근무군에서 골감소증군과 골다공증군이 유의하게 많은 것으로 나타났다(Table 3).

4. 골밀도와와의 관련성

교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 확인하기 위하여 모형을 세 단계로 구성하였다. 일단계 기본 모형으로 교대근무 변수만을 포함하여 분석하였다. 두 번째 단계로 육체 노동자, 중량물 취급 여부 및 작업 시간 등의 직업관련변수들을 추가로 포함하였으며, 세 번째 단계로 개인적 요인들 변수(흡연, 음주, 운동, 골다공증 가족력 등), 사회경제적 상태 변수들(교육, 수입) 그리고 유해요인(납, 카드뮴) 농도 변수를 추가하여 분석하였다(Table 4).

회귀분석결과 남자에서 교대근무의 대퇴골 경부의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.42(95% 신뢰구간 1.05~1.92)이었으며, 요추의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.53(95% 신뢰구간 1.09~2.15)이었다. 골밀도와 관련된 요인들을 모두 포함하여 분석한 결과 교대근무의 골밀도 감소 위험의 비차비는 대퇴골 경부에서는 2.06(95% 신뢰구간=1.13~3.77)이었으며, 요추에서는 2.81(95% 신뢰구간=1.30~6.08)이었다. 여자에서는 교대근무의 전체 대퇴골의 골밀도 감소 위험의 비차비는 2.84(95% 신뢰구간 1.69~4.79)이었으며, 요추의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.58(95% 신뢰구간 1.12~2.24)이었다. 골밀도와 관련된 다른 요인들을 모두 보정한 후 전체 대퇴골의 골밀도가 감소 위험의 비차비는 1.34(95% 신뢰구간=0.27~6.61)이었으며, 요추에서는 1.12(95% 신뢰구간 0.46~2.75)로 비차비가 감소하였으며, 통계적으로 유의하지 않았다.

고 찰

본 연구는 국민건강영양조사 자료를 기반으로 교대근무와 골밀도간의 관련성을 분석한 결과 남자 근로자들의 경우 교대근무군이 주간근무군에 비해 유의하게 혈중 비타민 D 수준이 낮고 직업관련 요인들 및 골밀도 감소와 관련된 다른 요인들을 보정한 후에도 대퇴골 경부 및 요추에서 골밀도 감소 위험이 높아짐을 보여주었다.

교대근무와 골건강에 대한 영향을 처음으로 제시한 연구는 뼈에 통증, 가골절(pseudofracture) 및 보행불능 증상을 호소한 야간근무를 한 41세 간호사에서 혈중 25-하이드록시비타민 D가 감소되어 있으며, 골조직검사 상 골연화증(osteomalacia)이 발생한 사례보고이다³⁴⁾. 이 환자는 햇빛 노출 부족, 영양소 섭취 부족, 습관적인 약물복용(barbiturate) 등이 원인이었으며, 비타민 D와

칼슘 투여로 증상이 호전되었다. 이후 미국 간호사를 대상으로 한 전향적 코호트 연구결과에 따르면 1976년부터 30~55세의 간호사들을 12년간 추적조사한 결과 한달에 최소 3회 이상 밤근무를 20년 이상 근무한 군에서 밤근무를 전혀 하지 않은 대조군에 비해 손목과 고관절의 골절 위험이 유의하게 높아졌다(상대위험비 1.37, 95% 신뢰구간 1.04~1.80). 더욱이, 이들 중 체질량지수가 24 kg/m²미만이고 여성호르몬대체요법치료를 받지 않은 여성에서 그 위험이 더욱 커졌다(상대위험비 2.36, 95% 신뢰구간 1.33~4.20)²⁹⁾. 이 연구에서는 이러한 영향이 건강이 더 좋지 않으며 골절 위험도 더 높은 “낮은 사회경제적 상태”에 속한 근로자들이 교대근무에 더 많이 종사함으로 인해 연구결과를 과대평가(overestimation)하게 되는 “불건강 교대근로자 효과(unhealthy shift worker effect)”로 인한 효과일 수 있음을 지적하였다. 본 연구에서도 교대근무군의 연령이 더 적었고 육체노동 종사자가 더 많았고 교육수준도 더 낮아, 비록 최종 모형에서 사회경제적 상태 및 직업 등을 함께 포함하여 보정하였지만, 이러한 편견(bias)이 존재할 가능성을 배제할 수는 없다. 또한, 본 연구는 단면연구로 현재 교대근무 여부에 따라 골밀도 측정 자료를 비교한 조사이므로 향후 교대근무 근로자들을 장기 추적조사하여 이들에게서 골밀도 및 골절위험 증가를 확인할 연구가 필요하다.

교대근무와 골밀도의 관련성을 밝히기 위해 골밀도를 직접 측정한 연구로는 폐경기 간호사들에서 요추와 좌·우측 대퇴골 경부의 골밀도를 측정하는 연구가 있다²⁴⁾. 이 연구에서는 지난 10년간 교대근무에 종사한 군과 대조군인 주간근무군에서의 골밀도를 비교한 결과 교대근무군에서 대조군에 비해 요추와 대퇴골 경부의 골밀도가 유의하게 낮았다. 저자들은 이러한 결과를 교대근무군에서 햇빛 노출 부족, 더 높은 흡연율과 카페인 섭취 증가, 수면 장애로 인한 인터루킨(Interlukin-6, IL-6) 증가 등의 기전으로 설명하였다. IL-6는 특히 폐경후 첫 10년 동안의 대퇴골 손실의 가장 중요한 유발인자로 작용하는데, 다른 연구에서도 야간근무군에서 주간근무군에 비해 IL-6가 유의하게 증가함이 밝혀졌다³⁵⁾. 한편, 본 연구에서는 남자와 폐경전 여자들에서 교대근무군에서 골밀도가 감소하였으며, 교대근무의 강도 및 기간에 대한 자료가 없어 이들에게서 교대근무가 골밀도를 감소시키는 기전이 폐경후 여성들에서와 같은 방식으로 작동하는지는 알 수 없으며 이에 대해서는 추후 연구가 필요하다.

교대근무로 인해 건강영향이 발생할 수 있는 중요한 기전은 정상적인 생체리듬의 파괴와 멜라토닌 분비 감소이다^{11,15)}. 교대근무군이 밤에 작업한 경우와 대조군이 밤에 수면한 경우 소변 멜라토닌을 분석하여 비교하면 교대근무군에서 68.6%가 감소됨이 확인되었다³⁶⁾. 멜라토닌은

송과선(pineal gland)에서 생성되어 분비되며 이러한 조절은 외부 환경의 빛에 의해 억제되고, 반대로 환경이 어두워지면 자극된다³⁷⁾. 망막에 분포한 신경세포들이 빛에 의해 자극되면 신호가 시상하부(hypothalamus)의 시신경교차상핵(suprachiasmatic nucleus) 등으로 구성된 전달체계를 통해 송과선으로 전달된다. 선행 연구들을 통해 밝혀진 멜라토닌 기능은 수면, 생체리듬 조절, 기분 장애 및 암 생성 억제 기능 등이다. 이러한 기능 이외에도 멜라토닌이 연령이 증가하면서 분비가 감소하여 폐경 후 골다공증 발생에 역할을 할 가능성이 제기되었다³⁸⁾.

멜라토닌이 골건강(bone health)에 미치는 영향을 밝히기 위한 실험결과에 따르면 쥐에서 난소를 제거한 후 멜라토닌 수치와 골흡수지표를 추적조사한 결과 이들이 유의하게 음의 상관관계를 보였다³⁹⁾. 쥐 세포실험에서는 멜라토닌 투여군에서 골아세포(osteoblast) 분화 및 골기질(matrix)의 무기질화(mineralization)가 촉진되어 골성장 조절에 있어 멜라토닌의 필수적인 역할을 확인하였다⁴⁰⁾. 이러한 연구결과들을 기반으로 하여 멜라토닌을 이용한 무작위, 이중맹검, 위약대조군 연구(randomized, double-blind, placebo-controlled study)가 수행되었다⁴¹⁾. 비록 현재 6개월간의 초기 분석 결과 멜라토닌 3 mg을 취침 시 투여군에서 투여전과 비교하여 골밀도가 유의하게 증가하지는 않았지만, 투여 기간이 경과함에 따라 골파괴지표와 골형성지표 비가 감소하였다. 향후 2년간 추적조사 결과가 발표될 예정이다.

교대근무와 골밀도 감소와 관련성을 뒷받침해 주는 또 다른 기전으로 교대근무로 인해 증가된 여포자극호르몬(Follicle-stimulating hormone, FSH)의 역할이 제기되고 있다. 교대근무를 하게 되면 멜라토닌은 감소하며 성선자극호르몬(gonadotropin: FSH, Luteinizing hormone(LH))은 증가하게 된다³⁶⁾. 밤근무 근로자들이 낮에 수면 시와 주간근무자들이 밤 수면 시 혈중 FSH 수치를 비교한 결과 밤근무군에서 61.6%까지 증가하였다. 이렇게 FSH가 증가하게 되며 이로 인해 대퇴골 경부의 골 흡수가 증가되며⁴²⁾ 또 다른 실험에서는 FSH가 에스트로겐과는 독립적으로 골량을 감소시킴이 확인되었다⁴³⁾.

교대근무가 골밀도를 감소시키는 기전을 정리해 보면 햇빛 노출 부족으로 인한 비타민 D 감소, 칼슘 등 영양소 섭취 부족, 수면 장애를 해소하기 위한 음주 및 약물복용, 멜라토닌 분비 감소, 난포자극호르몬 증가 등이다.

교대근무 이외에도 선행 연구를 통해 밝혀진 골밀도에 영향을 미치는 다른 인자들은 사회경제적 상태, 흡연, 음주, 납과 카드뮴 등 유해물질 노출, 골다공증의 가족력 등이다. 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에 따르면 남자와 폐경 여성에서 사회경제적 상태가 낮은 군에서 골밀

도가 낮았으며 골다공증의 위험도 유의하게 높았다⁴⁴⁾. 흡연은 일찍 폐경을 초래하며, 체중을 감소시키고, 에스트로겐 분해를 촉진함으로써 골밀도를 감소시킨다. 또한, 흡연과 골소실간의 관련성을 메타분석한 결과 흡연한 여성들은 나이가 10살 증가할 때마다 골밀도가 2% 감소하며 고관절 골절 위험도 유의하게 높이는 것으로 나타났다⁴⁵⁾. 고위험층에서는 단백질, 칼슘 대사에 좋지 않은 영향, 난소기능감소, 조골세포(osteoblast)에 직접적으로 작용하여 골밀도를 떨어뜨린다. 그러나, 적당량의 음주는 골절의 위험 혹은 골밀도 감소와 관련이 없는 것으로 나타났다⁴⁵⁾. 혈중 납과 골밀도간의 관련성을 분석한 연구에서는 40세 이상 여성들에서 골밀도 및 폐경이 혈중 납 농도의 유의한 예측인자로 나타났다⁴⁶⁾. 국민건강영양조사(2007-2009) 자료를 분석하여 혈중 카드뮴 농도와 골다공증간의 연관성을 조사한 연구에서는 성인 남자에서 혈중 카드뮴의 농도가 증가할수록 골밀도가 감소되었고 골다공증의 위험이 증가되는 경향이 관찰되었다⁴⁷⁾.

골 형성에 중요한 작용을 하는 호르몬 중 하나인 비타민 D는 90%가 270~300 nm의 자외선(ultraviolet B)에 노출된 피부에서 비타민 D3(콜레칼시페롤)로 합성되어 흡수되며, 나머지 10%는 식이섭취로 흡수된다⁴⁸⁾. 비타민 D 부족은 세계적으로도 문제가 되고 있으며, 우리나라는 심각한 나라 중의 하나이다²⁵⁾. 국민건강영양조사(2008) 자료를 분석한 연구에 따르면 혈중 비타민 D 농도가 직업에 따라 유의한 차이를 보였으며, 농림어업 숙련 종사자를 기준으로 할 때 남자에서는 “학생”군에서 여자에서는 “기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자”군에서 비타민 D 부족 위험이 유의하게 높게 나타났다⁴⁹⁾. 또한, 연령별로도 차이가 있어 남녀 모두에서 20대 연령구간에서 부족 위험이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과를 설명하는 기전으로 실내 생활 등으로 인해 햇빛 노출 부족을 제시하였다. 그러나, 국민건강영양조사에서는 야외 활동 등 햇빛 노출에 대한 자료가 조사되지 않았고, 비타민 D 일일섭취량에 대한 분석 자료를 제공하지 않고 있어 원인을 규명하기 위한 후속 연구가 필요하다.

본 연구에서 여자 근로자들에서 교대근무와 골밀도와의 관련성이 유의하게 나타나지 않은 이유로는 교대근무군의 연령이 유의하게 젊고, 남자에서와는 달리 두 군간의 사회경제적 상태가 차이가 없으며, 대조군에서 유배우자 상태가 더 많고, 임신력이 유의하게 더 많은 점이 관련될 수 있다. 또한, 분석 과정에서 골밀도에 관련된 여러 변수들을 포함한 최종 모형을 만들면서 자료가 없는 대상자들이 많이 제외되어 최종 분석대상자 수가 줄어들면서 그 효과가 희석되었을 가능성이 있다. 골밀도 감소 및 골다공증은 폐경 전 여성 보다는 폐경 후 여성에서 더욱 중요한 문제이며 외국에서 수행된 교대근무와 골밀도 조사 연

구들도 폐경 후 여성들을 대상으로 한 연구이므로, 추후 국내에서도 교대근무자들을 장기간 추적하여 조사한 연구가 수행되어야 한다.

본 연구는 다음과 같은 여러 제한점을 생각해 볼 수 있다. 첫째, 본 연구는 비록 대표성 높은 국민건강영양조사 자료를 분석하여 결과를 도출하였지만, 이 조사가 기본적으로 단면연구이기 때문에 교대근무가 골밀도를 감소시켰다는 인과성을 확인할 수는 없다. 따라서, 추후 교대근무로 인한 건강영향을 밝히기 위한 전향적 코호트 연구 등의 도입이 필요하다. 둘째, 국민건강영양조사에서 교대근무 여부 및 형태에 대한 조사가 이루어졌지만, 중요한 노출기간에 대한 정보가 조사되어 있지 않아 용량반응관계를 확인할 수 없었다. 추후 조사에서는 이들에 대한 자료가 조사되어 교대근무로 인한 건강영향을 밝힐 수 있게 되기를 기대한다. 셋째, 이 연구에서는 교대근무군에서 골밀도 감소와의 관련성을 설명하는 근거의 하나로 혈중 비타민 D 감소를 제시하였으나, 교대근무군에서 혈중 비타민 D가 감소되는 중요한 원인인 햇빛 노출 시간 자료를 포함하지 않았다. 넷째, 교대근무군과 대조군에서의 골밀도 검사의 검사 제외율 또는 검사 참여율이 두 군간에 차이가 없어야 한다. 그러나, 공개된 국민건강영양조사 자료에서는 조사 대상자들의 특성에 따른 각각의 조사 참여율 및 제외율에 대한 자세한 정보가 포함되지 않아 이를 확인하지 못하였다. 다섯째, 본 연구는 가중치를 적용하지 않고 분석하였으므로 본 연구 결과를 우리나라 전체 모집단에 적용할 수 없다는 점이다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 교대근무군에서 혈중 비타민 D 농도 감소 및 교대근무에 따른 골밀도 감소와의 관련성을 제시한 점에 의의가 있다고 할 수 있다. 향후 원인적 관련성을 확인하기 위해 교대근무의 강도와 기간에 대한 자료 및 기전을 설명할 수 있는 노출자료가 포함된 장기간 추적조사 연구가 수행될 필요가 있다.

요 약

목적: 대표성 있는 자료를 기반으로 하여 교대근무 근로자들에서의 혈중 비타민 D 수준을 조사하고 교대근무와 골밀도간의 관련성을 파악하고자 하였다.

방법: 제4기 국민건강영양조사(2008-2009) 자료를 이용하여 16~60세 임금근로자 2,819명을 대상으로 일반적인 특성, 골밀도 수준, 골밀도와 관련된 특성 등을 카이제곱 검정 및 t 검정으로 분석하였다. 회귀분석을 이용하여 선행 연구를 통해 밝혀진 골밀도와 관련된 인자들을 보정한 후 교대근무와 골밀도 감소와의 관련성을 조사하였다. 통계 프로그램은 SAS 9.3을 이용하였다.

결과: 남녀 교대근무군에서 주간근무군에 비해 혈중 비타민 D 수준이 유의하게 낮았다. 회귀분석결과 남자에서 교대근무의 대퇴골 경부의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.42(95% 신뢰구간 1.05~1.92)이었으며, 요추의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.53(95% 신뢰구간 1.09~2.15)이었다. 골밀도와 관련된 다른 요인들을 함께 보정한 후에도 남자에서 교대근무는 대퇴골 경부 및 요추의 골밀도 감소 위험을 유의하게 높였다. 여자에서 교대근무의 전체 대퇴골의 골밀도 감소 위험의 비차비는 2.84(9% 신뢰구간 1.69~4.79)이었으며, 요추의 골밀도 감소 위험의 비차비는 1.58(95% 신뢰구간 1.12~2.24)이었다. 골밀도와 관련된 다른 요인들을 함께 보정한 후 비차비는 감소하였으며, 통계적으로 유의하지 않았다.

결론: 남녀 교대근무군에서 혈중 비타민 D 농도는 주간근무군에 비해 유의하게 낮았으며, 남자 교대근무군에서 대퇴골 경부 및 요추의 골밀도 감소 위험이 유의하게 높았다.

참 고 문 헌

- 1) European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Fifth European working conditions survey. Overview report. Publications office of the European union. Luxembourg. 2012. pp 32.
- 2) Korean Statistical Information Service. Second Korean Working Conditions Survey(2010). Available: http://kosis.kr/abroad/abroad_01List.jsp?parentId=D [cited 15 July 2012].
- 3) Costa G. The impact of shift and night work on health. *Appl Ergon* 1996;27(1):9-16.
- 4) Åkerstedt T, Kecklund G, Selén J. Early morning work-prevalence and relation to sleep/wake problems: a national representative survey. *Chronobiol Int* 2010; 27(5):975-86.
- 5) Åkerstedt T, Nordin M, Alfredsson L, Westerholm P, Kecklund G. Sleep and sleepiness: impact of entering or leaving shiftwork-a prospective study. *Chronobiol Int* 2010;27(5):987-96.
- 6) Lombardi DA, Folkard S, Willetts JL, Smith GS. Daily sleep, weekly working hours, and risk of work-related injury: US National Health Interview Survey (2004-2008). *Chronobiol Int* 2010;27(5):1013-30.
- 7) Wagstaff AS, Sigstad Lie JA. Shift and night work and long working hours-a systematic review of safety implications. *Scand J Work Environ Health* 2011; 37(3):173-85.
- 8) Caruso CC, Lusk SL, Gillespie BW. Relationship of work schedules to gastrointestinal diagnoses, symptoms, and medication use in auto factory workers. *Am J Ind Med* 2004;46(6):586-98.
- 9) Pietroiusti A, Forlini A, Magrini A, Galante A, Coppeta L, Gemma G, Romeo E, Bergamaschi A. Shift

- work increases the frequency of duodenal ulcer in *H pylori* infected workers. *Occup Environ Med* 2006;63(11):773-5.
- 10) Kawachi I, Colditz GA, Stamfer MJ, Willett WC, Manson JE, Speizer FE, Hennekens CH. Prospective study of shift work and risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 1996;92(11):3178-182.
 - 11) Brown DL, Feskanich D, Sanchez BN, Rexrode KM, Schernhammer ES, Lisabeth LD. Rotating night shift work and the risk of ischemic stroke. *Am J Epidemiol* 2009;169(11):1370-7.
 - 12) Lie JA, Kjuus H, Zienolddiny S, Haugen A, Stevens RG, Kjaerheim K. Night work and breast cancer risk among Norwegian nurses: assessment by different exposure metrics. *Am J Epidemiol* 2011;173(11):1272-9.
 - 13) Hansen J, Stevens RG. Case-control study of shift-work and breast cancer risk in Danish nurses: impact of shift systems. *Eur J Cancer* 2012;48(11):1722-9.
 - 14) Conlon M, Lightfoot N, Kreiger N. Rotating shift work and risk of prostate cancer. *Epidemiology* 2007;18(1):182-3.
 - 15) Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE, Willett WC, Hunter DJ, Kawachi I, Fuchs CS, Colditz GA. Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst* 2003;95(11):825-8.
 - 16) Saurel-Cubizolles MJ, Zeitlin J, Lelong N, Papiernik E, Di Renzo GC, Bréart G; Europop Group. Employment, working conditions, and preterm birth: results from the Europop case-control survey. *J Epidemiol Community Health* 2004;58(5):395-401.
 - 17) Bonzini M, Palmer KT, Coggon D, Carugno M, Cromi A, Ferrario MM. Shift work and pregnancy outcomes: a systematic review with meta-analysis of currently available epidemiological studies. *BJOG* 2011;118(12):1429-37.
 - 18) Sanderson K, Andrews G. Common mental disorders in the workforce: recent findings from descriptive and social epidemiology. *Can J Psychiatry* 2006;51(2):63-75.
 - 19) Driesen K, Jansen NW, Kant I, Mohren DC, van Amelsvoort LG. Depressed mood in the working population: associations with work schedules and working hours. *Chronobiol Int* 2010;27(5):1062-79.
 - 20) Nätti J, Anttila T, Oinas T, Mustosmäki A. Night work and mortality: prospective study among Finnish employees over the time span 1984 to 2008. *Chronobiol Int* 2012;29(5):601-9.
 - 21) Han WJ. Shift work and child behavioral outcomes. *Work Employ Soc* 2008;22(1):67-87.
 - 22) Lohstroh PN, Chen J, Ba J, Ryan LM, Xu X, Overstreet JW, Lasley BL. Bone resorption is affected by follicular phase length in female rotating shift workers. *Environ Health Perspect* 2003;111(4):618-22.
 - 23) Feskanich D, Hankinson SE, Schernhammer ES. Nightshift work and fracture risk: the Nurses' Health Study. *Osteoporos Int* 2009;20(4):537-42.
 - 24) Quevedo I, Zuniga AM. Low bone mineral density in rotating-shift workers. *J Clin Densitom* 2010;13(4):467-9.
 - 25) Chung HY. Osteoporosis diagnosis and treatment 2007. *Endocrinol Metab* 2008;23(2):76-108. (Korean)
 - 26) Kroger H, Tuppurainen M, Honkanen R, Alhava E, Saarikoski S. Bone mineral density and risk factors for osteoporosis-a population-based study of 1600 perimenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1994;55(1):1-7.
 - 27) Kim JY, Lim HS, Cheong HK, Lee HK, Kang HS. A study on the change of the bone density among workers exposed to hydrofluoric acid. *Korean J Occup Environ Med* 1995;7(1):120-7. (Korean)
 - 28) Hwang HS, Choi HR. The effect of breath hold diving on bone mineral density of women fishery diver. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15(4):411-21. (Korean)
 - 29) Yoon JH, Koh SB, Oh SS, Park JH, Cha KT, Chang SJ, Lee KH, Cha BS. Difference of bone mineral density in between farmers and non-farmers. *Proceedings of the Korean Society of Occupational and Environmental Medicine* 2009;696. (Korean)
 - 30) Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2008. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-2). 2009. Available: <http://knhanes.cdc.go.kr/> [cited 10 July 2012]. (Korean)
 - 31) Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2009. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). 2010. Available: <http://knhanes.cdc.go.kr/> [cited 10 July 2012]. (Korean)
 - 32) Korea Centers for Disease Control and Prevention. Education and quality control of bone mineral density test in the Fourth National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). 2009. 2010. pp 47. (Korean)
 - 33) Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. The National Academies Press. Washington DC, USA. 2010. pp 487.
 - 34) Kaplan FS, Soriano S, Fallon MD, Haddad JG. Osteomalacia in a night nurse. *Clin Orthop Relat Res* 1986;205:216-21.
 - 35) Khosro S, Alireza S, Omid A, Forough S. Night work and inflammatory markers. *Indian J Occup Environ Med* 2011;15(1):38-41.
 - 36) Davis S, Mirick DK, Chen C, Stanczyk FZ. Night shift work and hormone levels in women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2012;21(4):609-18.
 - 37) Brzezinski A. Melatonin in humans. *N Engl J Med* 1997;336(3):186-95.
 - 38) Cardinali DP, Ladizesky MG, Boggio V, Cutrera RA, Mautalen C. Melatonin effects on bone: experimental facts and clinical perspectives. *J Pineal Res* 2003;34(2):81-7.
 - 39) Ostrowska Z, Kos-Kudla B, Swiętochowska E, Marek B, Kajdaniuk D, Górski J. Assessment of the relation-

- ship between dynamic pattern of nighttime levels of melatonin and chosen biochemical markers of bone metabolism in a rat model of postmenopausal osteoporosis. *Neuro Endocrinol Lett* 2001;22(2):129-36.
- 40) Roth JA, Kim BG, Lin WL, Cho MI. Melatonin promotes osteoblast differentiation and bone formation. *J Biol Chem* 1999;274(31):22041-7.
- 41) Kotlarczyk MP, Lassila HC, O'Neil CK, D'Amico F, Enderby LT, Witt-Enderby PA, Balk JL. Melatonin osteoporosis prevention study (MOPS): a randomized, double-blind, placebo-controlled study examining the effects of melatonin on bone health and quality of life in perimenopausal women. *J Pineal Res* 2012;52(4):414-26.
- 42) Khan AA, Syed Z. Bone densitometry in premenopausal women: synthesis and review. *J Clin Densitom* 2004;7(1):85-92.
- 43) Sun L, Peng Y, Sharrow AC, Iqbal J, Zhang Z, Papachristou DJ, Zaidi S, Zhu LL, Yaroslavskiy BB, Zhou H, Zallone A, Sairam MR, Kumar TR, Bo W, Braun J, Cardoso-Landa L, Schaffler MB, Moonga BS, Blair HC, Zaidi M. FSH directly regulates bone mass. *Cell* 2006;125(2):247-60.
- 44) Myong JP, Kim HR, Choi SE, Koo JW. The effect of socioeconomic position on bone health among Koreans by gender and menopausal status. *Calcif Tissue Int* 2012;90(6):488-95.
- 45) World Health Organization. WHO technical report series 921. Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific group. Geneva, Switzerland. 2003. pp 44.
- 46) Lee BK, Kim Y. Association between bone mineral density and blood lead level in menopausal women: analysis of 2008-2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data. *Environ Res* 2012;115:59-65.
- 47) Burm EA, Ha M. Association between cadmium exposure and bone mineral density in Korea adults (KNHANES IV). Abstract proceedings from 2012 spring seminar of The Korean Society of Environmental Health and Toxicology. 2012. pp 174-5. (Korean)
- 48) Vuolo L, Di Somma C, Faggiano A, Colao A. Vitamin D and cancer. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2012;3:58.
- 49) Choi HS, Oh HJ, Choi H, Choi WH, Kim JG, Kim KM, Kim KJ, Rhee Y, Lim SK. Vitamin D insufficiency in Korea-a greater threat to younger generation: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(3):643-51.