

KOSHA GUIDE

Z - 57 - 2022

수면과 안전에 관한 지침

2022. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국안전문화진흥원

○ 제·개정 경과

- 2022년 12월 리스크관리분야 표준제정위원회(제정)

○ 관련규격 및 자료

- 안전보건경영시스템

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료 등에 관하여 최근 개정 본이 있을 경우 해당 최근 개정 본을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2022년 12월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

수면과 안전에 관한 지침

1. 목 적

충분한 수면은 모든 근로자에게 매우 중요하다. 수면이 부족하면 논리력이나 이성적으로 판단하는 능력이 감소하여 합리적인 의사결정이나 행동을 하기 어려워진다. 더구나 수면 부족으로 피곤한 상태에서 작업하게 되면 인적오류가 발생하고 이는 안전사고로 이어질 가능성이 크다. 이 지침은 근로자의 수면이 작업 현장에서의 안전에 미치는 영향과 대처법에 대하여 안내하는 것을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

본 가이드라인은 사업장 안전·보건 운영 책임자, 안전 감독관, 내부 심사원을 핵심으로 하여 그들의 직무 역량 강화를 위해 적용된다. 산업안전보건법 ‘정부의 책무’ 관련 지원사업을 담당하는 행정관리인의 직무 업무역량 증진을 위해서도 적용된다.

3. 용어의 정의

- 3.1 피로: 장시간의 업무, 수면이 없는 장시간, 또는 신체의 생물학적 주기나 24시간 주기 리듬에 움직일 필요성으로 인하여 지쳐있는 상태로 정의된다. 피로는 나른함, 졸음, 피곤함 등과 동의어로 정의되며, 안전이 중대한 많은 환경에서 작업자들은 장시간 근무, 어려운 작업 환경, 교대근무나 시차 등으로 인한 피로는 반드시 관리되어야 한다.
- 3.2 수면(sleeping): 수면이란 인간의 일상에 많은 비중을 차지하고 있는 중요한 요소 중 하나로, 보통 무의식 상태를 유지하는 행동으로 정의된다. 수면으로 인해 인간의 신체와 정신은 충분한 휴식을 취하고 그로 인해 스트레스 해소 및 질병 예방 더 나아가서 안전사고 예방을 할 수 있기에 안전관리에서 중요한 용어다.
- 3.3 수면장애: 수면장애란 건강한 수면을 취하지 못하거나 충분한 수면을 취하고 있음에도 낮 동안에 각성을 유지하지 못하는 상태, 또는 수면 리듬이 흐트러져 있어서

잠자거나 깨어 있을 때 어려움을 겪는 상태를 포함하는 폭넓은 개념으로 정의된다. 불면증, 기면증, 하지불안증후군, 수면무호흡증 등 환자의 증상에 따라 다양하게 구분된다.

3.4 교대근무 수면장애: 'DSM-5'와 'ICSD-3' 진단분류의 수면 각성장애 중 일주기 리듬 수면장애 질환의 하나다. 엄연히 정신의학적으로 명시돼 있는 진단명이다. 그 기준은 3개월 이상 불면증 증상과 수면주기가 근무 주기와 겹치는 것이 확인되고, 2주 이상 수면일지나 액티그래프(손목에 차는 수면분석 기기)를 통해 수면시간 장애가 확인되며, 수면장애가 다른 의학적 이유로 확인되지 않을 때로 정의된다.

3.5 교대 근무(shift work): 교대근무란 작업자들을 두 반 이상으로 나누어 이들을 각기 다른 시간대에 근무하게 함으로써 기업의 전체 작업 시간을 늘리는 근로자 작업시간 조정제도를 말한다.

4. 수면 개념

4.1 수면과 피로

4.1.1 피로의 위험

(1) 사업장 특히, 고위험 사업장에 있어서 피로는 안전관리의 중대한 관심사로 인식되고 있다.

(가) 눈꺼풀이 무겁고, 졸고, 비틀거리고, 집중하기 어렵고, 힘이 없고, 그리고 삶의 활력이 부족한 상황은 고위험 작업장에서 일하는 근로자에게는 흔한 경험이다.

(나) 피로는 업무능력의 저하와 주의력, 지각, 의사결정 및 숙련된 업무 수행의 감소 등 다양한 위험을 수반한다.

(다) 피로의 위험은 인지, 운동기능, 의사소통, 사회성에 영향을 미친다.

(라) 장거리 비행승무원이 태평양 횡단비행 후 의사결정 능력과 휴식을 취한 승무원과의 비교 결과, 피곤한 승무원들이 더 많은 의사소통을 하거나, 추가점검 등과 같은 방어 행동은 하지만, 더 많은 의사결정의 실수를 일으켰다.

(마) 결국, 수면장애는 안전사고의 시발이 될 수 있다.

<FV Brothers호 침몰사고>

2006년 6월 1 일, FV Brothers 배는 Scottish 북서부 Eilean T rodday섬 암석에 빠른 속도로 충돌하여 침몰했다 해양사고조사부 보고서(2007)는 ‘조타실에서 승조원 1 명이 잠들어 본선이 예정한 어장을 지나 해안까지 항해한 것으로 추정했다. 두 명의 승조원 모두 장기간에 걸쳐 조업을 하면서, 짧고, 선잠만을 잔 탓에 피로가 누적되어 힘들어 했다. 또한 두 선원 모두 출항 전에 약간의 술도 마셨다.

<피로의 위험>

① 사고(인지)

- 혁신적 사고와 유연한 의사결정에 부정적인 영향
- 예기치 못한 급격한 변화에 대처할 수 있는 능력저하
- 새로운 정보를 알게 되었을 때 계획을 조정할 능력저하
- 고정적인 사고방식이나 이전의 해결책을 적용하는 경향
- 낮은 수준의 수행을 허용

② 운동기능

- 협조동작 저하
- 타이밍 저하

③ 의사소통

- 정확한 단어를 찾아 전달하기 어려움
- 표현력 저하

④ 사회성

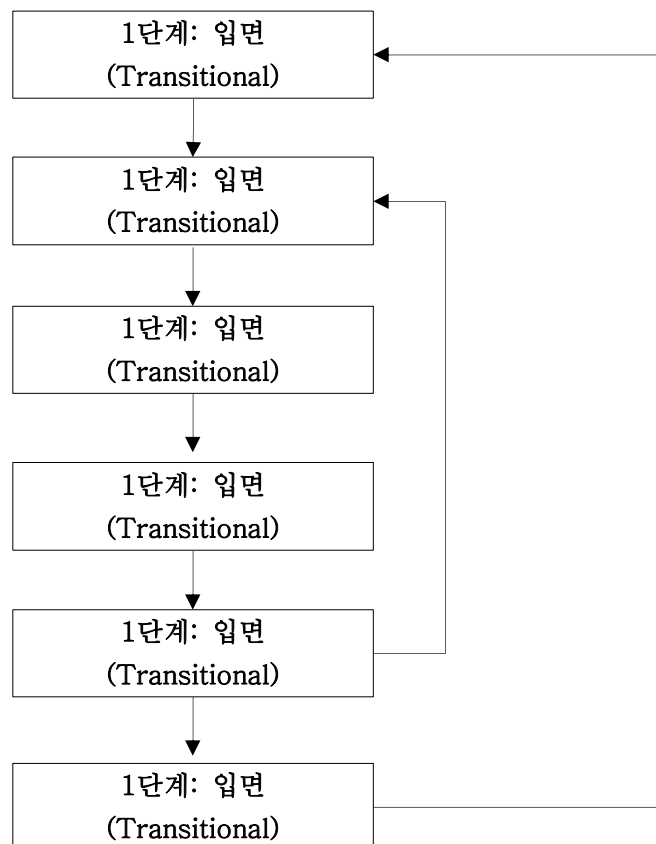
- 소극적으로 됨
- 자신의 실수에 더 많은 관용
- 타인에게 덜 관대함
- 작은 과제를 무시함
- 대화 가능성 감소
- 점점 더 민감해짐
- 불편함으로 주의산만 증가

4.1.2 피로의 1차원인 수면 부족

- (1) 근로자 피로의 1차 원인으로서는 수면 부족, 장시간의 근무, 작업 스트레스다.
- (2) 피로회복의 최선 방법의 하나는 충분한 수면이다.
- (3) 낮잠은 피로를 줄이는 효과적인 방법이다 심지어 10분 정도의 짧은 낮잠도 피로 회복 기능을 향상시킬 수 있다. 예컨대, 미 해군은 장시간 지속적인 작전 중에는 낮잠을 격려 한다.

4.2 수면 단계

- 4.2.1 수면은 입면, 얕은 수면, 숙면 (진입 수준 숙면, 완전한 숙면), REM 수면이라는 5 단계로 나눌 수 있다



<그림 1> 수면단계

(1) 입면

(가) 첫 번째 수면 단계이고 의식과 수면 사이의 과도기(Hypnogia) 단계다.

(나) 잠과 깨어 있는 사이의 이행기이며, 여전히 주변 환경의 움직임에 대한 의식이 남아 있을 수 있다. 10분 정도 지속될 수 있다. 몇 초에서 몇 분까지 지속될 경우 마이크로수면이라고 한다.

(다) 이미지나 가벼운 환각 경험이 있을 수 있다.

(2) 얕은 수면

(가) 이 단계는 10분 ~ 20분 지속된다.

(나) 호흡과 심박수가 느려지고 체온도 약간 떨어진다.

(다) 뇌파는 느려지고 때때로 수면방추파(Sleep spindles)라고 불리는 빠른 뇌파가 나타나기도 한다.

(3) 숙면(진입 수준 숙면, 완전한 숙면)

(가) 30분 정도 지속된다.

(나) 근육 활동은 제한되고, 뇌는 느린 델타파를 만들어 낸다.

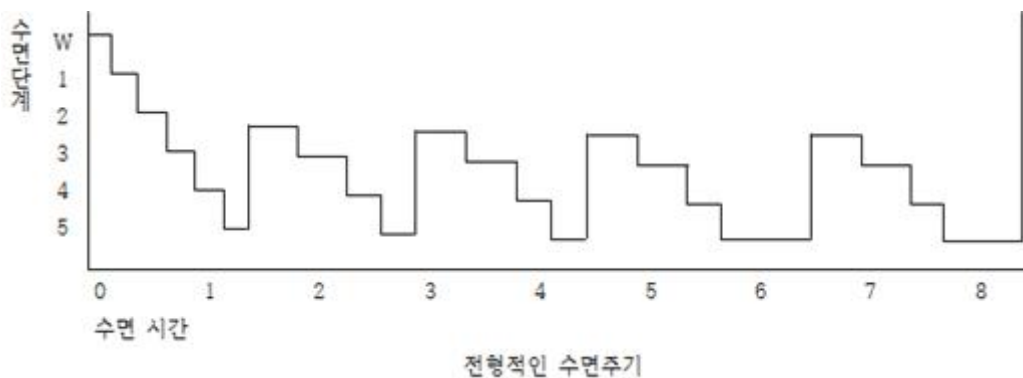
(다) 이 수면 단계에서 깨우면 정신이 혼미(또는 수면 관성 (Sleep inertia))하여 제대로 정신이 드는데 몇 분이 걸릴 수도 있다.

(라) 긴급상황에서는 아드레날린 효과에 따라 수면관성의 부정적 영향은 빠르게 관리할 수 있다.

(4) 급속안구운동(REM) 수면

(가) 꿈을 꾸는 단계이다. 눈을 감은 채 안구가 빠르게 움직이는 것이 특징이다.

- (나) 근육은 이완되고, 심박수와 뇌파는 빨라지며, 호흡은 빠르고 얕아진다.
- (다) 통상적인 밤 수면에는 여러 번 REM 수면 기간이 있다. 밤이 깊어질수록 길어진다.
- (라) 수면 부족이 심각한 경우, REM 수면은 수면시간의 후반에 나타나며, 3 & 4단계의 수면이 수면시간의 대부분을 차지한다.
- (5) REM 수면 단계 이후, 2단계로 되돌아가고, 3,4단계를 반복하고 다시 REM 수면으로 되돌아가는 반복을 하면서 수면 주기를 이룬다.
- (6) 수면부족이 심각한 경우, REM 수면은 수면시간의 후반에 나타나며, 3,4단계의 수면이 수면시간의 대부분을 차지한다.
- (7) REM 수면이 야간수면의 최후 기간을 차지하므로, 많은 사람들이 꿈을 기억하는 이유이다.



<그림 2> 수면주기에 따른 수면단계

4.3 수면 조정

4.3.1 우리가 정신이 맑을 때와 지치고 피곤함을 느낄 때 수면은 두 과정을 통해 조절된다. 즉, 수면 항상성과 생물학적 주기리듬이다.

4.3.2 수면 항상성(Sleep Homeostasis)은 마지막 수면기간 후 깨어 있는 시간의 양이다. 16시간 동안 잠을 자지 않았다면, 그 작업자는 한 시간 전에 낮잠을 자고 일어났을 때보다 분명히 더 피곤함을 느낀다.

(1) 이틀 밤을 시간씩 밖에 잠을 자지 못했다면 병리학적' 수준의 졸음을 유발한다. 회복 수면 기간은 '정상' 수준으로 복귀하기 위해서 필수적이다.

(2) 7일간 매일 밤 단 시간의 수면을 취한 후, 하루 밤을 꼬박자고 그 다음날 낮잠을 잔 이후에야 졸음과 피로가 정상수준으로 돌아온다.

4.3.3 생물학적 주기리듬(Circadian rhythm)은 동식물에 있어서 대략 24시간의 주기성을 갖는 생물학적인 과정을 조절하는 일명 '체내시계'다.

(1) 체내의 생리적 과정은 하루종일 일정하지는 않지만, 리듬과 주기가 있다. 인지적이고 정신 운동적인 수행이나 생리적 활동이나 기분은 생물학적 주기 패턴을 따른다.

(2) 각성도(Alertness)는 12~21시 사이에 최고점에 달하고, 03~06시 사이에 최저로 떨어진다. 산업사고는 수행이 가장 낮은 이른 아침 시간에(01-06 시 사이) 일어나는 경향이 있다.

4.3.4 생물학적 주기는 환경으로부터 오는 외부 신호들과 동조하지 않을 때 혼란을 준다. 가장 많은 영향이 많은 것은 낮과 밤의 명암 사이클이다. 이러한 혼란은 교대근무(특히 야간근무)나 표준시간대를 횡단할 (Jet lag)때 발생한다.

4.4 수면 부족과 작업위험

4.4.1 작업위험의 잠재적 원인

(1) 오늘날의 산업사회에서 수면 부족은 모든 경제적 지위, 산업 및 연공 서열 수준에 걸쳐 존재하는 사회적 전염병이다.

(2) 수면 부족은 종종 무시되는 문제이지만 종종 기업이 매년 수십억 달러의 비용을 지출하는 생산성 감소, 사고, 사고 및 실수의 근본 원인이다.

(3) 고용주들은 비극적인 사고가 발생할 때까지 피로나 수면 부족이 업무에 미치는 영향을 잘 알지 못한다.

4.4.2 수면 부족에 따른 작업위험

(1) 의사소통 감소

(가) 근로자가 수면 부족으로 피곤하면 동료와 말하기가 싫고 자연히 의사소통 능력이 떨어진다.

(나) 명백한 이유 없이 긴 간격 동안 이상하게 발음하거나 지시를 알아들을 수 없을 정도로 중얼거린다.

조종사를 대상으로 한 연구에서 36시간 동안의 훈련 후, 수면 부족으로 인해 음성과 억양이 작아지고 말하는 속도가 느려진 것으로 밝혀졌다.

(다) 자신이 말하는 문장 순서를 잃고 욕설을 사용한다. 단어를 잘못 발음하거나, 동료에게 시비를 걸거나 비방한다.

(2) 업무 성과 저하

(가) 근로자의 수면 부족은 업무 성과 저하에 영향을 미친다.

(나) 업무 성과 저하에는 종종 활동에 대한 노력과 경계 감소 그리고 응답 시간 저하가 포함된다.

(다) 수면이 부족한 사람들은 자신의 수행 결핍에 대한 통찰력이 부족하여 개인의 평균 기능 수준이 저하된다.

(라) 수면 부족 상황에서 특히, 작업 시간이 길어질수록 업무 수행 실적이 악화된다.

(3) 산만에 따른 위험 증가

(가) 수면이 부족한 사람들은 관련 신호에 계속 집중하지 않고, 전략을 개발 및 갱신에 관심을 유지하지 않고, 불필요한 것으로 판단되는 활동에 관여하는 등의 문제를 표출한다.

(나) 실제 연구로도 수면 부족과 주의력 결핍, 과잉 행동 사이에는 공생 관계가 있다.

(4) 운전 장애

(가) 수면 부족은 특히, 운전 장애를 초래한다. 유사하게, 수면 부족 근로자는 위험한 기계(예: 지게차 또는 덤프 트럭)를 작동하는 방법을 잘 인식하지 못한다.

(나) 22시간의 수면 부족은 0.08 퍼센트의 혈중 알코올 농도에 필적하는 신경 행동 능력 손상을 초래한다.

(5) 오류 증가

(가) 수면 부족의 인지적 손상은 작업오류를 증가시킨다.

(나) 이러한 오류에는 작업 시설에 큰 피해를 줄 수 있는 위임(예: 해를 입히는 행위 수행) 및 누락(예: 예상 작업을 수행하지 않음)의 실수도 포함된다.

(6) 능력 감퇴 및 기억 불량

(가) 수면 부족은 작업 기억 감소를 일으켜, 작업의 시간적 순서를 기억하는 능력 저하를 가져온다.

(나) 새로운 정보를 기반으로 전략을 개발하고 업데이트하는 능력을 감소시킨다.

(7) 기분이 좋지 않은 행동

(가) 대부분의 수면 부족 개인은 종종 조용하고 사회적으로 위축되기 때문에 부적절한 기분 관련 행동이 폭발적으로 발생한다.

(나) 이러한 행동 폭발에는 짜증, 조바심, 유치한 유머, 정상적인 사회적 관습에 대한 배려 부족, 부적절한 대인 관계 행동 및 미래 계획에 참여하지 않으려는 등이 포함될 수 있다.

(다) 결국, 폭발 행동은 작업 환경의 긍정적인 문화를 파괴한다.

(8) 더 큰 위험을 감수하려는 행동

(가) 뇌 영상 연구에 따르면 수면 부족은 위험한 의사 결정과 관련된 뇌 영역의 활성화 증가와 관련이 있는 반면, 합리성과 논리적 사고를 제어하는 영역은 더 낮은 수준의 활성화를 보여준다.

(나) 수면이 부족한 근로자는 잠재적인 부정적인 영향을 무시하고 손실이 이익보다 큰 시나리오에서 더 큰 위험을 감수하려고 한다.

(9) 혁신성과 리더십이 떨어짐

(가) 유연한 사고, 생각과 행동에 대한 보존, 새로운 정보에 기반한 전략 업데이트, 발산적으로 생각하는 능력 및 혁신은 모두 수면 부족으로 인해 부정적인 영향을 받는다.

(나) 관리자일 경우, 리더십 역할을 잘 수행하지 못할 수 있다.

(10) 야간 수면 부족의 효과

(가) 7시간 미만의 야간 수면을 4일 이상 지속한 경우, 수면 부족은 1일 완전한 수면 부족과 동일한 영향을 준다.

(나) 하룻밤의 완전한 수면 부족은 최대 2주 동안 기능에 영향을 준다.

(다) 당신의 두뇌에 잠은 돈이고 두뇌는 최고의 회계사다.

5. 수면과 안전

5.1 수면 부족과 직장 사고의 관계

5.1.1 수면 부족이 작업장 사고로 이어진다.

(1) 지나치게 졸린 직원은 그렇지 않은 동료보다 작업장 사고에 연루될 가능성이 70% 더 높다.

- (2) 불면증이 있는 근로자는 수면장애가 없는 근로자보다 업무 관련 사고를 당할 가능성이 훨씬 크다.
- (3) 50,000명 이상의 근로자를 대상으로 한 스웨덴 연구에서 수면장애를 스스로 보고한 사람들은 직장 관련 사고로 사망할 확률이 두 배였다.

1987년 월. 원자력규제위원회(NRC)는 제어실 운용자들이 근무 중 자신들의 담당 직무를 수행하지 않고 잠자는 것이 관찰되었다는 정보를 입수한 후, 미국 Pennsylvania 주에 있는 Peach Bottom 원자력 발전소를 폐쇄했다. 교대근무 때 특히 밤 11시부터 이튿까지의 시간대에, 1명 이상의 제어실 직원이 근무 중 자거나 업무에 부주의 상태였다. 또한 교대근무 관리자와 기타 고위 관리자들도 이러한 행동을 알고도 묵인했다. 제어실 운용자들의 부주의로 사고는 발생하지 않았지만, 직원들이 교대근무 중에 잠을 자는 바람에 Peach Bottom 원자력발전소는 2년 동안 폐쇄되었다

5.1.2 수면 부족이 직장 사고를 유발하는 이유는?

- (1) 수면 부족은 인지 장애로 이어진다. 기억에서 반사에 이르기까지 모든 것에 영향을 미치는 인지 처리를 저하시키고, 잠을 덜 자면 반응 시간이 느려진다.
- (2) 이는 의사결정을 덜 빠르고 정확하게 내릴 수 있음을 의미한다.
- (3) 자신의 능력을 잘못 판단하고 현명하지 못한 위험을 감수할 가능성이 더 크다. 결과적으로 과도한 졸음은 작업장에 심각한 영향을 미치는 결과적인 오류 및 사고로 이어질 수 있다.
- (4) 특히, 의료 종사자는 특히 장시간 근무하거나 야간 근무하는 경향이 있기 때문에 업무에 영향을 미치는 졸음의 위험이 더 크다. 예를 들어, 야간 근무 간호사는 주간 근무 간호사보다 수학적 오류가 32% 더 많다는 것을 보여주는데, 이는 수면의 질이 낮고 각성 능력이 저하되었기 때문이다.

5.2 졸음으로 인한 사업장 사고 사례

(1) 쓰리마일 아일랜드 원자력 발전소

1979년 미국 역사상 최악의 상업용 원자력 발전소 사고가 펜실베이니아의 스리마일 아일랜드 원자력 발전소에서 발생했다. 사고는 오전 4시에서 오전 6시 사이에 근무하는 교대 근무자 12가 그날 늦게 원자로가 멜트다운될 뻔한 심각한 변

화를 인식하지 못했을 때 발생했다.

(2) 체르노빌 원자력 발전소

1986년 체르노빌 원자력 발전소의 참사는 인간의 실수로 오전 1시 23분에 시작되었다. 나중에 담당자가 너무 적은 수면 시간에 작업하고 있다는 사실이 밝혀졌다.

(3) 엑손 발데즈 기름 유출

과도한 근무 시간과 수면 부족은 Exxon Valdez 유조선의 좌초에 기여한 주요 요인이었다.

(4) 우주 왕복선 챌린저 폭발.

1986년 챌린저 우주 왕복선을 발사할 때 수면 부족과 수면 부족 교대 근무로 잘못된 판단이 내려졌다. 보고서에 따르면 핵심 관리자들은 폭발 당일 새벽 1시부터 일했고, 잠은 2시간도 채 못 잤다.

(5) Air India 익스프레스 812편.

2010년, 에어 인디아 보잉 737이 인도 남부에서 추락하여 탑승자 158명이 사망했다. 공식 조사에 따르면 조종사는 비행 중 거의 3시간 동안 잠을 자고 있었고 현지 시간으로 오전 6시 30분 착륙 직전에 정신을 잃은 상태에서 깨어났다.

5.3 교대 근무 개선

<꿀잠 자야 건강하다.>

- ① 수면시간 5시간 이하, 적정수면 대비 복부비만 1.96배·대사증후군 1.69배
- ② 잠 못드는 노인들...노인 절반은 불면증, 고령일수록 수면장애 증가
- ③ 잠 못잔 노동자, 술 취한 사람과 비슷...18시간 못자면 혈중 알코올 농도 0.05%
- ④학업 스트레스 등으로 청소년들 4명 중 3명은 수면부족 상태
- ⑤교대근무 간호사들 수면장애 심각...3일 연속 야간근무하면 불면증 6.5배

출처: 2000. 05, 한국직업건강간호학회지 ‘병원 간호사의 연속 야간 교대근무와 근무시간이 불면증에 미치는 영향’

5.3.1 미치는 영향

- (1) 현대 사회에서 전문직과 서비스직이 늘어남에 따라 이러한 야간 근무를 포함한 교대 근무 종사자가 늘어나고 있다.
- (2) 교대근무를 운영함으로써 사업장은 기술적, 경제적 이익을 얻을 수는 있지만, 교대 근무는 근로자 인체의 내부 주기를 교란시킴으로써 생체리듬(circadian rhythm)의 부조화를 유발하여 신체적, 정신적, 사회적인 건강에 영향을 미친다.
- (3) 교대근무로 인한 생리적 기능의 이상으로 올 수 있는 가장 중요한 건강장애는 수면장애와 소화 기능 문제이다.
 - (가) 신체의 일주기 리듬이 밤 근무에 완전히 적응되지 못한 교대 작업자에서 수면 장애를 유발시킨다.
 - (나) 특히 밤 근무 후 소음 및 생리적 불균형으로 인해 수면시간이 짧아지고 불규칙한 식습관이 장기적으로 지속됨으로써 위장관 장애가 올 수 있다.
- (4) 지속적인 교대 작업의 생리적 영향으로는 생체리듬이 연속적으로 방해를 받음으로 인해 생기는 작업능력 및 생산성의 저하, 사고, 재해, 결근의 원인이 되기도 한다.

5.3.2 개선책

- (1) 교대 근무와 관련된 작업에서 보건관리자나 근로자가 교대근무로 인한 수면 문제와 건강 문제를 평가하기 위한 모니터링을 한다.
- (2) 사업장 교대 근무자의 수면 위생을 포함한 건강증진 프로그램을 개발한다.
- (3) 연장근무(특히 강요에 의한 연장근무)를 최소화한다.
 - (가) 야간 교대업무 전담 노동자 지정 및 연속적인 야간 교대업무 부여 지양
 - (나) 업무시간의 유연성 제공

(다) 어렵고 힘든 일은 노동자가 가장 기민한 시간에 배치 (야간업무나 장시간 업무의 전반부)

(라) 교대업무 사이에 충분한 (휴식) 시간을 제공

(마) 업무 틈틈이 충분한 휴식을 취할 수 있도록 배려