

What are MSDs ?

2003년을 맞이하여 최근 사회적 문제로 대두되고 있는 근골격계질환 재해에 대해 대구가톨릭대학병원 산업보건센터 차상은소장으로부터 근골격계질환의 의미에서 예방프로그램까지 체계적으로 알아보는 시간을 마련하고, 신년특집으로 3회 연속 게재하고자 한다.

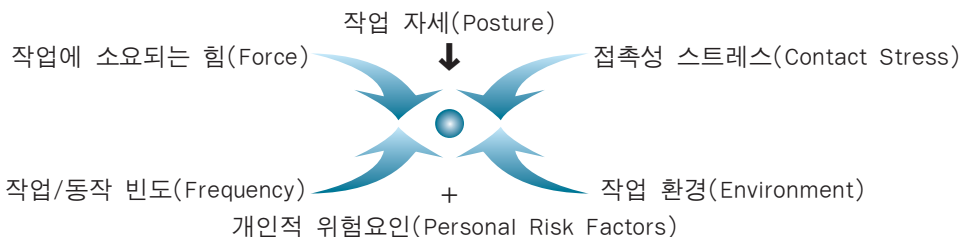


차 상 은 소장
대구가톨릭대학병원 산업보건센터

작업관련 근골격계질환 (Work-related Musculo-Skeletal Disorders, WMSD)은 다양한 위험요인에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다. 위험요인(Risk Factors)은 크게 작업관련 요인, 개인적 요인, 사회심리적 요인으로 구분된다. WMSD의 원인이 되고 있는 위험요인은 매우 다양하며, 이러한 요인들이 복합적으로 작용했을 때 작업자에게 건강상의 문제를 일으

킨다고 볼 수 있다. 이러한 문제점들은 과도한 업무량, 부적합한 작업장 설계와 그로 인한 부자연스러운 작업 자세, 그리고 열악한 작업 환경에서 기인된다는 점이다. 그리고 작업장의 환경 요인, 직무설계 요인, 작업자의 특성을 복합적으로 고려하여야 근골격계질환의 발생요인에 대한 정확한 이해가 가능하다고 할 수 있다.

먼저 작업관련 요인은 무거운 작업대상물의 취급, 부적절한 작업자세, 반복적인 작업, 무리한 근력의 동원, 정적인 근력의 장시간 동원, 국소 또는 전신 진동, 저온 작업장, 날카롭거나 혹은 차가운 면과의 접촉, 휴식시간의 부족 등이다. 개인적 요인은 연령, 신체조건, 성별, 과거병력, 작업경력, 작업습관, 운동 및 취미 활동이다. 그리고 사회심리적 요인으로는 작업만족도, 근무조건 만족도, 작업의 자율적 조절과 관련된 요소, 상사 및 동료들과의 인간관계, 업무적 스트레스 등이 있다. 이 중 작업관련 요인이 가장 중요한 WMSD의 위험



요인으로 보고되고 있다.

1. 단순반복작업 또는 신체에 과도한 부담을 주는 작업의 정의

(참고 :산업보건기준에 관한 규칙 개정 안(案) 제13 조근골격계부담작업에 의한 건강장해 예방)

「단순반복작업 또는 신체에 과도한 부담을 주는 작업」이라 함은 1일 중에 행하여지는 작업으로서 작업량, 작업속도, 작업강도 및 작업장 구조 등 부적절한 작업환경을 근로자 임의로 조정하기 어려운 다음 각 항목의 작업을 말한다.

- (1) 분당 2회 이상 동일한 신체부위를 반복 사용하거나 수초간 같은 동작을 반복하는 경우로서 연속 2시간 이상 지속되는 작업
- (2) 4시간 이상 동일한 자세로 키보드 또는 마우스 등 입력장치를 사용하는 작업
- (3) 최초 가한 힘보다 9킬로그램 이상의 힘으로 2시간 이상 밀고 당기는 작업
- (4) 2시간 이상 같은 힘으로 0.9킬로그램 이상의 이동물체를 손가락만을 사용하여 집거나, 45킬로그램 이상의 이동물체를 잡는 작업
- (5) 2시간 이상 양손을 머리 위 또는 팔꿈치를 어깨 위로 반복적으로 들어올리는 작업
- (6) 2시간 이상 무릎을 꿇거나 굽힌 자세에서의 작업
- (7) 2시간 이상 등, 목, 손목을 구부린다거나 비틀는 작업
- (8) 2시간 이상 손이나 무릎으로 시간당 10회 이상 때리거나 치는 작업

2. WMSD의 개인적 요인

가. 개인적 차이 (People are Different)

WMSD에 영향을 미치는 인적요인들은 개인적 특성

에 기인한 성별, 연령, 체격 (Body Size) 육체적 조건 (Physical Condition) 과거병력 및 사고력, 생활 및 취미습관, 작업방법 및 기술 수준 등이 중요한 요인들로 지적되고 있다.

나. 개인별 업무 수행능력 (Human Capabilities) 조건

- (1) 육체적 조건 (Physical Condition)
- (2) 생리기능적 조건 (Physiological Condition)
- (3) 생체역학적 조건 (Biomechanical Condition)
- (4) 심리적 조건 (Psychological Condition)

다. 작업자의 업무요구조건 (Task Requirements) 과 수행능력 (People's Capabilities) 에서 6가지 인간시스템 (Six Human System) 의 실행디자인 (Practical Design) 검토 사항

- (1) 인체 측정학적 측면 (Anthropometrical Condition) 의 신체 크기 (Physical Size) 성별과 연령에 따라 '키' 에서 '몸무게' 에 이르기까지 84개 부위의 측정값을 신체 부위별로 제5 · 제50 · 제95 백분위수 (Percentile) 를 참고한 인체 측정치와 신체적 특성, 강도 (Strength) 및 작업 능력 (Capacity) 등의 작업 수행능력의 검토가 필요하다. 인체 측정치 조건을 고려한 작업장 업무 영역 범위 (Reach) 다리 및 팔 등의 작업 여유공간 (Clearances) 유지관리의 접근 용이성 (Accessibility) 작업장 디자인, 작업공간 디자인, 의자 및 작업대 조건, 작업대 및 의자 등의 조절편의성 (Adjustability) 등을 고려한 작업 실행디자인이 병행되어야 할 것이다.

(2) 생리학적 측면의 지구력 (Endurance)

작업자의 지구력 측면의 실행디자인 분야는 먼저 업무에 대한 육체적 조건, 열부하 (Heat Stress) 정적 작업

신년특집

(Static Work) 작업 및 회복(휴식)주기, 작업피로 등에 대한검토가필요하다.

③ 생체역학측면의 힘(Force)

Human Force에 대한 실행디자인 분야는 인양작업, 운반작업, 밀기 및 당기기 작업, 용기 취급 및 요추부분의 손상 등에 대한검토가필요하다.

④ 근운동학 측면의 동작과 자세(Movement/Posture)

작업자의 관리측면에서 실행디자인 분야는 반복작업에 대한 디자인, 상지의 누적외상성질환, 수작업(Hand Control), 공구디자인 등에 대한검토가필요하다.

⑤ 작업환경(Working Environment)의 쾌적한 근무환경(Comfort)

작업환경 조건에서 실행디자인 분야는 전신진동, 소음수준, 조명, 회화방해, 온열조건(기온, 습도, 기류) 등에 대한검토가필요하다.

⑥ 작업자 인식 측면의 정보전달 관리(Information Processing)

작업자의 정보전달 관리의 실행디자인 분야는 Human Error, Software Design, 표시 및 제어 패널 디자인, 라벨(Labeling) 정보코드, Forms Design 등에 대한검토가필요하다.

3. WMSD의 작업관련 요인

작업관련 위험요인(Work Risk Factors)을 작업자와 작업설비 관련원인, 작업자와 작업환경 관련 원인 및 작업장의 위험요인으로 구분하여 살펴보면,

(1) 작업자와 작업설비(Work Setting)측면의 업무의 신체적 특성(Task Physical Characteristics)에 대한 위험인자는 작업자세, 소요되는 힘, 동작속도, 반복정도, 노출기간, 휴식시간, 중량물 부하작업, 국소진동 등이다.

(2) 작업자와 작업환경(Work Environment)측면의 환경적 특성에 대한 위험인자는 열부하, 저온조건, 전신진동, 조명 및 소음 등이다.

(3) 작업장의 위험요인(Other Workplace Risks)으로는 업무스트레스, 업무단순성, 작업조직, 작업부하, 작업시간, 표시 및 제어장치, 전기에너지 노출, 화학물 노출, 전리방사선 노출, 전자파노출 등이다.

신체 부위	위험인자(Risk Factor)				
	인양/운반	불편한 자세	중량부하작업	전신진동	정적작업자세
허리(Back)	+++	++	++	+++	+/0

신체 부위	위험인자(Risk Factor)				
	자세(Posture)	힘(Force)	반복(Repetition)	진동(Vibration)	혼합(Combination)
목, 목어깨	+++	++	++	+/0	

증거의 강도	작업관련성	위험인자
매우강한 증거(Strong Evidence)	+++	① 낮은 작업관련성
강한 증거(Evidence)	++	② 불충분한 작업관련성
약한 증거(Weak Evidence)	+/0	③ 불충분한 작업관련성
충분치 않음(Insufficient Evidence)	0	④ 불충분한 작업관련성

Armstrong(1997)은 그 동안의 많은 연구들에 대한 종합적 평가를 통해 작업관련 요인으로서 누적외상성 질환의 직접적인 위험요인을 다음과 같이 6가지로 판정하였다.

- ① 과도한 힘의 사용(Forcefulness)
- ② 불편한 작업자세(Awkward Posture)
- ③ 반복성(Repetitiveness)
- ④ 신체접촉성 스트레스(Contact Stress)
- ⑤ 저온

What are MSDs ?

(Low Temperature) ⑥진동(Vibration)

미국 NIOSH(1997)에서는 2,000건 이상의 관련 역학조사 문헌을 검토하여 신체부위별 장애와 작업 관련 요인에 대한 연관성을 정리 발표하였다.

작업자에 대한 위험요인으로는 연령이 많을수록, 여성작업자가 많을수록, 과거 병력 중에서 당뇨병, 통풍, 류머티스 등의 질병이나 사고가 있는 경우, 위험요인이 존재하는 작업에 종사한 경력이 있는 경우, 작업 습관과 운동 및 취미활동 등이 있다.

가. 힘을 많이 요구하는 작업 (Forcefulness)

힘을 많이 요구하는 일(5Kg)은 근육, 건(힘줄) 인대, 연골 및 관절에 더 큰 부담을 주게 된다. 힘이 들수록 증가된 힘을 유지하는데 필요한 다른 심리적 요구와 더 많은 근육의 힘과 같은 신체적 요구가 증가하게 된다. 이러한 형태의 경험이 지속되고, 또한 회복에 요구되는 시간이 확보되지 않았을 때는 피로감 뿐만 아니라 근골격계 질환을 유발할 수 있다. 다음과 같은 조건에서의 작업자세나 형태는 즉, 손잡이의 모양, 작업물의 무게, 작업물의 크기, 작업자세, 작업동작 형태, 작업물의 미끄러움 정도, 작업장 온도, 손가락 작업, 진동, 업무 지속시간 및 반복작업의 빈도에 따라 신체에 영향을 많이 미친다. 김지용(1988)은 요추에 걸리는 압력과 분당 중량물 취급횟수가 통계적으로 유의하다고 보고하였다. 미국 DuPont 사의 수작업 부하 (Hand Force)의 가이드라인에서 손가락의 강도를 4.08kg 이하로 규정하고 있다.

나. 불편한 작업자세 (Awkward Posture)

불편한 작업자세란 작업이 수행되는 동안 각각의 신체 부위에서 중립적인 위치를 벗어나는 자세를 말한다. 예를 들면, 등을 곧바로 폈을 때와 비교하여 등을 구부리거나 뒤로 젖히거나 (Forward or Backward Bending), 비틀면서 (Twisting) 물체를 다루거나 내리거나 (Lowering) 올리거나 (Lifting) 할 때 척추 디스크 손상을 유발하는 자세를 말한다. 팔 손목의 굴곡, 양력 작업 (Power Grip) 의 편향 (Ulnar deviation) 의 손가락 강도 (Finger Strength) 는 팔, 손목, 팔꿈치 등을 계속해서 반복적으로 구부리거나 비틀림을 요구하는 작업 또한 이러한 관절에 부담을 가중시키게 된다. 특히 어깨위로 자주 들어올리는 작업 (Working Overhead)은 매우 부담이 큰 것으로 알려져 있다. NIOSH는 손목 움직임과 위험도 관계 조사에서 고위험도는 8시간 손목작업 동작의 범위를 20,000 이상으로 보고하였다.

다. 반복성 동작 작업 (Repetitiveness)

동일한 작업을 수행하는데 반복적인 동작의 효과는 불편한 작업자세와 힘이 많이 들어가는 경우를 포함할 때 증가한다. Silverstein은 30초 이하를 고반복성으로 정의하고, 또한 단순 반복 작업은 위험도가 5배 증가하나, 무리한 힘과 반복작업 동시 발생시 위험도는 15배가 증가한다고 보고하였다. 반복성에 대한 기

신년 특집

위험도 구분	손목동작	동작시간
고위험도	10,000회	약 20,000초
중위험도	10,000회	20,000초
저위험도	10,000회	20,000초

Karlson (1994)은 반복성에 대한 동작성 기준을
 아래와 같이 정의하고, 만약 작업 속도, 정적 혹은 극
 단적 자세 속도의존, 노출시간 등이 많아지면 위험성
 을 더 커져 매우 위험한 작업이라고 하였다.



등으로 정의하였다.

은 접촉면에 지속적으로 눌리는 경우(손바닥, 손목, 전완등) 혹은 둥글지 않은 책상모서리나 보호대가 없고 좁은 연장손잡이와 같은 단단하거나 날카로운 물체와의 반복적 또는 계속적인 접촉은 신체의 한 부분에 압력을 가하여 혈류나 신경의 기능을 억제할 수 있다.

바. 진동(Vibration)

진동은 하나의 독립된 유발요인만으로도 근골격계 질환(수지진동증후군, Hand-Arm Vibration, HAV)을 일으킬 수 있는 중요한 위험요인 중의 하나다. 특히 연속 반복작업, 다소 힘이 요구되는 작업, 불편한 작업자세 등과 관련된 위험요인들이 상호 복합적으로 작용할 때는 수근관증후군(Carpal Tunnel Syndrome, CTS)의 발병위험이 커진다는 것이 많은 연구를 통해 입증되었다.

주파수가 40~125Hz에서 레이노 현상(Raynaud's Phenomenon)이 자주 유발되며, 작업현장에서 국소진동에 대한 노출은 임팩트나 그라인더 등의 진동물체에 접하는 손, 팔과 같은 특정 신체 부위에서 주로 문제되고, 전신진동에 대한 노출은 큰 기계나 대형 트럭과 같은 환경 혹은 물체에 앉아 있거나, 서 있을 때 문제되고 있으며 주로 요통과 관련되어 있는 것으로 보고되어 있다.

사. 저온(Cold Stress)

저온작업은 동작수행을 위해 필요한 힘을 증가시켜

(반복성 동작시간)

신체부위	분당 반복횟수	위험정도
라. 집적인 고정 자세 (Static Loading or Sustained Exertions)	45회 (시간당 150회 이상)	고위험
정적 자세는 근육에 영양을 공급하고 신진대사의 노폐물을 내보내는데 필요한 혈액 순환에 지장을 주어 피로감 발생되게 된다	10회 (시간당 60회 이상)	중위험
Chandran (1987)은 정적인 동작에 대한 정의에서 ① 힘은 할 일 10초 정도 또는 그 이상 계속할 때 ② 모퉁이 작업이라도 1분 정도 또는 그 이상 계속할 때 ③ 작은 힘이 쓰는 작업이라도 4분	40회 (시간당 240회 이상)	저위험

손에 대한 혈액공급이 감소되면서 촉각이 둔해지고 궁극적으로 힘을 더 필요하게 하며, 조직의 회복력을 둔화시키게 된다. 이러한 혈류의 감소는 조직에 대한 산소 및 에너지, 노폐물 제거를 둔화시켜 결국 통증과 상해로 연결되게 된다. 특히 저온은 진동으로 인한 건강장애를 더욱 악화시키는 요인으로 알려져 있어 기존의 질환과 손상에 영향을 줄뿐만 아니라 저온환경은 근육의 효율을 떨어뜨려 결국 혈관 및 신경학적 질환을 유발하게 된다.

아. 노출시간(Duration)

오랜 시간동안 같은 근육이나 동작을 요구하는 작업은 전신 또는 국소피로 모두를 증가시킨다. 일반적으로 연속적인 작업시간이 길면 길수록, 회복되는데 필요한 시간이나 휴식의 길이는 더 길어진다. 각 위험요인의 노출시간에 대해 ANSI(1996)에서는 1시간 이상을 기준으로 1-4시간, 4시간 이상 등으로 나누어 노출시간이 많을수록 위험성 비중을 크게 평가하고 있으며, 미국 OSHA(1996)에서는 'Signal Risk Factor'의 노출시간을 2시간 이상을 기준으로 하고 있다. 산업보건기준에 관한 규칙 개정 안(案) 제13조 근골격계 부담작업에 의한 건강장애 예방에서 기준은 2시간 또는 4시간 이상 지속되는 작업으로 명시하고 있다. 미국 워싱턴주의 작업 조건별 Hazard Zone Checklist에서도 2-4시간으로 업무 조건별 달리 규정하고 있다.

4. WMSD의 심리적(Psychological) 및 생리적(Physiological) 스트레스

가. 심리적 스트레스

심리적 스트레스 유발 요인은 작업의 전환, 작업 속도, 작업부하, 작업위험도, 실패 또는 불량의 두려움, 단조로운 작업, 수면부족 상태의 장시간 작업, 작업관련

다툼, 부정적 강요, 감각상실, 소음이나 눈부심 등의 주의 산만, 인지나 보상의 결여 등을 들 수 있다.

나. 생리적 스트레스

생리적 스트레스 유발 요인은 스트레스의 장시간 지속, 피로, 불편함과 통증, 배고픔, 저온 또는 고온 조건, 방사선 노출, 산소부족, 화학물질 노출, 진동, 작업 동작 제한, 반복동작 작업, 스트레칭 등 운동부족, 생체 리듬 부조 등을 들 수 있다.

(연락처, 011-805-3368, E-mail : secha2@hanmail.net)

