

1. 작업장접근 방법과 평가 대상

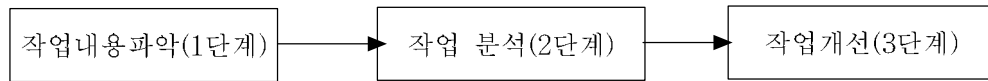
미국 산업안전보건청(OSHA, 1995)에서는 근골격계질환을 평가하는 목적으로 2가지 접근방법을 제안하고 있다. 첫째는 사전적 접근(Proactive approach)으로 위험요인을 평가하고 관리하기 위한 목적으로 작업분석에 초점을 맞추는 방법이고, 둘째는 사후적 접근(Reactive approach) 방법으로 작업장 내에 문제가 표면화되기 시작하면 이에 대한 정확한 실태를 파악하는 것을 목적으로 근골격계질환의 발생율과 강도율을 파악하는 방법이다.

특히 사전적 접근 방법에 있어 과거에는 작업장 내에 존재하는 근골격계질환의 위험요인을 분석하는 것은 주로 직접적인 요인중의 하나인 물리적 스트레스(physical stress)에 대한 평가를 의미하였다. 그러나 최근 들어 이와 같은 직접적인 요인 외에 작업속도, 숙련도, 일의 다양성 등의 작업조직 특성과 관련된 요인들은 물론이고 작업에 대한 만족도, 동료 및 상사와의 관계 등 사회심리적인 요인에 대한 연구들(ANSI, 1996 : OSHA, 2000)이 진행되면서 이에 대한 관심이 증가하고 있다.

최근 OSHA(2000)에서는 이러한 부분을 포함하여 근골격계질환 예방을 위한 작업분석 영역에 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- ① 조직 체계 (Organization) : 작업속도, 숙련정도, 일의 다양성, 작업속도 조절 유무
- ② 반복 정도 (Repetitiveness - Frequency)
- ③ 힘의 정도 (Force)
- ④ 자세 및 동작의 형태 (Posture and types of movements)
- ⑤ 휴식시간과 그 주기 (Recovery periods distribution and duration)
- ⑥ 기타 (Complementary factors) :
 - 진동공구의 사용, 극도의 정밀을 요하는 작업
 - 해부학적으로 국소의 물리적 접촉을 요하는 자세, 낮은 온도,
 - 맞지 않는 장갑의 사용, 작업에 방해가 되는 요소들, 시각적 부담(VDT), 조명조건

이와 같은 영역에 대한 작업분석은 다음과 같은 단계를 통해 접근된다 (OSHA,1995)



[그림 1] 작업분석 단계

1) 작업내용 파악(1단계)

작업내용에 대한 분석은 주로 현장 방문과 작업자 인터뷰, 자료분석 등의 방법을 통해 다음과 같은 내용을 파악한다.

- ① 조사일자에 대한 기록
- ② 작업 목적, 내용 등을 간단히 기록
- ③ 작업자에 대한 기록 : 작업자 수, 작업수행 조건(기, 숙련도 등)
- ④ 작업일정에 대한 기록
 - 1일 혹은 1주당 작업시간
 - 교대작업 유무 및 시간, 교대 주기
 - 주당 잔업시간
 - 작업일정의 계절별 변화
- ⑤ 작업량에 대한 기록
 - 설비, 라인, 팀, 개인별 작업속도
 - 작업량(생산량) 평가 방법 및 기록
 - 인센티브 제도 유무 및 내용
- ⑥ 직무에 대한 평가
 - 작업대 혹은 작업장 설비 전반에 대한 스케치(위치, 형태 등)
 - 작업대 높이, 작업대 간 거리, 작업영역, 여유공간 등에 대한 스케치 및 실측
 - 작업 대상물의 무게, 모양, 위치
 - 작업에 필요한 힘의 측정(lift, lower, push, pull, carry)

- 기타 필요한 내용
- ⑦ 작업도구에 대한 기록
 - 무게 및 기타 특성에 대한 기록
 - 모델명과 제조회사
 - 수리상태, 사용년수, 유지보수 계획 등
- ⑧ 작업형태, 조직에 대한 기록
 - 작업자들의 다기능 수행 여부 및 내용
 - 작업순환 유무, 순환 패턴 등
 - 임금지급 방법
 - 안전보건, 품질 등과 관련된 협의 구조가 있고 잘 이행이 되는지
 - 작업 만족여부
- ⑨ 작업내용에 대한 기록
 - job, task, work cycle, steps 등으로 세분화하여 기록
 - 직무의 빈도, 기간 등 기록, 특히 복합적인 일과 불규칙한 작업에 대한 기록

2) 작업분석 : 위험요인 노출 평가(2단계)

작업내용에 대한 위험요인 노출 평가는 주로 체크리스트를 이용한 초기분석(quick check)과 기타 비디오 촬영을 비롯한 실측 작업을 병행하여 수행되는 상세 분석(detailed analysis)으로 나누어 진행된다. OSHA에서는 1단계로 수행되는 초기분석 결과 5점을 초과하는 경우에 2단계로 상세 분석을 실시하며(OSHA, 1995), 이러한 과정을 거쳐 문제점을 도출하고 개선에 대한 우선 순위를 정해 중·장기적인 개선활동을 진행한다.

다음은 작업분석을 진행할 때 수행되는 비디오분석에 대한 원칙을 정리한 것이다(OSHA, 1995)

- ① 카메라 위치는 작업방해를 최소화할 수 있어야 하고 관리책임자와 안전과 등의 승인을 받을 것
- ② 비디오 카메라는 시간과 일자 등의 표시 기능을 갖출 것

- ③ 작업명, 위치, 교대조 등 작업에 관한 정보를 각각의 일을 시작하기 전에 종이에 기록한 후 촬영할 것
- ④ 테이프의 길이는 충분해야 하고 반복된 작업의 경우 최소한 10 cycles, 동일 작업의 경우 최소한 2-3명을 촬영할 것(작업주기가 길 경우에는 몇 cycle 정도로 줄일 수 있음)
- ⑤ 처음에는 작업장 전체뿐만 아니라 작업자 전면, 의자, 작업대, 작업장 표면 등을 촬영하고 다음에 작업자의 어깨, 손 등과 관련된 상체를 촬영할 것. 작업자세와 관련된 모든 동작을 기록하기 위하여 촬영 위치(장애물 등을 고려)등을 선택할 것
- ⑥ 가능하면 작업 전후와 관련된 전체 공정이 이해될 수 있도록 할 것(특히 조립 라인의 경우)
- ⑦ 급격한 동작이나 빠른 움직임 등을 포착하기 위하여 삼각대로 고정하여 촬영할 것

3) 작업개선(3단계)

작업개선에 있어 가장 중요한 것은 개선에 대한 우선 순위를 정하는 문제다. 이러한 우선 순위를 선정할 때 현실적인 개선 가능성과 경제적인 비용부담 문제를 고려해야 하며, 미국 NIOSH(1997)에서는 개선 대상공정을 선정할 때 고려해야 할 우선 순위의 선정원칙을 다음과 같이 권고하고 있다.

- ① 현재 환자가 존재하는 작업공정
- ② 현재 환자는 없지만 과거에 있었고 작업변화가 없는 공정
- ③ 현재 및 과거에도 없었지만 작업자가 증상을 호소하는 공정
- ④ 현재 및 과거에도 환자가 없고 증상 호소자도 없지만 작업분석에서 잠재적 고위험 요인이 발견된 공정

2. 위험요인은 무엇을 평가하는 것인가?

1) 작업자의 인적요인 특성을 파악한다.

근골격계질환에 영향을 미치는 인적요인들은 개인적 특성에 기인한 과거병력 및 사고력, 생활 및 취미습관, 작업방법 및 기술 수준, 연령, 성별 등이 중요한 요인들로 지적되고 있다.

류마티스관절염이나 알콜중독, 당뇨병, 악성종양, 통풍 등과 같은 과거병력이 있거나 교통사고 혹은 추락과 같은 사고경력이 있는 경우 작업자가 느끼는 통증이 작업에 의한 것인지 감별하는데 한계가 있을 수 있으며, 작업요인에 의해 증상이 더 악화될 수 있다.

생활 및 취미습관 등은 후천적인 요인에 의해 많이 좌우되는 데 예를 들자면 규칙적인 운동 습관이 있는 경우 운동의 종류와 강도에 따라 근육발달 및 근력 등이 변화되어 근골격계질환 유병율이 그렇지 않은 사람들에 비해 낮은 것으로 보고되고 있다. 또한 손목을 자주 쓰는 취미활동(악기연주 등)을 많이 하게 되면 작업요인과 관계없이 근골격계질환과 관련된 통증이 문제될 수도 있다.

작업방법 및 기술 수준과 관련되어 작업자의 숙련도가 떨어질 때는 무리한 작업자세나 불필요한 힘의 소요 정도가 더 커지게 되어 근골격계질환의 발생 위험도가 높아질 수 있다.

그 동안 많은 연구들에서 연령이 증가할수록 근골격계질환의 발생 위험도가 커진다고 보고하였으나 그렇지 않은 연구결과들도 있으며, 성별에 따라서는 남성에 비해 여성작업자들의 WMSD 발병 위험도가 더 커지는 것으로 보고되고 있다. 여성과 남성은 근골격계질환의 발생 측면에서 차이가 있을 뿐만 아니라 질환에 걸린 이후 직장복귀를 하는 기간도 긴 것으로 알려져 있다. 두 개의 미국 연구 (Cheadle *et al.*, 1994; Johnson & Ondrich, 1990) 를 보면 근골격계질환에 걸린 여성 근로자는 결근기간이 남성보다 길었다. Coste *et al.* (1994) 의 연구에서도 여성은 남성에 비해 직장으로 복귀하는 기간이 긴 것으로 나타났다. 이처럼 몇 편의 외국의 문헌을 검토해본 결과 여성은 남성에 비해 근골

격계질환의 발생율이 높거나 남녀간의 증상의 부위가 상이함을 보여주고 있다. 여성의 근골격계질환이 연구에서 높게 나타난 이유는 여성이 종사하는 산업이나 직무가 다르기 때문으로 이는 작업환경의 성차에 기인하기 때문이다. 이러한 차이에 대해 Faucett 등(1998)은 성별에 따른 해부학적인 차이를 지적하고 있으며, Messing(1998) 등은 여성의 인체 조건들이 남성 중심으로 디자인된 많은 작업조건들에 잘 맞지 않을뿐만 아니라 남녀간의 사회적 혹은 경제적인 차이의 복합적인 원인에 의해 근골격계질환의 차이와 회복에 영향을 미친다고 하였다.

기타 유전적인 소인에 따라 뼈의 다양성 근육의 질량과 근섬유의 형태의 분포, 인대의 유연성 추간판 디스크의 단면적 및 수핵의 수분 함유 정도, 인대의 크기, 수근관의 크기 등에 차이가 있을 수 있다고 보고되고 있다(NRC, 1998).

2) 부적절한 작업자세를 평가한다.

부적절한(혹은 불편한) 작업 자세란 작업이 수행되는 동안 각각의 신체 부위에서의 중립적인 위치(neutral position)를 벗어나는 자세를 말한다. 예를 들면, 등을 곧바로 뻗을 때와 비교하여 등을 구부리거나 뒤로 젖히거나, 비틀면서 물체를 다루거나 내리거나 올리거나 할 때 척추 디스크에 더 많은 부담이 가해지게 된다. 어깨나 엉덩이, 무릎, 팔, 손목, 팔꿈치 등을 계속해서 반복적으로 구부리거나 비틀림을 요구하는 작업 또한 이러한 관절에 부담을 가중시키게 된다. 특히 빈번하게 또는 계속해서 어깨위로 들어올리는 작업은 매우 부담이 큰 것으로 알려져 있다.

[표 1]은 체크리스트를 이용하여 작업자세와 관련된 위험요인을 평가할 때의 항목과 기준 등을 요약한 것이다.

표 1. 부적절한 작업자세에 대한 평가항목 및 기준

신체 부위	RULA ¹⁾	OSHA ²⁾	BRIEF ³⁾	ANSI ⁴⁾
손/ 손목	손목 편향 신전/굴절: <0-15, ≥45 °	손가락잡기 손가락 감싸기 굴절 ≥20 ° 신전 ≥30 °	손가락잡기 손가락 누르기 r/u dev fx/ex ≥45 °	손가락잡기 손가락 감싸기 키보드 작업 방아쇠 당기기 손목 편향 굴절/신전 ≥45 °
팔꿈치/ 전완	굴절 <60-100, ≥100, <60 °	전완 비틀기	전완 비틀기 전완 꺾기	전완 비틀기
어깨	굴절/신전 <20, 20-45, 45-90, ≥90 °	상완들기	굴절 ≥45 ° arm behind body	굴절 ≥45, 90 ° 외전 ≥45, 90 °
목	굴절 <10, 10-20, ≥20 ° 신전	굴절 ≥20 ° 틀기 ≥20 ° 신전 ≥5 °	굴절 ≥20 ° 틀기 신전	굴절 ≥20, 45 ° 신전 ≥20, 45 ° 틀기 ≥45 °
허리	굴절 <20, 20-60, ≥60 °	굴절 ≥20/45 ° 비틀기	굴절 ≥20 ° 틀기 비틀기	굴절 ≥20, 45 ° 비틀기 ≥45 °
다리	안정성	쫓그리기 무릎 꿇기	쫓그리기 무릎 꿇기 한발서기	쫓그리기 무릎 꿇기

1) Rapid Upper Limb Assessment, RULA(McAtemney & Corleet, 1993)

2) Occupational Safety and Health Administration(OSHA, 1996)

3) Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors, BRIEF(Humantech Inc, 1995)

4) American National Standards Institute Z-365(ANSI, 1996)

r/u dev* : radial/ulnar deviation, fx[†]: flexion, ex[‡]: extension, forearm rot[¶] : forearm rotation



그림 2. 히팅토치를 이용한 가열작업. 손목이 극단적으로 틀어진 작업자세가 문제되고 있다.



그림 3. 용접토치를 쥐고 있는 손목이 새끼손가락 쪽으로 틀어지며 정적인 자세를 유지한다.



그림 4. 취부 작업 중 용접작업. 쭉그린 상태에서 허리와 목을 숙이고서 수분 이상 정적인 자세를 유지한다.



그림 5. 선체 건조부 용접작업. 바닥 모서리 부위를 용접할 때 허리가 측면으로 틀어지며 정적인 자세를 유지한다.

3) 힘을 요구하는 작업 특성을 파악한다.

강력한 힘을 요구하는 일은 근육, 건, 인대, 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 지속되

고, 또한 회복에 요구되는 시간이 확보되지 않았을 때는 피로감뿐만 아니라 근골격계질환을 유발할 수 있다.

그러나 작업 중 힘을 측정하는 데는 많은 한계가 있어 근육의 활동을 대신 측정하여(근전도)데이터를 특성화시키는 방법을 이용하거나(실험적 방법) 작업자가 느끼는 부하를 점수(Borg scale)로 체크하여 평가하는 방법이 주로 이용되고 있다. 특히 반복성과 힘이 결합될 때 위험성이 더 커지는 것으로 알려져 있어 높은 힘-고반복 작업일 때(Odds ratio 15.5) 가장 문제되는 것으로 보고되고 있다(Silverstein 등, 1987).

작업 시 요구되는 힘의 크기가 증가하는 경우는 다음과 같다.

- 다루거나 들어올리는 짐의 부피가 증가할 때
- 부적합한 자세로 작업할 때
- 움직임의 속도가 증가할 때
- 다루는 물체가 미끄러울 때(꽉 쥐는 힘을 요구할 때)
- 진동 시(예 : 공구가 국부적으로 진동을 가할 때 쥐는 힘이 증가한다)
- 물건을 쥘 경우 집게손가락과 엄지손가락을 사용할 때

4) 반복성을 평가한다.

유사한 동작이 8시간 작업기간 동안 빈번하게 반복된다면(예 : 매 몇 초마다), 피로와 근육-건에 대한 부하가 축적될 수 있다. 충분한 휴식시간이 이러한 작업 중간 중간에 주어진다면 건과 근육은 피로로부터 회복될 수 있다. 같은 작업을 수행하는데 반복적인 동작의 효과는 부적합한 자세와 힘이 많이 들어가는 경우를 포함할 때 증가한다.

반복성에 대한 기준은 작업 주기(cycle time)가 30초 미만이고 한 작업 단위의 50% 이상을 차지할 때 위험성이 있는 것으로 판단하고 있으며(Silverstein *et al*, 1987), Kilbom(1994)은 반복성에 대한 고위험 기준을 아래와 같이 정의하고, 만약 힘, 작업속도, 정적 혹은 극단적 자세, 속도 의존, 노출시간 등이 많아지면 위험성은 더 커져 매우 위험한 작업(very high risk job)이라고 하였다.

- 손가락 : 분당 200회 이상
- 손목/전완 : 분당 10회 이상
- 상완/팔꿈치 : 분당 10회 이상
- 어깨 : 분당 2.5회 이상

5) 노출시간을 평가한다.

오랜 기간 동안 같은 근육이나 움직임을 요구하는 일은 전신피로와 국소피로 모두를 증가시킨다. 일반적으로 연속적인 일의 기간이 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 노출 시간을 2시간 이상을 기준으로 하고 있다.

6) 날카로운 면에 의한 신체 압박의 작업 특성을 파악한다.

손바닥을 망치처럼 사용하는 경우, 짧은 손잡이 끝이 손바닥을 압박하는 경우, 날카로운 접촉면에 지속적으로 눌리는 경우(손바닥, 손목, 전완 등), 혹은 둥글지 않은 책상 모서리나 보호대가 없고 좁은 연장손잡이와 같은 단단하거나 날카로운 물체와의 반복적 또는 계속적인 접촉은 신체의 한 부분에 압력을 가하여 혈류나 신경의 기능을 억제할 수 있다(예 : 손가락의 옆면).

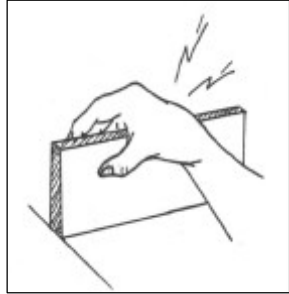


그림 6. 손목 부위의
신체압박

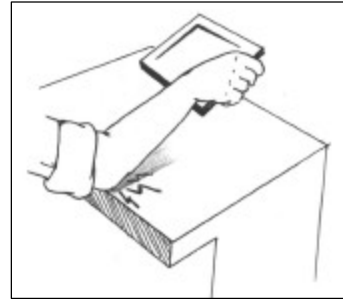


그림 7. 팔꿈치 부위의
신체압박

7) 진동 노출 특성을 평가한다.

진동은 하나의 독립된 유발요인만으로도 근골격계질환(특히, 수지진동증후군)을 일으킬 수 있는 중요한 위험요인 중의 하나다. 특히 기타 반복성이나 힘, 작업자세 등과 관련된 위험요인들이 상호 복합적으로 작용할 때는 수근관증후군의 발병위험이 커진다는 것이 많은 연구를 통해 입증되었다.

작업현장에서 국소 진동에 대한 노출은 임팩트나 그라인더 등의 진동물체에 접하는 손-팔과 같은 특정 신체 부위에서 주로 문제되고 있다. 전신진동에 대한 노출은 큰 기계나 무거운 차량과 같은 환경 혹은 물체에 앉아있거나 서있을 때 문제되고 있으며 주로 요통과 관련되어 있는 것으로 보고되고 있다.

8) 정적인 고정자세(static motion)

정적인 자세는 근육에 영양을 공급하고 신진대사의 노폐물을 내보내는 데 필요한 혈액 순환에 지장을 주어 피로가 발생되게 된다. Cooper 등(1994)의 연구에 의하면 하루에 30분 이상 쪼그린 자세를 유지한 것이 무릎 퇴행성관절염의 유병율이 높다고 하였으며(OR 6.9), 만성적인 혈류 감소는 고정적인 근육 수축이 근골격계질환으로 이행되는 데 영향을 미친다고 하였다.

Grandjean(1988)은 정적인 동작을 다음과 같이 정의하였다.

- 힘든 일을 10초 정도 또는 그 이상 계속할 때
- 보통의 작업이라도 1분 정도 또는 그 이상 계속 할 때
- 적은 힘이 드는 작업이라도 4분 정도 또는 그 이상 계속할 때

9) 저온

저온 작업은 동작 수행을 위해 필요한 힘을 증가 시켜 손에 대한 혈액 공급이 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 건강장해를 더욱 악화시키는 요인으로 알려져 있어 기존의 질환과 손상에 영향을 줄뿐만 아니라 저온환경은 근육의 효율을 떨어뜨려 결국 혈관 및 신경학적 질환을 유발하게 된다. 연구에 의하면 주위의 기온 혹은 공구나 기타 기계로부터 배출되는 차가운 공기나 재료와의 접촉으로 인해 피부온도가 20도 이하로 떨어지게 되면 작업수행능력이 저하되고 결국 작업에 더 많은 힘을 요구하게 되는 것으로 알려져 있다.

10) 사회심리적 요인

OSHA(1996)에서는 WMSD의 위험요인 중 물리적인 스트레스 외에 작업 현장에서 관리되어야 할 작업조직(job organization)과 관련하여 다음과 같은 요인들을 지적하고 있다.

- 부적절한 휴식 시간
- 부적절한 작업 속도와 작업 시간(시간외 근무, 장기간 지속되는 교대 근무 등)
- 비 숙련된 작업(신규 작업자나 작업 전환자 등)
- 다양성이 없는 단순 작업(지속되는 제한된 동작, 부적절한 작업 순환, 제한된 작업 공간 및 내용)

- 기계에 의존되는 작업 속도

즉, 이러한 요인들은 물리적인 스트레스 외에 조직 사회적 영향도 WMSD의 한 중요한 위험 요인이라는 것을 설명해주고 있다. 기타 불충분한 휴식, 라인 속도에 맞춘 작업, 익숙하지 않은 작업 등이 WMSD에 대한 위험인자들의 형태와 크기에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 이외에도 동료나 상급자에 의한 조직 사회적 영향이 중요한 요인으로 지적되고 있으나, 이에 상반되는 결과를 보이는 연구도 있다(Dehlin et al., 1977). 이러한 연구의 결과는 업무로 인한 정신 사회적 스트레스에 대한 인지 정도에 따라 WMSD의 유병율이 달라짐을 시사하고 있다.

특히 사회심리적 요인은 최근 산업안전보건에서 새로운 분야로 떠오르고 있다. 기존의 산업보건의 접근방식이 물리적, 기계적, 화학적인 측면에 강조를 두었다면 노동자가 조직 내에서 느끼는 자신의 노동에 대한 통제 정도, 자율권, 직장내의 사회적 지원 등이 건강에 영향을 미치기 때문이다. 특히 사회심리적 요인은 산업구조가 서비스산업으로 나아갈수록 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 사회심리적 요인을 측정하는 대표적인 표준적 방식은 카라젝(Karasek & Theorell, 1990)모델이다. 카라젝 모델은 직장 내에서 노동자가 자신의 일에 대해 갖는 통제정도(의사결정권과 숙련수준)와 업무부담에 기반해 표준화된 질문을 함으로서 사회 심리적 요인이 건강에 미치는 정도를 측정하는 방식이다. 이 연구에 의하면 여성은 남성에 비해 통상적으로 의사결정의 권한이 낮고 낮은 숙련수준을 지니고 있으며 단순 반복적인 작업을 하고 있는 것으로 나타났다. 5개국의 인구를 대상으로 하는 이 연구에서도 여성은 남성에 비해 단순하고 몹시 바쁜(hectic) 직무에 종사하여 높은 심혈관계질환 유병율에 영향을 미치고 있음을 보여주고 있다.

스웨덴 근로자를 대상으로 한 홀의 연구(Hall, 1989)에 의하면 직무통제의 정도는 남성이 다수인 직업에서 일하는 화이트 컬러 남성 근로자에게 가장 높게 나타난 반면 남성이 다수인 직업의 블루컬러 여성에게서 가장 낮게 나타났다. 다시 말해 한 사업장이 남성 중심적인가 여성 중심적인가에 따라 그 조직 문화가 달라져 여성과 남성의 건강에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

외국의 경우 사회심리적인 요인과 근골격계질환과의 상관성에 관한 최근의

논의가 활발해 지고 있다. 최근의 연구결과는 한 마디로 사회 심리적인 요인이 근골격계질환의 가장 직접적인 요인은 아니라고 할 지라도 작업환경의 제반조건과 함께 노동자의 질환 발생율에 영향을 미치고 있음을 보여주고 있다(EU,1999). 따라서 근골격계 질환과 같은 한번의 사고에 의해 일어나지 않는 직업병은 초기단계에 보고하고 작업환경의 개입을 통한 작업장 차원에서의 다양한 보고체계의 정비도 건강한 작업환경을 위한 주요 안전중의 하나가 된다. 일부 선진국가(예를 들어 덴마크)에서는 육체적, 화학성분의 위험요소와 비슷하게 사회 심리적인 측면에서의 유해요소를 감독하기 위한 안이 상정되고 있는 중이다. 즉, 작업과 관련된 WMSD의 예방을 위해서는 기존의 인간공학적 접근 이외에도 업무 만족도, 업무량의 변동, 정신적 스트레스 등의 심리적 요인에 대한 연구 및 노력이 동시에 진행될 필요가 있다는 것이다.

[표 2와 3]은 국내에서 자동차 공장을 대상으로 연구된 사회심리적 요인 특성에 따른 근골격계질환 증상호소율의 차이와 영향에 대한 자료이다

표 2. 사회심리적 요인에 따른 근골격계질환 증상호소율의 차이 (이윤근 등, 2001)

작업자 특성		대상자수(%) [*]	증상호소자(%) [*]	p-value ¹⁾
직무스트레스	스트레스 저노출	6028 (47.9)	3424 (56.8)	0.000
	스트레스 고노출	6546 (52.1)	4834 (73.8)	
대인관계	좋음	7153 (53.0)	4306 (60.2)	0.000
	좋지 않음	6347 (47.0)	4576 (72.1)	
직업 안정성	안정적이다	2383 (16.7)	1154 (48.4)	0.000
	안정적이지 않다	11872 (83.3)	8065 (67.9)	

¹⁾p-value by χ^2 -test

대상자수(%)^{*} : 각 변수에서 제시하고 있는 각각의 빈도는 항목에 응답하지 않은 결측값을 제외한 응답자수를 기준(valid percent)으로 분석한 것임

표 3. 근골격계질환 자각증상에 영향을 미치는 요인에 대한 다중로지스틱회귀분석 결과(이윤근 등, 2001)

관련 요인	Odds Ratio	95% CI
육체적 작업강도(힘들지 않다/힘들다)	2.068	1.867-2.291
직업 안정성(불안정/안정적)	1.558	1.374-1.768
직무 스트레스(저노출군, 고노출군)	1.456	1.309-1.618
근무형태(주간근무/교대근무)	1.268	1.138-1.412
음주여부(아니오/예)	1.194	1.038-1.372
공구 사용여부(비진동공구/진동공구)	1.161	1.041-1.294
대인관계(좋지 않음/좋음)	0.764	0.692-0.844
규칙적인 운동여부(아니오/예)	0.869	0.782-0.965

3. 위험요인 평가를 위한 연구 방법

위험 요인에 대한 정량적 반응 관계 (dose-response relationships)는 아직도 많은 인간공학적 연구의 과제로 남아 있다. 이러한 연구의 일환으로 작업 현장의 작업 설계 (job design)를 위해 물리적 스트레스 (physical stress)에 대응하는 심리육체적 (psychophysical) 반응을 연구하고, 이러한 심리육체적 접근 방법은 다시 생리학적 (physiological) 측정으로 연구되기도 하였다.

위험 요인을 평가한다는 다음과 같은 다양한 방법을 이용하여 분석하는 것을 의미하며 각자의 평가 방법들은 고유한 장단점들을 가지고 있어 실제로는 상호 보완적인 방법을 이용하기도 한다. 그러나 전문가 관찰이나 자가 평가 방법은 타당성 떨어지고, 기구를 이용한 직접 측정과 실험적 평가는 현장 적용의 제한적인 문제점으로 인해 체크리스트를 이용하면서 비디오 분석을 병행하는 것이 세계적인 추세다(David & Nordstrom, 1998). 각각의 평가 방법에 대한 타당도를 정리한 결과는 [표 4]와 같다.

[표 4] 인간공학적 위험요인 평가방법의 유용성(Allard J van der Beek, 1998)

Exposure variable	Measurement method	Level	Duration	Frequency
Working situation	Expert judgements	+	-/+	-/+
	Self reports	+	-/+	-/+
	On site observation	+	++	-/+
	Retrospective video observation	-/+	+	+
	Direct measurements at work	++	+	+
	Simulations in the laboratory	--	--	--
Actual working method	Expert judgements	+	-/+	-/+
	Self reports	+	-/+	-/+
	On site observation	+	++	-/+
	Retrospective video observation	+	++	++
	Direct measurements at work	-/+	-/+	-/+
	Simulations in the laboratory	++	+	+
Posture	Expert judgements	-/+	-/+	-
	Self reports	-	-	-
	On site observation	+	++	-/+
	Retrospective video observation	+	++	++
	Direct measurements at work	+	++	++
	Simulations in the laboratory	++	+	+
Movement	Expert judgements	-	-	-
	Self reports	--	-	-
	On site observation	-	-/+	-/+
	Retrospective video observation	-/+	+	++
	Direct measurements at work	++	++	++
	Simulations in the laboratory	++	+	+
Exerted force	Expert judgements	-	-/+	-/+
	Self reports	-/+	-/+	-/+
	On site observation	-	+	-/+
	Retrospective video observation	--	+	+
	Direct measurements at work	++	++	+
	Simulations in the laboratory	++	+	+

++ : 매우 정확, 적용가능

+ : 정확성과 적용성이 좋음

-/+ : 다소 부정확, 부분적 적용이 가능,

- : 부정확, 부분적 적용이 가능

-- : 매우 부정확, 적용할 수 없음

- 1) 인체역학적 모델을 이용한 평가 (Biomechanical modeling)
- 2) 실험적 평가(Simulations in the laboratory)
- 3) 각종 기기를 이용한 실측(Direct measurements)
- 4) 표준화된 작업자세 관찰(Checklist)
- 5) 생리적 평가(Physiological assessment)
- 6) 주관적 평가(Self report))

이와 같은 다양한 평가 방법 중 현재 작업 현장에서의 근골격계질환 위험 요인을 평가하는 방법으로 가장 많이 이용되고 있는 방법은 체크리스트를 이용한 평가방법이다.

1) 체크리스트를 이용한 평가

체크리스트가 작업 현장에서 활용이 가능하기 위해서는 보다 쉽고 정량적 평가가 가능해서 작업장 관리에 이용될 수 있어야 하며, 특정 부위와 제한된 위험 요인, 그리고 제한된 작업이 아닌 다양한 현장에서 활용 가능한 보편화된 구성 요소를 갖추어야 한다. 또한 현장에서의 평가 결과 위험 요인과 증상과의 노출-반응관계가 확인되어 타당성이 입증되고 평가 도구로써의 신뢰도가 검증된 표준화된 점검표가 개발되어야 한다. 이와 같은 필요성에 의해 그 동안 많은 체크리스트들이 개발되어 왔는데(표 5 참고) 주로 위험 요인을 정량화 하는 문제와 위험 요인과 증상과의 노출-반응관계에 대한 타당성, 그리고 평가 도구로써의 신뢰도 문제에 초점이 맞추어져 있다.

미국 산업안전보건청(OSHA)에서 개발한 체크리스트(OSHA, 1995)는(부록 5참고) 손 및 손가락, 손목, 팔 및 팔꿈치, 어깨, 목 등과 같은 상지에 대한 위험 요인을 빠른 시간 동안에 체크(quick check)하여 저위험성 초과 여부를 판단하고 정밀한 위험성 평가 대상을 선정하기 위한 목적으로 개발된 것이다. 평가 결과 만약 위험 요인 총점이 5점을 초과할 때는 60일 이내에 좀 더 정밀한 방법으로 위험 요인을 평가하도록 하는 행정적인 지침의 기준으로 삼기 위한

목적으로 개발되었다. 그러나 이 체크리스트는 목·어깨·팔·손목·손가락 등의 상지만을 평가하도록 되어 있고 5점이라는 임계 점수에 대한 과학적인 근거가 희박하다는 점과 점검표의 타당도 및 신뢰도가 아직 검증되지 않았다는 한계점이 있다.

미국 국립표준연구원(ANSI)에서 개발한 ‘ANSI Z-365 Quick Checklist’ (ANSI, 1996)는(부록 4참고) 평가 결과 10점 이상이면 CTDs에 대한 위험도가 저 위험도를 초과하는 것이 인정되므로 좀 더 자세한 인간공학적 분석이 필요한 것으로 되어 있다. 그러나 국내의 작업 현장에서 적용한 결과 저 평가되는 경향이 있고, 10점이라는 임계점수에 대한 과학적인 근거를 제시하지 못하고 있으며, 평가 도구로써의 타당도와 신뢰도가 아직 검증되지 않은 한계점이 있다.

표 5. 주요 체크리스트의 위험요인 평가 영역

체크리스트	평가 부위	위험요인		관리기준
OWAS ¹⁾ (1977)	•허리 •상지 •하지	•작업 자세 •노출시간	•힘(허리)	4categories
Michigan ²⁾ (1986)	•손/손목	•작업 자세 •진동, 신체압박, 온도 •반복성 •공구디자인	•힘 •작업대	no
RULA ³⁾ (1993)	Group A(팔/손목) Group B (목/허리/다리)	•작업 자세 •반복성 •작업대	•힘 •정적동작 •공구	4categories
OSHA ⁴⁾ (1995)	•손/손목 •전완 •어깨 •목	•작업 자세 •반복성 •신체압박 •저온 •노출시간	•힘 •진동 •작업속도	scores ≥ 6
BRIEF ⁵⁾ (1995)	•손/손목 •팔꿈치 •어깨 •목 •허리 •다리	•작업 자세 •반복성 •정적동작	•힘	
SI ⁶⁾ (1995)	•손/손목	•작업 자세 •노출시간	•힘 •작업속도	scores ≥ 5
ANSI ⁷⁾ (1996)	•손/손목 •팔꿈치 •어깨 •목 •허리 •다리	•작업 자세 •반복성 •신체압박 •노출시간	•힘 •진동 •작업속도	scores ≥ 10

1) Ovaco Working posture Analysing System, OWAS(Karhu *et al*, 1977)

2) Michigan checklist(Lifshitz & Armstrong, 1986)

3) Rapid Upper Limb Assessment, RULA(McAtemney & Corleet, 1993)

4) Occupational Safety and Health Administration Upper Extremity Risk Factors(OSHA, 1995)

5) Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors, BRIEF(Humantech Inc, 1995)

6) Strain Index(Moore & Garg, 1995)

7) American National Standards Institute Z-365, ANSI Z-365(ANSI, 1996)

McAtamney 들(1993)이 개발한 RULA(Rapid Upper Lim Assessment)방법 (부록1 참고)은 인간공학 전문가가 평가하도록 개발되었는데 주로 팔(상완 및 전완), 손목, 목, 몸통(허리), 다리 부위에 대해 각각의 기준에서 정한 값을 표에서 찾고 그런 다음, 근육의 사용 정도와 사용 빈도를 정해진 표에서 찾아 점수를 더하여 최종적인 값을 산출하도록 되어 있다. 이 방법은 주로 작업 자세의 위험성을 정량적으로 평가하여 그 결과 최종 평가 점수가 1-2점은 적절한 작업, 3-4점은 추적 관찰 필요, 5-6점은 작업 전환 고려, 7점은 즉시 작업 전환 필요 등으로 구분하여 사후 관리 기준을 제시할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 원래 인간공학 전문가가 평가하도록 설계되어 있기 때문에 평가 과정이 너무 난해하다는 단점이 있다.

핀란드에서 Karhu 들(1977)이 개발한 OWAS(Ovaco Work Analysis System)방법은 상지, 허리, 하지, 중량 작업의 4가지 인자를 가지고 작업 자세를 평가한 후 교차 체크(cross-check)한 값을 표에서 찾도록 되어 있다. 그 결과 최종 점수가 Class 1에 해당되면 문제가 없는 작업 자세로, Class 2는 근시일 내에 제조사가 필요한 작업, Class 3은 가능한 한 조기에 개선이 필요한 작업, 그리고 Class 4는 즉시 개선이 필요한 작업으로 종합적인 판단을 하도록 되어 있다. 따라서 여러 작업 중에서 개선을 필요로 하는 작업을 우선적으로 선정할 수 있다는 장점이 있는 반면 작업 자세 특성이 정적인 자세에 초점이 맞추어져 있고 중량물 취급 작업 외에는 작업에 소요되는 힘과 반복성에 대한 위험성이 평가에 반영되지 않아 한계점으로 지적되고 있다.

Moore와 Garg(1995)에 의해 개발된 Strain Index(부록 2참고)는 인간공학작업 분석의 도구로서 생리학 및 인체역학(biomechanics)의 과학적 근거를 바탕으로 개발되었으며, 검증 과정을 통해서 의학적인 진단 결과와도 매우 유의한 타당성이 인정되었다는 장점이 있다. 그러나 이 평가 방법은 손목의 특이적인 위험성만이 강조되었고, 진동에 대한 위험 요인이 배제되었으며, 신뢰도가 검증되지 않았다는 한계점들이 지적되고 있다(Edril & Dickerson, 1997).

결국 이와 같은 체크리스트들의 제한점들을 볼 때 국내 작업 현장에서 활용이 가능하기 위해서는 보다 쉽고 정량적 평가가 가능해서 작업장 관리에 이용될 수 있어야 하며, 위험 요인과 증상과의 노출 반응관계 (exposure-response relationship)가 확인되어 타당성이 입증되고 평가 도구로써의 신뢰도가 검증된

표준화된 점검표가 개발되어야 한다.

그러나 국내에서는 이러한 인간공학적인 평가 방법에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 송동빈 들(1997)과 박희석 들(1998)이 제조업을 대상으로 한 점검표 개발에 관한 연구를 하였고, 기타 외국에서 개발된 체크리스트를 국내 사업장에서 적용한 연구(송동빈 들, 1997 ; 이윤근 들, 1998 ; 김재영 들, 1999) 들이 소수 있을 뿐이다.

최근 이윤근(2001)은 작업 자세, 반복성, 힘, 정적인 동작, 노출 시간, 기타 (진동, 신체 압박, 저온 작업, 기계 의존적인 작업 속도, 일상적인 잔업)등 총 37개 항목으로 구성된 체크리스트(Checklist for Ergonomic Risk Factors, CERF-1)를 개발하여 자동차 공장을 대상으로 타당도와 신뢰도를 검증한 결과를 발표하였다. 이 체크리스트는 위험 요인 점수를 기준으로 16점 미만은 저위험 작업, 16점 이상은 위험 작업으로 분류하여 관리 기준을 제안하고 있으며, 연령을 보정한 후 상대적인 비교 위험도(adjusted odds ratio)를 분석한 결과 위험 작업군($OR=5.69$, 95% CI 3.15-10.29)에서 CTDs 위험성이 높게 나타난 것으로 보고하였다. 또한 위험 요인 점수와 자각 증상 점수와의 상관관계를 분석한 결과 상관계수가 0.49로 OSHA($r=0.28$) 및 ANSI($r=0.22$) 평가 방법 등 다른 체크리스트에 비해 상관성이 높다고 하였고, 위험성 초과 기준(16점 이상)에 대한 체크리스트의 민감도는 92.5%, 그리고 특이도는 31.5%이었으며, 조사-재조사 방법에 의한 상관계수는 0.88, 조사자간의 상관계수는 0.80으로 매우 높은 상관성이 있는 것으로 나타나 현장에서의 활용 가능성을 보여주었다.

이와 같이 인간공학분야에서 근골격계질환의 발생과 관련한 직업적 요인의 위험도에 대한 평가도구가 다수 개발되어 사용되고 있다. 하지만 이러한 평가 도구는 그 결과가 해당 작업의 근골격계질환 관련성을 직접적으로 입증하는 결정자라기 보다는, 부적절한 작업장의 구조와 불편한 작업자세 등의 근골격계질환 발생요인에 분석을 통하여 작업환경에 포함된 재해 위험요인을 파악하고 이를 개선 제거함으로써 근골격계질환의 예방을 위한 자료로 활용되어야 할 것이다. 즉 평가도구는 보다 포괄적인 작업장의 분석과 개선을 위한 보조도구로서 사용되어야 할 것이다.

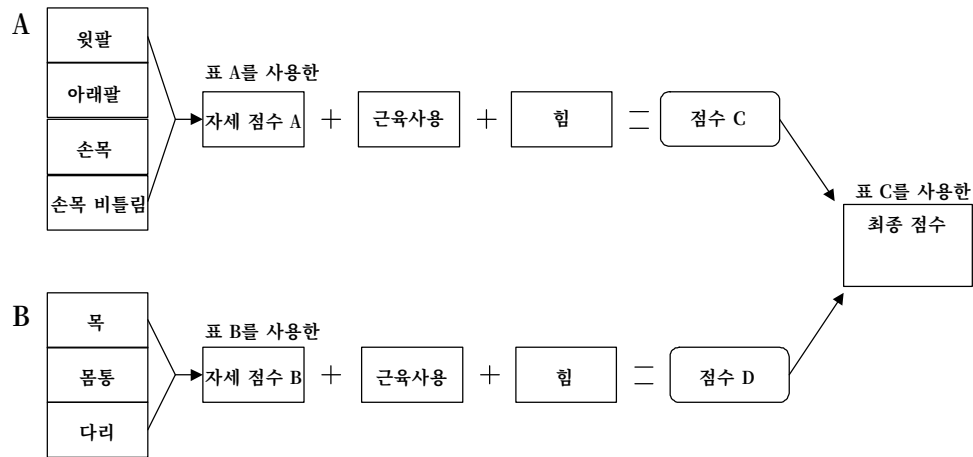
부록1. RULA(Rapid Upper Limb Assessment)의 사용과 적용방법

1) RULA의 개발

- ① McAtamney & Corlett(1993)이 개발
(원문: McAtamney, L. and Corlett, E.N., "RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-related Upper Limb Disorders", Applied Ergonomics, 1993 24(2) 91-99)
- ② EU의 VDU 작업장의 최소안전 및 건강에 관한 요구 기준과 영국(UK)의 직업성 상지질환의 예방지침의 기준을 만족하는 보조도구로 사용
- ③ 근골격계질환(직업성상지질환)과 관련한 위해인자에 대한 개인작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었으며, 개발과정에서 의류산업체의 재단, 재봉, 검사, 포장 작업 그리고 VDU 작업자 등을 포함하는 다양한 제조업의 작업을 그 분석연구의 대상으로 하여 개발하였다.

2) RULA의 개요

- ① RULA의 평가표는 크게 각 신체부위별 작업자세를 나타내는 그림과 3개의 배점표로 구성되어있다.
- ② 평가대상이 되는 주요 작업요소로는 반복수, 정적작업, 힘, 작업자세, 연속작업시간 등이 고려되어 지게 된다.
- ③ 평가방법은 크게 신체부위별로 A와 B 그룹으로 나누어지면 A,B 의 각 그룹별로 작업자세 그리고 근육과 힘에 대한 평가로 이루어진다. 그림 1에 RULA의 평가과정에 대한 개요가 나타나있다
- ④ 평가에 결과는 1에서 7사이의 총점으로 나타내어지며 점수에 따라 4개의 조치단계(Action level)로 분류되어진다
- ⑤ 전술한 바와 같이 RULA는 작업장에 존재하는 근골격계질환과 관련한 위해작업 요인의 존재유무와 그 정도를 신속히 파악하기 위한 간이평가 도구로서 추후 포괄적인 작업장의 인간공학적 분석과 개선을 위한 참고적 보조도구로 사용되어져야 할 것이다.



RULA 의 평가과정 개요

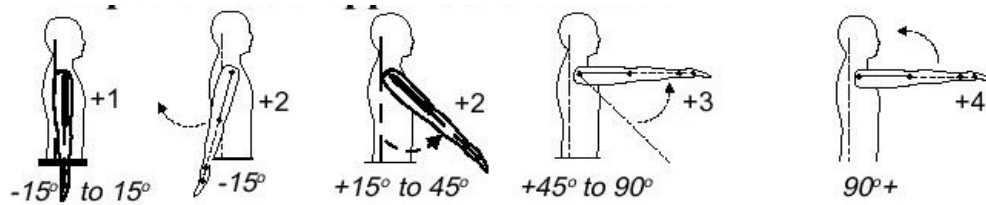
3) RULA 평가표의 사용법

[평가그룹 A. 팔과 손목 분석]

- * 신체부위 중 윗팔(upper arm), 아랫팔(lower arm), 손목에 대하여 평가한다.
- * 양쪽 팔의 자세가 다를 경우 각각에 대하여 분리 평가한다.

제 1단계 - 윗팔(upper arm)의 위치에 대한 평가

- ▶ 작업 중 윗팔의 자세가 아래의 5가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함
- ▶ 윗팔의 위치가 상체의 움직임에 따라 변화함에 상관없이 평가의 기준은 상체를 앞뒤로 나누는 관상면(frontal plane)과 윗팔 사이의 각도로 평가한다.

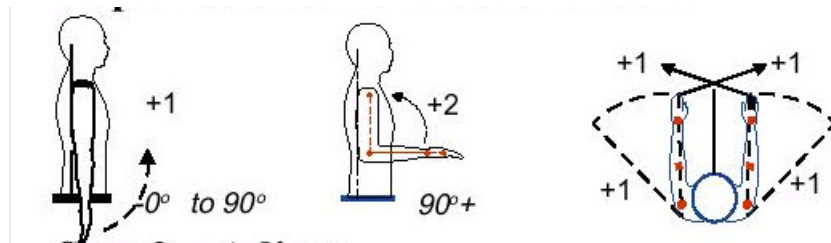


◇ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산한다

- ① 어깨가 들려 있는 경우 : +1점
- ② 윗팔이 몸에서부터 떨어져 있는 경우 : +1점
- ③ 팔이 어딘가에 지탱되어 지거나 기댄 상태일 때 : -1점

제 2단계 - 아래팔(lower arm)의 위치에 대한 평가

▶ 작업 중 아래팔의 자세가 위의 2가지 자세 중 어디에 주로 속하는 가에 따라 해당 점수를 부여함



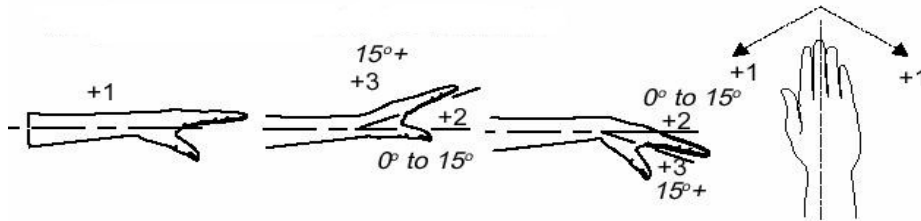
◇ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산(위의 세 번째 그림 참조)

- ① 팔이 몸의 중앙을 교차하여 작업하는 경우 : +1점
- ② 팔이 몸통을 벗어나 작업하는 경우 : +1점

제 3단계 - 손목(wrist)의 위치에 대한 평가

▶ 작업 중 손목의 자세가 위의 3가지 자세 중 어디에 주로 속하는 가에 따

라 해당 점수를 부여함



◇ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산(위의 네 번째 그림 참조)

- ① 손목이 위의 그림처럼 중앙선을 기준으로 좌우로 구부러져 있는 경우 : +1점

제 4단계 - 손목(wrist)의 비틀림(twist)에 대한 평가

▶ 작업 중 손목의 비틀림의 정도가 아래의 2가지 평가 기준 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함

- ① 작업 중 손목이 최대치의 절반이내에서 비틀어진 경우 : +1점
 ② 작업 중 손목이 최대치 범위까지 비틀어진 상태인 경우 : +2점

▶ 손목의 비틀림은 아랫팔의 축을 중심으로 한 pronation, supination을 말한다.

제 5단계 - 평가 점수의 환산

▶ 위에서 평가한 4가지 단계의 점수에 따른 줄과 칸을 따른 점수를 평가표 table A에서 찾아 평가그룹 A에서의 점수로 기록한다.

Table A. 팔/손목의 자세점수 표

상완	하완	손목							
		1		2		3		4	
		손목비틀		손목비틀		손목비틀		손목비틀	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	2	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	3	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

제 6단계 - 근육 사용 정도에 대한 평가

- ▶ 작업 중 근육의 사용정도를 평가하는 부분으로 작업 시 몸의 경직성 여부
부와 작업의 반복빈도를 평가하는 부분.
- ▶ 작업시 작업자세가 고정된 자세를 유지하거나(예를 들어 10분 이상 한
자세를 유지하는 경우) 또는 분당 4회 이상의 반복작업을 하는 경우 :
+1점
- ▶ 정적자세(Static postures)의 경우 사용되는 근력의 정도는 일반적으로 1
시간 작업시 보통 최대수의근력(MVC)의 5%를 초과하지 않도록, 8시간
의 경우 MVC의 2%를 초과하지 않도록 한다. (또는 최대 근력 사용시
10초이하, 보통의 근력 사용시 1분 이하, 약한 근력 사용시 4분 이하 정
적 자세 유지)

제 7단계 - 무게나 힘이 부가 될 경우에 대한 평가

▶ 작업 중 공구나 작업물을 들어 나르는 경우 아래의 4가지 사항 중 어디에 속하는가에 따라 해당 점수를 부여한다.

- ① 간헐적으로 2kg이하의 짐을 드는 경우 : 0점
- ② 간헐적으로 2kg에서 10kg사이의 짐을 드는 경우 : +1점
- ③ 정적작업이거나 반복적으로 2kg에서 10kg사이의 짐을 드는 경우 : +2점
- ④ 정적, 반복적으로 10kg이상의 짐을 들거나, 또는 갑작스럽게 물건을 들거나 충격을 받는 경우 : +3점

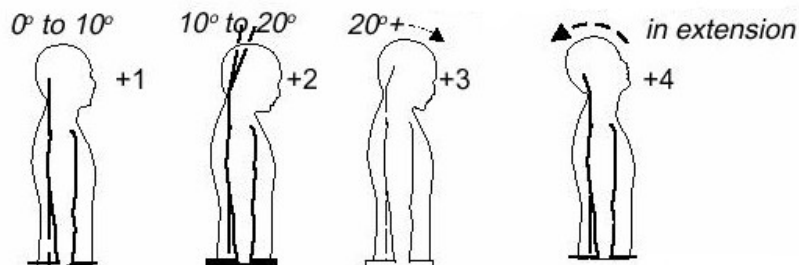
제 8단계 - 팔과 손목 부위에 대한 평가 점수의 환산

▶ 제 5단계에서 환산된 점수A에 제6단계와 7단계의 점수를 합하여 평가그룹 A에서의 팔과 손목 부위에 대한 평가 점수C를 계산한다.

[평가그룹 B. 목, 몸통, 다리의 분석]

제 9단계 - 목의 위치에 대한 평가

▶ 작업 중 목의 자세가 아래의 4가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함

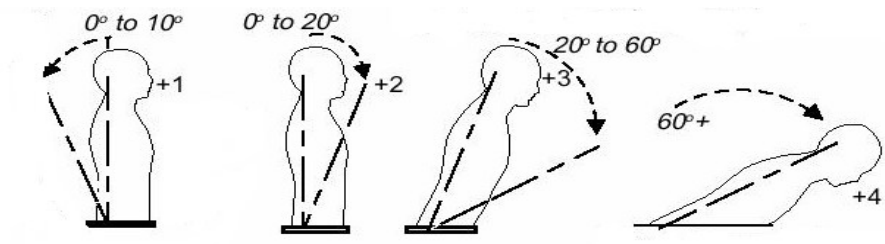


◇ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산

- ① 작업 중 목이 회전(비틀림)되는 경우 : +1점
- ② 작업 중 목이 옆으로 구부러지는 경우 : +1점

제 10단계 - 몸통의 위치에 대한 평가

- ▶ 작업 중 몸통의 자세가 아래의 4가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함



※ 뒤로 젖혀진 경우

1. 선자세는 10° , 앉은 자세는 20°
2. 앉은 겨우 등의 잘 지지되면 1 아니면 2점부과

◇ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산

- ① 작업 중 몸통이 회전(비틀림)하는 경우 : +1점
- ② 작업 중 몸통이 옆으로 구부러지는 경우 : +1점

제 11단계 - 다리와 발의 상태에 대한 평가

- ▶ 작업 중 다리와 발의 상태가 아래의 2가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함

- ① 다리와 발이 지탱되어지고 균형이 잡혀 있을 경우 : +1점
- ② 그렇지 않을 경우 : +2점

제 12단계 - 평가 점수의 환산

- ▶ 위에서 평가한 3단계의 점수를 table B에서 찾아서 평가점수C를 계산한다.

표 B. 목, 허리, 다리의 자세 점수표

	허리의 자세 점수											
	1		2		3		4		5		6	
	하지		하지		하지		하지		하지		하지	
목	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	6	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

제 13단계 - 근육 사용 정도에 대한 평가

- ▶ 작업 중 근육의 사용정도를 평가하는 부분으로 작업 시 몸의 경직성 여부와 작업의 반복빈도를 평가하는 부분.
- ▶ 작업 시 작업자세가 경직(예를 들어 10분 이상 한 자세를 유지하는 경우)되어 있거나 분당 4회 이상의 반복작업을 하는 경우 : +1점

제 14단계 - 무게나 힘이 부가 될 경우에 대한 평가

- ▶ 작업 중 공구나 작업물을 들어 나르는 경우 다음의 4가지 사항 중 어디에 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함
- ① 간헐적으로 2kg 이하의 짐을 드는 경우 : 0점
- ② 간헐적으로 2kg에서 10kg 사이의 짐을 드는 경우 : +1점
- ③ 정적이거나 반복적으로 2kg에서 10kg 사이의 짐을 드는 경우 : +2점
- ④ 정적, 반복적으로 10kg 이상의 짐을 들거나, 또는 갑작스럽게 물건을 들거나 충격을 받는 경우 : +3점

제 15단계 - 목과 몸통, 다리 부위에 대한 평가 점수의 환산

- ▶ 제 12단계에서 환산된 점수B에 제13단계와 14단계의 점수를 합하여 목

과 몸통, 다리 부위에 대한 평가 점수D를 계산한다.

최종단계: 총점(Final Score)의 계산과 조치수준(Action level)의 결정

- ▶ 8단계와 15단계에서 계산된 점수 C와 점 B를 각각 TableC에서의 세로 축과 가로축의 값으로 하여 최종 점수를 계산한다.

표 C. 평가그룹 A와 평가그룹 B를 이용한 총 위험도 점수표

점수B 점수A \	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

- ▶ 최종점수의 값은 1에서 7점 사이의 값으로 계산되면 그 값의 범위에 다음과 같은 조치를 취하게 된다.

[조치단계의 결정]

1. 최종점수가 1-2 점이면: 수용 가능한 작업(Acceptable job)
2. " " 3-4 점이면: 계속적 추적관찰 요함(Investigate further)
3. " " 5-6 점이면: 계속적 관찰과 빠른 작업개선 요함(Investigate further and change soon)
4. " " 7점 이상이면: 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구됨

부록 2. Strain Index(작업긴장도 지수)의 사용법

(원문:Moore JS, Garg A. The strain index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. Am Ind Hyg Assoc J 1995 ; 56(5) : 443-458.)

Strain Index는 미국의 Wisconsin 대학에서 개발된 상지작업 특히 손과 손목을 중심으로 이루어지는 작업(전자조립업, 세탁업 등)에 유용하게 적용되어진다.

조립작업에서의 손과 손목의 동작과 위치는 육안으로 판단하기에는 어려운 점이 많으므로 비디오 촬영을 통하여 의심되는 작업과 움직임을 면밀히 분석할 수 있도록 하여야 한다.

비디오 촬영시는 작업의 대표적 사이클이 최소 3-4번 이상 기록되어야 하며 관련된 신체부위의 좌우 측면과 앞뒤도 가능하면 모두 촬영하는 것이 효과적인 분석자료가 될 것이다.

1. 제 1단계 자료수집(Data Collection):

: 분석 작업을 대상으로 다음의 6가지 작업요인에 관한 자료를 수집한다.

1) Intensity of Exertion(힘쓰는 강도)를 평가한다.

여기서 힘쓰는 강도란 평가 대상작업을 한번 수행하는데 요구되는 근력(힘쓰는)의 정도에 대한 평가치를 말한다.

등급기준 (연산점수)	최대근력의 %	Borg 척도	노력의 지각정도(Perceived Effort)
가벼움(1.0)	10%이하	≤2	거의 노력을 느끼지 못할 정도
약간 힘들(3.0)	10%-29%	3	노력을 느낄 수 있는 정도
힘들(6.0)	30%-49%	4-5	노력을 확연히 느낌/표정변화는 없음
아주 힘들(9.0)	50%-79%	6-7	상당한 노력/표정변화가 감지됨
거의 한계치(13.0)	≥80%	>7	힘의 발휘를 위해 어깨/상체를 이용함

2) % Duration of Exertion(힘쓰는 기간%)

$$\% \text{Duration of Exertion} = \frac{\text{duration of all exertion(sec)}(\text{총 힘쓰는 시간})}{\text{total observation time(sec)}(\text{총 관찰시간})} * 100$$

힘쓰는 기간(%)	<10%	10-29%	30-49%	50-79%	>80%
연산점수	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0

3) Efforts per Minute(분당 힘쓰는 횟수)

$$\text{Efforts per Minute} = \frac{\text{number of exertions}(\text{총 힘쓰는 횟수})}{\text{total observation time}(\text{총 관찰시간: 분})}$$

분당회수	< 4회	4-8회	9-14회	15-19회	> 20회
연산점수	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0

* 만약 힘쓰는 기간이 100%일 때는, 분당 작업횟수 연산자는 회수에 관계 없이 3.0이상으로 설정된다.

4) Hand/Wrist Posture(손/손목의 자세)

손/손목이 편안한 중립자세에서 얼마나 꺾여서 작업이 이루어지는지를 아래와 같이 평가함

등급기준 (연산점수)	손목신전 (Extension)	손목굴곡 (Flexion)	손목외전 (Ulnar Deviation)	자세의 지각정도 (Perceived posture)
아주 좋음(1.0)	0° -10°	0° -5°	0° -10°	완전히 중립자세
좋음(1.0)	11° -25°	6° -15°	11° -15°	거의 중립자세
보통(1.5)	26° -40°	16° -30°	16° -20°	중립에서 많이벗어남
나쁨(2.0)	41° -55°	31° -50°	21° -25°	아주 심하게 꺾인자세
아주 나쁨(3.0)	>60°	>50°	>25°	거의 최대치 꺾인자세

5) Speed of Work(작업속도)

: 얼마나 작업이 빠른 속도로 이루어지고 있는가의 척도이다

등급기준 (연산점수)	MTM-1값과의 비교	작업 속도의 지각정도
아주 느림(1.0)	≤80%	최대로 이완된 속도
느림(1.0)	81-90%	스스로 속도조절이 가능한 정도
보통(1.0)	91-100%	보통 속도
빠름(1.5)	101-115%	급함/따라할 수는 있음
아주 빠름(2.0)	>115%	아주 급함/따라할 수 없음

6) Duration of Task per Day(하루 작업기간)

: 하루의 작업시간을 실측하거나 작업장 자료를 이용한다.

1일 작업시간	< 1시간	1-2시간	2-4시간	4-8시간	> 8시간
연산점수	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5

2. 최종 등급판정 및 연산자의 결정

각각의 위험요인 별 판정등급에 해당되는 연산자를 결정하고 모두 곱하여 최종 긴장지수를 계산한다.

< 긴장도 지표(STRAIN INDEX) >

번 호:
공정명 및 위치:

Rating	작업강도	매회당 긴장기간 백분율(%)	분당 회수(회)	손/손목 자세	작업의 속도	하루 작업 시간(시간)
1	약함 (1.0)	<10 (0.5)	<4 (0.5)	매우 좋음 (1.0)	매우 느림 (1.0)	<1 (0.25)
2	다소 힘들 (3.0)	10-29 (1.0)	4-8 (1.0)	좋음 (1.0)	느림 (1.0)	1-2 (0.5)
3	힘들 (6.0)	30-49 (1.5)	9-14 (1.5)	보통 (1.5)	보통 (1.0)	2-4 (0.75)
4	매우 힘들 (9.0)	50-79 (2.0)	15-19 (2.0)	나쁨 (2.0)	빠름 (1.5)	4-8 (1.0)
5	한계치에 가까움 (13.0)	>80 (3.0)	>20 (3.0)	아주 나쁨 (3.0)	매우 빠름 (2.0)	>8 (1.5)

평가 결과 :
: SI = 작업강도 * 긴장시간% * 분당작업횟수 * 손/손목자세 * 작업속도 * 작업기간
SI = () * ()% * () * () * () * ()
= ()

3. 결과의 해석

SI≤3 : 안전한 작업

SI>5 : 상체부위의 근골격계질환에 노출된 작업으로 평가. (정밀조사 요구)

SI≥7 : 상체부위의 근골격계질환의 발병가능성이 매우 높은 위험한 작업으로 평가(신속한 조치가 요구됨)

부록 3. REBA(Rapid Entire Body Assessment)의 사용 방법

1. REBA의 개발

(원문 : Hignett, S., and McAtamney, L. "Technical Note : Rapid Entire Body Assessment(REBA)". Applied Ergonomics, 31(2). 2000. 201-205)

근골격계질환과 관련된 유해요인에 대한 개별 작업 평가를 목적으로 개발되었으며, RULA 평가표를 보완한 것이다. 주로 예측이 힘든 다양한 자세에서 이루어지는 서비스업에서의 전체적인 신체에 대한 부담 정도를 평가하는 데 적합하다.

2. 평가개요(전체적으로는 RULA 평가방법과 매우 유사함)

1) REBA 평가표는 크게 각 신체부위별 작업자세를 나타내는 그림과 4개의 배점표로 구성되어 있다.

2) 평가 대상이 되는 주요 작업요소는 반복성, 정적작업, 힘, 작업자세, 연속 작업시간 등이 고려된다.

3) 평가방법은 크게 신체부위별로 A와 B 그룹으로 나누어지며, A,B의 각 그룹별로 작업자세, 그리고 근육과 힘에 대한 평가로 이루어진다.

4) 평가 결과는 1-15점 사이의 총점으로 나타내어지며, 점수에 따라 5개의 조치 단계로 분류된다.

3. 평가과정(Worksheet를 보면서 평가)

[그룹 A에 대한 평가 : 몸통, 목, 다리]

1단계 : 몸통에 대한 평가

- ① 몸통을 숙이거나 젖히는 각도에 따라 해당되는 점수를 구한다.(1-4점)
- ② 몸통의 비틀림 여부에 따라 추가점수를 부여한다(1점).

2단계 : 목에 대한 평가

- ① 목을 숙이거나 젖히는 각도에 따라 해당되는 점수를 구한다(1-2점).
- ② 목의 비틀림 여부에 따라 추가점수를 부여한다(1점).

3단계 : 다리에 대한 평가

- ① 한발서기 동작이나 쪼그리는 정도에 따라 해당되는 점수를 구한다(1-2점).
- ② 무릎을 굽히는 각도에 따라 추가점수를 부여한다(1-2점).

4단계 : [표 A]를 이용한 점수 환산하기

[표 A]를 이용하여 몸통, 목, 다리의 점수에 해당되는 점수를 환산한다.

5단계 : 힘에 대한 평가

하중 혹은 힘을 평가하여 해당점수를 {표 A}에서 환산된 점수에 더해준다.

[그룹 B에 대한 평가 : 윗팔, 아래팔, 손목]

6단계 : 윗팔에 대한 평가(왼쪽 오른쪽으로 나누어 평가)

- ① 윗팔이 들리는 각도에 따라 해당되는 점수를 구한다(1-4점).
- ② 팔이 벌어지거나 어깨가 들리는 자세에 따라 추가점수를 부여한다(1점 혹은 -1점).

7단계 : 아래팔에 대한 평가(왼쪽 오른쪽으로 나누어 평가)

① 아래팔의 팔꿈치 내각에 따라 해당되는 점수를 구한다(1-2점).

8단계 : 손목에 대한 평가(왼쪽 오른쪽으로 나누어 평가)

① 손목을 숙이거나 젖히는 각도에 따라 해당되는 점수를 구한다(1-2점).

② 손목이 틀어지는 동작 유무에 따라 추가점수를 부여한다(1점)

9단계 : [표 B]를 이용한 점수 환산하기

[표 B]를 이용하여 윗팔, 아래팔, 손목의 점수에 해당되는 점수를 환산한다.

10단계 : 손잡이 상태에 대한 평가

[손잡이 표]에 나와 있는 손잡이 상태에 따른 해당 점수를 구하고 [표 B]에서 환산된 점수에 더해준다.

11단계 : [표 C]를 이용한 점수 환산하기

그룹A와 그룹B의 점수를 가지고 [표 C]를 이용하여 점수를 환산한다.

12단계 : 행동점수 보정

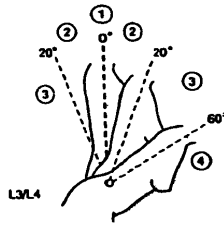
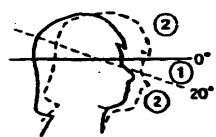
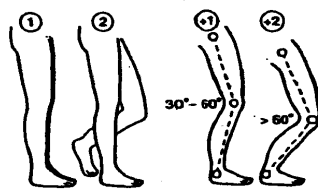
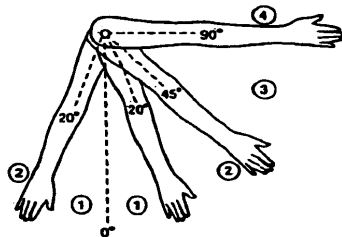
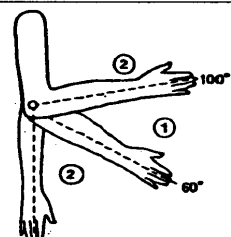
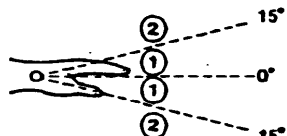
[표 C]에서 환산된 점수에 행동점수 표를 이용하여 점수를 보정한다.

13단계 : 최종 단계

최종 계산된 REBA 점수를 이용하여 해당되는 조치 단계를 구한다.

REBA WORKSHEET

(점점 내용은 표의 오른쪽 그림을 참고하시기 바랍니다.)

몸통	움직임	점수	추가 점수	
	곧바로 선자세	1	◆몸통이 비틀리거나 옆으로 구부러질시: +1	
	0° -20° 구부림, 0° -20° 뒤로젖힘	2		
	20° -60° 구부림, 20° 이상의 젖힘시	3		
	60° 이상의 구부림	4		
목	움직임	점수	추가 점수	
	0° -20° 구부림	1	◆목이 비틀리거나 옆으로 숙일 시: +1	
	20° 이상의 구부림, 뒤로 젖혀질 시	2		
다리	움직임	점수	추가 점수	
	두 다리가 모두 나란하거나 겹거나 앉아 있을시	1	무릎이 ◆30° -60° 사이로 구부러질시: +1 ◆60° 이상일시: +2 (앉은자세 제외)	
	발바닥이 한발만 땅에 지지되어질시	2		
윗팔	움직임	점수	추가 점수	
	20° 안에서의 움직임	1	◆윗팔이 벌어지거나 회전시 : +1	
	20° -45° 의 들림, 20° 이상의 젖힘	2	◆어깨가 들려진다면: +1	
	45° -90° 사이의 들림	3	◆팔이 무엇인가에 지탱되거나 기대어질시: -1	
	90° 이상의 들림	4		
아래 팔	움직임	점수	추가 점수	
	60° -100° 사이의 들림	1	추가 내용 없음	
	100° 이상의 들림, 0° -60° 의 들림	2		
손목	움직임	점수	추가 점수	
	0° -15° 사이의 꺾임이나 들림	1	◆손목이 비틀어 질시 : +1	
	15° 이상의 꺾임이나 들림	2		

<표 1> 표 A와 하중

표 A														
몸통	다리	목												
		1				2				3				
1		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
2		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	
3		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
4		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	
5		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	
5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

하중/힘				충격 또는 갑작스런 힘의 사용
< 5 kg	5-10 kg	>10 kg		
0	1	2		+1

<표 2> 표 B와 손잡이

표 B							
		아래팔					
윗팔	손목	1			2		
		1	2	3	1	2	3
1		1	2	2	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9

손잡이			
좋음	보통	나쁨	채택할 수 없음
무게 중심에 위치한 튼튼하고 잘 고정된 적절한 손잡이가 있는 경우.	어느 정도 적절한 손잡이가 있는 경우이거나 대상물의 한 부위가 손잡이 대용으로 사용 가능한 경우.	비록 들 수는 있으나 손으로 들기에 적절하지 않고 손잡이가 있으나 부적절한 경우.	손잡이가 없거나 위험한 형태의 손잡이가 있는 경우.
0	1	2	3

<표 3> 표 C와 행동점수

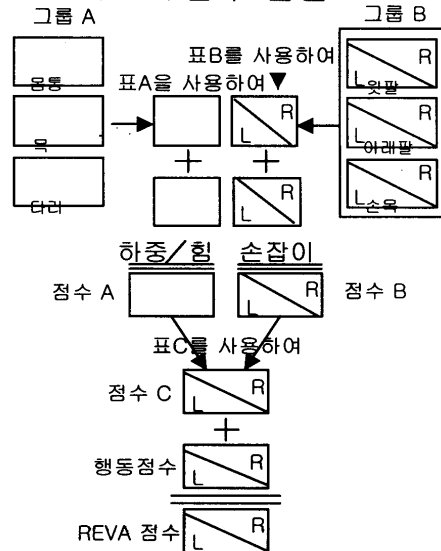
표 C													
	점수 B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2		1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3		2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4		3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5		4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
6		6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7		7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8		8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9		9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10		10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11		11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

행동점수	
* +1	* 한군데 이상 신체부위가 고정되어 있는 경우. 예를 들면, 1분 이상 잡고 있기
* +1	* 좁은 범위에서 반복적인 작업을 하는 경우. 예를 들면, 분당 4회 이상 반복하기(걸기는 포함되지 않음)
* +1	* 급하게 넓은 범위에서 변화되는 행동 또는 불안정한 하체의 자세

<표 4> REBA 조치단계

조치단계	REBA 점수	위험단계	조치(추가 정보조사 포함)
0	1	무시해도 좋음	필요 없음
1	2-3	낮음	필요할 지도 모름
2	4-7	보통	필요함
3	8-10	높음	곧 필요함
4	11-15	매우 높음	지금 즉시 필요함

<REBA 점수 환산표>



부록4. ANSI Z-365, Quick check 누적외상성질환 위험요인 체크리스트(ANSI Z-365, Quick check)

작업공정			
조사자		조사일자	

위험요인		노출시간			특이사항
		<1시간	1-4시간	>4시간	
반복동작	수초마다 반복(15회 이상/분)	0	1	3	
	수분마다 반복	0	0	1	
중량물 들기	>2.3 - 6.8kg	0	0	1	
	>6.8 - 13.5kg	1	1	2	
	>13.5 - 22.5kg	2	2	3	
	>22.5kg	3	3	3	
밀기/ 당기기	가볍다(쉽다)	0	0	1	
	중간 정도다(견딜만 하다)	0	1	2	
	무겁다(힘들다)	1	2	3	
중량물 이동(>3m)	>2.3 - 6.8kg	0	0	1	
	>6.8 - 13.5kg	0	1	2	
	>13.5 - 22.5kg	1	2	3	
작업자세	목/어깨 : overhead/bend	0	1	2	
	extended reach	0	1	2	
	팔꿈치/팔 : twist	0	1	2	
	손/손목 : bend/pinch	0	1	2	
	허리 : twist/bend	0	1	2	
	무릎 : squat/kneel	0	1	2	
동력 공구 사용(power tools)		0	1	2	
신체압박(공구 혹은 작업대로부터)		0	1	2	
정적인 동작		0	1	2	
작업환경(저온, 고열, 광선, 진동, 클래어)		0	1	2	
키보드 작업		0	1	2	
인센티브 제도/작업속도 조절 불가능		0	1	2	
총 점수					

부록5. OSHA Checklist

상지의 위험요인 체크리스트

항 목	위 험 요 인	노출시간		8시간 + (0.5/hr)	계	비고
		2-4 hr	4-8 hr			
반복성 (손가락,손 목,팔꿈치, 어깨,목)	1. 15초 미만의 주기로 수행되는 동 작	1	3			
	2. 집중적인 키보드 작업(입력 작업 등)	1	3			
	3. 간헐적인 키보드 작업(50-75% 비 율)	0	1			
손 힘 (반복/정 적)	1. 쥐는 힘(4.5kg 이상)	1	3			
	2. 집는 힘(0.9kg 이상)	2	3			
작업자세	1. 목 : 숙이기/돌리기($\geq 20^{\circ}$) 뒤로 젖히기($\geq 5^{\circ}$)	1	2			
	2. 어깨(들기) : 팔꿈치/팔이 가슴높 이 이상에 위치(지지대 없이)	2	3			
	3. 팔(전완) 비틀기(드라이버 작업 등)	1	2			
	4. 손목 숙이기($\geq 20^{\circ}$) / 젖히기($\geq 30^{\circ}$)	2	3			
	5. 손가락 손가락집기(칼, 마우스 등)	0	1			
신체압박	1. 날카롭고 딱딱한 면의 신체압박 (손바닥,손가락,손목,팔,팔꿈치)	1	2			
	2. 망치와 같은 공구 사용	2	3			
진동	1. 국소진동	1	2			
	2. 전신진동	1	2			
환경	1. 부적합한 조명/눈부심	0	1			
	2. 저온작업	0	1			
작업조절	1. 기계 의존적인 작업속도	0	1			
총 점						

참고문헌

김재영, 최재욱, 김해준. 자동차 조립 작업자들에서 상지 근골격계의 인간공학적 작업평가(RULA) 결과와 자각증상과의 연관성. 예방의학회지 1999 ; 32(1) : 48-59.

박희석, 이윤근, 임상혁. 제조업에서 발생하는 누적외상성질환 관련 문제점 분석 및 위험요인 점검표의 개발. 대한산업공학회지 1998 ; 24(4) : 503-517.

이윤근, 임상혁. 의료보험 심사업무의 작업자세 특성과 누적외상성질환 발생에 관한 연구, 한국산업위생학회지 1998 ; 8(1) : 36-49.

이윤근, 박현석, 김현욱, 윤명환, 이인석. 자동차 조립작업에서의 누적외상성질환에 대한 인간공학적 평가. 한국산업위생학회 추계학술대회 초록집, 1998.

이윤근 등. 누적외상성질환 위험요인의 정량적 평가 및 관리를 위한 점검표 개발. 한국산업위생학회지, 2001;11(1):56-69

American National Standards Institute. Control of work-related cumulative trauma disorders, Part 1, Upper extremities(working draft) : National Safety Council, 1996 : 4.1-A.17.

Armstrong TJ. Introduction : Cumulative Trauma Disorders. The University of Michigan, 1997 : 1-25.

Cheadle, A., Franklin, G., Wolfhagen, C., Savarino, J., Liu, P.Y., Salley, C. and Weaver, M. 1994. Factors Influencing the duration of work-related disability: a population-based study of washington state workers= compensation. American Journal of Public Health 84, 190-196.

Colombini D, Occhipinti E. Proposal by the IEA TC for description and assessment of repetitive movements risks, Proceedings of the 13th IEA. 1997(4) : 34-36.

Cooper *et al.* Occupational activity and osteoarthritis of the knee. Annals of the Rhematic Diseases. 1994(53):90-93.

David L, Nordstrom. Comparison of self-reported and expert-observed physical activities at work in a general population. Am J Ind Med 1998 ; 34 : 29-35

Dahalan, J. B. and Fernandez, J. E. Psychophysical frequency for a gripping task, *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1993; 12: 219-230.

Dehlin O, Berg S. Back symptoms and psychological perception of work. *Scand J Rehabil Med*. 1997; 9: 61-65.

Erdil M, Dickerson OB. Cumulative trauma disorders, preventive, evaluation and treatment : Van Nostrand Reinhold, 1997 : 88-89.

European Agency for Safety and Health at Work(1999), Europe under Starain: Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders.

Hall, E.M.(1989), "Gender, Work control, and Stress : A theoretical discussion and an empirical test", *International Journal of Health Services*, 19, pp. 725-745.

Humantech, Inc. Applied ergonomics training manual, 2nd edition : Humantech Inc., 1995 : 66-80.

Johnson, W.G. and Ondrich, J., 1990. The duration of post-injury absences from work. *The Review of Economics and Statistics* 72, 578-586.

Karasek, R.A. and Theorell, T.(1990), *Healthy Work: Stress, Productivity and the Reconstruction of Working Life*, New York: Basic Books.

Karhu O, Knasi P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry, a practical method for analysis. *Appl Ergo* 1997 ; 8 : 199-201.

Kilbom A. Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders - What information can be obtained from systematic observation? *Scand J Work Envir Hlth* 1994 ; 20 : 30-45.

Lifshitz Y, Armstrong TJ. A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorders in hand intensive manual jobs. *Proceedings of the 30th Annual Meeting of Human Factors Society*, 1986 : 837-841.

McAtamney L, Corlett EN. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergo* 1993 ; 24(2) : 91-99.

Messing, K., Tissot, F., Saurel-Cubizolles, M., Kaminski, M., and Bourguine, M (1998), "Sex as a variable can be a surrogate for some

working conditions", Journal of Occupational and Environmental Medicine, 40(3), pp. 250-260.

Moore JS, Garg A. The strain index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. Am Ind Hyg Assoc J 1995 ; 56(5) : 443-458.

National Institute for Occupational Safety and Health. Elements of Ergonomics Program, 1997

National Institute for Occupational Safety and Health. Health Hazard Evaluation-Eagle Convex Glass Co. : Cincinnati, OH : 1989 HETA 89-137-2005.

National Institute for Occupational Safety and Health. Musculoskeletal disorders and workplace factors -A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. 2nd edition. Center for Disease Control and Prevention. 1997 : 2.1-7.16.

Occupational Safety and Health Administration. Draft Ergonomic Standard : OSHA, 1995, 1996

Occupational Safety and Health Administration. Federal register Vol 64, No. 225, Ergonomics Program : OSHA, 1999 : 65875-65896.

Occupational Safety and Health Administration. Nonfatal occupational illnesses by category of illness, private industry : U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2000.

Ohlsson K, Attewell RG, Johnsson B, Ahim A, Skerfving S. An assessment of neck and upper extremity disorders by questionnaire and clinical examination. Ergonomics 1994 ; 37(5) : 891-897.

Pamela DH. A fuzzy linguistic model for the prediction of carpal tunnel syndrome risks in an occupational environment. Ergonomics. 1997 ; 40(8) : 790-79.

Putz-Anderson, V. Cumulative Trauma Disorders, NIOSH (Taylor & Francis).1988

Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am J Ind. Med* 1987 ; 11 : 343-358

Silverstein BA, Steston DS, Keyserling WM, Fine LJ. Work-related musculoskeletal disorders: comparison of data sources for surveillance. *Am J Ind Med* 1997 ; 31 : 600-608.

근골격계질환예방 가이드라인(안)

이나루 (naroolee@kosha.net)

산업안전보건연구원

이윤근 (lyk4140@hanmail.net)

노동환경건강연구소

1. 목 적

본 가이드라인은 노동과정에서 작업자에게 발생할 수 있는 근골격계질환을 예방하기 위한 사업장 내의 실행적 지침을 정하는 것을 목적으로 하고 이를 통해 다음과 같은 목적을 달성한다.

- 1.1. 근골격계질환 문제는 곧 우리 사업장의 문제라는 것을 인식한다.
- 1.2. 전사적인 참여와 지속적인 예방관리 체계를 통해서만 이러한 문제를 최소화할 수 있다는 것을 인식하고 이를 위한 관리시스템을 구축한다.
- 1.3. 근골격계질환자를 조기에 발견하고 적절한 관리를 통해 건강장해를 최소화한다.
- 1.4. 근골격계질환의 원인이 되는 위험요인을 제거하거나 통제하여 건강장해를 예방하거나 최소화한다.
- 1.5. 작업자에게 근골격계질환의 원인과 양상에 대한 충분한 정보를 제공한다
- 1.6. 사업장 내의 자율적 예방활동을 위한 관리 능력을 훈련하고 위험요인을 줄일 수 있는 기술적 능력을 지속적으로 개발한다.
- 1.7. 근골격계질환 예방을 위한 사후관리 체계를 마련한다.
- 1.8. 모든 활동의 결과는 문서화하여 평가되도록 한다.
- 1.9. 사업주의 적극적 의지와 작업자의 참여를 보장한다.

2. 관리의 기본 방향 및 원칙

본 가이드라인을 적용하는 데 있어 노·사는 다음의 사항을 인정하고 근골격계질환 예방을 위해 최선을 다한다.

- 2.1. 근골격계질환이란 작업 특성 상 우리 사업장에서 발생할 수 있는 직업 관련성질환이다.
- 2.2. 근골격계질환 예방을 위한 관리 프로그램은 기업의 생산성과 품질향상, 비용 절감 면에서도 긍정적인 영향을 미친다.
- 2.3. 근골격계질환 예방은 특정 부서만의 활동으로 소정의 목적을 달성할 수 없고 경영진 및 노동조합을 포함하여 전사적인 지원과 참여 속에서만이 성공할 수 있다.
- 2.4. 근골격계질환은 단편적인 작업환경 개선만으로 예방될 수 있는 질환이 아니기 때문에 일상적이고 지속적인 예방관리 체계 속에서만이 이 질환의 발생을 최소화 할 수 있다.
- 2.5. 근골격계질환은 작업환경뿐만 아니라 인적 특성과 작업조직 특성, 그리고 사회 심리적인 요인 등 다양한 요인에 의해 유발된다.
- 2.6. 근골격계질환은 징후와 증상을 조기에 발견하여 이에 대해 적절한 조치를 조기에 취해야 만이 질환의 발달을 늦추거나 중단시키는 데 도움이 된다. 만약 이미 근골격계질환이 문제되고 있는 상태에서 개입이 늦어지게 되면 경우에 따라 영구적인 장애를 초래할 수 있으며, 이에 대한 치료 및 기타 관리비용은 더 커지게 된다.
- 2.7. 근골격계질환 예방을 위한 작업개선은 경제적 부담이 클 수 있으므로 우선 실행 가능한 계획부터 수립하여 우선 순위를 정해 개선해나간다.

2.8. 근골격계질환은 다른 직업병과는 달리 노동력 손실에 따른 경제적 피해가 클 뿐만 아니라 환자 발생이 집단적일 수 있다.

2.9. 노·사는 본 가이드라인에서 규정하는 예방관리 활동에 적극 협력한다.

3. 적용대상

3.1. 일반적 관리 대상

본 가이드라인의 적용대상은 근골격계에 부담을 주는 작업을 하는 자로서 작업량, 작업속도, 작업 강도 등을 근로자 임의로 조정하기 어려운 자를 대상으로 하되 다음과 같은 위험요인 노출 특성이 있는 작업장을 참고하여 관리 대상을 정할 수 있다.

- ① 매 수초마다 똑같은 동작을 반복하는 작업이 하루 2시간 이상인 경우
- ② 고정된 자세 혹은 불편한 자세로 하는 작업이 하루 2시간 이상인 경우
- ③ 손, 팔 등이 날카로운 면에 접촉되거나 두드리는 등의 충격을 하루 2시간 이상 작업하는 경우
- ④ 불편함을 느낄 정도의 힘을 필요로 하는 작업이 하루 2시간 이상이거나 어깨, 허리 등 온몸을 이용하여 극단적인 힘을 사용하는 작업이 매 작업주기마다 반복되는 경우
- ⑤ 저온 창고 등 추운 환경에서 하는 작업이 하루 2시간 이상인 경우
- ⑥ 소형 진동공구(임팩트렌치 등)를 하루 2시간 이상 사용하거나 혹은 충격공구를 사용하는 작업이 하루 1시간 이상인 경우
- ⑦ 중량물 인양작업의 빈도, 수직 및 수평 이동거리, 허리의 비틀림 각도 등을 고려하여 객관적으로 평가한 결과 인양중량의 기준치를 초과하는 경우
- ⑧ 기타 근골격계질환이 발생할 수 있는 위험요인이 있거나 작업자가 증상을 호소하는 경우

3.2. 우선관리 대상

사업주는 다음에 해당되는 작업 부서(혹은 공정)를 우선관리 대상으로 지정하고 본 가이드라인의 '6. 교육 및 훈련', '7. 위험요인 관리', '8. 의학적 관리'와 관련된 내용을 우선적으로 시행한다.

- ① 한 명 이상의 근골격계질환자가 보고된 경우
- ② 근골격계질환을 유발할 수 있는 고위험요인이 명백히 존재하고 1명 이상의 근골격계질환과 관련된 징후가 보고된 경우
- ③ 새로운 작업이 도입되었거나, 혹은 작업량, 작업내용, 작업공정, 작업환경 등에 상당한 변화가 있고 근골격계질환 발생이 염려되는 경우

4. 사업주 및 근로자의 의무

4.1. 사업주의 의무

- 4.1.1. 사업주는 작업자에게 일과 관련된 근골격계질환의 증상 및 징후 그리고 이에 대한 관리 방법과 관련된 정보를 제공한다.
- 4.1.2. 사업주는 근골격계질환과 관련된 위험요인에 대해 알려주고 위험에 처해 있는 작업자에게는 효과적인 관리대책을 제공해주어야 한다.
- 4.1.3. 사업주는 근골격계질환자가 발생되었을 때는 이에 대한 신속한 의학적인 관리 조치를 취해야 한다.
- 4.1.4. 사업주는 근골격계질환 문제와 관련되어 작업자에게 어떠한 불이익도 주어서는 안 된다.
- 4.1.5. 사업주는 본 가이드라인을 제정, 시행할 경우에는 근로자 대표의 의견

을 반영하여야 한다

4.2. 근로자의 의무

4.2.1. 근로자는 작업과 관련된 근골격계질환의 증상 및 징후에 대해 사업주에게 신속하게 보고를 해야 한다.

4.2.2. 근로자는 사업주가 제공하는 보호장구를 착용해야 하며, 보호장구에 문제가 있을 때는 이를 사업주에게 보고한다. 단, 보호장구에서 허리 벨트, 허리 받침대, 손목벨트 등은 제외한다.

4.2.3. 근로자는 위험요인 통제를 위한 개선의견이 있을 때는 이를 사업주에게 제안한다.

4.2.4. 기타 사업주가 제공하는 근골격계질환 관리 대책에 적극적으로 참여해야 한다.

5. 관리체계의 구성 및 역할

사업주는 효율적이고 성공적인 근골격계질환 예방활동을 위하여 전사적인 차원에서의 근골격계질환 관리위원회와 각 부서별 실행위원회의 조직을 구성하고 각 조직별 구성원들을 임명한다.

5.1. 근골격계질환 관리위원회

5.1.1. 구성 및 역할

사업주는 노·사 안전보건 대표자, 노·사 안전보건 부서 책임자, 안전보건 관리자, 설비관리 책임자, 인사 및 총무책임자 등이 참여하는 전사적인 근골격계질환 관리위원회(이하 관리위원회)를 두고 다음의 사항을 심의 의결한

다. 단, 관리위원회는 산업안전보건위원회로 대체할 수 있다.

- ① 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램의 제정과 수정에 관한 사항
- ② 관리프로그램의 실행 및 운영에 관한 사항
- ③ 교육 및 훈련에 관한 사항
- ④ 개선계획의 수립 및 진행 사항
- ⑤ 근골격계질환자에 대한 조치 및 작업자 건강 영향에 관한 사항

5.1.2. 회의 운영

- ① 관리위원회는 최소 3개월에 한번 이상 소집하고 문서화된 회의 결과를 모든 작업자에게 회의 종료 후 7일 이내에 보고한다.
- ② 관리위원회의 위원장은 노·사 대표가 교대로 하며, 각각의 실무간사 1인을 임명한다.
- ③ 노·사 어느 일방의 요구가 있을 때는 이를 서면으로 통보하고 회의는 통보 후 7일 이내에 소집한다.
- ④ 모든 회의 내용은 문서로 기록하고 이를 5년 이상 보존한다.

5.1.3. 전문가 위촉

관리위원회는 예방관리 프로그램 운영을 위해 필요시 외부 전문가를 위촉하고 필요한 자문을 받을 수 있다.

5.2. 근골격계질환 실행위원회

5.2.1. 구성 및 역할

사업주는 사업장의 크기를 고려하여 공장 혹은 부서별 단위로 부서 책임자, 부서 안전보건 관리자, 노동조합 부서 대의원(혹은 산업안전보건위원), 부서 설비관리자 등이 참여하는 근골격계질환 실행위원회(이하 실행위원회)를 구성하여 다음의 역할을 수행하게 할 수 있다.

- ① 해당 부서와 관련된 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램의 실질적 실행
- ② 해당 부서 작업자의 근골격계질환 증상 및 징후의 파악

- ③ 해당 부서의 위험요인 개선활동 및 개선효과 평가
- ④ 해당 부서의 위험 요인 조사 및 분석
- ⑤ 주기적인 작업장 순회 및 작업자 면담

5.2.2. 회의 운영

- ① 실행위원회는 최소 한 달에 한번 이상 소집하고 문서화된 회의 결과를 근골격계질환 관리위원회 및 부서 작업자에게 회의 종료 후 7일 이내에 보고한다.
- ② 실행위원회의 위원장은 노·사 대표가 교대로 하며, 각각의 실무간사 1인을 임명한다.
- ③ 노·사 어느 일방의 요구가 있을 때는 이를 서면으로 통보하고 회의는 통보 후 7일 이내에 소집한다.
- ④ 모든 회의 내용은 문서로 기록하고 이를 5년 이상 보존한다.

5.2.3. 업무 담당자

- ① 실행위원회는 각 과(혹은 팀)별로 한 명의 근골격계질환 업무담당자를 임명하고 회의에 참석토록 한다.
- ② 업무담당자는 해당 조직의 근골격계질환 예방활동과 관련된 모든 내용을 문서로 기록하고 실행위원회 및 보건관리자에게 보고한다.

6. 교육 및 훈련

사업주는 근골격계질환 예방관리를 위해 작업자 및 해당 관리감독자, 관리위원회 및 실행위원회, 경영진 및 노동조합 간부로 교육 및 훈련 대상을 세분화하고 필요한 교육을 실시해야 하며, 이를 위해 문서화된 교육 매뉴얼을

작성해야 한다.

6.1. 작업자 및 해당 관리 감독자

6.1.1. 교육 대상

본 가이드라인의 적용대상에 해당되는 모든 작업자와 이들을 관리 감독하는 자를 대상으로 한다.

6.1.2. 교육 실시 시기 및 주체

- ① 전체 작업자를 대상으로 한 첫 교육은 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램이 도입된 후 6개월 이내에 실시하며, '3.2. 우선 관리대상'에 해당되는 작업자는 문제 발생 후 30일 이내에 실시한다
- ② 교육은 최소 2시간 내외정도 실시해야 하며, 교육의 주기는 최소 3년마다 실시하고 필요에 따라 주기를 단축할 수 있다.
- ③ 신입사원과 다른 부서에서 적용대상 작업장으로 처음 배치된 자 중 교육을 받지 않은 자에 대해서는 작업시작 전에 교육을 실시한다.
- ④ 새로운 설비의 도입 및 작업방법에 변화가 있을 때는 위험요인 특성 및 건강장해를 중심으로 한 시간 이상의 보충 교육을 실시한다.
- ⑤ 교육에 소요되는 시간은 근무시간으로 인정한다.
- ⑥ 교육은 근골격계질환에 대한 전문화 과정을 훈련한 실행위원회에서 담당하며, 필요시 외부전문가에게 교육을 의뢰할 수 있다.

6.1.3. 교육 내용

- ① 근골격계질환의 위험요인
- ② 근골격계질환의 징후 및 증상의 식별 및 보고 방법
- ③ 징후 및 증상의 조기 보고의 중요성
- ④ 해당 부서의 위험 요인과 그에 따른 조치 방법
- ⑤ 도구와 장비의 안전한 사용에 관한 교육
- ⑥ 해당 부서의 위험 요인 개선책
- ⑦ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램에서 그들의 역할
- ⑧ 기타 필요한 내용

6.2. 근골격계질환 실행위원회

6.2.1. 교육 대상

사업장 전체 혹은 부서별 근골격계질환 위원회(관리 및 실행위원회)에 참여하는 자와 이 업무를 담당하는 관리 담당자를 대상으로 한다.

6.2.2. 교육 실시 시기 및 주체

- ① 첫 교육은 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램이 도입된 후 60일 이내에 실시한다.
- ② 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램에 상당한 수정이 있을 때는 수정된 내용을 중심으로 30일 이내에 보충교육을 실시한다.
- ③ 교육은 최소한 6.2.3.의 교육내용을 습득할 수 있도록 충분한 시간 동안 실시해야 하며, 교육의 주기는 최소 3년마다 실시하고 필요에 따라 주기를 단축할 수 있다.
- ④ 첫 교육은 외부 전문기관 혹은 전문가에게 의뢰하며, 이후의 교육은 훈련된 자체 인력으로 진행할 수 있다.

6.2.3. 교육 내용

- ① 근골격계질환의 위험요인
- ② 근골격계질환의 징후 및 증상의 식별 및 보고 방법
- ③ 징후 및 증상의 조기 보고의 중요성
- ④ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램의 수립 및 운영 방법
- ⑤ 근골격계질환의 위험요인 평가와 분석 방법
- ⑥ 위험 요인 제거의 원칙과 감소에 관한 조치들
- ⑦ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램 및 개선책의 효과 평가 방법
- ⑧ 도구와 장비의 안전한 사용에 관한 교육
- ⑨ 해당 부서의 위험 요인 개선책
- ⑩ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램에서 그들의 역할
- ⑪ 기타 필요한 내용

6.3. 경영진 및 노동조합 간부

6.3.1. 교육 대상

교육 대상에는 경영진 및 노동조합 간부를 포함한다.

6.3.2. 교육 실시 시기 및 주체

- ① 처음 교육은 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램이 도입된 후 60일 이내에 실시한다.
- ② 경영진의 상당한 교체 혹은 노동조합 집행부가 새롭게 구성되었을 때는 이들을 대상으로 30일 이내에 실시한다.
- ③ 교육 시간은 1시간 내외정도 실시해야 하며, 교육의 주기는 최소 3년마다 실시하고 필요에 따라 주기를 단축할 수 있다.
- ④ 교육은 외부 전문기관 혹은 전문가가 실시한다.

6.3.3. 교육 내용

- ① 근골격계질환의 위험요인
- ② 근골격계질환으로 인한 경제적인 손실비용과 생산성과의 관계
- ③ 근골격계질환의 징후 및 증상과 조기 보고의 중요성
- ④ 근골격계질환 예방을 위한 사업주 및 작업자의 의무
- ⑤ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램의 전체 내용과 중요성
- ⑥ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램 및 개선효과 평가 방법
- ⑦ 기타 필요한 내용

7. 위험요인 관리

7.1. 위험요인 평가 대상

근골격계질환의 위험요인 평가 대상은 본 가이드라인의 적용대상(3. 적용대상)에 준하되 우선관리 대상을 우선적으로 실시한다.

7.2. 위험요인 평가시기

7.2.1. 위험요인 평가는 본 가이드라인이 처음으로 도입된 후 1년 이내에 실시하고 이후 매 3년마다 실시한다.

7.2.2. 다음과 같은 작업 부서(혹은 공정)에 대해서는 문제 발생 후 60일 이내에 별도의 위험요인을 평가한다.

- ① 새로운 근골격계질환자 발생시
- ② 새로운 작업과 설비가 도입되었을 때
- ③ 작업, 업무량, 작업공정, 작업환경 등이 바뀌었을 때
- ④ 작업자의 수가 변경되어 작업량이 증감되었을 때
- ⑤ 작업환경이 개선되었을 때
- ⑤ 증상조사, 과거기록 조사에서 유의한 문제가 발생했을 때
- ⑥ 기타 작업자의 요구가 있어 관리위원회의 결정이 있을 때

7.2.3. 위험요인 평가 결과 문제가 없거나 작업자가 증상을 호소하지 않을 때는 더 이상 평가할 필요가 없다.

7.3. 평가 방법 및 내용

7.3.1. 위험요인 평가는 표준화된 점검표(체크리스트)를 작업특성에 맞게 선택적으로 이용할 수 있으며, 기타 다른 정확한 방법이 있는 경우 이를 사용하되 다음과 같은 평가 영역이 반영되도록 한다.

- ① 힘쓰기
- ② 반복성
- ③ 불편한 작업자세
- ④ 정적인 작업자세
- ⑤ 진동
- ⑥ 접촉 스트레스
- ⑦ 저온
- ⑧ 기타 근골격계질환과 관련된 위험요인

7.3.2. 위험요인을 평가 할 때는 다음과 같은 내용이 포함된 작업분석이 이루어지도록 한다.

- ① 평가일시 및 평가자
- ② 작업자 인적사항 및 작업의 전체적인 개요와 작업자 수
- ③ 1일 평균 작업량(제품 생산량)과 시기별 변화 특성(생산량 변화 등)
- ④ 작업 수행에 사용되는 공구 혹은 설비의 특성(동력, 크기, 무게, 재질 등)
- ⑤ 작업에 사용되는 재료의 특성과 용량
- ⑥ 각각의 작업 수행에 필요한 작업주기(cycle time)
- ⑦ 작업대의 크기 및 배치도
- ⑧ 취급하는 물건의 중량, 크기, 손잡이 상태 등과 관련된 특성
- ⑨ 환경조건(온도, 차가운 기류, 눈부심 등)
- ⑩ 전체 작업시간 및 휴식의 빈도와 시간, 일상적인 잔업시간
- ⑪ 작업자가 착용하는 보호장구의 특성
- ⑫ 작업자 스스로의 작업속도 조절 가능 유무
- ⑬ 기타 필요한 내용

7.3.3. 동일한 작업내용을 수행하는 작업자가 5인 미만일 때는 전체 작업자를 대상으로 위험요인을 평가하고, 5인 이상일 때는 대상자의 10% + 5명이상을 표본 추출하여 평가한다.

7.3.4. 위험요인 평가는 각 부서별 실행위원회에서 충분히 훈련된 자가 실시하며, 필요에 따라 외부 전문가에게 의뢰할 수 있다.

7.3.5. 모든 평가결과는 문서로 기록하고 작업 혹은 설비가 존재할 때까지 보존한다.

7.4. 평가결과에 대한 사후조치

7.4.1. 위험요인 평가 결과 다음에 해당되는 경우 관리 대상으로 선정하고 개선계획과 일정을 마련한다.

- ① 위험요인 평가 결과 근골격계질환을 유발할 수 있는 위험성이 있다고 판정된 경우
- ② 작업자가 증상을 호소하는 경우
- ③ 작업의 불편도를 줄이고 생산성 향상에 기여할 수 있는 경우

7.4.2. 개선계획을 수립할 때는 작업자의 의견을 반드시 수렴토록 하고 필요한 경우 전문가의 자문을 받는다.

7.4.3. 작업자의 적극적인 참여를 유도하기 위한 동기 부여 방법을 제도화한다.

7.4.4. 수립된 개선 계획은 반드시 시간 계획을 포함하여 해당 작업자에게 문서로 통보한다.

7.4.5. 수립된 계획이 일정대로 진행되지 않을 때는 그 이유를 반드시 해당 작업자에게 통보한다.

7.4.6. 개선이 완료되었을 때는 반드시 개선효과를 평가하고 문제점을 보완한다.

7.4.7. 개선효과 평가는 개선 완료 후 3개월, 6개월, 1년 단위로 실시하며, 다음의 내용이 반드시 비교 평가되도록 한다.

- ① 위험요인 노출 특성의 변화
- ② 작업자의 증상 및 질환 발생 특성의 변화(특정기간의 빈도, 질환의 발생율, 강도율, 증상호소율, 의료기간 이용 특성 등)
- ③ 생산량의 변화
- ④ 작업자의 만족도
- ⑤ 비용 효과 분석

7.4.8. 문제되는 작업 중 작업개선을 할 수 없거나 혹은 개선효과가 없어 위

험성이 계속 존재할 때는 위험요인 노출시간 단축, 작업순환 등 행정적 통제를 실시한다.

7.4.9. 모든 평가결과는 문서로 기록하고 작업 혹은 설비가 존재할 때까지 보존한다.

7.5. 관리대상 선정의 우선 순위

관리 대상을 선정할 때는 다음의 사항을 고려하여 우선 순위를 정하고 진행 가능한 사안부터 개선해 나간다.

- ① 가장 많은 수(해당 작업자의 총수)의 작업자들이 위험요인에 노출되었거나 증상 및 불편을 호소하는 경우
- ② 가장 많은 비율(대상 작업자 중 해당 작업자의 비율)의 작업자들이 위험요인에 노출되었거나 증상 및 불편을 호소하는 경우
- ③ 비용 효과 분석 면에서 이익이 가장 큰 곳
- ④ 해결 방안이 가장 단순하고 재정적 비용이 가장 적은 곳

7.6. 보호장구

7.6.1 사업주는 위험요인을 최소화할 수 있는 보호장구가 있을 때는 이를 보급하고 작업자는 이를 착용해야 한다.

7.6.2. 보호장구를 구입할 때는 반드시 보호 기능의 적합성에 대한 평가와 작업자의 의견을 수렴하여 구입한다.

7.7. 휴식시간 및 시설관리

7.7.1. 휴식시간 없이 연속된 작업은 최대 2시간 이상이 되지 않도록 적절한 휴식시간을 부여하되 한꺼번에 많이 쉬는 것보다는 조금씩 자주 쉬는 원칙을 따른다.

7.7.2. 사업주는 위험요인 평가 결과를 근거로 근골격계질환 발생 가능성이

높은 부서에 대해서는 작업자들이 휴식시간 중 쉽게 접근할 수 있는 장소에 휴게실을 갖춘다.

7.8. 시설 및 장비의 인간공학적 평가

7.8.1. 새로운 설비 및 공구 등을 도입할 때는 작업자의 인체 특성 및 위험요인의 특성 등 인간공학적인 측면을 고려하여야 한다.

7.8.2. 새로운 설비 및 공구가 도입되어 작업이 이루어질 때는 60일 이내에 위험요인을 평가한다.

8. 의학적 관리

8.1. 의학적 관리의 주체

8.1.1. 근골격계질환에 대한 의학적 관리는 사업장 내의 산업보건관리체계에 서 이루어지는 것을 원칙으로 한다.

8.1.2. 의학적 관리에서 가장 중요한 역할을 하는 자는 의사인 보건관리자이며 환자에 대한 관리에서 보건관리자는 최소한 다음과 같은 역할을 수행해야 한다.

- ① 주기적인 작업자 면담 혹은 작업자들로부터의 적극적인 증상 보고를 통해 통증 호소자를 조기에 찾아낸다.
- ② 7일 이상 지속되는 증상을 가진 작업자의 초기 증상에 대해 어떠한 조치(휴업치료, 물리치료, 근무 중 치료, 지속적 관찰 등)가 필요한지를 결정하고 의학적 중재(intervention)를 실시한다.
- ③ 주기적인 작업장 순회조사를 통해 작업공정 및 작업환경에 대한 인식 및 지식을 얻고, 제한되어야 할 작업이나 업무를 파악하며, 작업장에 대한 건강장해의 위험 가능성에 대해 결정을 내릴 수 있고, 작업자와 친밀한 관계를 유지할 수 있어야 한다.

- ④ 근골격계질환 예방을 위한 관리프로그램의 정책 결정에 참여할 수 있어야 한다.

8.1.3. 근골격계질환의 관리 내용에 전문성을 채울 수 있는 의사인 보건관리자가 없을 때는 외부에서 근골격계질환의 경험이 있고 이를 잘 관리할 수 있는 의료인 또는 팀(Team)을 선정하여 의학적 관리를 담당하게 할 수 있다.

8.2. 징후 및 증상의 조기발견

8.2.1. 작업자는 근골격계질환의 초기증상에 관해 과(팀)별 업무담당자 또는 보건관리자에게 즉시 보고해야 한다.

8.2.2. 작업자로부터 보고 받은 자는 문서화된 자료에 의해 다음과 같은 내용을 기록해야 한다.

- ① 작업자 인적사항 및 작업 경력
- ② 작업특성 및 위험요인 노출 특성
- ③ 증상의 발생 시기 및 특성
- ④ 의료기관 이용 및 치료 정보
- ⑤ 과거의 의학적 정보

8.2.3. 작업자로부터 보고를 받는 자는 해당 부서의 작업내용을 잘 알고 있으며, 작업장의 위험요인 특성에 대하여 의료인과 의견을 나눌 수 있고 해당 작업자들과 수시로 의견을 나눌 수 있어야 한다.

8.2.4. 작업자로부터 보고를 접수받은 자가 보건관리자가 아닐 때는 접수받은 당일에 즉시 보건관리자에게 보고한다.

8.2.5. 보고를 접수받은 보건관리자는 14일 이내에 의료인을 통해 의학적인 조치(휴업치료, 물리치료, 근무 중 치료, 지속적 관찰 등)가 필요한지를 결정하고 의학적 중재를 실시한다.

8.3. 증상조사

8.3.1. 증상조사는 표준화된 문진표를 이용하여 매 3년마다 실시한다.

8.3.2. 관리대상 작업에 처음 배치된 근로자에 대하여는 배치 후 6개월이 되는 때에 증상 조사를 실시하여 근골격계질환 관련증상의 발생 여부를 확인하여야 한다.

8.3.3. 다음에 해당되는 경우에는 증상조사 시기를 관리위원회에서 정하되 문제 발생 후 6개월을 넘지 않는다.

- ① 새로운 작업이 도입되었을 때,
- ② 업무량, 작업공정, 작업환경 등이 바뀌었을 때,
- ③ 평가 후 작업환경 개선이 충분히 이루어지지 못했을 때,
- ④ 부서 내 근골격계질환자가 발생하였을 때
- ⑤ 관리위원회 결정이 있을 때
- ⑥ 작업자의 요구가 있을 때

8.4. 근골격계질환 검진

8.4.1. 보고된 개별 근로자 중 운동범위의 축소, 악력의 저하, 기능의 손실 등의 근골격계질환 징후가 확인되었을 때는 14일 이내에 의학적 검진을 받게 한다.

8.4.2. 다음의 경우에는 해당 부서(혹은 공정)의 근로자 집단에 대하여 검진을 실시한다.

- ① 근골격계질환의 고위험요인이 존재하고 질환의 증상 및 징후가 있는 자가 10인 이상 보고되었을 때
- ② 기타 관리위원회 결정이 있을 때

8.4.3. 집단 검진을 실시할 때에는 산업의학전문의, 재활의학 전문의 또는 정형외과 전문의, 작업환경 및 인간공학적 평가를 할 수 있는 전문가 등의 인적 요건을 갖춘 기관을 선정하여야 한다.

8.4.4. 집단검진은 증상조사를 통해 대상자를 선별할 수 있으며, 증상조사결과 검진 대상자가 없는 경우에는 실시하지 않는다.

8.4.5. 근골격계질환을 의심할 수 있는 증상을 호소하는 개별 작업자는 개별적 건강평가를 받을 수 있고 사업주는 이에 협조해야 한다.

8.5. 질환자의 사후관리

8.5.1. 건강평가자는 근골격계질환자에 대해 요양조치, 근무 중 치료, 계속적인 관찰 등 필요한 사후조치 소견을 제출해야 한다.

8.5.2. 요양치료자는 일부 증상의 개선이 있으면 건강평가자의 판단에 의거하여 근무 중 치료로 전환하게 하고 그 후 작업에 복귀시킨다.

8.5.3. 요양을 하는 자에 대해서는 직장상사 및 동료로부터의 정신적 부담감, 인사상의 불이익 등을 받지 않도록 해야 한다.

8.5.4. 치료종결 후 작업 복귀를 할 때는 작업시간 및 휴식시간의 조정 등 적절한 관리를 받게 하고 주기적인 면접조사를 통해 건강상태를 평가하여 재발을 방지하고 작업에 적응하게 한다.

8.5.5. 작업복귀는 원칙에 복귀하는 것을 원칙으로 하며 환자의 동의 하에 작업환경 개선 전까지는 작업전환을 하게 할 수 있다.

8.5.6. 작업복귀 소견에는 일정기간 동안 피하거나 감소시켜야 할 동작이나

활동을 명시하여야 한다.

8.5.7. 근무 중 치료자는 치료 기간 중 작업시간 및 휴식시간의 조정 등 적절한 관리를 받게 한다.

8.5.8. 작업복귀 이후에도 주기적 면담이 필요하며, 문제가 있을 경우 질환자는 재평가나 재변경을 요청할 수 있으며, 재평가는 14일 이내에 실시되어야 한다.

8.5.9. 사업주는 근골격계질환의 예방은 물론 치료에 도움이 될 수 있는 스트레칭 체조를 보급하여 실제 작업자들이 이를 이용할 수 있도록 별도의 관리를 해야 한다.

8.5.10. 스트레칭 체조는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- ① 별도의 독립된 공간이 아닌 작업현장에서 쉽게 활용 가능한 체조여야 한다.
- ② 휴식시간 내에 실행 가능하도록 체조 소요시간이 너무 길어서는 안 된다.
- ③ 특정한 도구나 복장 없이도 실행 가능해야 한다.
- ④ 누구나 쉽게 배울 수 있도록 동작이 복잡하지 않아야 한다.
- ⑤ 가능하면 휴식시간과는 별도로 근무시간 중 혹은 작업 전후에 집단화 할 수 있도록 제도화해야 한다.

9. 사후평가

9.1.1. 근골격계질환 예방프로그램에 대한 사후 평가는 매 3년마다 해당 부서별 혹은 사업장 전체를 대상으로 실시하며, 다음과 같은 내용이 비교 평가되도록 한다.

- ① 질환자의 빈도를 평가하며, 빈도는 특정 기간 동안의 보고된 사례수를 기준으로 한다.
- ② 질환의 발생율을 평가하며, 발생율은 작업자 100명당 새로운 사례를 기준으로 한다
- ③ 질환의 강도율을 평가하며, 강도율은 연간 100명의 작업자가 일하지 못한 날을 기준으로 한다.
- ④ 근골격계질환 증상 호소율의 변화
- ⑤ 작업개선 전후의 위험요인 노출 특성의 변화
- ⑥ 생산성의 변화
- ⑦ 전체 비용 효과분석
- ⑧ 작업자의 만족도 변화

9.1.2. 사후 평가에 필요한 표준화된 방법과 문서는 별도로 마련한다.

10. 문서 기록과 보존

10.1.1. 사업주는 다음과 같은 내용을 기록 보존하기 위하여 표준화된 문서를 사용해야 한다.

- ① 작업자용 증상보고서
- ② 작업분석표
- ③ 위험요인 평가표
- ④ 작업개선용 사후 관리카드
- ⑤ 증상조사표
- ⑥ 근골격계질환자 관리카드
- ⑦ 본 가이드 라인의 내용

10.1.2. 기록된 문서는 작업자의 경우 퇴사 후 5년까지, 그리고 관련 시설 및 설비와 관련된 자료는 작업장 내에 존재할 때까지 보존한다.