



근골격계질환의 발병 위험요인



김수근

성균관의대 강북삼성병원
직업환경의학과 교수

서론

작업 관련 근골격계질환은 근육, 힘줄 및 신경의 고통스러운 질병군을 말한다. 손목터널 증후군(Carpal tunnel syndrome), 건염(Tendonitis), 흉부출구 증후군(Thoracic outlet syndrome) 및 긴장 목 증후군(Tension neck syndrome)이 그 예이다. 작업 관련 근골격계질환은 전통적인 질병 분류 내에서 정의하기가 매우 어렵다. 이 질환에는 다음과 같은 많은 이름이 있다.

- 반복적인 동작 부상(Repetitive motion injuries)
- 반복적인 긴장 상해(Repetitive strain injuries)
- 누적된 외상 장애(Cumulative trauma disorders)
- 직업적인 경추 상완 장애(Occupational cervicobrachial disorders)
- 과용 증후군(Overuse syndrome)
- 구소 근골격계 장애(Regional musculoskeletal disorders)
- 연조직 장애(Soft tissue disorders)

대부분의 이름은 그 장애를 정확하게 묘사하지 못하고 있다. 예를 들어, '반복적인 긴장 상해'라는 용어는 반복이 이러한 장애를 일으킨다는 것을 암시하지만, 불편한 자세 또한 이 질환의 발생에 기여하나 포함하지 못하고 있다. 여기에서는 작업 관련 근골격계질환이라는 용어로 사용한다.

작업 관련 근골격계질환은 근골격계의 구성물의 과다 사용으로 인해 점차적으로 발생하는 질환을 포함하고 사고로 인한 근육, 힘줄 및 신경의 외상성 부상은 작업 관련 근골격계질환으로 간주되지 않는다. 오랜 시간 반복적인 작업을 지속해서 발생하는 육체적 질환을 말한다. 오랜 시간에 걸쳐 반복적인 작업을 지속하면 근육, 혈관, 관절, 신경 등에 미세한 손상이 생기고 이것이 누적되면 손가락, 손목, 어깨, 목, 허리 등에 만성적인 통증이나 감각 이상으로 발전할 수 있는 대표적인 직업성 질환이다.

근골격계의 과다 사용으로 인한 부상과 시간이 지남에 따라 발생하는 부상에 대해 다르다. 빈번하고 반복적인 작업 활동 또는 불편한 자세로 하는 작업 활동은 근골격계질환을 유발할 수 있다.

거의 모든 작업에는 팔과 손이 필요하다. 따라서 대부분의 작업 관련 근골격계 질환은 손, 손목, 팔꿈치, 목 및 어깨에 영향을 준다. 다리를 사용한 작업은 다리, 엉덩이, 발목 및 발의 작업 관련 근골격계질환을 발생시킬 수 있다. 일부 허리의 문제는 중량물의 인력 운반과 반복적인 작업 활동으로 인해 발생할 수 있다.

용접, 조립, 운송, 컴퓨터, 사무, 설계직 등에서 주로 발생한다. 가벼운 근육 피로가 풀리지 않고 오래 누적되어 있다가 발생하는데, 대부분 통증과 감각 이상 등을 호소한다.

작업 관련 근골격계질환의 발병 위험요인인 반복 작업 동작, 불편한 작업 자세, 무리한 힘, 진동, 접촉 압박 및 온열 조건 등에 대해서 알아보고자 하였다.

작업 관련 근골격계질환의 발병 위험요인

작업 관련 근골격계질환은 관절의 굽힘(bending), 곧게 펴기(straightening), 쥐기(gripping), 붙잡기(holding), 비틀기(twisting), 뻥쳐서 잡기(clenching and reaching) 등과 같은 팔과 손의 움직임에 의해서 발생한다. 이러한 공통적인 동작은 일상생활에서는 별로 해롭지 않다. 작업환경에서 위험하게 만드는 요인은 지속적으로 이러한 동작을 반복하는 것이며, 종종 강제적인 방식으로 하게 되며,

무엇보다도 동작의 속도와 그 사이의 회복을 위한 시간이 부족하기 때문에 문제가 된다. 작업 관련 근골격계질환은 다음과 같은 작업 패턴과 관련이 있다.

- 고정되거나 제한된 신체의 위치(Fixed or constrained body positions)
- 지속적인 동작의 반복(Continual repetition of movements)
- 손이나 손목과 같이 신체의 작은 부분에 집중된 힘(무리한 힘)(Force concentrated on small parts of the body, such as the hand or wrist)
- 동작과 동작 사이에 충분한 회복을 허용하지 않는 작업 속도(A pace of work that does not allow sufficient recovery between movements)

일반적으로 작업 관련 근골격계질환을 유발하는 데에는 이러한 위험요소 중 어느 것도 독립된 별개로 작용하지 않는다. 작업 관련 근골격계질환은 일반적으로 이러한 위험요소들의 조합과 상호 작용의 결과로 발생한다. 또한, 고열, 한랭한 작업환경 및 진동도 작업 관련 근골격계질환의 발생에 기여한다.

1. 작업 관련 근골격계질환의 위험요소

작업 관련 근골격계질환은 다음과 관련이 있다.

- 작업 자세 및 동작(Work postures and movements)
- 반복성 및 작업 속도(Repetitiveness and pace of work)
- 동작의 힘(Force of movements)
- 진동(Vibration)
- 온도(Temperature)
- 자신의 작업에 대한 영향력이나 통제력 부족(Lack of influence or control over one's job)
- 압력(작업 부담)의 증가(예: 더 많은 것을 생산)[Increase pressure (e.g., to produce more)]
- 의사소통의 부족(Lack of or poor communication)
- 단조로운 작업(Monotonous tasks)
- 관리자 또는 동료로부터의 낮은 지지에 대한 인식[Perception of low support (e.g., manager or co-worker)]

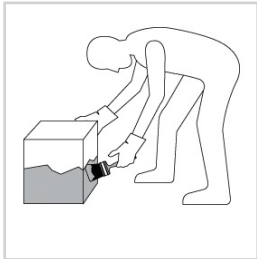
작업대의 배열, 작업 속도(특히 컨베이어 작업) 및 취급하는 물건의 무게와 같은 특정 작업 조건이 이러한 요소에 영향을 준다. 또한, 직장의 심리·사회적 요인이 작업 관련 근골격계질환의 발생에 기여할 수 있다. 신체적, 심리적 요인 모두가 작업 관련 근골격계질환의 발생과 관련이 있다.

2. 작업 자세와 동작의 위험성

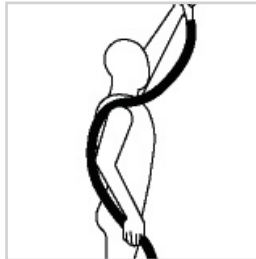
오랜 기간 동안 고정된 작업 자세를 유지하면 불편함과 피로를 느낄 수 있다. 예를 들어, 서 있는 것은 자연스러운 자세이며, 그 자체로 특별한 건강 위험을 초래하지는 않는다. 그러나 서 있는 자세로 장시간 작업하면 발이 아프게 되고 근육 피로 및 요통이 발생할 수 있다. 또한 작업대와 영역의 부적절한 배치 및 특정 작업으로 인해 근로자가 부자연스럽게 오랫동안 서서 작업할 수 있다.

작업 자세로 인하여 두 가지 측면에서 근골격계의 손상이 발생할 수 있다. 첫 번째는 작업 자세가 운동 범위의 극한에 가까워지면 힘줄과 신경이 늘어나고 압박된다. 고정되거나 불편한 자세를 오랫동안 취할수록 작업 관련 근골격계질환이 발생할 확률이 높아진다. 예를 들어 몸통을 앞으로 구부리거나 뒤쪽으로 구부리거나 또는 비틀린 상태로 작업하게 되면 허리에 너무 많은 스트레스를 줄 수 있다(그림 1). 스트레스가 많이 발생하는 작업 자세의 다른 예로 어깨높이까지 뻗어서 닿고(그림 2), 신체 뒤쪽에 뻗어서 닿는 자세(그림 3), 팔을 회전하는 자세(그림 4), 손목을 앞으로, 뒤로 또는 옆으로 구부린 자세(그림 5), 몸 앞으로 너무 멀리 뻗어서 닿는 자세(그림 6) 등이 불편한 작업 자세들이다. 작업 관련 근골격계질환의 발생에 기여하는 두 번째 측면은 목과 어깨를 고정된 자세로 유지하는 것이다. 팔을 사용하여 통제된 동작을 수행하려면 어깨와 목에 있는 근육이 수축하고 이러한 상태에서 작업이 요구하는 기간 동안 유지해야 한다.

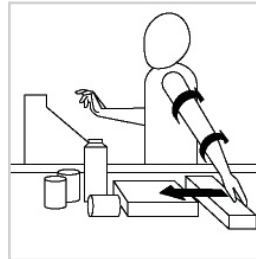
수축된 근육은 혈액의 흐름을 손의 작동 근육까지 공급하는 혈관을 압박한다. 그러나 이것은 근육이 강렬하기 때문에 혈액이 가장 필요한 곳이다. 결과적으로 두 가지 일이 발생한다. 목/어깨 근육은 운동이 거의 없거나 전혀 없더라도 과도하게 된다. 동시에, 팔에 혈액 공급을 줄이면 움직이는 근육의 피로가 가속되어 손상을 입기 쉽다.



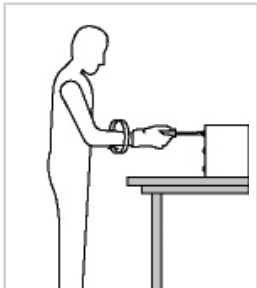
〈그림 1〉 앞으로 굽히기



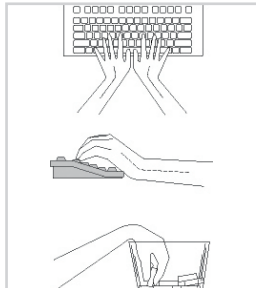
〈그림 2〉 어깨 높이에 닿기



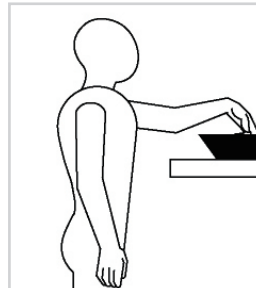
〈그림 3〉 신체 뒷부분에 닿기



〈그림 4〉 팔을 회전하는 자세



〈그림 5〉 손목 굽히기



〈그림 6〉 팔을 뺀채 닿기

3. 반복 동작과 작업 속도

반복 동작은 같은 관절과 근육 그룹을 지속적으로 반복할 때나 우리가 너무 자주, 너무 빨리, 너무 오랫동안 같은 동작을 할 때 특히 위험하다. 반복 동작이 필요한 작업에는 고정된 작업 자세와 무리한 힘과 같은 작업 관련 근골격계 질환의 다른 위험요소가 항상 함께 관련된다. 작업자는 작업을 수행하기 위해 어깨와 목을 고정된 위치로 유지하며 힘을 주어야 한다.

작업이 반복되는 방식을 분석하려면 단계 또는 주기와 관련하여 설명해야 한다. 예를 들어, 병 포장 작업〈그림 7〉에서는 작업자가 24병의 상자를 포장해야 한다.



〈그림 7〉 병 포장

한 주기를 다음과 같이 설명할 수 있다.

- 병에 닿는다
- 병을 잡는다
- 상자로 병을 옮긴다
- 상자에 병을 넣는다

작업자가 매번 4개의 병을 쥐고 있는 경우 상자를 채우려면 동일한 주기를 6번 반복해야 한다. 1사이클이 2초간 지속된다고 가정하면 24개의 병으로 상자를 포장하는 데 12초가 걸릴 것이다.

반복 동작의 많고 적음을 판단하는 규칙은 없다. 일부 연구자는 그러한 작업을 완료하는 데 걸린 시간이 30초 미만이거나 작업을 완료하는 데 걸리는 시간이 30초를 넘는 반복적인 경우 '높은 반복성'으로 분류한다. 작업 관련 근골격계질환이 발생할 수 있는 시점을 아무도 모를지라도 반복 동작으로 작업을 수행하는 작업자는 작업 관련 근골격계질환의 위험에 처해 있다.

지속적으로 반복되는 동작을 포함하는 작업은 작업 간 짧은 시간 내에 완전히 회복할 수 없기 때문에 매우 피곤하다. 결국 동일한 반복적인 동작을 수행하는데 더 많은 노력이 필요하다. 피로에도 불구하고 작업 활동이 지속되면 손상을 입을 수 있다.

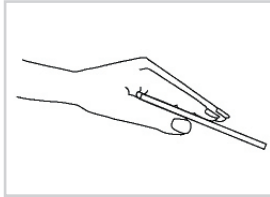
작업 속도는 특정 작업의 주기 사이에서 신체의 휴식과 회복에 사용할 수 있는 시간의 양을 결정한다. 속도가 빠르면 빠를수록 작업 관련 근골격계질환의 위험도가 높아진다.

작업자가 조립 라인 속도 또는 할당량 시스템과 같은 외부요인으로 인해 작업의 타이밍과 속도를 제어할 수 없는 경우 스트레스 수준이 증가한다. 스트레스 수준이 높을수록 근육 긴장이 발생하여 피로감을 느끼고 작업 관련 근골격계질환의 위험도 증가한다. 작업 속도를 통제하면 작업자가 자신의 작업 속도를 결정할 수 있는 유연성을 외부에서 거부한다. 하루 중 다른 시간에 다양한 효율로 일하는 것이 인간의 특성이다.

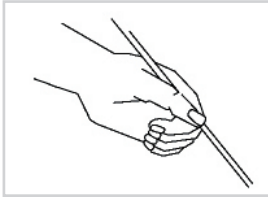
4. 근골격계에 작용하는 힘

힘은 물체를 들어 올리거나 도구를 사용하거나 움직이는 데 우리 몸이 해야 하는 노력의 양이다.

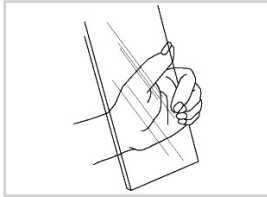
힘이 많을수록 결과적으로 근육의 노력은 더 많이 들며 작업 간에 회복하는 데 더 긴 시간이 필요하다. 대개 반복적인 작업에서 회복을 위한 충분한 시간이 없기 때문에, 보다 강력한 동작은 피로를 훨씬 빠르게 일으킨다. 특정 손 위치에서 힘을 발휘하는 것은 특히 위험하다(그림 8A-8F).



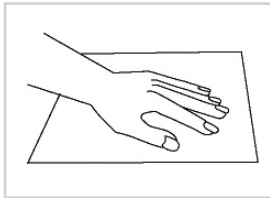
〈그림 8A〉 펄프 핀치



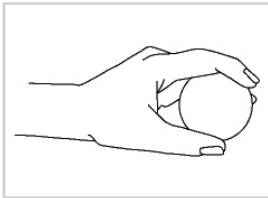
〈그림 8B〉 측면 핀치



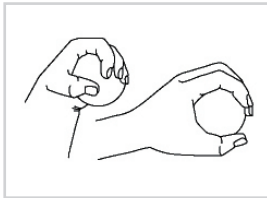
〈그림 8C〉 팜 핀치



〈그림 8D〉 손가락 압력



〈그림 8E〉 펄프 파악



〈그림 8F〉 손가락 프레스

우리가 직업을 수행하는 데 사용하는 힘의 양은 물체의 무게와 신체와의 관계와 같은 많은 요소에 달려 있다. 팔을 쭉 펴고 몸에서 멀리 떨어뜨린 상자를 들거나 들고 운반하거나 ‘핀치’ 위치에서 들어 올리는 것은 ‘후크’ 위치에서 들어 올리는 것보다 같은 물체를 들어 올릴 때 더 많은 힘이 필요하다.

도구의 모양도 중요한 역할을 한다. 손목, 팔꿈치 및 어깨의 최적 위치를 허용하지 않는 공구는 필요한 힘을 대폭 증가시킨다. 마모되고 잘못 관리된 공구는 매우 중요하지만 간과된 경우가 많다. 예를 들어 마모된 스크류 드라이버(Screwdriver), 마모된 턱이 있는 펜치(Pliers) 또는 둔한 가위(Scissors)는 조작력(Operating force)을 10배나 증가시킬 수 있다.

작업 관련 근골격계질환이 언제 발생할 지 아무도 정확히 알지 못하지만 무리한 작업 동작을 하는 근로자는 위험에 처해 있다. 작업 동작 사이에 완전한 회복을 위한 시간이 없기 때문에 무리한 동작을 포함하는 일은 다시 매우 피로하게 한다. 결국 동일한 작업을 수행하는 데 많은 노력이 필요하게 된다. 피로가 심해지는데도 불구하고 작업 활동이 지속되면 부상이 발생한다.

5. 진동에 의한 근골격계질환

진동은 힘줄, 근육, 관절 및 신경에 영향을 미친다. 작업자는 전신진동 또는 국소진동에 노출될 수 있다.

전신진동은 예를 들어 트럭 및 버스 운전자가 경험한다. 국소진동 노출은 전동 공구(Power tools)로 인해 발생할 수 있다. 흔한 증상은 손가락이 감각을 잃고 손이 닿는 느낌이나 잡는 느낌이 둔해지고 통증이 생긴다. 또한, 진동 수공구를 제어하기가 어렵기 때문에 작업자는 더 많은 힘과 불편한 자세를 취할 수 있다. 너무 심한 진동에 노출되면 손과 팔의 감각을 잃을 수도 있다. 결과적으로 우리는 진동공구를 제어하는 데 필요한 힘의 양을 잘못 판단하게 되고 더 많은 사용으로 피로는 증가하게 된다.

6. 온도와 근골격계질환

일반적으로 춥거나 차가운 물건에 손이 닿으면 손의 감각이 둔해질 수 있다. 감각이 둔한 손으로 일을 하면 필요한 힘의 양을 잘못 판단할 가능성이 높아서 더 많은 사용을 하게 될 수 있다. 추운 환경은 또한 우리 몸의 유연성을 떨어뜨린다. 작업자가 하는 모든 움직임과 취하고 있는 모든 자세는 더 많은 작업을 필요로 하며, 작업 관련 근골격계질환이 더 많이 발생할 것이다.

너무 덥고 습도가 높으면 작업자가 더 빨리 피곤해질 수 있으며 부상을 입을 수 있다.

작업 관련 근골격계질환의 예방

위험요소는 발생하는 근원에서 가장 잘 제거된다. 이것은 산업보건 및 안전의 기본 원칙이다. 작업 관련 근골격계질환의 경우, 주요 위험 원천은 작업의 반복성이다. 적용된 힘, 고정된 신체 위치 및 작업 속도와 같은 작업의 다른 구성요소도 기여요인이다. 따라서 작업 관련 근골격계질환에서 근로자를 보호하기 위한 주요 노력은 기계화, 직무순환, 직업 확대 및 축소 또는 팀워크를 포함하는 직업 디자인을 통해 반복되는 패턴을 피하는 데 초점을 맞추어야 한다. 반복되는 작업 패턴의 제거가 가능하지 않거나 실용적이지 않은 경우 작업장 배치, 도구 및 장비 설계 및 작업 관행과 관련된 예방 전략을 고려해야 한다.

1. 직무 디자인

1) 기계화

반복적인 작업을 제거하는 한 가지 방법은 작업을 기계화하는 것이다. 기계화를 실현할 수 없거나 적절하지 않은 경우에는 다른 대안을 사용할 수 있다.

2) 직무순환

직무순환은 가능한 한 가지 방법이다. 그것은 작업자가 고정된 또는 불규칙한 시간에 다른 업무 사이를 이동하도록 요구한다. 그러나 그것은 작업자가 완전히 다른 무언가를 하는 순회이어야 한다. 다른 작업은 이미 긴장된 사람들을 위해 회복을 허용하기 위해 다른 근육 그룹을 참여시켜야 한다.

그러나 직무순환만으로는 작업 조건과 상황의 적절한 설계와 결합되지 않으면 작업 관련 근골격계질환을 줄일 수 없다. 높은 작업 속도가 지속되는 동안에는 효과가 없을 것이다.

3) 직무확대 및 축소

또 다른 접근법은 직무확대이다. 이것은 작업에 포함된 다양한 작업을 증가시킨다. 작업의 단조로움을 없애고 신체 일부에 집중된 과부하를 피한다. 직무확대는 근로자에 대한 더 많은 자율과 자기통제가 필요하다.

4) 팀워크

팀 작업은 더욱 다양하고 균등하게 분산된 근육 작업을 제공할 수 있다. 전체 팀은 작업 계획 및 배정에 참여한다. 각 팀 구성원은 작업 전체를 완료하기 위해 일련의 작업을 수행하므로 작업 간에 작업을 번갈아 수행할 수 있으므로 작업 관련 근골격계 질환의 위험이 줄어든다.

2. 작업장 디자인

작업장 설계의 지침 원리는 작업장을 작업자에게 맞추는 것이다. 작업장 평가는 작업 관련 근골격계질환의 출처를 식별할 수 있다. 작업장의 조건과 상황의 적절한 설계는 작업자가 작업 위치를 유지하는 데 필요한 노력을 줄인다. 이상적으로는 작업장의 조건과 상황을 완전히 조정할 수 있어야 작업자의 신체 크기와 모양을 맞추는 것뿐만 아니라 앉거나 서있는 자세로 작업할 수 있는 옵션을 제

공할 수 있다. 적절한 작업장 설계에 대한 자세한 정보는 OSH Answers 문서에서 찾을 수 있다.

3. 공구 및 장비 개선

도구와 장비를 적절하게 개선하면 작업을 완료하는 데 필요한 힘이 크게 줄어든다. 작업자가 지주를 필요로 하는 작업에 적합한 지그 또는 고정물(Jigs or fixtures)을 제공하면 불편한 자세로 하는 노력을 많이 줄일 수 있다.

신중하게 관리하고 필요에 따라 자주 변경할 수 있는 좋은 도구는 많은 근육 긴장을 줄일 수 있다.

4. 업무관행

잘 설계된 작업장과 적절한 도구로 뒷받침되는 잘 설계된 작업을 통해 작업자는 불필요한 목, 어깨 및 상지의 움직임을 피할 수 있다. 그러나 작업의 실제 성능은 개인에 따라 다르다.

반복적인 업무를 포함하는 직무에 종사하는 작업자를 대상으로 교육을 제공해야 한다. 작업자는 작업과 개인의 필요에 맞게 작업 조건과 상황을 조정하는 방법을 알아야 한다. 훈련은 휴식 기간의 중요성을 강조하고 근육을 이완시키기 위한 업무 간 단기간의 이점을 활용하는 방법을 가르쳐야 하며 전체 근무 시간 동안 의식적으로 근육 긴장을 조절하는 법을 교육해야 한다.

근로자의 만족도를 높이고 작업 관련 근골격계질환의 위험을 감소시키는 데 긍정적인 영향을 주는 작업 관행은 가능한 경우 작업을 제어할 수 있는 근로자의 능력 향상과 함께 향상된 커뮤니케이션 및 지원이 필요하다. 🗣️