

초록

## 누적외상성질환 위험 요인의 정량적 평가 및 관리를 위한 점검표 개발 - 자동차 조립 작업을 중심으로 -

저자 : 이윤근, 김현욱, 임상혁, 박희석

출처 : 한국산업위생학회지 2001;11(1):56~69

### 연구 목적

본 연구의 목적은 조립 작업에서 가장 중요한 산업보건 문제 중의 하나인 누적외상성질환(Cumulative Trauma Disorders, CTDs)에 대해 보건관리자들도 활용 가능한 표준화된 위험 요인 체크리스트를 개발하고, 위험 요인의 정량적 노출 수준에 따른 작업자의 인간공학적 관리 기준을 제안하는데 있다.

### 연구 방법

연구 대상은 승용차를 생산하는 2개 공장의 조립 라인 중 무작위 추출법에 의해 선정된 465개의 개별 작업(자동차 차체 조립 142개, 의장 조립 238개, 프레스 및 도장 85개)과 해당 작업자 465명(평균 연령 36.6세, 평균 직장 경력 9.4년)이었다.

개별 작업에 대한 현장 조사와 비디오 분석을 통해 위험 요인을 정량적으로 평가하였으며, 본 연구에 이용된 체크리스트는 선행 연구 및 미국국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 연구 결과를 바탕으로 6가지 신체 부위별(손/손목, 전완/팔꿈치, 어깨, 목, 허리, 무릎)로 작업 자세, 반복성, 힘, 정적인 동작, 노출 시간, 기타(진동, 신체 압박, 저온 작업, 기계 의존적인 작업 속도, 일상적인 잔업) 등 총 37개 항목으로 평가하도록 개발된 체크리스트(Checklist for Ergonomic Risk Factors, CERF-1)를 이용하였다. 위험 요인 평가 결과는 미국산업안전보건청(OSHA) 및 미국국립 표준과학연구원(ANSI Z-365)에서 개발한 체크리스트의 평가 결과와 비교 분석하였다. 또한 해당 작업자 전원을 대상으로 자기기입 방법에 의한 CTDs의 자각증상을 조사하였으며, CTDs 증상 유무에 대한 판정은 양성자기준1(통증이 1주일 이상 지속되거나 혹은 과거 1년 동안 1달에 1번 이상 반복되는 경우)과 비교적 양성 예측율이 높은 것으로 보고된 양성자기준2(통증이 1주일 이상 지속되고 과거 1년 동안 1달에 1번 이상 반복되며, 증상의 강도는 중간정도 이상인 경우)로 나누어 분석하였다.

조립 작업에서 가장 중요한 산업보건  
문제 중의 하나인 누적외상성질환  
(Cumulative Trauma Disorders, CTDs)에  
대해 보건관리자들도 활용 가능한 표준화된  
위험 요인 체크리스트를 개발하고,  
위험 요인의 정량적 노출 수준에 따른  
작업자의 인간공학적인 관리 기준을  
제안하는데 있다.

### 연구 결과

누적외상성질환에 대한 자각 증상 조사 결과 어깨(48.8%), 손/손목(44.3%), 허리(42.2%), 무릎(35.7%), 팔꿈치/전완(31.8%), 목(31.4%) 순으로 나타났고, 한가지 이상의 신체 부위를 기준으로 할 때는 증상호소율이 71.4%이었으며, 연령에 따라 증상호소율이 증가하는 것으로 나타났다.

체크리스트를 이용한 위험요인 평가 결과 위험성을 초과한 작업은 OSHA 평가 방법이 88.8%로 가장 높게 나타났고, CERF-1은 85.6%로 두 평가 방법이 비슷한 결과를 보였으며, ANSI Z-365는 63.7%로 나타나 상대적으로 위험성이 낮게 평가되었다. CTDs 양성자와 음성자의 위험 요인 평균 점수를 체크리스트별로 분석한 결과 OSHA 및 CERF-1은 CTDs 양성자의 위험요인 점수가 통계적으로 유의하게 높게 나타났으나( $P<0.05$ ), ANSI Z-365에 의한 평가 결과는 두 그룹간의 유의한 점수 차이를 보이지 않아 적어도 자동차 조립작업에서의 위험작업에 대한 변별력이 없는 것으로 나타났다.

CERF-1에 의한 위험 요인 점수별 자각 증상 호소율을 분석한 결과 10점 이상부터 양성자기준에 의한 증상호소자가 나타나기 시작하여 위험요인 점수가 높아질수록 증상호소율도 점차 증가하였고, 좀 더 엄격한 기준인 '양성자기준2'에 의한 증상호소율은 16점에서부터 증가하기 시작하여 29점 이상일 때는 증상호소율이 50% 이상인 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 바탕으로 10점 미만은 정상작업군, 10~15점은 저위험작업군, 16~28점은 위험작업군, 29점 이상은 고위험작업군으로 분류하여 평균 증상호소율을

분석한 결과 각각 6.7%, 46.2%, 72.8%, 90.0%로 나타났고, 연령을 보정한 후 상대적인 비교 위험도(adjusted odds ratio)를 분석한 결과 위험 작업군(OR=4.53, 95% CI 2.50-8.20)과 고위험 작업군(OR=12.47, 95% CI 5.08-30.6) 모두에서 통계적인 유의한 차이를 보였다. 또한 CERF-1에 의한 위험 요인 점수와 자각 증상 점수와의 상관관계를 분석한 결과 상관계수가 0.49로 OSHA( $r=0.22$ ) 및 ANSI( $r=0.16$ ) 평가 방법에 비해 상관성이 높은 것으로 분석되었고, 위험성 초과 기준(16점)에 대한 체크리스트의 민감도는 92.5%, 그리고 특이도는 31.5%로 나타났다. 조사-재조사 방법에 의한 상관계수는 0.88로 매우 높은 상관성이 있는 것으로 분석되었다.

### 결론 및 고찰

본 연구를 통해 개발된 CERF-1을 이용하여 위험 요인을 평가했을 때 자각 증상과의 노출반응관계를 확인할 수 있었으며, 기존에 개발된 다른 체크리스트에 비해 타당성이 높고 또한 조사-재조사에 대한 신뢰도가 높은 것으로 볼 때 동적인 작업 자세 특성을 갖는 조립 라인에서의 CTDs 위험 요인의 정량적 평가 도구로서 활용될 수 있을 것으로 보인다. 또한 개별 작업의 위험성 초과 여부를 평가할 때는 위험 요인 점수가 16점 미만이면 저위험 작업, 16점 이상이면 위험 작업으로 평가하고, 특히 작업 관리에서 가장 우선 순위를 두어야 할 고위험 작업은 29점 이상으로 관리 기준을 설정했을 때 검사 도구로서의 타당성이 있는 것으로 평가되었다. 따라서 이 기준을 동적인 작업 특성이 있는 조립 작업에서의 CTDs 위험 요인 노출 유무에 대한 선별과 작업장 관리 기준으로 분류할 수 있을 것이다. 그러나 본 연구는 동적인 작업 특성을 갖는 자동차 조립 라인만을 대상으로 평가하였기 때문에 정적인 작업 특성이 있는 작업장에서는 위험 작업 선별을 위한 정량적 관리 기준(16점 이상)을 그대로 적용할 수 없으며, 여성 작업자에 대한 평가가 이루어지지 않은 한계점이 있다. 또한 CTDs 유무를 작업자가 직접 기록한 자각 증상을 근거로 했기 때문에 의학적인 검진을 통한 객관적인 연구 등 앞으로 후속 연구가 더 진행되어야 할 것으로 보인다. **■**

〈제공 : 이윤근〉

공업고등학교 용접실습실의 용접흡 발생농도와 국소배기 실태	황성환, 손부순, 장봉기 등
흰쥐에 정맥 주사한 수용성 크롬의 분포 및 배설	김용래, 김치년, 노재훈
유용성 도료와 수용성 도료의 유해성 비교에 관한 연구	권은혜, 김광식, 오정룡 등
수용성 6가크롬을 흡입 노출 시킨 랫드의 체액과 적혈구중 크롬간의 관련성 연구	김광중, 김현영, 윤수중 등
확산포집기로 공기중 ppb 농도수준의 휘발성유기물질 포집시 확산길이와 기류변화가 시료포집속도에 미치는 영향	변상훈, 톰 스톱, 마리아 모란디 등
방진마스크의 Stainless steel arc 용접흡 여과효율에 관한 연구	송경석, 권용식, 한규태 등
도금공정 크롬시료 분석을 위한 Microwave Oven Digestion/ Atomic Absorption Spectrophotometry 방법의 정확도 및 정밀도 평가	이병규, 이지태, 신용철
누적외상성질환 위험 요인의 정량적 평가 및 관리를 위한 점검표 개발	이윤근, 김현욱, 임상혁 등
일부 세탁소의 유기용제 관리실태 및 공기중 노출농도에 관한 조사	노영만, 권기범, 박승현 등
열원이 존재하는 작업장내 기류 및 온도장 예측	정유진, 하현철, 김태형 등
자동차 조립공장 근로자의 누적외상성질환 자각증상 호소율과 관련 위험요인	김창선, 김광중, 최재욱 등