

정적인 자세에서 목의 주관적 작업부하 평가

김유창[†] · 정현욱

동의대학교 산업공학과

A Study on Subjective Evaluation of Neck Workload in Static Work

Yu-chang Kim · Hyun-wook Jeong

Dept. of Industrial Engineering, Dong Eui University, Busan, 614-714

Computer-dominated jobs and industrial automation have rapidly created work-related musculoskeletal disorders(WMSDs) and WMSDs are also founded in employees of other general industries. WMSDs has been growing problems for Korean industries with higher incidence rate every year. The objective of this paper is to analyze the effects of the neck muscle workload according to postures(joint angle) and load weights. Seven male students participated in this study. Neck workload was rated on each person using a Borg's CR-10 scale. ANOVA showed that the CR-10 ratings were statistically significant according to postures and load weights. To reduce the large number and severity of WMSDs, which employees have been experiencing, we need to redesign the job in workplace so that we can control hazards that are reasonably likely to be causing or contributing to the WMSDs. The results of this study can be used to establish the safety criteria of joint angle and weight of neck workload.

Keywords: MSDs, neck, static workload, subjective evaluation, borg's scale

1. 연구 개요

현대 사회는 과학기술의 발전에 힘입어 많은 생산 시설이 자동화되어 가고 있지만, 아직도 많은 생산 현장에서는 사람이 직접 물건을 들고, 옮기고, 조립해야 하는 생산활동이 활발하게 수행되고 있다. 특히, 우리 나라에서는 지금까지의 산업발전이 신발, 섬유, 자동차, 조선, 철강업 등 노동집약형 산업에 많이 의존해 왔는데, 이러한 유형의 산업발전의 결과로 급속한 경제 성장을 가져온 반면, 부정적인 측면으로는 다양한 원인에 의한 높은 산업재해를 들 수 있다. 산업재해는 작업자의 실수나 생산 설비의 오작동 등에 의한 순간적인 사고에 기인하는 경우도 많지만, 최근에 와서는 잘못된 작업환경 및 작업방법으로 인한 과도한 작업부하가 작업자에게 누적되어 발생하는 요통, VDT 증후군과 같은 근골격계 질환으로 인한 요양 신청이 급격히 증가하고 있다. 이 질환은 특정한 신체 부위의 반복 작업과 불편

하고 부자연스러운 작업자세, 강한 노동강도, 과도한 힘, 불충분한 휴식, 추운 작업환경, 진동 등이 원인이 되어 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등 주로 관절 부위를 중심으로 근육과 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 생겨 결국 통증과 감각 이상을 호소하는 근골격계의 만성적인 건강장해다.

선진국에서는 이러한 근골격계 질환이 이미 직업병의 상위를 차지하고 있다. 미국의 경우 2000년 241,800건으로 전체 직업병의 67%를 차지하고 있고, 150-200억 불의 보상비용을 포함하여 연간 전체 손실비용이 450-540억 불 이상인 것으로 알려져 있다(BLS, 2001). 또한 유럽의 경우는 유럽 근로자의 약 4천만 명 이상, 노동력의 30%가 근골격계 질환에 노출되어 있다고 한다. 국내의 경우 IMF 이후 높은 증가세를 보이고 있으며, 요통을 포함한 직업성 근골격계 질환으로 산재 처리된 노동자는 1999년 190명, 2000년 814명, 2001년 1598명 매년 급증하고 있으며(노동부, 2001) 환자로 처리되지 않은 유사환자를 고려하

[†]연락처: 김유창 교수, 614-714 부산시 부산진구 가야동 산24 동의대학교 기계산업시스템공학부, Fax : 051-890-1619, e-mail : yckim@dongeui.ac.kr

2002년 8월 접수, 1회 수정 후 2003년 1월 게재 승인

면, 국내에서 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만-4만명 정도로 추정된다. 근골격계 질환(work-related musculoskeletal disorders)은 매년 급속히 증가하여 기업에 큰 인적·물적 비용손실을 초래하고 있다.

근골격계 질환과 관련된 연구는 미국 등 선진국에서 활발히 연구되고 있으나, 한국에서는 전화번호 안내원(Kim and Choi, 2000), 맨홀작업자(Kim *et al.*, 2000), 자동차공장 작업자(Kim *et al.*, 2000), 유통 운수업 종사자(Lee and Chung, 1998), 정비작업자(Chung *et al.*, 1997) 등과 같은 분야에서 연구가 최근 진행되었다. 그러나 이러한 연구는 각 사업장의 근골격계 질환의 동향과 원인과의 관계에 대한 연구이며 작업평가방법 자체에 대한 연구는 국내에서 적은 형편이다. 따라서 현재 미국에서 개발된 작업평가기법을 많이 사용하고 있다. 예를 들어 들기작업에 NLE(NIOSH Lifting Equation), 전신작업에 OWAS(Ovaco Working Posture Analysing System)와 LEBA(Rapid Entire Body Assessment), 상지 반복작업에 RULA(Rapid Upper Limb Assessment) 등을 사용하고 있다.

VDT 작업과 용접과 같은 정밀한 시각작업 등은 작업특성에 따라 작업자가 대상을 주시하기 위해 목 관절의 정적인 자세를 유지하게 되는데, 지속적인 정적 수축에 의한 근육피로는 시간이 경과함에 따라 심각한 증상으로 발전하게 된다. 목의 부하는 머리와 목을 움직이는 다양한 근육, 정신물리학적 영향 등에 의해 발생하므로 이를 평가하는 데 어려움이 있어, 목의 부하에 관한 연구는 다른 신체 부위에 대한 연구에 비해 미흡한 실정이다. 목에 대한 연구는 상지의 반복과 목의 부하와의 관계(Ohlsson *et al.*, 1995; Anderson and Gaardboe, 1993), 상지의 힘과 목의 부하와의 관계(Aaras, 1994), 작업자세와 목의 부하와의 관계(Tola *et al.*, 1988; Hales *et al.*, 1994; Viersted *et al.*, 1994), 진동과 목의 부하와의 관계(Viikari-Juntura *et al.*, 1994) 등이 있다. 위의 연구들은 대부분 상지의 부하에 따른 목의 부하를 평가하는 연구이며 목 자체에 직접 가한 부하를 평가한 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 앉은 상태의 정적인 자세에서 머리를 움직이는 목의 4가지 관절동작에서, 4가지 자세와 4가지 무게를 가지고 주관적 불편도(Borg's CR-10 scale)를 평가하였다. 실험에서 얻은 주관적 불편도를 이용하여 각도와 무게에 대한 안전작업 기준을 제시하였다. 본 연구에서 제시된 안전작업기준은 근골격계 질환을 예방할 수 있는 작업환경 및 방법의 설계에 도움이 될 것으로 기대된다.

2. 연구방법

2.1 피실험자

과거 목 근육의 근골격계 병력이 없는 24.6±1.4세의 남자 7명을 대상으로 하였고, 신장은 174.43±2.44, 체중은 68.79±7.43이

었다. 실험 전 Borg's CR-10 scale과 실험에 대한 충분한 설명을 하여 실험에 대한 부담감을 해소하였다.

2.2 실험설계

목의 4가지 관절동작은 굴곡(flexion), 신전(extension), 회전(rotation), 옆으로 굽힘(lateral bending)으로 분류되었다<Figure 1>. 관절각은 RULA(The Rapid Upper Limb Assessment), OWAS(Ovaco Working Posture Analysing System), Kee(2000) 연구 등의 목동작의 자세분류 체계를 참조하여 가장 많이 연구에서 사용한 목의 각도를 채택하여 4가지 각도로 분류하였다. 또한, 무게부하는 현재 작업현장에서 사용하고 있는 안전모, 용접면, 보호두건 등과 같이 목 근육에 부하를 주고 있는 개인 보호구의 무게를 측정하였더니 조선업종에서 최고 2 Kg 이상의 무게의 보호구를 착용하고 작업을 하고 있었다, 따라서 2 Kg 이하의 4가지 무게로 분류하였고<Table 1>, 실험을 위하여 안전모에 지점토를 부착하여 실험에 사용될 머리부하 무게를 조절하였다.

실험은 위의 4가지 목의 관절동작에 대해서 4가지 각도와 무게를 가지고 앉은 상태에서 1분간 정적인 자세를 유지하도록 하였다. 본 연구자세에서 1분으로 한 것은 정적 자세연구에서 1분 유지한 자세연구(KMcAtamney, 1993; Kee and Kwarowski, 2001)가 대부분이기 때문이다. 특히 RULA를 개발한 McAtamney는 정적 근육작업에서 강한 부하는 10초 이내, 중간 부하는 1분 이내, 약한 부하는 4분 이내이어야 한다고 주장하였다.

Table 1. Joint angle and weight for movement

굴곡, 신전, 회전		옆으로 굽힘	
각도	무게	각도	무게
0°	0kg	0°	0kg
	0.5kg		0.5kg
	1kg		1kg
	2kg		2kg
20°	0kg	15°	0kg
	0.5kg		0.5kg
	1kg		1kg
	2kg		2kg
40°	0kg	30°	0kg
	0.5kg		0.5kg
	1kg		1kg
	2kg		2kg
60°	0kg	45°	0kg
	0.5kg		0.5kg
	1kg		1kg
	2kg		2kg

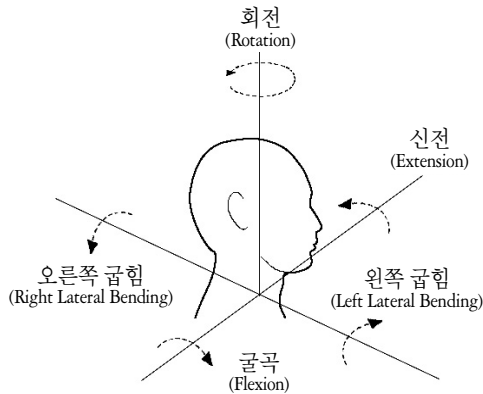


Figure 1. Movement of neck.

2.3 실험 절차

주관적 불편도 평가는 <Table 1>에서 제시한 각각의 실험조건의 앉은 상태에서 1분간 정적인 자세를 유지한 후 실험을 종료한 다음, 다른 사람들의 방해받지 않고 Borg's CR-10 scale에 답하도록 하였다. 옆으로 굽힘의 경우 오른쪽 굽힘만을 가지고 실험을 실시하였다. 목 관절을 제외한 다른 관절은 중립 자세를 유지하기 위해 상체와 하체를 의자에 고정시킨 후 각 관절동작의 16가지 실험조건을 랜덤하게 실험을 수행하였다. 불편도 평균에 대한 통계적인 분석방법은 SPSS 10.0 for Windows을 이용하여 각도와 무게에 대한 분산분석을 실시하였다.

2.4 작업부하의 평가와 분류

본 연구에서는 피실험자 목 근육의 작업부하와 스트레스를 측정하기 위해 정신물리학적 도구로 사용되는 Borg's CR-10 scale을 사용하였다<Table 2>.

Table 2. Borg's category-ratio(CR-10) scale

(•) 최대(maximal)		
10	극도로 강함(Extremely strong)	(almost max)
9		
8		
7	매우 강함(Very strong)	
6		
5	강함(Strong)	(heavy)
4		
3	보통(Moderate)	
2	약함(Weak)	(light)
1	매우 약함(Very weak)	
0.5	극도로 약함(Extremely weak)	(just noticeable)
0	전혀 무감각(Nothing at all)	

원래 Borg가 개발한 Rating of Perceived Exertion(RPE) scale은 동적인 온몸 동작 중에 지각되는 힘의 발휘를 평가하기 위한 가장 일반적인 척도로 예상되는 힘의 발휘 수준에서 심장 박동수(heart rate)를 10으로 나눈 값으로 6~20등급으로 되어 있다. 후에 사용하기 편하게 Borg's CR-10 scale로 수정되었다. <Table 3>에 Borg's RPE scale과 Borg's CR-10 scale과의 관계를 나타내었다. Borg's CR-10 scale은 비율척도(rating scale)로 대부분의 수학적 계산이 수행될 수 있다. Borg는 정적인 작업(static contraction work)의 아픔, 고통과 같은 주관적인 증상에 대해 이 scale을 사용하는 것을 권고하고 있다.

Table 3. Scale transformation(Borg[44])

RPE scale	CR-10 scale
6	0.0
7	0.0
8	0.5
9	1.0
10	1.5
11	2.0
12	3.0
13	3.5
14	4.5
15	5.5
16	6.5
17	7.5
18	9.0
19	10.0
20	12.0

Borg's scale은 심박수를 근거로 개발되었기 때문에 육체 작업 부하를 분류하는 데 이용할 수 있다. 대부분 Borg's CR-10 scale이 '3' 미만의 값을 보이면 안전작업, '3' 이상 '5' 이하의 값은 위험작업, '5' 이상의 작업은 고위험작업으로 분류할 수 있다.

3. 결과

4가지의 관절동작에 대한 각각 16가지 실험조건의 평균을 살펴보면, 신전(extension)의 평균이 가장 높게 나타났으며, 옆으로 굽힘(lateral bending), 굽곡(flexion), 회전(rotation) 순으로 나타났다<Figure 2>. 각 관절동작에 대한 분산분석 결과 무게와 각도에 따라 매우 유의함(p<0.01)을 알 수 있었다.

3.1 굽곡(flexion)

굽곡의 주관적 불편도의 평균은 무게와 각도에 따라 선형적

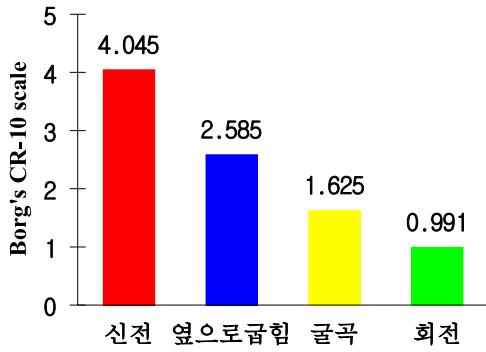


Figure 2. Mean of Borg's scale for movement of neck.

으로 증가함을 알 수 있었다<Figure 3>. 분산분석 결과 각도와 무게, 교호작용도 유의함(p<0.01)을 보였다. 무게와 각도에 따른 회귀식을 구하여 본 연구에서 언급되지 않은 무게와 각도에 대한 추정을 가능케 하였다. 회귀분석 결과 각도와 교호작용은 유의하지만(p<0.05), 무게는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 무게를 제외한 중회귀식은 다음과 같다.

$$Y=0.124+0.0162\times\text{각도}+0.0284\times\text{무게}\times\text{각도}$$

[무게 : 0~2kg, 각도 : 0~60°]

또한, 기여율(R²)은 0.663이었다.

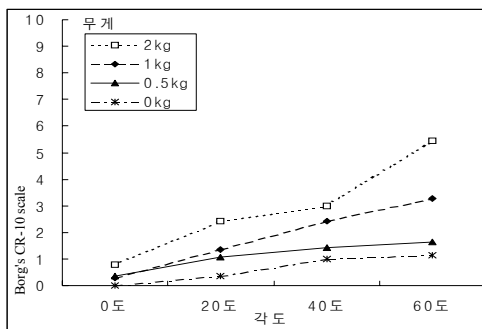


Figure 3. Mean of Borg's scale for flexion.

굴곡(flexion)				
무게(kg) \ 각도(°)	0	0.5	1	2
0	안전	안전	안전	안전
20	안전	안전	안전	안전
40	안전	안전	안전	위험
60	안전	위험	고위험	고위험

Figure 4. Task classification for flexion.

무게와 각도에 따른 굴곡의 분석은 <Figure 4>와 같다. 1kg ·

60°와 2kg · 40°의 Borg's scale의 값은 '3'이상으로 위험작업을 나타내고 있으며 2kg · 60°은 '5'이상의 값을 가지고 있으므로 고위험 작업임을 알 수 있다.

3.2 신전(extension)

주관적 불편도 평균이 다른 관절동작에 비하여 크게 나타났으며, 각도와 무게에 따라 선형을 이루고 있다<Figure 5>. 분산분석 결과 각도와 무게는 매우 유의함(p<0.01)을 알 수 있었고, 교호작용은 유의하지 않았다. 무게와 각도에 따라 선형회귀분석을 실시 후 다음의 회귀식을 얻었다.

$$Y=-0.487+1.392\times\text{무게}+0.112\times\text{각도}$$

[무게 : 0~2kg, 각도 : 0~60°]

또한, 기여율(R²)은 0.776 이었다.

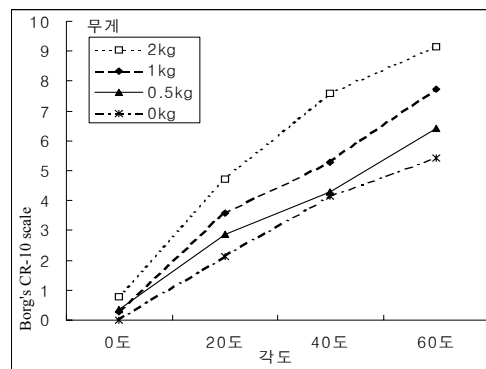


Figure 5. Mean of Borg's scale for extension.

무게와 각도에 따른 신전의 분석은 <Figure 6>과 같다. 0 kg · 40°, 0.5kg · 40°, 1kg · 20°, 2kg · 20°는 Borg's scale이 3 이상 5 미만의 값을 가지므로 위험한 작업임을 알 수 있고, 0 kg · 60°, 0.5kg · 60°, 1kg · 40°, 1kg · 60°, 2kg · 40°, 2kg · 60°는 5 이상의 값을 가지고 있으므로 고위험작업임을 알 수 있다. 따라서, 중립자세(0°)와 0.5kg · 20° 이하의 작업이 안전 작업으로 볼 수 있다.

신전(extension)				
무게(kg) \ 각도(°)	0	0.5	1	2
0	안전	안전	안전	안전
20	안전	안전	위험	위험
40	위험	위험	고위험	고위험
60	고위험	고위험	고위험	고위험

Figure 6. Task classification for extension.

3.3 회전(rotation)

다른 관절동작에 비해 불편도 평균이 낮은 회전(rotation)은 무게와 각도에 따라 불편도의 평균이 선형적으로 증가함을 알 수 있었다<Figure 7>. 분산분석 결과 무게와 각도에 따라 매우 유의하나(p<0.01) 교호작용의 효과는 없었다. 선형회귀분석 결과, 무게와 각도는 매우 유의함(p<0.01)을 알 수 있었고, 중회귀식은 다음과 같다.

$$Y = -0.138 + 0.524 \times \text{무게} + 2.232E-02 \times \text{각도}$$

[무게 : 0~2kg, 각도 : 0~60°]

기여율(R²)은 0.394이었다.

무게와 각도에 따른 신전의 분석은 모든 조합이 Borg's scale 이 3 이하로 안전한 작업으로 분류되었다.

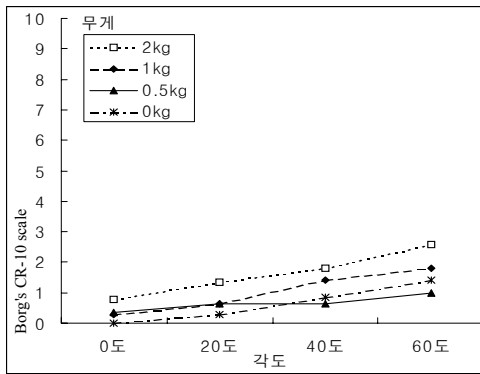


Figure 7. Mean of Borg's scale for rotation.

3.4 옆으로 굽힘(lateral bending)

불편도의 평균은 신전 다음으로 크게 나타났으며, 2kg의 무게의 경우 각도에 따라 선형을 보여주고 있다<Figure 8>. 무게와 각도, 교호작용도 매우 유의한(p<0.01) 분산분석 결과를 보였다. 선형회귀분석 결과, 각도와 교호작용은 유의하였지만 (p<0.01) 무게는 유의하지 않았다(p>0.05). 무게를 제외한 중회귀식은 다음과 같다.

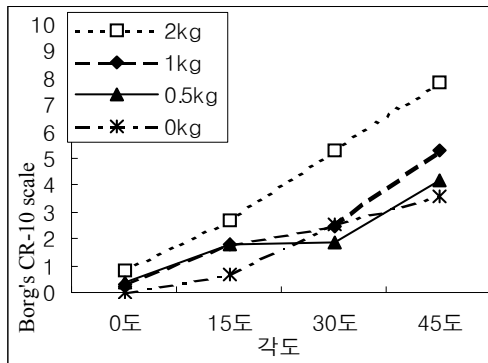


Figure 8. Mean of Borg's scale for lateral bending.

$$Y = -0.09 + 0.0702 \times \text{각도} + 0.0407 \times \text{무게} \times \text{각도}$$

[무게 : 0~2kg, 각도 : 0~45°]

기여율(R²)은 0.758 이었다.

무게와 각도에 따른 신전의 분석은 <Figure 9>과 같다. 0kg · 45°, 1kg · 45°는 '3' 이상의 값을 가지므로 위험작업으로 분류될 수 있고, 1kg · 45°, 2kg · 30°, 2kg · 45°는 '5' 이상의 값을 가지고 있으므로 고위험작업임을 알 수 있다.

옆으로 굽힘(lateral bending)				
무게(kg) \ 각도(°)	0	0.5	1	2
0	안전	안전	안전	안전
15	안전	안전	안전	안전
30	안전	안전	위험	고위험
45	안전	위험	고위험	고위험

Figure 9. Task classification for lateral bending.

4. 결론 및 토의

본 연구는 이전의 연구에서 논의된 작업자세뿐만 아니라 근골격계 질환의 원인으로 알려져 있는 힘을 포함한 목의 작업부하에 인간의 주관적 불편도를 평가하는 연구이다. 정적인 앉은 작업자세에서 목의 각도와 무게를 이용한 작업부하를 가지고 주관적 불편도의 경향을 분석하고 평가하였으며, 실험의 결과로 목 근육에 부하를 주는 무게와 작업자세가 작업자의 주관적 불편도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 목 근육의 4가지 관절동작에 대하여 목의 근골격계에 유해한 관절의 각도 및 무게를 제시하였고 <Figure 10>에 정리하여 나타내었다. 그리고 본 실험에서 언급되지 않은 무게와 각도에 대한 주관적 불편도를 나타내는 Borg's CR-10 scale의 값을 예측할 수 있도록 선형회귀식을 구하였다.

주관적 불편도 평가 결과, 목의 4가지 관절동작 중 신전(extension)의 불편도 평균이 가장 크게 나타났으며, 옆으로 굽힘(lateral bending), 굴곡(flexion), 회전(rotation) 순으로 나타났다. 각 관절동작에 대한 무게와 각도에 대한 분산분석 결과 매우 유의(p<0.01)하게 나타났다. 이것은 무게와 각도가 커짐에 따라서 큰 불편을 느끼는 것을 알 수 있다. 그러나 회전은 실험범위 내에서 무게와 각도에 상관없이 안전작업으로 분류되었다.

8시간 작업기준으로, Borg's CR-10 scale '3' 이상의 값을 가지는 작업자세와 무게는 <Figure 10>에 나타나 있으므로, 이를 참조하여 작업설계나 평가가 이루어질 수 있을 것이다. 또한,

머리와 목의 정적인 자세에서의 목의 피로와 근골격계 질환을 예방하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 앞으로 장시간 작업시 목의 근육부하의 평가, 근전도 등 생리학적, 생체역학적 분석을 통하여 객관화하는 연구, 또한 목 자체의 부하와 상지의 움직임과의 관계에 대해서도 연구가 필요하며, 실험 조건이 너무 많아 실험자를 7명으로 하였으나 앞으로 많은 실험자를 대상으로 한 연구가 필요하다. 또한 현재 연구는 목의 각 관절에 대한 외부부하에 대한 평가를 수행하였다. 그러나 산업현장에서 나타나는 목의 자세는 이들 동작의 조합형태로 나타내는 것이 보통이며 앞으로 이에 대한 연구도 필요하다.

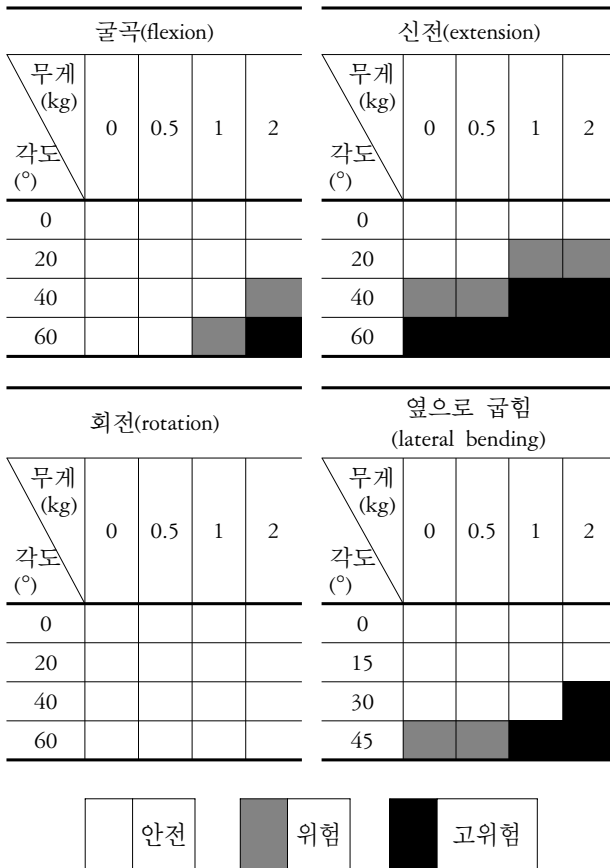


Figure 10. Safety condition for movement of neck.

참고문헌

Aaras, A.(1994), Relationship between trapezius load and the incidence of musculoskeletal illness in the neck and shoulder, *International Journal of Industrial Ergonomics* 14, 341-348.

Andersen, J. H., Gaardboe, O.(1993), Prevalence of persistent neck and upper limb pain in a historical cohort of sewing machine operators, *American Journal of Industrial Medicine*, 24(6), 677-687.

Borg, G.(1988), *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*, Human Kinetics.

Borg, G., Ottoson, D.(1986), *The perception of exertion in physical work*, London: Macmillan.

Bureau of labor statistics(BLS, 2001), *Employer cost for employee compensation survey*.

Chung, M-K., Choi, K-Y., Song, Y-W., Lee, I-S., Lee, M-S.(1997), Evaluation of Human-body epidemiological workload and Work Posture on Repair Tasks of a Manufacturing Company, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 16(3).

Hales, T. R., Sauter, S. L., Peterson, M. R., Fine, L. J., Putz-Anderson, V., Schleifer, L. R., Ochs, T.T., Bernard, B. P.(1994), Musculoskeletal disorders among visual display terminal users in a telecommunications company, *Ergonomics*, 37(10), 1603-1621.

Kee, D-H.(2000), A Review of Postural Classification Schemes for Evaluating Postural Load-Focused on the Observational Methods. *Journal of the Korean Institute for Industrial Safety*, 15(4).

Kim, C-H, Kim, S-N., Lee, J-U., Yoon, D-K., Cho, S-A.(2000), A study on the actual conditions of work-related musculoskeletal disorders of workers in a automobile manufactory : Part I, *Spring Conference of Ergonomics Society of Korea*.

Kim, Y-C and Choi, Y-H.(2000), A study on work-related musculoskeletal disorders in telephone number information operators, *Autumn Conference of Ergonomics Society of Korea*.

Kim, Y-C., Lee, T-H., Chung, H-W.(2001), A study on work-related musculoskeletal disorders in manhole operators, *Spring Conference of the Safety Management & Science*.

Lee, Y-J., Chung, M-K.(1998), Physiological Workload Evaluation for the engaged in Transportation Service, *Autumn Conference of Ergonomics Society of Korea*.

McAtamney, M-C., Corlett, E-N.(1993), RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Apply Ergonomics*, 24(2), 91-99.

Ministry of Labor (2002), *The industrial accident analysis in 2001*.

National Institute for Occupational Safety and Health(1997), *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors : A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*, DHHS(NIOSH) Publication, 97-141.

Ohlsson, K., Hansson, G. A., Balogh, I., Stromberg, U., Palsson, B., Nordander, C., Rylander, L., Skerfving, S.(1994), Disorders of the neck and upper limbs in women in the fish processing industry, *Occupational and Environmental Medicine*, 51(12), 826-832.

Tola, S., Riihimäki, H., Videman, T., Viikari-Juntura, E., Hänninen, K.(1988), Neck and shoulder symptoms among men in machine operating, dynamic physical work and sedentary work, *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 14(5), 299-305.

Veiersted, K. G., Westgaard, R. H.(1994), Subjectively assessed occupational and individual parameters as risk factors for trapezius myalgia, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 13, 234-245.

Viikari-Juntura, E., Riihimaki, H., Tola, S., Videman, T., Mutanen, P.(1994), Neck trouble in machine operating, dynamic physical work and sedentary work : a prospective study on occupational and individual risk factors, *Journal of Clinical Epidemiology*, 47(12), 1411-1422.

**김 유 창**

고려대학교 산업공학과 학사
한국과학기술원 산업공학과 석사
한국과학기술원 산업공학과 박사
현재: 동의대학교 산업공학과 교수
관심분야: 인간공학, 산업안전보건, 근골격계 질환

**정 현 욱**

동의대학교 산업공학과 학사
동의대학교 산업공학과 석사
관심분야: 인간공학, 산업안전보건