



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시, 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리, 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지, 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士學位論文

조선업의 근골격계부담 평가를 위한

Quick Checklist 개발

2008年 2月

釜慶大學校大學院

安全工學科

趙南重

工學碩士學位論文

조선업의 근골격계부담 평가를 위한

Quick Checklist 개발



指導教授：張 聖 祿

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2008年 2月

釜 慶 大 學 校 大 學 院

安 全 工 學 科

趙 南 重

조남중의 工學碩士 學位論文을 認准함

2007 年 12月



主 審 工學博士 崔 載 旭 (인)

委 員 工學博士 李 義 周 (인)

委 員 工學博士 張 聖 祿 (인)

목 차

1. 서론	1
1.1 연구 배경 및 필요성	1
1.2 연구 목적	4
1.3 연구 범위	5
2. 배경 이론	6
2.1 근골격계질환 개요	6
2.2 인간공학적 분석 기법	11
2.2.1 RULA	11
2.2.2 REBA	13
2.2 중량물 기준	14
3. 연구 방법	18
3.1 연구 대상 작업 선정 및 작업분석	18
3.2 체크리스트 개발 방법	19
3.3 체크리스트 검증	21

4. 연구 결과	22
4.1. 체크리스트 개발	22
4.1.1 RULA를 이용한 체크리스트 항목 개발	22
4.1.2 REBA를 이용한 체크리스트 항목 개발	25
4.1.3 RULA와 REBA의 자세항목을 통합한 체크리스트 개발 ...	27
4.2. 전문가 분석 결과	28
4.3. 체크리스트 분석 결과	32
4.4. 체크리스트의 적합성 비교 분석검토	36
5. 결론 및 제언	41
참고문헌	43
부록	47

표 목 차

Table 1 전 산업과 조선업의 근로자 수와 근골격계 질환자 수 비교	3
Table 2 The regulations for prevention of MSDs : foreign countries	8
Table 3 The regulations for prevention of MSDs : Korea	10
Table 4 RULA의 작업부하 수준에 따른 평가내용	13
Table 5 REBA의 작업부하 수준에 따른 평가내용	15
Table 6 선정된 조선업종의 130개 단위 작업	18
Table 7 RULA에서의 block diagram 예	20
Table 8 REBA에서의 block diagram 예	20
Table 9 RULA에서 주요 자세 항목 통합	23
Table 10 REBA에서 주요 자세 항목 통합	26
Table 11 RULA와 REBA의 action level(final score)	28
Table 12 Checklist 적용 결과	32
Table 13 RULA 또는 REBA action level 3 이상인 작업과 Checklist	36
Table 14 개선 대상 작업 분석 결과	38

그림 목 차

Fig. 1 연도별 근골격계 질환자수 현황	2
Fig. 2 RULA의 작업분석 절차	12
Fig. 3 REBA의 작업분석 절차	14
Fig. 4 HSE(Health and safety executive) 들기작업 기준	17
Fig. 5 Quick Checklist	40



1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

작업관련 근골격계 질환은 최근 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증 등으로 인하여 산업안전보건 분야의 주된 문제가 되고 있다. Fig. 1은 1996~2006년까지의 노동부 산재현황분석에 의한 연도별 근골격계 질환자수를 나타낸 것이다¹⁾. 1996년 근골격계질환이 산업재해로 처음 인정받은 이후로 2000년 울산 소재 A사에서 집단 산재승인을 받음으로써 이슈화되기 시작하였다. 2003년 산업안전보건법이 개정되어 근골격계질환 유해요인에 대한 사업주의 의무조항을 강화하고 2004년 6월 30일까지 정기 유해요인조사를 실시토록 하였다. 이러한 효과로 2003년 4,532건에서 2004년 4,112건으로 소폭 감소하였으며 2005년에는 2,901건으로 크게 감소한 것으로 나타났다. 그러나 2006년 6,233건으로 다시 급증하였다.

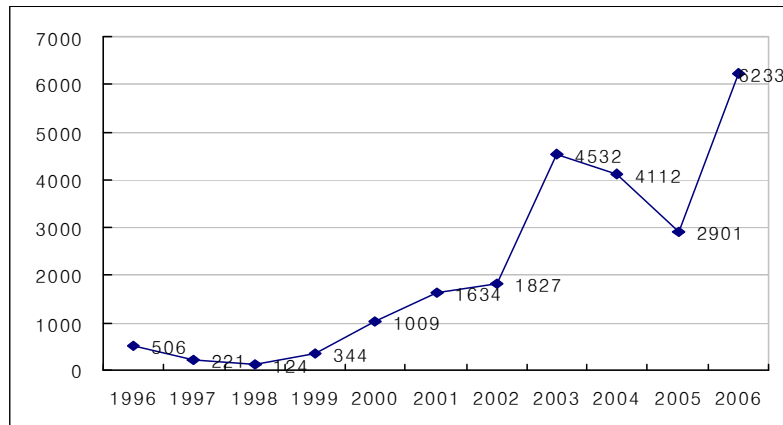


Fig. 1 연도별 근골격계 질환자수 현황

조선업 사업장은 근골격계 질환자수가 지속적으로 발생하여 작업환경 개선 등을 통한 예방관리가 중요시되고 있다. Table 1은 전 산업과 조선업의 근로자수와 근골격계 질환자수를 나타낸 것이다^{1,2)}. 조선업에서 발생한 근골격계 질환자수는 타 산업에 비해 전체 근골격계 질환자수에서 많은 부분을 차지하고 있다.

Table 1 전 산업과 조선업의 근로자수와 근골격계 질환자수 비교

연도	근로자수(명)		근골격계 질환자수(명)		전 산업 대비 조선업 비율(%)
	전 산업	조선업	전 산업	조선업	
1999	7,441,160	71,644	344	14	4.07%
2000	9,485,577	79,776	1,009	69	6.84%
2001	10,581,186	86,682	1,634	165	10.1%
2002	10,571,279	94,213	1,827	479	26.22%
2003	10,599,345	93,682	4,532	735	16.22%
2004	10,474,090	97,320	4,112	607	14.76%
2005	11,059,193	104,704	2,901	489	16.86%
2006	11,688,797	118,559	6,233	417	6.69%

또한 근골격계 질환자수가 점차 증가하는 것으로 나타나고 있어 예방대책과 작업장 환경의 변화가 필요하다고 할 수 있다.

현재 조선업에서 근골격계 유해요인을 분석하기 위한 분석기법으로 RULA, REBA, OWAS, NLE 등을 사용하고 있지만 이러한 분석기법은 전문가가 분석해야 한다는 점과 분석해야 할 부분, 즉 분석요인들이 많아서 분석하는 절차가 복잡하다는 점, 그리고 조선업에는 다양한 작업군이 존재하고 비정형 작업이 대다수를 차지하고 있다는 점에서 조선업의 근골격계 유해요인을 분석하기 위한 것으로 부적절하다고 본다.

1.2 연구 목적

작업에 존재하는 근골격계질환 관련 유해요인에 대한 인간공학적 분석 기법 중 자세부하를 평가하는데 주로 사용되는 대표적인 기법은 RULA와 REBA 등이 있다. RULA는 어깨, 팔, 손목, 목 등 상지에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위해 만들어진 기법이다. REBA는 다양한 자세에서 이루어지는 작업에서의 전체적인 신체에 대한 부담 정도와 유해인자에의 노출정도를 분석하기 위해 개발되었다. 따라서 REBA는 전신을 움직여 동작하는 신체의 움직임을 평가할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 RULA와 REBA 평가기법은 작업 유해위험의 정도를 정량적으로 제시하는 전문가 기법이므로 이 평가기법들로 개선을 요하는 작업 대상들을 쉽고 빠르게 선정하기는 곤란하다고 할 수 있다.

본 연구는 조선업 사업장에 존재하는 단위작업들을 대상으로 작업에 존재하는 근골격계질환 관련 유해요인에 대하여 인간공학적 분석 기법 중 자세부하를 평가하는데 주로 사용되는 RULA와 REBA를 이용하여 조선업 사업장의 작업 개선 대상 작업을 선정하기 위해 쉽게 적용할 수 있는 체크리스트를 개발하는데 목적이 있다.

1.3 연구 범위

본 연구에서는 우리나라에 존재하고 있는 조선업 사업장의 모든 단위 작업을 조사하기에는 현실적으로 시간과 인력의 한계가 있으므로 적절한 비율로 단위 작업을 배분하여 실시하였다. 본 연구에서 채택한 비율 배분은 3개 대형 조선사, 2개 중소형 조선사 등 5개 사업장의 안전보건 실무자와 협의를 통하여 선정하였다. 본 연구는 사업장의 근골격계질환 관련 유해요인에 관한 조사를 통하여 부담정도를 손쉽게 확인할 수 있는 체크리스트를 개발하는데 목적이 있으므로 개인적인 체격이나 체력조건, 스트레스, 심리적인 요인 등을 배제하고 순수하게 작업관련 유해요인만을 대상으로 하였다.

2. 배경 이론

2.1 근골격계질환 개요

근골격계질환이란 단순반복작업으로 인하여 미세한 손상으로 인한 물리적 스트레스가 신체에 누적되어 목·어깨·팔·팔꿈치·손목·손 등의 신경·건·근육 및 그 주변조직에 나타나는 질환을 말하며, 일반적으로 만성적인 근골격계의 상해를 나타내며 작업시간의 손실, 비용증가, 신체장애를 초래하는 주요 원인으로 대두되고 있다^{3,4)}. 특히, 과도한 작업강도, 정적인 작업자세, 빈번한 구부림과 비틀림, 들고 밀고 당기기, 단순반복작업 등으로 인하여 대부분 발생하며, 이러한 장애들은 무리한 힘이 요구되는 경우뿐만 아니라, 가벼운 동작을 반복하면서 작업하는 경우에도 발생할 수 있다.

미국의 경우 OSHA 200 Logs⁵⁾에 의해 집계된 직업병 통계(사기업 대상)를 보면 2000년 한 해 동안에만 근골격계질환 발생건수는 241,800건이었으며 그로 인한 작업손실일이 연간 626,000일에 달하고, 150~200억불의 직접적인 보상비용을 포함하여 연간 전체 손실비용이 450~540억불에 이른 것으로 알려졌다⁶⁾. 그러나 80년대부터 근골격계질환에 관심을 갖기 시작하여, 90년대 들어 자동차 산업을 중심으로 사전예방에 중점을 둔 관리시스템을 가동하고 인간공학프로그램을 운용한 결과, 1994년을 정점으로 질환발생이 감소 추세에 접

어들과 있다⁷⁾.

Table 2는 미국을 비롯한 선진국의 근골격계질환 예방관리를 위한 지침 및 규제 현황을 나타내고 있다. 우리나라와는 달리 선진국에서는 80년대 초반부터 근골격계질환에 관심을 갖기 시작하여, 여러 규제 및 지침을 마련하였으며 미국에서는 육류 가공업 등 다양한 직종에 대해 적용을 하고 있다⁸⁻¹⁴⁾. 뉴질랜드의 경우 영상표시단말기 작업에 대한 근골격계질환의 위험성을 줄이고 작업효율을 높이기 위해 노력하고 있으며, 아울러 다양한 산업으로의 적용을 진행 중이다¹⁵⁾. EU의 노력 또한 VDT 작업과 인력운반작업에 대한 규제를 통해 지속적으로 이루어지고 있다^{16,17)}. 영국의 규제 및 지침은 전통적인 조직이나 부서를 포함하고 있으며 최종적인 것보다는 위험요인의 제거에 초점을 두고 있다^{18,19)}. 호주에서는 작업장 내에서 인력운반작업과 관련한 근골격계질환의 종류와 심각성 예방 및 고용주의 의무에 관해 규제하고 있다²⁰⁾. 독일에서는 인력운반작업과 관련하여 작업장에서 근로자들의 건강과 안전을 향상시키기 위한 규제를 시행하고 있다²¹⁾. 스웨덴은 1984년부터 근골격계질환에 대한 인간공학적 규제를 가하였고 1998년에는 수작업 운반에 관한 지침이 포함되었고, 2001년에는 범위가 확대되어 다른 인간공학적 측면까지 포함되었다²²⁾. 캐나다의 경우, 아홉 개 주에서만 산업안전보건법 상 근골격계질환에 대한 내용이 삽입되어 있으며 나머지 주는 아직 준비 중이다. 캐나다의 인간공학적 접근방식은 결과중심의 규제방식이라고 볼 수 있다^{23,24)}.

Table 2 The regulations for prevention of MSDs : foreign countries

related legislation	principal contents	enacted date (country)
ANSI/HFS100 ⁸⁾	VDT 작업자들의 근골격계질환 예방을 위한 내용으로 구체적인 작업장 조건(workstation)과 관리지침들을 소개	1988년 (미국)
ANSI B11.TR ⁹⁾	육류 가공작업자(meat packing)들에 대한 인간공학적인 작업관리 지침 규정	1993년 (미국)
ANSI Z-365 ¹⁰⁾	상지에서 발생하는 근골격계질환 예방을 위한 작업장 분석방법, 의학적인 관리 내용, 교육 훈련 등에 대한 내용	1996년 (미국)
California's RMI Standard, SECTION 5110 ¹¹⁾	적용대상, 적용주기, 적용내용, 교육 및 훈련, 작업장 평가에 대한 내용	1997년 (미국)
Victoria Revised OH&S manual handling Regulations 1999 code of practice for manual handling 2000 ¹⁴⁾	작업장 내에서 manual handling 업무와 연관된 MSDs의 수와 심각성 예방	1999년, 2000년 (미국)
Ergonomics program: 29 CFR Part 1910 ¹²⁾	11인 이상을 고용(시간제 작업자도 포함)하는 사업주에게 부여되는 근골격계질환의 예방관리 내용을 의무화	2000년 (미국)
ACGIH, Hand Activity Level TLV, lifting TLV ¹³⁾	mono-hand 작업과 lifting에 기인한 근골격계질환의 감소를 목적으로 관리기준 제시	2001년 (미국)
Health and Safety Act, code of Practice for Manual Handling 1991, and draft 2000, code of Practice for VDTs ¹⁵⁾	MSDs를 줄이고 VDT 근로자의 건강과 안전을 증대하며 작업의 효율성을 최대화	1991년 2000년 (뉴질랜드)
European Union(EU) directive 90/269/EEC Manual Handling ¹⁶⁾	고용주들은 기계 장비, 작업 조직, 정보, 훈련, 상담 등을 통해서 manual handling을 피하거나 최소화하도록 요구	1990년 (EU)
European Union(EU) directive 90/270/EEC Work with Display Screen Equipment (DSC) ¹⁷⁾	visual display 단말기를 사용하는 근로자들의 건강과 안전	1990년 (EU)

Table 2 The regulations for prevention of MSDs : foreign countries (continued)

related legislation	principal contents	enacted date (country)
Manual Handling Operation Regulations(based on EU Directive 90/269/EEC) ¹⁸⁾	manual handling에 대한 고용주의 의무	1992년 (영국)
Health and Safety Display Screen Requirement ¹⁹⁾	visual display 단말기를 사용하는 근로자의 건강과 안전	1992년 (영국)
Victoria Occupational Health and Safety Regulations 1988 code of practice for manual handling 1990 and for Occupational Overuse Syndrome 1992 ²⁰⁾	작업장 내에서 manual handling 업무와 연관된 MSDs의 수와 심각성 예방과 고용주의 의무	1988년, 1990년, 1992년 (호주)
Ordinance on Safety and Health protection for the Manual Handling of Loads at work ²¹⁾	작업장에서 근로자들의 건강과 안전을 향상시키기 위한 규제	1996년 (독일)
AFS 1998 : 1. 근골격계 질환의 예방을 위한 인간공학 AFS 2000 : manual handling에 대한 조항 ²²⁾	작업 환경의 조건들은 건강에 유해한 육체적 중압과 피로가 가지는 위험을 최소화하도록 고안	1998년, 1999년 (스웨덴)
British Columbia Ergonomics Requirement ²³⁾	근골격계질환의 위험을 최소화하거나 제거하기 위한 요구사항	1998년 (캐나다)
Saskatchewan Occupational Health and Safety Regulation, Sections 78 to 82 and 470(first version 1988), updated 1996 ²⁴⁾	들기, 서있기, 앉아있기, MSI, 이동작업, 눈을 많이 사용하는 작업, 계속되는 수작업 등으로 기인하는 위험을 최소화하기 위한 규제	1988년, 1996년 (캐나다)

우리나라의 경우, 1993년부터 “경견완증후군”을 업무상 재해인정기준에 도입한 이후, Table 3과 같은 법적·제도적 관리가 마련되어 있음에도 불구하고, 전문인력의 부족, 관리 부재 등으로 인하여 재해예방 효과는 일부 대기업을 제외하고는 아직 미비한 실정이다²⁵⁻³³⁾. 특히 2000년 A사, 2001년의 B사와 C사 등에서 근골격계질환자들이 집단 산재 판정을 받는 등 이로 인한 노동력 상실 및 경제적 지출 비용으로 사회적 이슈가 되고 있다.

Table 3 The regulations for prevention of MSDs : Korea

related legislation	principal contents	enacted date
산업안전보건법 제24조 ²⁵⁾	보건상의 조치에 대한 사업주의 의무 근골격계질환 예방의무 부과	2002. 12. 30
산업보건기준에 관한 규칙 ²⁶⁾	근골격계부담작업으로 인한 건강장해의 예방	2003. 7. 12
노동부고시 제2000-71호 ²⁷⁾	영상표시단말기(VDT)취급근로자 작업관리지침	2000. 12. 30
노동부고시 제2000-72호 ²⁸⁾	단순반복작업 근로자 작업관리지침	2000. 12. 30
노동부고시 제2003-24호 ²⁹⁾	근골격계부담작업의 범위	2003. 7. 15
KOSHA code H-05-1998 ³⁰⁾	직업성 요통예방을 위한 작업관리지침	1998. 10. 1
KOSHA code G-06-1999 ³¹⁾	인력운반 안전작업에 관한 지침	1999. 12. 15
KOSHA code H-30-2003 ³²⁾	근골격계부담작업 유해요인조사 지침	2003. 6. 15
KOSHA code H-31-2003 ³³⁾	사업장 근골격계질환 예방관리프로그램	2003. 6. 15

2.2 인간공학적 분석 기법

2.2.1 RULA

RULA는 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위해 만들어진 기법이다.

1) 목적

RULA는 나쁜 작업자세로 인한 상지의 장애를 안고 있는 작업자의 비율이 어느 정도인지 파악하는 방법을 제시하고 근육의 피로를 유발시킬 수 있는 부적절한 작업 자세, 힘, 그리고 정적이거나 반복적인 작업과 관련한 신체적인 부담요소를 파악하고 그에 따른 보다 포괄적인 인간공학적평가를 위한 결과를 제공하기 위해 개발되었다.

2) 장점

RULA는 특별한 장비가 필요 없이 펜과 종이만으로 간단하게 작업부하 평가를 할 수 있고 작업자들에게 방해를 주지 않고 평가할 수 있으며 약간의 교육만으로 평가가 가능하다는 장점이 있다.

3) 단점

RULA는 자세분류별 부하수준을 문헌 고찰만 바탕으로 하기 때문에 근거가 미약하고 상지의 분석에만 초점이 맞추어져 전신의 작업 자세 분석에 한계가 있으며 분석 결과가 정성적이라 작업자세간 정량적인 비교가 어려운 단점이 있다.

4) 작업분석 절차

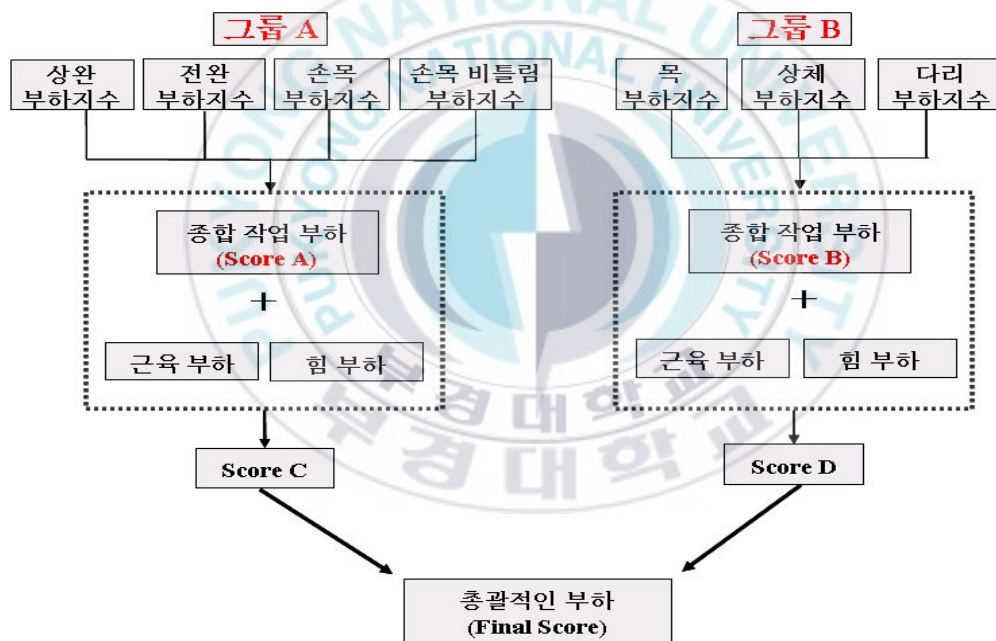


Fig. 2 RULA의 작업분석 절차

5) 작업부하 수준에 따른 평가내용 (action level)

Table 4 RULA의 작업부하 수준에 따른 평가내용

final score	action level	평가내용
1~2	1	수용 가능한 작업
3~4	2	작업 자세에 대한 추가적인 연구가 필요하고 계속적 추적관찰 요함
5~6	3	계속적 관찰과 빠른 작업개선 요함
7	4	정밀조사와 즉각적인 개선이 요구됨

2.2.1 REBA

REBA는 Hignett & McAtamney에 의해서 근골격계질환(직업성상지질환)과 관련한 위해인자에 대한 개인작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었다. 예측이 힘든 다양한 자세에서 이루어지는 서비스업에서의 전체적인 신체에 대한 부담정도와 위해인자에의 노출정도를 분석할 수 있어 전신을 움직여 동작하는 신체의 움직임을 평가할 수 있다.

1) 특징

REBA는 반복성, 정적작업, 힘, 작업 자세, 연속작업시간 등을 주로 평가한다. 평가그룹은 크게 신체부위별로 A와 B 그룹으로 나누고, 각 그룹별로 작업 자세, 근육과 힘에 대한 평가로 이루어진다. 총점은 1~15점으로 나타내어지며, 그 결과 5개의 조치단계로 분류된다.

2) 작업분석 절차

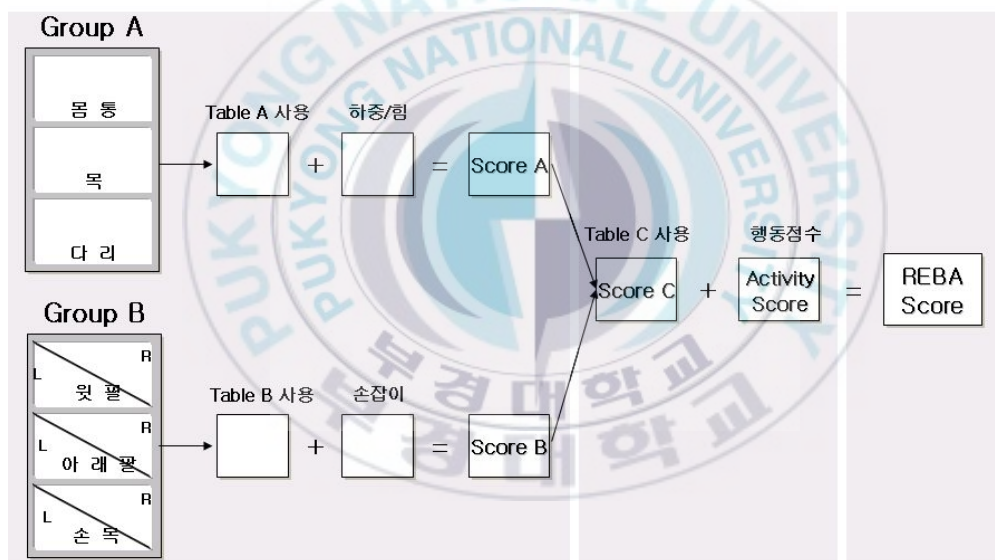


Fig. 3 REBA의 작업분석 절차

3) 작업부하 수준에 따른 평가내용 (action level)

Table 5 REBA의 작업부하 수준에 따른 평가내용

REBA Score	action level	평가내용
1	0	무시해도 좋음 → 조치가 필요없음
2~3	1	낮음 → 조치가 필요할지도 모름
4~7	2	보통 → 조치가 필요함
8~10	3	높음 → 조치가 곧 필요함
11~15	4	매우 높음 → 조치가 지금 즉시 필요함

2.3 중량물 기준

중량물 취급에 대한 작업평가기법은 NLE(NIOSH Lifting Equation)를 일반적으로 사용하고 있지만 NLE는 다음과 같은 작업 형태에는 적용할 수 없다는 한계를 가지고 있다.

- 한 손으로만 중량물을 취급하는 경우
- 8시간 이상 중량물을 취급하는 작업을 계속하는 경우
- 앉거나 무릎을 굽힌 자세로 작업을 하는 경우
- 균형이 맞지 않는 중량물을 취급하는 경우

- 운반이나 밀거나 당기는 작업에서의 중량물 취급
- 빠른 속도로 중량물을 취급하는 경우(약 75cm/초를 넘어가는 경우)
- 바닥 면이 좋지 않은 경우(지면과의 마찰계수가 0.4 미만의 경우)
- 온도/습도 환경이 나쁜 경우(온도 19~26도, 습도 35~50%의 범위에 속하지 않는 경우)

따라서 산업 현장에서 발생하는 실제 작업들을 평가하기에는 적절하지 않다고 할 수 있다. 이러한 NLE의 적용한계와는 달리 손쉽게 허용중량을 결정할 수 있도록 단순화 한 것이 영국의 HSE(Health and safety executive) 들기작업 가이드라인이다. HSE에서 제시한 취급 위치에 따른 무게 기준 가이드라인을 Fig. 4에 나타내었다.

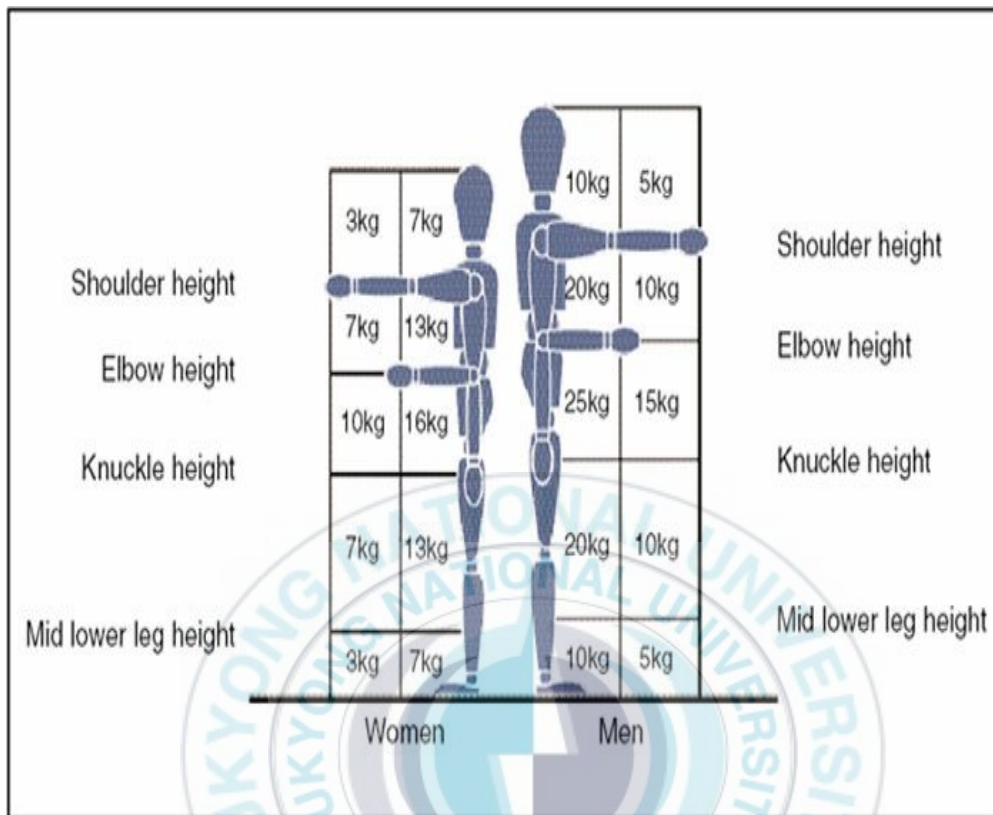


Fig. 4 HSE(Health and safety executive) 들기작업 기준

3. 연구 방법

3.1 연구 대상 작업 선정 및 작업분석

5개 조선사의 현장 실무진으로 구성된 전문가 그룹의 의견을 종합 조선산업의 공정을 도장, 의장, 기계의장, 특수용접, 심출, 발판, 절단, 자동용접, 전기공사, 관철, 용접, 사상, 취부조립, 관철취부, 중장비, 배관, 측량, 신호, 운반, 후판성형으로 분류하고 구체적인 작업 130개를 선정하였다. 추출된 작업을 공정별로 분류하면 Table 6과 같다.

Table 6 선정된 조선업종의 130개 단위 작업

공정	작업수	공정	작업수
도장	9	용접	31
의장	4	사상	16
기계의장	2	취부조립	23
특수용접	2	관철취부	3
심출	1	중장비	4
발판	4	배관	2
절단	11	측량	1
자동용접	5	신호	2
전기공사	2	운반	3
관철	3	후판성형	2

3.2 체크리스트 개발 방법

현재 조선업 사업장에서 근골격계질환을 예방하기 위해서 가장 많이 활용하고 있는 분석기법은 RULA와 REBA이다. 하지만 이러한 분석기법들은 유해위험의 정도를 정량적으로 제시하는 전문가 기법이므로 인간공학 전문가를 고용하기 어려운 중소 조선사업장에서 평가기법을 적용하여 개선 대상 작업을 선정하기는 곤란하다. 따라서 본 연구에서는 조선업 사업장에서 현실적으로 어려운 문제인 작업 개선의 필요성을 쉽게 결정할 수 있도록 체크리스트를 개발하였다. RULA와 REBA 에서 나타나는 변수들 즉, 각 평가기법에서 나오는 작업 자세들 중 최종 점수에 영향을 가장 크게 미치는 항목들을 선정하였다. 이러한 항목들로만 RULA와 REBA 분석을 실시하여 action level이 높게 나오는 범위를 block diagram을 이용하여 그룹핑하였다. Table 7과 Table 8은 이러한 block diagram의 예이다.

Table 7 RULA에서의 block diagram 예

목	물건	약간			약간			약간			약간			약간		
		~20도			20도 이상 휘로			20~45도			45~90도			90도 이상		
		아래값			아래값			아래값			아래값			아래값		
		60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상
0-10도	-10-0도	1	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	0-20도	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	20-60도	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	60도 이상	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
10-20도	-10-0도	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	0-20도	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	20-60도	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	60도 이상	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
20도 이상	-10-0도	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0-20도	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20-60도	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	60도 이상	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
신체	-10-0도	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
	0-20도	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
	20-60도	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	60도 이상	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Table 8 REBA에서의 block diagram 예

목	물건	약간			약간			약간			약간			약간		
		~20도			20도 이상 휘로			20~45도			45~90도			90도 이상		
		아래값			아래값			아래값			아래값			아래값		
		60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상	60-100도	0-60도	100도 이상
0-10도	0도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	5	5
	0-20도 움직 0-20도 신체	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5
	20-60도, 20도 이상 신체	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5
	60도 이상	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
10-20도	0도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	5	5
	0-20도 움직 0-20도 신체	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5
	20-60도, 20도 이상 신체	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5
	60도 이상	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
20도 이상	0도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	5	5
	0-20도 움직 0-20도 신체	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	20-60도, 20도 이상 신체	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	60도 이상	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
신체	0도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	5	5
	0-20도 움직 0-20도 신체	2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	20-60도, 20도 이상 신체	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	60도 이상	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

3.3 체크리스트 검증

연구대상으로 선정된 130개 단위작업을 전문가 분석 기법에 의하여 분석을 실시하였다. 또한 3.2에서 개발된 체크리스트를 이용하여 동일한 130개 단위작업을 체크하였다. 전문가 분석기법에서 도출된 결과 중 개선 대상으로 분류되는 단위작업이 본 연구에서 개발된 체크리스트가 모두 수렴할 수 있는가를 검증기준으로 하였다.



4. 연구 결과

4.1 체크리스트 개발

4.1.1 RULA를 이용한 체크리스트 항목 개발

RULA 분석 시 적용되는 작업자세의 기준항목은 목, 몸통, 윗팔 및 아래팔이다. 목은 $0\sim10^\circ$, $10\sim20^\circ$, 20° 이상, 신전으로 구분, 몸통은 $-10\sim0^\circ$, $0\sim20^\circ$, $20\sim60^\circ$, 60° 이상으로 구분하였다. 윗팔은 $-20\sim20^\circ$, 20° 이상 뒤로, $20\sim45^\circ$, $45\sim90^\circ$, 90° 이상으로 구분, 아래팔은 $60\sim100^\circ$, $0\sim60^\circ$, 100° 이상으로 구분하였다. 또한 목과 몸통이 회전되었을 경우와 옆으로 굽혀지는 경우를 추가하였다. 이러한 기준항목 만으로 분석한 결과를 다음의 Table 9에 나타내었다.

Table 9 RULA에서 주요 자세 항목 통합

국	종	주요 자세 항목	허벅지			허벅지			허벅지			허벅지			허벅지		
			20~30도			20~30도			20~30도			20~30도			20~30도		
			아래			아래			아래			아래			아래		
			60-100도	100-120도	120-150도	60-100도	100-120도	120-150도	60-100도	100-120도	120-150도	60-100도	100-120도	120-150도	60-100도	100-120도	120-150도
0-10점	바른	-10-0도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0-20도	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		20-60도	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		60도 이상	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0-10점	바른	-10-0도	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		0-20도	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		20-60도	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		60도 이상	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0-10점	바른	-10-0도	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		0-20도	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		20-60도	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		60도 이상	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0-10점	바른	-10-0도	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		0-20도	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		20-60도	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		60도 이상	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0-10점	바른	-10-0도	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		0-20도	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		20-60도	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		60도 이상	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0-10점	바른	-10-0도	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		0-20도	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		20-60도	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		60도 이상	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0-10점	바른	-10-0도	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		0-20도	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		20-60도	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		60도 이상	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0-10점	바른	-10-0도	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		0-20도	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		20-60도	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		60도 이상	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0-10점	바른	-10-0도	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		0-20도	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		20-60도	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		60도 이상	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0-10점	바른	-10-0도	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		0-20도	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		20-60도	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		60도 이상	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0-10점	바른	-10-0도	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		0-20도	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		20-60도	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		60도 이상	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0-10점	바른	-10-0도	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		0-20도	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		20-60도	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		60도 이상	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0-10점	바른	-10-0도	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		0-20도	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		20-60도	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		60도 이상	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0-10점	바른	-10-0도	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		0-20도	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		20-60도	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		60도 이상	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0-10점	바른	-10-0도	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		0-20도	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		20-60도	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		60도 이상	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0-10점	바른	-10-0도	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		0-20도	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		20-60도	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
		60도 이상	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
0-10점	바른	-10-0도	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		0-20도	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
		20-60도	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		60도 이상	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
0-10점	바른	-10-0도	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
		0-20도	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		20-60도	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
		60도 이상	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0-10점	바른	-10-0도	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		0-20도	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
		20-60도	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
		60도 이상	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0-10점	바른	-10-0도	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
		0-20도	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
		20-60도	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		60도 이상	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
0-10점	바른	-10-0도	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
		0-20도	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		20-60도	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
		60도 이상	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
0-10점	바른	-10-0도	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		0-20도	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
		20-60도	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
		60도 이상	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
0-10점	바른	-10-0도	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
		0-20도	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
		20-60도	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		60도 이상	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0-10점	바른	-10-0도	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
		0-20도	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		20-60도	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		60도 이상	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0-10점	바른	-10-0도	25	26	27	282											

Table 9 RULA에서 주요 자세 항목 통합(continued)

[illegible]

RULA에서 final score가 5점과 6점일 때 action level이 3으로써 평가 내용이 ‘계속적 관찰과 빠른 작업개선 요함’이다. 따라서 본 연구에서는 final score 5점과 6점을 다 포함할 수 있는 카테고리를 만들어 체크리스트 항목을 설정하였다.

이 Table을 이용해서 다음과 같은 체크리스트 항목 여섯 가지를 개발할 수 있다.

- 1) 몸통이 60° 이상 굴곡 되었는가?
- 2) 목이 신전되었는가?
- 3) 윗팔이 90° 이상 들렸는가?
- 4) 목 또는 몸통이 회전됨과 동시에 옆으로 굽혀졌는가?
- 5) 목이 회전 또는 옆으로 굽혀질 시 동시에 몸통이 회전 또는 옆으로 굽혀졌는가?
- 6) 목이 20° 이상 굴곡 시 목 또는 몸통이 회전하거나 옆으로 굽혀졌는가?

4.1.2 REBA를 이용한 체크리스트 항목 개발

REBA 분석 시 적용되는 작업자세의 기준항목은 목, 몸통, 윗팔 및 아래팔이다. 목은 0~10°, 10~20°, 20° 이상, 신전으로 구분, 몸통은 0°, 0~20° 굴곡 또는 신전, 20~60° 굴곡 또는 20° 이상 신전, 60° 이상 굴곡으로 구분하였다. 윗팔은 -20~20°, 20° 이상 뒤로, 20~45°, 45~90°, 90° 이상으로 구분, 아래팔은 60~100°, 0~60°, 100° 이상으로 구분하였다. 또한 목과 몸통

이 회전되었을 경우와 옆으로 굽혀지는 경우를 추가하였다. 이러한 기준항목만으로 분석한 결과를 다음의 Table 10에 나타내었다.

Table 10 REBA에서 주요 자세 항목 통합

목		손	팔	척추	허리				20도 이하 뒤로				20~40도				40~60도				60도 이상			
					아래				아래				아래				아래				아래			
					60~100도	0~60도	100도 이상	60~100도	0~60도	100도 이상	60~100도	0~60도	100도 이상	60~100도	0~60도	100도 이상	60~100도	0~60도	100도 이상	60~100도	0~60도	100도 이상		
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5		
					1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5		
					1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5		
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도	바깥	0도	바깥	0도	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					2	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
0~20도																								

이 Table을 이용해서 다음과 같은 체크리스트 항목 네 가지를 개발할 수 있다.

- 1) 목이 20° 이상 굴곡 시 몸통의 각도가 0° 가 아닌가?
- 2) 윗팔이 90° 이상 들렸는가?
- 3) 목 또는 몸통이 회전하거나 옆으로 굽혀졌을 시 몸통이 20° 이상 굴곡되었는가?
- 4) 목과 몸통이 동시에 회전하거나 옆으로 굽혀졌는가?

4.1.3 RULA와 REBA의 자세항목을 통합한 체크리스트 개발

RULA와 REBA를 이용하여 작업자세 항목을 검토한 결과 몸통, 목 및 윗팔 그리고 회전되었을 경우와 옆으로 굽혀지는 경우의 기준항목만으로 근골격계 부담 작업에 해당되는 개선대상 작업을 평가할 수 있는 체크리스트를 개발할 수 있다.

4.2 전문가 분석 결과

본 연구에서 선정된 130개 단위작업을 전문가 평가 기법인 RULA와 REBA로 분석한 결과를 아래의 Table 11에 나타내었다.

Table 11 RULA와 REBA의 action level(final score)

번호	작업명	RULA 점수	REBA 점수
1	스프레이	2(4)	1(2)
2	파이프취부	2(4)	1(2)
3	판넬커넥트	2(3)	2(4)
4	NC절단	2(3)	1(2)
5	반자동절단	2(4)	1(2)
6	SAW용접	3(6)	3(8)
7	케이블포설	2(3)	2(6)
8	케이블단말	2(4)	2(4)
9	파이프서포터용접	3(5)	3(8)
10	코밍용접	2(3)	2(5)
11	펌프시트용접	2(4)	3(8)
12	블록의장 자동용접	2(4)	0(1)
13	블록의장 수동용접	3(5)	2(4)
14	사상(아래보기)	2(3)	2(5)
15	사상(선자세)	3(5)	1(2)
16	소부재취부	2(4)	2(4)
17	소부재취부	2(4)	2(6)
18	주관취부	2(3)	1(3)
19	대조립취부	3(5)	3(9)
20	지게차운전	2(3)	2(4)
21	외판2회도장	2(3)	2(4)
22	TIG용접	2(4)	2(5)
23	멀티튜브포설	3(5)	2(4)
24	Fit Up	3(6)	2(7)
25	블록세팅	2(3)	2(5)
26	발판해체	2(4)	2(4)
27	시스템발판	3(6)	2(5)
28	배관설치	2(4)	0(1)

29	파이프조립	2(3)	2(6)
30	배관조립	1(2)	0(1)
31	관철설치취부1	3(6)	2(4)
32	관철설치취부2	3(6)	3(9)
33	소조립 사상	3(6)	2(4)
34	대조립 사상	2(4)	2(5)
35	오토캐리	3(5)	3(8)
36	주관용접	3(6)	3(10)
37	론지 자동취부	2(4)	2(5)
38	대조립 평블럭 취부	1(2)	0(1)
39	대조립 용접(아래보기)	2(4)	2(4)
40	크레인 운전	2(3)	2(5)
41	지게차 운전	2(3)	1(3)
42	배관제작	2(3)	2(4)
43	소조립	4(7)	3(8)
44	소조립취부	2(4)	2(6)
45	소조립사상	3(5)	2(7)
46	페인팅	4(7)	2(6)
47	블럭사상	1(2)	1(2)
48	발판작업	3(5)	2(7)
49	사상작업	4(7)	2(4)
50	배관제작	3(5)	1(3)
51	소조립취부	3(6)	3(8)
52	소조립사상	1(2)	0(1)
53	용접(아래보기)	1(2)	1(2)
54	크레인운전	1(2)	0(1)
55	측량	2(4)	0(1)
56	사상작업	2(4)	2(7)
57	용접(선자세)1	2(3)	1(3)
58	용접(선자세)2	2(4)	0(1)
59	크레인운전	2(4)	2(6)
60	LUG반자동절단	2(4)	2(7)
61	강재자동절단	2(4)	2(6)
62	텍빔용접	3(6)	2(6)
63	신호수1	2(3)	2(4)
64	수동CO ₂ 용접	2(4)	3(8)
65	신호수2	1(2)	0(1)
66	부재운반	2(3)	2(4)
67	용접1	3(6)	3(10)
68	용접2	3(5)	3(8)

69	선행배관	2(3)	1(3)
70	핸드레일 및 배관	2(3)	1(2)
71	배관설치	2(4)	2(4)
72	외판절단	2(4)	2(4)
73	플라즈마절단	2(4)	2(6)
74	부재운반	3(6)	2(7)
75	소조립 부재취부	3(5)	2(6)
76	부재취부	3(6)	2(7)
77	수동용접(아래보기)	2(4)	2(7)
78	캔츄리용접	2(4)	2(4)
79	용접(아래보기)	3(6)	3(8)
80	오토캐리	2(4)	2(6)
81	파이프취부	3(5)	3(8)
82	취부	2(4)	2(4)
83	바텀스프레이	2(4)	1(2)
84	터치업(여)	2(4)	0(1)
85	터치업(남)	3(5)	1(3)
86	스프레이	4(7)	3(8)
87	페인트믹싱	3(5)	2(7)
88	플라즈마절단	2(4)	2(4)
89	부재취부	3(6)	2(5)
90	오토캐리	2(4)	2(6)
91	사상	2(4)	2(7)
92	라다블럭내부용접	2(4)	2(5)
93	취부1	3(6)	2(6)
94	필렛수정용접	2(4)	2(7)
95	곡직작업	2(4)	2(6)
96	취부2	2(4)	2(4)
97	선미블럭취부	2(4)	2(7)
98	취부3	2(4)	2(6)
99	파이프용접	3(5)	2(7)
100	곡직작업(히팅)	2(4)	2(5)
101	스프레이	2(4)	2(5)
102	취부절단	2(3)	2(5)
103	자동절단	2(4)	2(5)
104	용접	2(3)	2(5)
105	사상	3(5)	2(7)
106	용접	3(6)	3(9)
107	취부4	2(3)	0(1)
108	조립취부	1(2)	1(3)

109	운반	4(7)	2(7)
110	사상	2(4)	2(5)
111	자동용접	3(5)	2(7)
112	CO ₂ 용접1	3(6)	2(7)
113	CO ₂ 용접2	3(6)	3(8)
114	선각취부1	2(3)	2(4)
115	선각취부2	3(5)	3(8)
116	CO ₂ 용접3	2(4)	2(4)
117	CO ₂ 용접4	2(4)	1(3)
118	CO ₂ 용접5	3(6)	3(8)
119	선각취부3	3(6)	2(7)
120	절단	4(7)	2(6)
121	CO ₂ 용접6	3(5)	2(7)
122	자동절단	2(4)	2(6)
123	사상	2(4)	2(6)
124	사상	3(5)	2(6)
125	CO ₂ 용접7	3(5)	2(7)
126	선각취부	3(6)	2(7)
127	자동절단	2(4)	2(7)
128	사상	4(7)	3(10)
129	사상	3(6)	2(7)
130	CO ₂ 용접8	3(6)	2(7)

130개의 단위 작업들을 대상으로 RULA 평가 기법으로 분석한 결과 action level 3, 즉 지속적인 관찰과 빠른 작업개선을 요하는 작업이 44개(33.85%)로 나타났고 REBA 평가 기법으로 분석한 결과 action level 3, 즉 조치가 곧 필요한 작업이 20개(15.39%)로 나타났다. 그리고 RULA에서 action level 4, 즉 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구되는 작업이 총 7개(5.39%)로 나타났다.

4.3 체크리스트 분석 결과

Table 12은 본 연구에서 선정한 조선업 130개의 작업들을 대상으로 checklist를 적용해 본 결과이다.

Table 12 checklist 적용 결과

번호	작업명	checklist	
		RULA 항목	REBA 항목
1	스프레이		목 신전
2	파이프취부		
3	판넬커넥트		
4	NC절단	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
5	반자동절단		
6	SAW용접	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
7	케이블포설		
8	케이블단말		
9	파이프서포터용접	몸통 60° 이상 굴곡	
10	코밍용접		
11	펌프시트용접	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
12	블록의장 자동용접	목 신전	목 신전
13	블록의장 수동용접	목 신전	목 신전
14	사상(아래보기)		
15	사상(선자세)	목 신전	목 신전
16	소부재취부	몸통 60° 이상 굴곡	
17	소부재취부	몸통 60° 이상 굴곡	
18	주관취부		
19	대조립취부	몸통 60° 이상 굴곡	목 회전
20	지게차운전		
21	외관2회도장		
22	TIG용접	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
23	멀티튜브포설	몸통 60° 이상 굴곡	
24	Fit Up	목 신전	목 신전
25	블록세팅		
26	발판해체	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
27	시스템발판	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전

28	배관설치	목 신전	목 신전
29	파이프조립		목 20° 이상 굴곡
30	배관조립		
31	관철설치취부1	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
32	관철설치취부2	목 신전, 허리 회전	목 신전, 목 회전
33	소조립 사상	몸통 60° 이상 굴곡, 허리 회전과 동시에 옆으로 굽혀짐	
34	대조립 사상		
35	오토캐리		목 20° 이상 굴곡
36	주관용접	윗팔 90° 이상 들림	목 20° 이상 굴곡
37	론지 자동취부		
38	대조립 평블럭 취부		
39	대조립 용접(아래보기)		
40	크레인 운전		목 20° 이상 굴곡
41	지게차 운전		
42	배관제작		목 20° 이상 굴곡
43	소조립	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
44	소조립취부	몸통 60° 이상 굴곡	
45	소조립사상	몸통 60° 이상 굴곡	
46	페인팅	목 신전	목 신전
47	블럭사상		
48	발판작업	몸통 60° 이상 굴곡	
49	사상작업	목 신전	윗팔 90° 이상 들림
50	배관제작		목 20° 이상 굴곡
51	소조립취부	몸통 60° 이상 굴곡, 허리 회전과 동시에 옆으로 굽혀짐	목 20° 이상 굴곡
52	소조립사상		
53	용접(아래보기)		
54	크레인운전		
55	측량		
56	사상작업	몸통 60° 이상 굴곡	목 회전
57	용접(선자세)1	몸통 60° 이상 굴곡	
58	용접(선자세)2		목 20° 이상 굴곡
59	크레인운전		목 20° 이상 굴곡
60	LUG반자동절단		목 20° 이상 굴곡
61	강재자동절단		목 20° 이상 굴곡
62	택빔용접		목 20° 이상 굴곡

63	신호수1		
64	수동CO ₂ 용접		목 20° 이상 굴곡
65	신호수2		
66	부재운반		목 20° 이상 굴곡
67	용접1	윗팔 90° 이상 들림	목 20° 이상 굴곡
68	용접2		목 20° 이상 굴곡
69	선행배관		
70	핸드레일 및 배관		
71	배관설치	몸통 60° 이상 굴곡	
72	외판절단		
73	플라즈마절단		
74	부재운반	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
75	소조립 부재취부	몸통 60° 이상 굴곡	
76	부재취부	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
77	수동용접(아래보기)		목 20° 이상 굴곡
78	캔츄리용접	몸통 60° 이상 굴곡	
79	용접(아래보기)	몸통 60° 이상 굴곡	
80	오토캐리		목 20° 이상 굴곡
81	파이프취부	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
82	취부		
83	바텀스프레이	목 신전	목 신전
84	터치업(여)	목 신전	목 신전
85	터치업(남)	목 신전	목 신전
86	스프레이	윗팔 90° 이상 들림, 목 회전과 동시에 허리 회전	윗팔 90° 이상 들림
87	페인트믹싱	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
88	플라즈마절단		목 20° 이상 굴곡
89	부재취부	목 신전	목 신전
90	오토캐리		
91	사상	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
92	라다블럭내부용접		
93	취부1	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
94	필렛수정용접	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
95	곡직작업		
96	취부2		
97	선미블럭취부	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
98	취부3		목 20° 이상 굴곡
99	파이프용접		목 20° 이상 굴곡
100	곡직작업(히팅)		

101	스프레이		목 20° 이상 굴곡
102	취부절단		
103	자동절단		
104	용접		
105	사상	몸통 60° 이상 굴곡	
106	용접	몸통 60° 이상 굴곡	
107	취부4		
108	조립취부		
109	운반	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
110	사상		
111	자동용접	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
112	CO ₂ 용접1	몸통 60° 이상 굴곡	
113	CO ₂ 용접2	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
114	선각취부1		
115	선각취부2		목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
116	CO ₂ 용접3		
117	CO ₂ 용접4		
118	CO ₂ 용접5	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
119	선각취부3	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
120	절단	목 신전	목 신전
121	CO ₂ 용접6		목 20° 이상 굴곡
122	자동절단	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
123	사상		목 20° 이상 굴곡
124	사상	목 신전	목 신전
125	CO ₂ 용접7		목 20° 이상 굴곡
126	선각취부	윗팔 90° 이상 들림	목 신전
127	자동절단		
128	사상	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
129	사상		목 20° 이상 굴곡
130	CO ₂ 용접8		목 20° 이상 굴곡

130개의 단위 작업을 RULA의 주요 자세 항목을 이용하여 만든 checklist로 확인한 결과 60개(46.15%)의 작업이 개선대상 작업이었으며 REBA의 경우에는 70개(53.85%)로 나타났다. 또한 RULA와 REBA 모두의 주요 자세 항목을 이용하여 만든 checklist로 확인한 결과 총 86개(66.15%)의 작업이 개선대상 작업으로 나타났다.

4.4 체크리스트의 적합성 비교 분석검토

Table 13는 본 연구에서 선정한 조선업 130개의 작업들을 대상으로 RULA 및 REBA 분석을 실시한 결과 action level이 3 이상으로 나온 작업들을 checklist를 통하여 비교 분석한 결과이다.

Table 13 RULA 또는 REBA의 action level 3 이상인 작업과 checklist

번호	작업명	RULA 점수	REBA 점수	Checklist	
				RULA	REBA
6	SAW용접	3(6)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
9	파이프서포터용접	3(5)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	
11	펌프시트용접	2(4)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
13	블록의장 수동용접	3(5)	2(4)	목 신전	목 신전
15	사상(전자세)	3(5)	1(2)	목 신전	목 신전
19	대조립취부	3(5)	3(9)	몸통 60° 이상 굴곡	목 회전
23	멀티튜브포설	3(5)	2(4)	몸통 60° 이상 굴곡	
24	Fit Up	3(6)	2(7)	목 신전	목 신전
27	시스템발판	3(6)	2(5)	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
31	관철허치취부1	3(6)	2(4)	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
32	관철허치취부2	3(6)	3(9)	목 신전, 허리 회전	목 신전, 목 회전
33	소조립 사상	3(6)	2(4)	몸통 60° 이상 굴곡, 허리 회전과 동시에 옆으로 굽혀짐	
35	오토캐리	3(5)	3(8)		목 20° 이상 굴곡
36	주관용접	3(6)	3(10)	윗팔 90° 이상 들림	목 20° 이상 굴곡
43	소조립	4(7)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
45	소조립사상	3(5)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	
46	페인팅	4(7)	2(6)	목 신전	목 신전
48	발판작업	3(5)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	
49	사상작업	4(7)	2(4)	목 신전	윗팔 90° 이상 들림
50	배관제작	3(5)	1(3)		목 20° 이상 굴곡
51	소조립취부	3(6)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡, 허리 회전과 동시에	목 20° 이상 굴곡

				옆으로 굽혀짐	
62	텍빔용접	3(6)	2(6)		목 20° 이상 굴곡
64	수동CO ₂ 용접	2(4)	3(8)		목 20° 이상 굴곡
67	용접1	3(6)	3(10)	윗팔 90° 이상 들림	목 20° 이상 굴곡
68	용접2	3(5)	3(8)		목 20° 이상 굴곡
74	부재운반	3(6)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
75	소조립 부재취부	3(5)	2(6)	몸통 60° 이상 굴곡	
76	부재취부	3(6)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
79	용접(아래보기)	3(6)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	
81	파이프취부	3(5)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
85	터치업(남)	3(5)	1(3)	목 신전	목 신전
86	스프레이	4(7)	3(8)	윗팔 90° 이상 들림, 목 회전과 동시에 허리 회전	윗팔 90° 이상 들림
87	페인트믹싱	3(5)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
89	부재취부	3(6)	2(5)	목 신전	목 신전
93	취부1	3(6)	2(6)	몸통 60° 이상 굴곡	목 신전
99	파이프용접	3(5)	2(7)		목 20° 이상 굴곡
105	사상	3(5)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	
106	용접	3(6)	3(9)	몸통 60° 이상 굴곡	
109	운반	4(7)	2(7)	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
111	자동용접	3(5)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
112	CO ₂ 용접1	3(6)	2(7)	몸통 60° 이상 굴곡	
113	CO ₂ 용접2	3(6)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
115	선각취부2	3(5)	3(8)		목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
118	CO ₂ 용접5	3(6)	3(8)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡
119	선각취부3	3(6)	2(7)	윗팔 90° 이상 들림	윗팔 90° 이상 들림
120	절단	4(7)	2(6)	목 신전	목 신전
121	CO ₂ 용접6	3(5)	2(7)		목 20° 이상 굴곡
124	사상	3(5)	2(6)	목 신전	목 신전
125	CO ₂ 용접7	3(5)	2(7)		목 20° 이상 굴곡
126	선각취부	3(6)	2(7)	윗팔 90° 이상 들림	목 신전
128	사상	4(7)	3(10)	몸통 60° 이상 굴곡	목 20° 이상 굴곡, 허리 옆으로 굽혀짐
129	사상	3(6)	2(7)		목 20° 이상 굴곡
130	CO ₂ 용접8	3(6)	2(7)		목 20° 이상 굴곡

RULA만으로 분석한 결과는 130개 단위작업 가운데 총 51개의 작업이

action level 3 이상으로 나타났으며 REBA는 총 21개 작업으로 나타났다. RULA와 REBA 모두 action level 3 이상인 경우는 19개 작업이었으며 둘 중 하나가 action level 3 이상인 경우는 35개로 나타났다. 이러한 53개 작업을 본 연구에서 개발한 체크리스트로 검증한 결과 모두 수용한 것으로 나타났다. RULA에서 체크되지 않은 작업은 REBA의 체크 항목에 의해 검증되었으며 REBA에서 체크되지 않은 작업은 RULA의 체크 항목에 의해 모두 검증되었다. Action level 3 이상의 작업을 개선 대상 작업으로 보았을 때 개선 대상 작업이 Checklist, RULA, REBA에 의해 검증되는 비율을 다음 Table 14와 같이 나타낼 수 있다.

Table 14 개선 대상 작업 분석 결과

	checklist	RULA	REBA
작업수(개)	53	51	20
비율(%)	100%	96.23%	37.74%
총 개선 대상 작업 수 : 53개			

또한 checklist 항목 중 회전되었을 경우와 옆으로 굽혀졌을 경우와 관련하여 검증된 작업은 RULA 또는 REBA에 의해 모두 검증이 되므로 최종적으로 만들 수 있는 체크리스트 항목은 회전되었을 경우와 옆으로 굽혀졌을 경우를 제외한 다음 4가지라고 말할 수 있다.

1) 몸통이 60° 이상 굴곡되었는가?

2) 목이 신전되었는가?

3) 윗팔이 90° 이상 들렸는가?

4) 목이 20° 이상 굴곡되었을 시 몸통의 각도가 0° 가 아닌가?

따라서 본 연구에서 최종적으로 개발된 체크리스트는 다음의 Fig. 5와 같이 나타낼 수 있다.

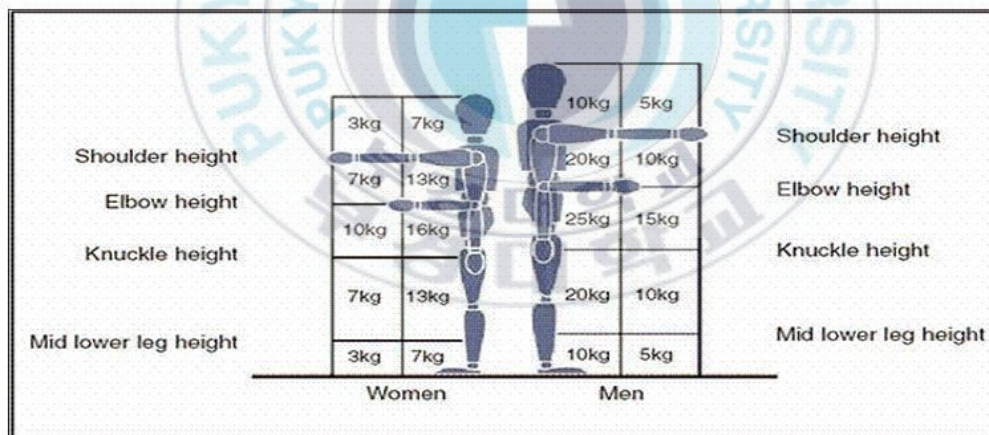


<Quick Checklist>

부서 :
 공정명 :
 작업명 :

작업자명 :			
항 목		YES	비 고
	몸통이 60° 이상 굴곡 되었는가?		
	목이 신전되었는가?		
	왼팔이 90° 이상 들렸는가?		
	목이 20° 이상 굴곡되었을 시 몸통의 각도가 0°가 아닌가?		

<중량물 취급 대상 작업>



- ▶ 위 작업에서 중량물 취급이 있다면 그 위치가 기준을 초과하는지 판단
- ▶ 초과 시 중량물 취급작업, 초과하지 않을 시 허용 대상 작업으로 판단

Fig. 5 Quick Checklist

5. 결론 및 제언

본 연구에서 조선업의 근골격계부담 평가를 위한 Quick checklist를 개발하여 전문가 평가 기법과의 적합성을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 현업 실무자의 협의를 거쳐 130개의 조선업 대표작업을 선정하여 전문가가 분석기법인 RULA와 REBA로 분석한 결과 RULA의 경우 action level 3 이상인 작업이 51개(39.23%)였으며 REBA의 경우는 20개(15.39%)로 나타났다.

2. RULA의 자세 항목을 통해 몸통 60° 이상 굴곡, 목 신전, 윗팔 90° 이상 들린 경우의 세 가지 체크리스트 항목이 결정되었다.

3. REBA의 자세 항목을 통해 목이 20° 이상 굴곡되거나 신전이면서 몸통의 각도가 0°가 아닌 경우, 윗팔 90° 이상 들린 경우의 두 가지 체크리스트 항목이 결정되었다.

4. RULA와 REBA의 체크리스트 항목 5가지를 통합하여 아래와 같은 네 가지 항목으로 구성된 체크리스트를 개발하였다.

- 몸통이 60° 이상 굴곡되었는가?
- 목이 신전되었는가?
- 윗팔이 90° 이상 들렸는가?
- 목이 20° 이상 굴곡되었을 시 몸통의 각도가 0°가 아닌가?

5. 전문가 분석 기법을 통한 평가 결과와 본 연구에서 개발된 체크리스트의

결과를 비교하면 RULA와 REBA에서 개선대상 작업으로 평가된 53개 작업이 모두 일치하는 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 개발된 체크리스트의 경우 전문가 분석 기법을 통한 평가 결과 action level 1, 2에 해당하는 작업이 RULA에서 2개(3.77%), REBA에서 33개(62.26%) 포함되었다.

본 연구 결과는 전체 조선 사업장 및 단위 작업을 모두 반영하지 못했다는 제한점을 가지고 있다. 그러나 조선 산업의 공정 측면에서는 본 연구에서 선정한 130개 작업이 주를 이루고 있으므로 근골격계 부담작업 평가를 통해 개선대상 작업 여부를 쉽게 파악할 수 있다는 점에서 근골격계질환 예방활동에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 추후 연구를 통해 RULA, REBA에서 자세분류 항목을 더 세분화 한다면 보다 신뢰성 높은 체크리스트가 개발될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 노동부, 산업재해분석, 2006
- 2) 한국조선공업협회, 조선인력현황, 2006
- 3) Kroemer K.H.E., Cumulative Trauma Disorders - Their Recognition and Ergonomics Measures to Avoid Them, Applied Ergonomics, Vol.20, No.4, pp.274-280, 1989.
- 4) Putz-Anderson, V., Cumulative Trauma Disorders - A Manual for Musculoskeletal Disorders of the Upper Limbs, London, Taylor & Francis, pp.3-24, 1988.
- 5) Department of Labor, OSHA 200 Log/OSHA 300 Log Form, <http://www.osha.gov/dts>, 1999.
- 6) 한국산업안전공단, OSHA Ergonomics Program, pp.574-677, 2001.
- 7) Joseph, B.S., Corporate Ergonomics Programme at Ford Motor Company, Applied Ergonomics, Vol.34, pp.23-28, 2003.
- 8) ANSI/HFS100-1988 American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations, Santa Monica, CA, Human Factors Society, Inc., 1988.
- 9) OSHA, <http://www.osha.gov/SLTC>, 1998.
- 10) ASC, ANSI Z-365, Control of Work-Related Cumulative Trauma

- Disorders, Part 1, Upper Extremities, Working Draft, January, 1996.
- 11) Cal/OSHA, Begins Enforcing California's Ergonomic Standard, The Nations First Attempt at Regulating Repetitive Motion Injuries (RMI) in the Workplace. The Regulation, Section 5110 of Title 8 of the California Code of Regulations, Applies to All California Businesses, 1997.
 - 12) Department of Labor, 29 CFR Part 1910 Ergonomics Program, Final Rule, Federal Register, 2000.
 - 13) American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 2001, Cincinnati, ACGIH, 2001.
 - 14) OH&S, Victoria Revised OH&S Manual Handling Regulations 1999 Code of Practice for Manual Handling 2000.
 - 15) Health and Safety Act, code of Practice for Manual Handling 1991, and Draft 2000, Code of Practice for VDTs, pp.3-22, 2000.
 - 16) EU, <http://europa.eu.int/smartapi>, 1990.
 - 17) European Council, <http://europe.osha.eu.int>, 1990.
 - 18) European Council, <http://europe.osha.eu.int/data/links/47>, 1990.
 - 19) Health and Safety Executive/Local Authorities Enforcement Liaison Committee(HELA), <http://www.hse.gov.uk>, 1992.

- 20) National Occupational Health and Safety Commission(NOHSC),
National Standard for Manual Handling, NOHSC, pp.5-11, 1992.
- 21) The Federal Institute for Occupational Safety and Health(FIOSH),
<http://www.baua.de/english>, 1996.
- 23). Göran L., AFS 1998:1 Elanders Gotab 20335, Stockholm, pp.9-38, 1998.
- 24) Status of Wemen Canada, <http://www.swc-cfc.gc.ca>, 1998.
- 25) Saskatchewan Occupational Health and Safety Regulation, Sections 78
to 82 and 470, pp.78-82, 1996.
- 26) 노동부, 산업안전보건법, p.9, 2002.
- 27) 노동부, 산업보건기준에 관한규칙, pp.39-42, 2003.
- 28) 노동부, 노동부고시 제2000-71호 영상표시단말기(VDT)취급근로자작업관
리지침, pp.35-49, 2000.
- 29) 노동부, 노동부고시 제2000-72호 단순반복작업근로자작업관리지침, pp.53-65,
2000.
- 30) 노동부, 노동부고시 제2003-24호 근골격계부담작업의범위, pp.1-2, 2003.
- 31) 한국산업안전공단, KOSHA Code H-05-1998 직업성 요통예방을 위한 작
업관리지침, pp.1-25, 1998.
- 32) 한국산업안전공단, KOSHA Code G-06-1999 인력운반 안전작업에 관한
지침, pp.1-9, 1999.
- 33) 한국산업안전공단, KOSHA Code H-30-2003 근골격계부담작업 유해요인

조사 지침, pp.1-24, 2003.

- 34) 한국산업안전공단, KOSHA Code H-31-2003 사업장 근골격계질환 예방
관리프로그램, pp.1-14, 2003.



부록 평가기법

1. RULA(Rapid Upper Limb Assessment)

1.1 개발 목적

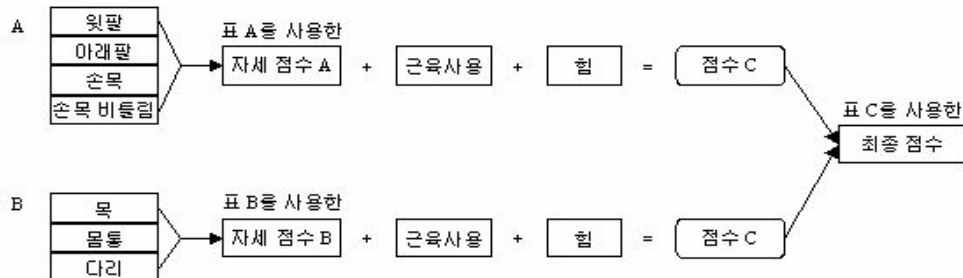
작업자 근골격계질환(직업성상지질환)과 관련한 위해인자에 대한 개인작업자의 노출 정도를 신속하게 평가하기 위한 방법을 제공하기 위하여 근육의 피로를 유발시킬수 있는 부적절한 작업자세, 힘, 그리고 정적이거나 반복적인 작업과 관련한 신체적인 부담요소를 파악하고 그에 따른 보다 포괄적인 인간공학적 평가를 위한 결과를 제공하기 위한 목적으로 개발되었다.

1.2 개요

RULA의 평가표는 크게 각 신체부위별 작업자세를 나타내는 그림과 3개의 배점표로 구성되어있다. 평가대상이 되는 주요 작업요소로는 반복수, 정적작업, 힘, 작업자세, 연속 작업시간 등이 고려되어지게 된다. 평가방법은 크게 신체부위별로 A와 B 그룹으로 나뉘 지면 A, B의 각 그룹별로 작업자세 그리고 근육과 힘에 대한 평가로 이루어진다. 그림 1.1에 RULA의 평가과정에 대한 개요가 나타나있다. 평가에 결과는 1에서 7사이의 총점으로 나타내어지며 점수에 따라 4개의 조치단계(Action level)로 분류되어진다. 전술한 바와 같이 RULA는 작업장에 존재하는 근골격계 질환과 관련한 유해작업요인의 존재유무와 그 정도를 신속히 파악하기 위한 간이평가 도구로서 추후 포괄적인 작업장의 인간공학적 분석과 개선을 위한 참고적 보조도구로 사용되어져야 할 것이다.

RULA는 보조도구라는 한계가 있지만 잘 훈련된 전문가에 의하여 활용될 경우 작업 장의 유해요인파악과 개선을 위한 선도적 도구(initiator)로서 사용될 수 있는 장점을 지니고 있다고 할 것이다. RULA를 비롯한 많은 평가도구들이 결국은 보편성(generality) 과 민감성(sensitivity)의 상충이라는 한계를 지니고 있으므로 평가 도구를 익히는 과정 에서 충분한 훈련과 반복을 통하여 평가의 신뢰도와 일관성을

높일 수 있도록 하여야 할 것이다.



RULA의 평가과정 개요

Fig. 1-1 RULA의 평가과정 개요

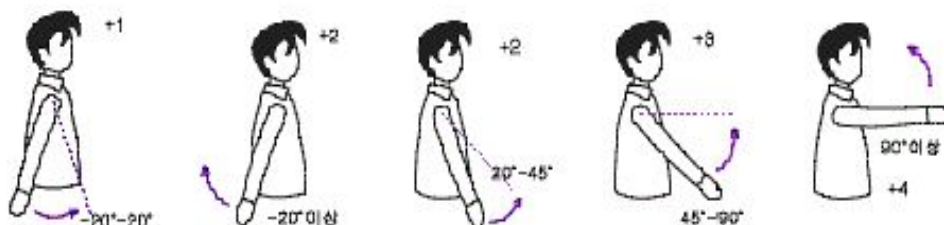
1.3 절차

(1) Step 1. 평가그룹 A. 팔과 손목분석

- 신체부위 중 위팔(upper arm), 아래팔(lower arm), 손목에 대하여 평가한다.
- 양쪽팔의 자세가 다를 경우 각각에 대하여 분리 평가한다.

가. Step 1-1. 위팔(upper arm)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 위팔의 자세가 아래의 5가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함
- 위팔의 위치가 상체의 움직임에 따라 변화함에 상관없이 평가의 기준은 상체를 앞뒤로 나누는 관상면(frontal plane)과 위팔사이의 각도로 평가 한다.



※ 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

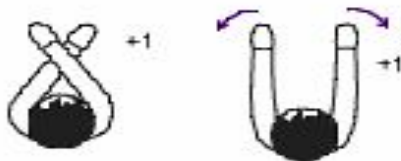
나. Step 1-2. 아래팔(lower arm)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 아래팔의 자세가 아래의 2가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함



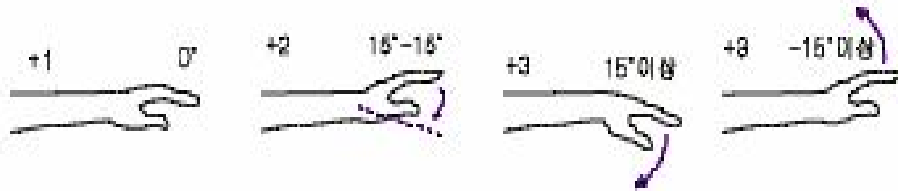
※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산한다.

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



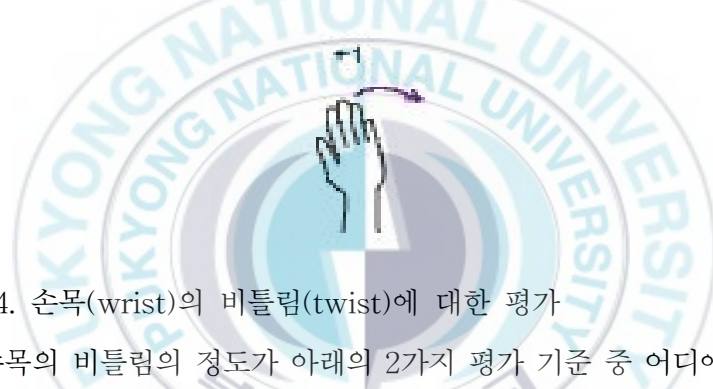
다. Step 1-3. 손목(wrist)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 손목의 자세가 아래의 3가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당점수를 부여함



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

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



라. Step 1-4. 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 아래팔의 축을 중심으로 한 pronation, supination을 말한다.

마. Step 1-5. 평가 점수의 환산

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

바. Step 1-6. 근육 사용 정도에 대한 평가

- 작업 중 근육의 사용정도를 평가하는 부분으로 작업 시 몸의 경직성 여부와 작업의 반복빈도를 평가하는 부분

- 작업시 작업자세가 고정된 자세를 유지하거나(예를 들어 1분 이상 한 자세를 유

지 하는 경우) 또는 분당 4회 이상의 반복작업을 하는 경우 : +1점

- 정적자세(Static postures)의 경우 사용되는 근력의 정도는 일반적으로 1시간 작업시 보통 최대수의근력(MVC)의 5%를 초과하지 않도록, 8시간의 경우 MVC의 2%를 초과하지 않도록 한다. (또는 최대 근력사용 시 10초 이하, 보통의 근력사용 시 1분 이하, 약한 근력사용 시 4분 이하 정적자세 유지)

사. Step 1-7. 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

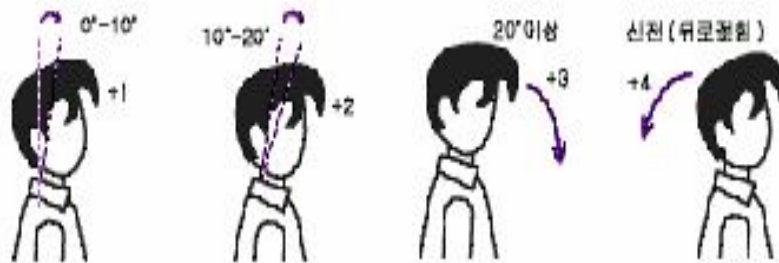
아. Step 1-8. 팔과 손목 부위에 대한 평가 점수의 환산

- 제 5단계에서 환산된 점수 A에 제 6단계와 7단계의 점수를 합하여 평가그룹 A에서의 팔과 손목 부위에 대한 평가 점수 C를 계산한다.

(2) Step 2. 평가그룹 B. 목, 몸통, 다리의 분석

가. Step 2-1. 목의 위치에 대한 평가

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

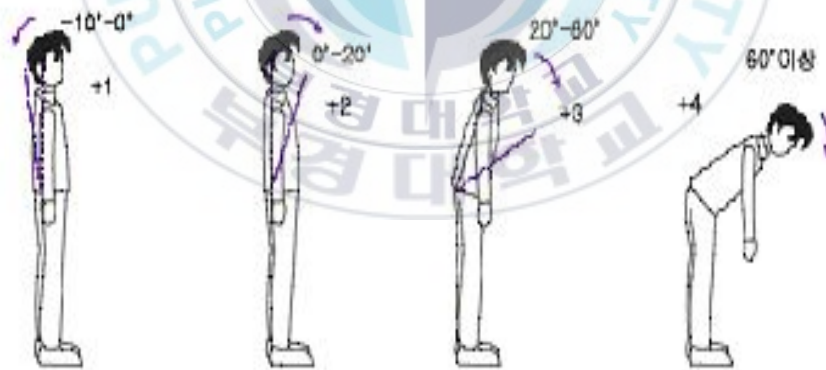


※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산한다.

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

나. Step 2-2. 몸통의 위치에 대한 평가

- 작업 중 몸통의 자세가 아래의 4가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당점수를 부여함

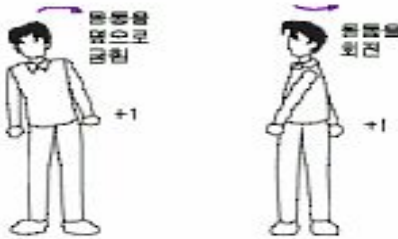


※ 뒤로 젖혀진 경우

- ① 선자세는 10. , 앉은 자세는 20.
- ② 앉은 경우 등의 잘 지지되면 1 아니면 2점부과

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

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



다. Step 2-3. 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

라. Step 2-4. 평가 점수의 환산

- 위에서 평가한 3단계의 점수를 table B에서 찾아서 평가점수C를 계산하다.

마. Step 2-5. 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 1분 이상 한 자세를 유지하는 경우)되어 있거나 분당 4회 이상의 반복작업을 하는 경우 : +1점

바. Step 2-6. 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 2kg이하의 짐을 드는 경우 : 0점
- ② 간헐적으로 2kg에서 10kg사이의 짐을 드는 경우 : +1점
- ③ 정적이거나 반복적으로 2kg에서 10kg사이의 짐을 드는 경우 : +2점

④ 정적, 반복적으로 10kg이상의 짐을 들거나, 또는 갑작스럽게 물건을 들거나충격을 받는 경우 : +3점

사. Step 2-7 목과 몸통, 다리 부위에 대한 평가 점수의 환산

- 제 12단계에서 환산된 점수 B에 제 13단계와 14단계의 점수를 합하여 목과 몸통, 다리 부위에 대한 평가 점수 D를 계산한다.

(3) Step 3. 총점(Final Score)의 계산과 조치수준(Action level)의 결정

- 8단계와 15단계에서 계산된 점수 C와 점수 B를 각각 table C에서의 세로축과 가로축의 값으로 하여 최종 점수를 계산한다.

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

1.4 조치

- 최종점수가 1-2점이면 : 수용 가능한 작업
- 최종점수가 3-4점이면 : 계속적 추적관찰 요함
- 최종점수가 5-6점이면 : 계속적 관찰과 빠른 작업개선 요함
- 최종점수가 7점 이상이면 : 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구됨

2. REBA(Rapid Entire Body Assessment)

2.1 개발 목적

근골격계질환과 관련한 유해인자에 대한 개인작업자의 노출정도를 평가하기 위해 상지 작업을 중심으로 한 RULA와 비교하여 다양한 자세에서 이루어지는 작업에서 전체적인 신체에 대한 부담정도와 유해인자의 노출정도를 분석하기 위한 목적으로 개발되었다.

2.2 개요

REBA의 평가표는 크게 각 신체 부위별 작업 자세를 나타내는 그림과 4개의 배점표로 구성되고, 평가 대상이 되는 주요 작업요소로는 반복성, 정적작업, 힘, 작업 자세, 연속 작업, 시간 등이 고려된다. 평가방법은 크게 신체 부위별로 A와 B 그룹으로 나누어지면, A, B의 각각 그룹별로 작업 자세 그리고 근육과 힘에 대한 평가로 이루어진다. Fig. 2-1에 REBA의 평가과정에 대한 개요가 나타나있다. 평가 결과는 1~15점 사이의 총점으로 점수에 따라 5개의 조치단계(Action level)로 분류된다.

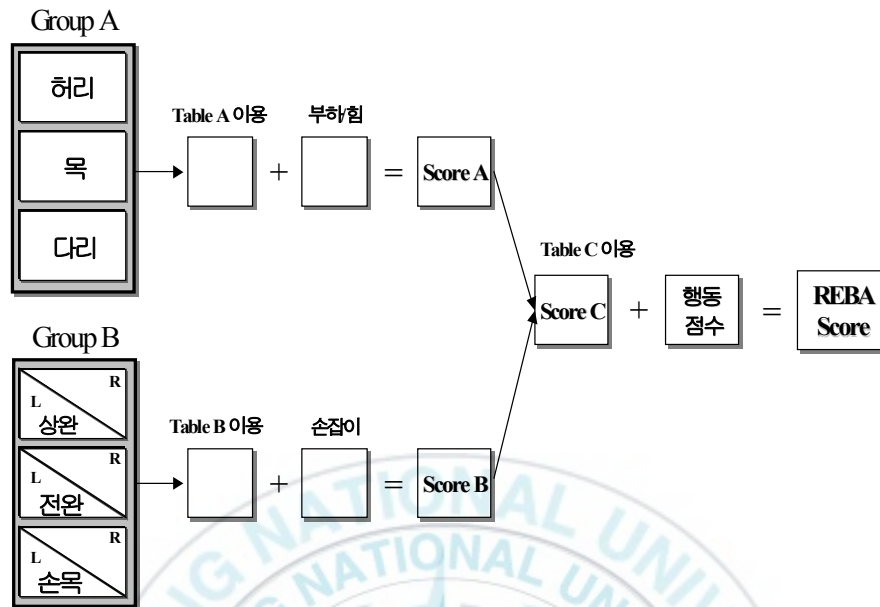


Fig. 2-1 REBA의 평가과정 개요

2.3 절차

(1) Step 1. 평가그룹 A. 허리, 목, 다리 분석

- 신체부위 중, 허리(trunk), 목(neck), 다리(legs)에 대하여 평가한다.

가. Step 1-1. 허리(trunk)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 허리의 자세가 아래의 6가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함.

- ① 올바른 자세일 경우 : 1점
- ② 굴곡 0° ~ 20°, 신전 0° ~ 20° 일 경우 : 2점
- ③ 굴곡 20° ~ 60°, 신전 20° 이상 일 경우 : 3점
- ④ 굴곡 60° 이상 일 경우 : 4점

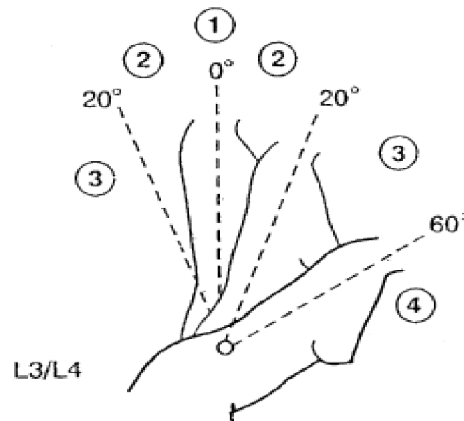


Fig. 2-2 허리 움직임에 따른 점수

※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당될 경우 위의 해당점수에 추가점수를 합산한다.

허리가 돌아가거나 옆으로 굽힘이 있는 경우 : +1점

나. Step 1-2. 목(neck)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 목의 자세가 아래의 3가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함.

① 굴곡 0° ~ 20° 일 경우 : 1점

② 굴곡 또는 신전 20° 이상 일 경우 : 2점

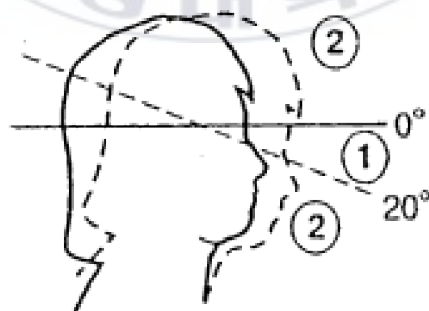


Fig. 2-3 목 움직임에 대한 점수

※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당될 경우 위의 해당점수에 추가점수

를 합산한다.

목이 좌우로 굽혀졌거나 회전을 하는 경우 : +1점

다. Step 1-3. 다리(legs)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 손목의 자세가 아래의 2가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함.

① 두 다리가 모두 나란하거나 겹거나 앉아 있을 때 : 1점

② 발바닥이 한발만으로 바닥에 지지 될 때 : 2점

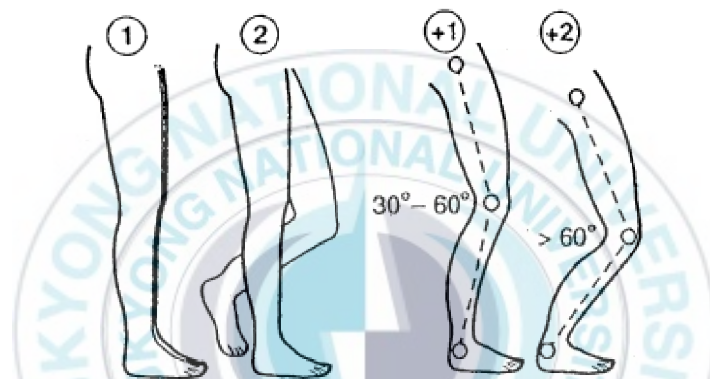


Fig. 2-4 다리 움직임에 대한 점수

※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당될 경우 위의 해당점수에 추가점수를 합산한다.

① 다리의 굽힘이 30° ~ 60° 일 경우 : +1점

② 다리의 굽힘이 60° 이상일 경우 : +2점

라. Step 1-4. 평가 점수의 환산

- 위에서 평가한 3가지 단계의 점수에 따른 줄과 칸을 평가표 table A에서 찾아 평가 그룹 A에서의 점수로 기록한다.

허리	목											
	1				2				3			
다리	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	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

Fig. 2-5 REBA 평가 Table A

마. Step 1-5. 부하나 힘이 부가 될 경우에 대한 평가

- 다음과 같이 3가지 사항 중 어디에 속하는가에 따라 해당 점수를 부여한다.

① 부하/힘이 5kg 미만 일 경우 : 0점

② 부하/힘이 5 ~ 10kg 일 경우 : 1점

③ 부하/힘이 10kg 이상 일 경우 : 2점

※ 추가 점수 부여 - 아래의 사항에 해당될 경우 위의 해당점수에 추가 점수를 합산한다.

충격 또는 갑작스런 힘의 사용 : +1점

바. Step 1-6. 허리, 목, 다리 부위에 대한 평가 점수의 환산

- 제 4단계에서 환산된 점수에 5단계의 점수를 합하여 평가그룹 A의 Score를 계산한다.

(2) Step 2. 평가그룹 B. 상완, 전완, 손목의 분석

- 신체부위 중 상완(upper arms), 전완(lower arms), 손목(wrists)에 대하여 평가한다.

- 양쪽팔의 자세가 다를 경우 각각에 대하여 분리 평가한다.

가. Step 2-1. 상완(upper arms)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 상완의 자세가 아래 6가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함

- 상완의 위치가 상체의 움직임에 따라 변화함에 상관없이 평가의 기준은 상체를 앞뒤로 나누는 관상면(frontal plane)과 상완 사이의 각도로 평가한다.

- ① 굴곡 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$, 신전 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 일 경우 : 1점
- ② 굴곡 20° 이상, 신전 $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 일 경우 : 2점
- ③ 굴곡 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 일 경우 : 3점
- ④ 굴곡 90° 이상 일 경우 : 4점

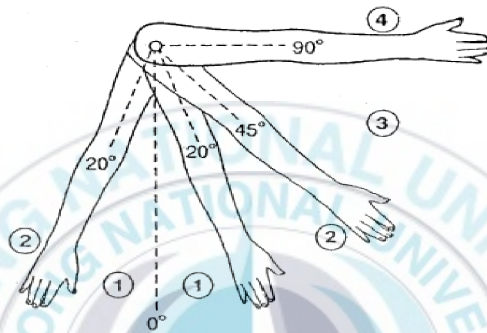


Fig. 2-6 상완 움직임에 대한 점수

※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당될 경우 위의 해당점수에 추가점수를 합산한다.

- ① 어깨가 올라갔을 경우 : +1점
- ② 상완이 몸에서 벌어지거나, 회전이 될 경우 : +1점
- ③ 팔을 기대고 있을 경우 : -1점

나. Step 2-2. 전완(lower arms)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 전완의 자세가 아래의 3가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당 점수를 부여함.

- ① 굴곡 $60^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 일 경우 : 1점
- ② 굴곡 60° 이하, 100° 이상 일 경우 : 2점

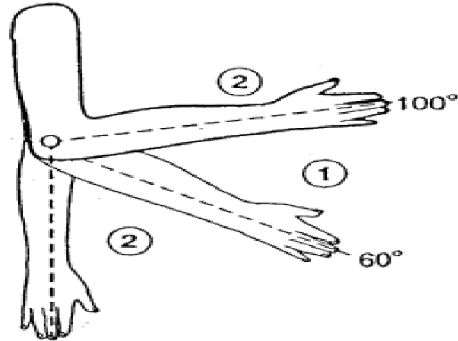


Fig. 2-7 전완 움직임에 대한 점수

다. Step 2-3. 손목(wrists)의 위치에 대한 평가

- 작업 중 손목의 자세가 아래의 4가지 자세 중 어디에 주로 속하는가에 따라 해당점수를 부여함.

- ① 굴곡 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 신전 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 일 경우 : 1점
- ② 굴곡 15° 이상, 신전 15° 이상 일 경우 : 2점

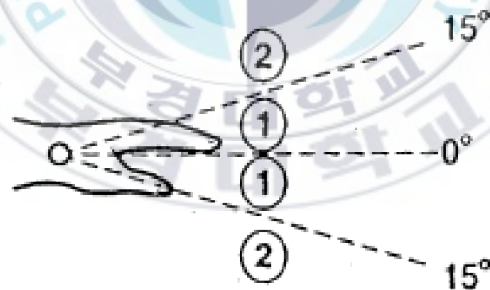


Fig. 2-8 손목 움직임에 대한 점수

※ 추가 점수 부여 - 자세가 아래의 사항에 해당 될 경우 위의 해당점수에 추가점수를 합산한다.

손목이 굽어졌거나 회전된 경우 : +1점

라. Step 2-4. 평가 점수의 환산

- 위에서 평가한 3가지 단계의 점수에 따른 줄과 칸을 평가표 table B에서 찾아 평

가그룹 B에서의 점수로 기록한다.

상 완		전 완					
		1			2		
1	손 목	1	2	3	1	2	3
		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

Fig. 2-9 REBA 평가 Table B

마. Step 2-5. 손잡이에 대한 평가

- 작업물의 손잡이에 관해 아래의 4가지 사항 중 어디에 속하는가에 따라 해당 점수를 부여한다.

- ① 무게 중심에 위치한 튼튼하고 잘 고정된 적절한 손잡이가 있는 경우(power grip) : 0점(Good)
- ② 손으로 잡을 수 있지만 이상적인 것이 아님. 혹은 손잡이를 몸의 다른 부분에 의해서 사용할 수 있는 경우 : +1점(Fair)
- ③ 비록 들 수는 있으나 손으로 잡을 수 없는 경우 : +2점(Poor)
- ④ 부적절하고, 불안전하게 잡거나 손잡이가 없는 경우 : +3점(Unacceptable)

바. Step 2-6. 상완, 전완, 손목 부위에 대한 평가 점수의 환산

- 4단계에서 환산된 점수 B에 5단계의 점수를 합하여 평가그룹 B에서의 상완, 전완, 손목 부위에 대한 평가 Score B를 계산한다.

(3) Step 3. 최종 점수(Final Score)의 계산과 조치수준(Action level)의 결정

가. Step 3-1. 평가 점수의 환산(Score C)

- 1.6 단계와 2.6 단계에서 계산된 점수 A, B를 table C에서의 세로축과 가로축의

값으로 하여 Score C를 계산한다.

Table C		Score B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S c o r e A	1	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	5	6	7	8	8	9	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

Fig. 2-10 REBA 평가 Table C

나. Step 3-2. 행동 점수(Activity Score)에 대한 평가

- 행동점수에 관한 사항은 다음과 같다.

- ① 한군데 이상의 신체 부위가 고정되어 있는 경우, 예를 들면 1분 이상 잡고있기 : +1점
- ② 좁은 범위에서 반복적인 작업을 하는 경우, 예를 들면 분당 4회 이상 반복하기 (걷기는 포함되지 않음) : +1점
- ③ 급하게 넓은 범위에서 변화되는 행동 또는 불안정한 하체의 자세 : +1점

다. Step 3-3. 최종 점수(Final Score)의 계산

- 1단계와 2단계의 점수를 합산하여 최종 점수를 계산한다.
- 최종 점수의 값은 1에서 15점 사이의 값으로 계산되며 그 값의 범위에 다음 과 같은 조치를 취하게 된다.

2.4 조치

다음 Table를 기준으로 하여 조치를 취한다

Table 2-1 REBA 평가결과에 따른 조치

조치 단계	REBA score	위험수준	조치(추가 정보조사 포함)
0	1	무시해도 좋음	필요 없음
1	2 3	낮음	필요할지도 모름
2	4 7	보통	필요함
3	8 10	높음	곧 필요함
4	11 15	매우 높음	지금 즉시 필요함



Developing Quick Checklist for an assessment of Musculoskeletal Disorders of the shipbuilding industry

Nam Joong Cho

Department of Safety Engineering, Graduate School

Pukyong National University

Abstract

Recently, the work related Musculoskeletal Disorders(MSDs) has been an important issue on various fields of industries and highly increasing rate has been shown in the occupational diseases.

Almost all of the works of shipbuilding industry is atypical. Application of postural analysing system is little ambiguous. we need to find compatible postural analysing system for shipbuilding industry.

We analyzed various works by using RULA and REBA and compare with Quick Checklist that was developed for assessing Musculoskeletal Disorders(MSDs) in shipbuilding industry easily.

This thesis will give the safety managers easy guideline to assess the workers' posture in shipbuilding industry.

감사의 글

2005년 석사과정을 시작한 후 여러 가지 힘들고 어려운 부분이 있었지만 그럴 때마다 옆에서 도움도 주시고 격려도 해 주신 분들에게 이 글을 기회로 감사의 말씀을 전하고자 합니다. 석사과정 전 기간을 통해 저에게 끊임없는 관심과 배려를 아끼지 않으신 지도교수님이신 장성록 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 특히 바쁘신 가운데서도 세심하게 논문을 검토해 주시면서 더 좋은 논문이 되게 힘써주신 최재욱 교수님과 이의주 교수님께 감사를 드립니다. 지금은 부경대학교 총장님으로 잠시 우리 학과를 떠나 계시지만 학부 때부터 지금까지 계속적으로 관심을 끊이지 않으시는 목연수 교수님, 그리고 학부 때부터 석사과정을 마칠 때까지 많은 가르침을 주신 이내우 교수님, 박외철 교수님, 권오현 교수님께도 감사를 드립니다. 또한 제 논문 뿐만 아니라 석사 시절 전체를 통해 세심하게 신경 써 주시고 관심을 아끼지 않으셨던 배동철 박사님, 이종빈 박사님께도 감사의 말씀을 드립니다. 석사과정을 함께 하며 많은 도움과 아낌없는 배려를 해 준 친구 오현수와 김현우, 박형구, 김진우 후배에게도 깊은 감사의 뜻을 전합니다. 또한 학부시절부터 지금까지 제 건강의 밑받침이 된 축구 동아리 푸르매 회원 모두와 김도형, 조규현 후배에게 감사의 뜻을 전합니다. 마지막으로 지금의 제가 있기까지 물심양면으로 지지해 주시고 계속적으로 기도를 끊이지 않으셨던 아버지와 어머니께 감사하다는 말씀 전하고 싶습니다.