

인간공학 평가와 개별 작업환경 개선 요구

1. 인간공학이란?

1-1. 인간공학의 정의와 목적

일반적으로 인간공학이란 인간의 능력과 한계에 관한 기본 연구 분야이고, 그 정보를 물건의 설계에 응용하는 학문을 말한다. 학자들에 의하면 인간공학은 두 가지 중요한 목적을 가지고 있다. 첫째는 일과 활동을 수행하는 효능과 효율을 향상시키려는 것으로, 사용편의성 증대, 오류감소, 생산성향상 등을 들 수 있고 둘째는 바람직한 인간 가치를 향상시키고자 하는 것으로, 안전성개선, 피로와 스트레스 감소, 쾌적감 증가, 작업만족도 증대, 생활 질 개선 등을 들 수 있다. 물론 우리가 근골격계 직업병의 대응에 있어서 인간공학적 평가 방법과 개선방법에 대해 고민하는 이유는 이 두 번째 목적을 고려한 것이다. 또한 첫 번째 목적을 향해 사업장에서의 인간공학적 프로그램이 흘러간다면 생산성 향상을 위한 노동강도 강화로 이어질 수 있다는 것 또한 반드시 유념해야 할 것이다.

1-2. 인간공학의 역사

처음 인간공학이 시스템과 도구의 설계에 응용된 것은 제 1차 세계대전으로 군인의 선발과 훈련에 인간의 특성을 고려하는 노력을 하였으며 그 결과 작업에 적합한 사람을 선발하고 훈련하는 즉, “인간을 작업에 맞추는” 개념이 응용되었다. 이후 인간공학에 대한 연구가 더 활발히 이루어지면서 시스템의 설계시에 인간의 능력과 제약조건을 고려하는 “작업을 인간에 맞추는” 개념이 확립되었고, 이 개념은 현재 인간공학적 사고방식의 기초가 되었다.



1-3. 인간공학의 주요 적용문제

인간공학은 인간의 신체적 특징으로부터 시작하여 인간의 정신 심리학적 특징까지의 모든 인간 관련 영역을 포함하고 있어 인간과 관련된 모든 곳에 적용된다고 할 수 있다. 그 중 우리가 관심을 가지고 있는 부분은 작업장 및 공구의 설계에 있어서 다양한 신체의 크기의 고려, 안전사고 방지, 요통 등 근골격계 질환의 예방 등을 들 수 있다. 예를 들어 작업 후 허리의 피로를 최소화할 수 있는 적당한 높이의 작업대, 팔 길이 안에 놓여있어 쉽게 집을

수 있는 공구의 위치, 각 작업방법에 따른 중량물의 제한 기준 설정 등 인간공학의 적용으로 쾌적한 작업환경을 만드는데 도움을 받을 수 있다.

2. 인간공학 평가 방법의 실제

2-1. 근골격계 직업병의 인간공학적 위험요인

작업에 대한 인간공학적 평가를 위해서는 근골격계 질환의 직접적인 원인이 되는 위험요인들이 무엇이 있는가를 알고 있어야 한다. 다음은 잘 알려진 근골격계 질환의 인간공학적 위험요인이다.

- 1) 반복성 : 주로 라인 스피드, 작업량, 시간당 작업회수, 표준시간 등과 관련되어 있다.
- 2) 과도한 힘의 사용 : 들기, 밀기, 당기기 작업, 공구를 이용한 조립작업 등에서 주로 문제된다
- 3) 신체 접촉에 의한 압력 : 작업대 모서리, 키보드, 작업공구, 가위 사용 등으로 인한 손목, 손바닥, 팔 등의 신체 압박
- 4) 작업자세 : 손가락 집기 및 쥐기, 팔의 들기 및 뺏기, 손목의 편향 및 굴절/신전, 팔꿈치 펴기, 팔 비틀기 등의 작업자세
- 5) 저온
- 6) 진동

2-2. 사전 조사

1) 작업분석

작업자의 작업부서, 직종, 직무에 대한 사전조사가 필요하다.

2) 작업자의 작업상황 조사

현재 업무에 종사한 기간, 지금까지의 직무 변동 여부, 작업시간, 작업방법, 작업주기 등에 대한 조사 및 작업자가 사용하고 있는 기계, 공구에 대한 정보를 수집한다

3) 위험요인 예측

작업자와의 사전면담을 통해 근골격계 질환을 일으킬 수 있는 위험요인을 예측하고 작업자가 불편을 호소하는 작업을 파악한다.

2-3. 현장 조사

현장조사는 직접 관찰을 하면서 체크리스트를 작성하는 방법과 비디오를 촬영하여 그를 관찰하면서 체크리스트를 작성하는 방법이 있다. 인간공학 평가의 목적에 따라 다양한 방법으로 행해질 수 있는데 만약 전 작업자에 대한 간단한 조사가 빠른 시간 내에 이루어져야 한다면 간단한 체크리스트를 선택, 스스로 기입하는 방법만으로도 대략 무엇이 위험작업인가에 대한 파악을 할 수 있다. 하지만 어떤 작업자에 근골격계 질환과 작업의 관련성을 뒷받침하기 위해 인간공학적 평가를 한다면 객관적인 정보인 사진이 필요하고 그의 작업에 적합한 체크리스트를 선택해야 하므로 비디오 촬영을 하면서 현장조사를 진행하는 것이 필요하

다. 경우에 따라 작업대의 높이나 중량물의 무게 등을 잘 필요가 있을 수 있으므로 줄자나 저울 등을 준비한다.

비디오 촬영을 하는 경우에는 작업에 방해가 되지 않도록 주의하면서 바닥의 상태, 작업도구, 작업의자 등 작업공간을 먼저 전체적으로 촬영하고 작업자의 작업하는 모습을 처음에는 전신을 촬영 후 신체 각 관절의 움직임과 각도를 촬영한다. 전체 작업주기를 촬영해야 하며 반복작업, 작업부하가 큰 작업, 작업자 불편 호소 작업에 유의하면서 촬영하도록 한다.

2-4. 체크리스트 이용

① OWAS

OWAS는 특별한 용구를 필요로 하지 않으며, 현장에서 기록 및 해석할 수 있으며, 평가기준을 제시하고 있어 분명하고 간편하게 사용할 수 있다. 하지만 자세에 대한 분류가 다른 체크리스트에 비해 크기 때문에 상지나 하지 등 몸의 일부의 움직임이 적으면서도 반복하여 사용하는 작업 등에서는 차이를 파악하기가 어려운 단점이 있다. (첨부 1 참조)

② RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA는 작업관련 상지부 질환과 관련된 위험인자를 조사하기 위해서 개발되었다.

각 신체 부위에 대한 점수와 근육사용 및 힘에 대한 점수를 매겨 이를 조합해 총괄점수를 내고 그에 따라 조치수준을 정한다 (첨부 2 참조)

③ NIOSH Lifting Equation

중량물을 취급하는 작업에 대한 요통예방을 목적으로 작업평가와 작업설계를 지원하기 위해서 만들어진 것이다. 취급중량과 취급회수 뿐만이 아니라, 중량물 취급 위치, 인양거리, 신체의 비틀기, 중량물 들기 쉬움 정도 등 여러 요인을 고려하고 있으며, 보다 정밀한 작업평가, 작업설계에 이용할 수 있게 되어 있다. 하지만 일반인이 조사하기에 다소 복잡하고 적용할 수 없는 경우도 많은 단점이 있다.

그 외에도 많은 체크리스트들이 개발되었으며 노동자들을 대상으로 용어 설명 등에 대한 간단한 교육 후 스스로 기입하는 설문조사를 실시하여 추가조사의 필요 여부를 확인할 수 있는 경우도 있다. (첨부 3, 4 참조)

체크리스트를 이용한 작업분석은 널리 쓰이고 있는 방법이지만 그 한계가 분명하다는 것 또한 유념해야 한다. 다양한 인간의 노동을 모두 포괄하여 어떤 작업에든 적용할 수 있는 체크리스트는 존재하지도 않거니와 무엇보다 노동시간이나 작업밀도 등에 대한 고려가 부족하기 때문이다. 그렇기에 하나의 작업에 대한 분석을 하더라도 어떤 체크리스트를 사용했는가에 따라 결과는 다르게 나올 수 있다. 오히려 자신의 노동에 대해 노동자가 스스로 느끼고 있는 불편한 점이 바로 가장 중요한 개선되어야 할 부분이다.

3. 개별적 작업환경 개선 요구

3-1. 개선요구 투쟁에 있어서의 원칙

인간공학적 평가를 통해 개별적 작업환경에서의 근골격계 직업병 위험요인을 파악했다면 이에 대한 개선요구 투쟁을 기획하게 된다. 하지만 개선 요구안을 만들기에 앞서 반드시 확인해야 할 원칙이 있다.

첫째, 인간공학적 위험요인은 근골격계 직업병의 직접적인 원인일 수는 있지만 근본적인 원인은 아니다. 따라서 인간공학적 개선만으로 작업장에서의 근골격계 직업병의 예방이 이루어질 수 있을 것으로 기대해서는 안된다. 근골격계 직업병의 근본적인 원인인 노동강도 강화의 저지가 전제되어야 한다. 사실 대부분의 경우에 있어 작업대 및 공구의 개선보다는 노동시간 단축, 인력의 확충이 가장 효과적이면서도 훨씬 간단한 작업환경 개선이다.

둘째, 인간공학적 개선에 대한 요구가 노동자의 집단적 작업환경을 악화시키는 방향으로 진행될 소지를 남겨서는 안된다. 가장 좋은 예는 자동화의 도입인데 노동자의 인력 사용을 감소시키기 위해 자동화가 도입될 때에는 인력 감축이나 작업밀도의 증가가 병행되지 않을 것을 전제해야 한다.

셋째, 사업장의 인간공학적 개선을 추진하는 과정에서 노동자는 참여가 아닌 주도하는 위치에 있어야 한다. 미국의 자동차 업종 등에서 실시되어 국내에도 도입되고 있는 근골격계 직업병 예방을 위한 인간공학 프로그램이 최근 주목받고 있다. 노동자에게는 건강을, 사업주에게는 생산성 향상을 가져다주는 둘 다에게 이익이 되는 프로그램이라는 명목 하에 진행되고 있지만 이러한 노사협조주의를 바탕으로 한 인간공학 개선 프로그램은 결국 좀더 안전하고 편리한 조건에서의 능률 향상, 곧 작업밀도의 증가로 이어지게 된다는 것을 명심해야 할 것이다.

3-2. 개별적 작업환경 개선요구

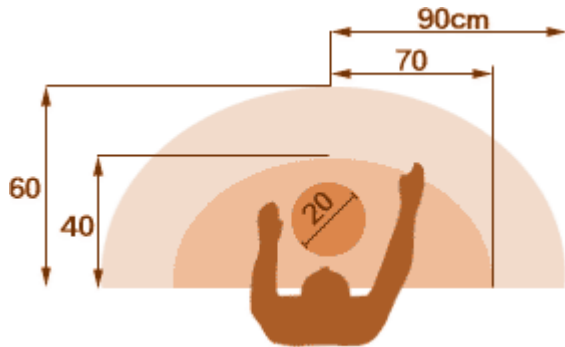
1) 운반과 이동

운반거리 및 회수를 줄이는 것을 가장 중요한 목표로 하고 재료, 도구, 이동방법, 중량물의 개선을 과제로 한다. 작업부하를 줄이기 위해서는 대상물의 무게를 감소시킨다. 그 방법으로는 1인이 아닌 2인이 분배, 2회로 분할, 용기의 무게 감소들이 있고 들기 작업을 내리기 작업으로 들고 운반하기 작업을 끌기 작업이나 밀기 작업으로 등 작업형태를 좀더 부하가 적은 것으로 바꾸도록 할 수 있다. 그 외에도 통로를 작업장소로부터 명확히 구분하여 표시하여 사람이나 차의 이동에 방해가 되지 않도록 마루, 통로를 원활하게 해 두고 대차는 반드시 바퀴가 달린 것으로 충분한 수량을 준비한다. 중량물을 들 때에는 들기 쉽도록 손잡이를 붙이고 상자에는 손을 넣을 수 있는 구멍이 뚫려 있어야 한다.

2) 작업공간

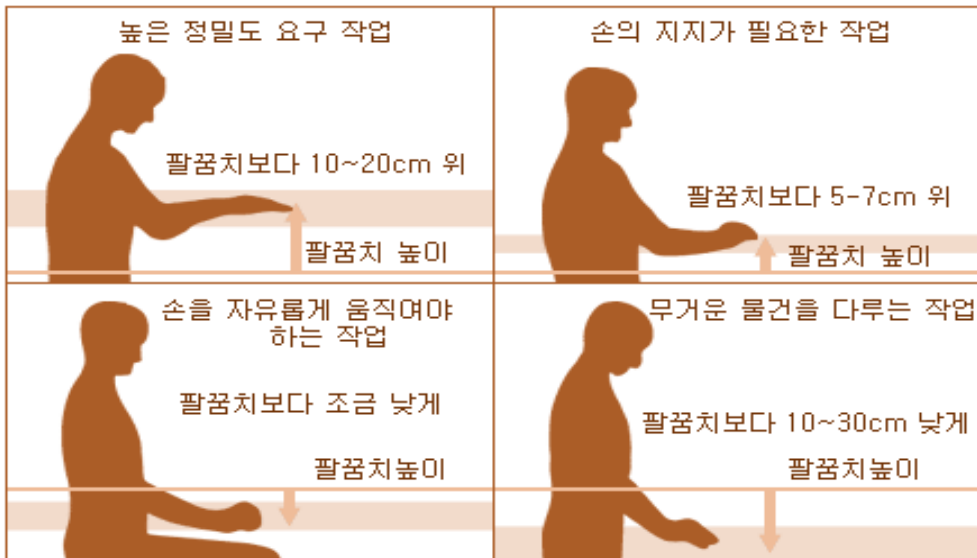
작업공간 상의 문제로 허리가 숙여지거나 팔을 뻗치는 등의 불편한 작업자세가 초래되는 경우 다음의 권장사항에 맞도록 작업공간, 작업대, 공구의 위치, 의자 등의 개선이 필요하다.

A. 수평작업공간

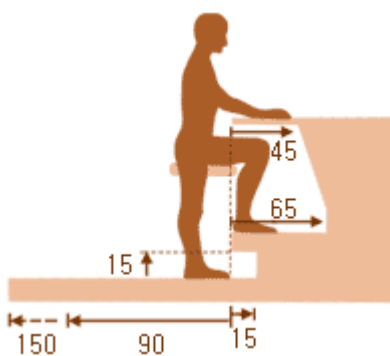


- 공간 1 : 정상 작업공간
- 공간 2 : 간단한 활동(예 - 부품을 잡는것)
- 공간 3 : 가끔씩 행하는 활동(공간 2의 여유가 없을 때)

B. 작업대의 높이



C. 다리 공간



좌석 작업인 경우, 작업대 아래의 공간이 충분한 여유가 있어야 하고 의자에서 다리의 움직임이 원활하도록 공간이 확보되어야 한다. 그림과 같은 경우 너비가 65cm, 무릎에서의 깊이가 45cm, 바닥면에서 65cm가 되어야 한다. 선 작업일 경우, 발가락 공간은 적어도 높이 및 깊이가 각각 최소한 15cm가 되어야 한다. 큰 물건의 취급되지 않는 경우, 등 뒤의 공간은 90cm의 여유공간이 있어야 한다.

D. 의자



작업 중 계속 사용하는 의자는 높이 조절이 가능하고 땀의 흡수가 잘 되는 좌판 패드를 사용하고 등받이 조절이 가능해야 한다. 여러사람에 의해 사용되는 의자는 쉽게 조절 가능한 구조로 되어야 하고, 바퀴나 높은 등받이, 팔걸이의 사용은 작업조건에 따라 달리 적용해야 한다. 선작업에서는 일시적으로 쉬게 하기 위해 높은 스톨 의자와 지지 발판을 사용해야 한다.

3) 불편한 자세를 줄이기 위한 도구 개선의 예



















4) 개선안의 시행 및 점검

요구안을 만들고 개선이 시행되는 것을 점검할 안정적인 기구가 필요하다. 기존의 산업안전 보건위원회에서 담당할 수도 있고 집단적 작업환경에 대한 평가와 개선까지 아우르는 작업 환경개선위원회를 새로 만들 수도 있다. 어떤 이름이든지 현장의 노동자들이 직접 참여하여 스스로 자신의 작업환경의 문제점에 대해 파악하고 개선방향을 제시, 개선된 후에는 이에 대해 평가를 할 수 있는 체계가 마련되어야 하고 그 체계 안에서 인간공학적 개선이 노동자의 안전과 보건보다 생산성 향상을 위해 이용되는 것을 경계하여야 한다.

[첨부1]

OWAS checklist Sampling sheet

		관찰자			관찰일			관찰시간		
부서명		공정명		주작업				하루중 시간		
				부작업				하루중 시간		
작업자 성명			업무							
작업설명 : 										
등	■ 똑바로 선 자세 1점 <input type="checkbox"/>		■ 비틀어진 자세 3점 <input type="checkbox"/>							
	■ 구부린 자세 2점 <input type="checkbox"/>		■ 구부리고 비틀어진 자세 4점 <input type="checkbox"/>							
팔	■ 양팔이 어깨 아래 1점 <input type="checkbox"/>		■ 한쪽이 어깨 위 2점 <input type="checkbox"/>							
	■ 양팔이 어깨 위 3점 <input type="checkbox"/>									
다리	■ 앉은 자세 1점 <input type="checkbox"/>		■ 양다리로 똑바로 선자세 2점 <input type="checkbox"/>							
	■ 한쪽 발에 중심을 두고 똑 바로 선 자세 3점 <input type="checkbox"/>		■ 양쪽 무릎을 굽히고 엉거주 춤 서있는 자세 4점 <input type="checkbox"/>							
	■ 한쪽 발에 중심을 두고 무 릎을 굽혀 엉거주춤 선 자세 5점 <input type="checkbox"/>		■ 한쪽/양쪽 무릎을 바닥에 대고 있는 자세 6점 <input type="checkbox"/>							
	■ 걷고 있는 자세 7점 <input type="checkbox"/>									
하 중	■ 10kg 이하 1점 <input type="checkbox"/>		■ 10 kg - 20kg 2점 <input type="checkbox"/>							
	■ 20kg 이상 3점 <input type="checkbox"/>									
자세코드	허리		팔		다리		하중			

OWAS 코드별 부하수준 판정표



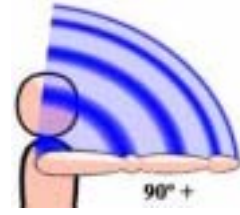



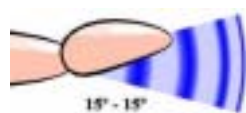


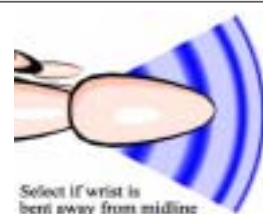
코드	수준	코드	수준	코드	수준	코드	수준	코드	수준	코드	수준
1111	1	1311	1	2211	2	3111	1	3311	2	4211	3
1112	1	1312	1	2212	2	3112	1	3312	2	4212	3
1113	1	1313	1	2213	3	3113	1	3313	3	4213	4
1121	1	1321	1	2221	2	3121	1	3321	1	4221	2
1122	1	1322	1	2222	2	3122	1	3322	1	4222	3
1123	1	1323	1	2223	3	3123	1	3323	1	4223	4
1131	1	1331	1	2231	2	3131	1	3331	2	4231	3
1132	1	1332	1	2232	3	3132	1	3332	3	4232	3
1133	1	1333	1	2233	3	3133	2	3333	3	4233	4
1141	2	1341	2	2241	3	3141	3	3341	4	4241	4
1142	2	1342	2	2242	4	3142	3	3342	4	4242	4
1143	2	1343	3	2243	4	3143	3	3343	4	4243	4
1151	2	1351	2	2251	3	3151	4	3351	4	4251	4
1152	2	1352	2	2252	4	3152	4	3352	4	4252	4
1153	2	1353	3	2253	4	3153	4	3353	4	4253	4
1161	1	1361	1	2261	3	3161	1	3361	4	4261	4
1162	1	1362	1	2262	3	3162	1	3362	4	4262	4
1163	1	1363	1	2263	4	3163	1	3363	4	4263	4
1171	1	1371	1	2271	2	3171	1	3371	1	4271	2
1172	1	1372	1	2272	3	3172	1	3372	1	4272	3
1173	1	1373	2	2273	4	3173	1	3373	1	4273	4
1211	1	2111	2	2311	3	3211	2	4111	2	4311	4
1212	1	2112	2	2312	3	3212	2	4112	3	4312	4
1213	1	2113	3	2313	4	3213	3	4113	3	4313	4
1221	1	2121	2	2321	2	3221	1	4121	2	4321	2
1222	1	2122	2	2322	2	3222	1	4122	2	4322	3
1223	1	2123	3	2323	3	3223	1	4123	3	4323	4
1231	1	2131	2	2331	3	3231	1	4131	2	4331	3
1232	1	2132	2	2332	3	3232	1	4132	2	4332	3
1233	1	2133	3	2333	3	3233	2	4133	3	4333	4
1241	2	2141	3	2341	3	3241	4	4141	4	4341	4
1242	2	2142	3	2342	4	3242	4	4142	4	4342	4
1243	2	2143	3	2343	4	3243	4	4143	4	4343	4
1251	2	2151	3	2351	4	3251	4	4151	4	4351	4
1252	2	2152	3	2352	4	3252	4	4152	4	4352	4
1253	2	2153	3	2353	4	3253	4	4153	4	4353	4
1261	1	2161	2	2361	4	3261	3	4161	4	4361	4
1262	1	2162	2	2362	4	3262	3	4162	4	4362	4
1263	1	2163	2	2363	4	3263	3	4163	4	4363	4
1271	1	2171	2	2371	2	3271	1	4171	2	4371	2
1272	1	2172	3	2372	3	3272	1	4172	3	4372	3
1273	1	2173	3	2373	4	3273	1	4173	4	4373	4

부하수준

- 1 : 이 자세에 의한 근골격계 부담은 문제없다. 개선은 불필요하다.
- 2 : 이 자세는 근골격계에 유해하다. 가까운 시일 동안에 개선해야 한다.
- 3 : 이 자세는 근골격계에 유해하다. 가능한 한 조기에 개선해야 한다.
- 4 : 이 자세는 근골격계에 매우 유해하다. 바로 개선해야 한다.

[첨부2]

RULA Sampling Sheet

		관찰자		관찰일		관찰시간	
부서명		공정명		주작업		하루중 시간	
				부작업		하루중 시간	
작업자성명		업무					
작업설명 :							
상완 ()	 <p>20° 20°</p>		 <p>20° - 45°</p>		어깨상승 +1 외전 +1 팔 지지대 -1		
	1		2				
			 <p>90°+</p>				
	3		4				
전완 ()	 <p>60° - 100°</p>		 <p>100°+</p>				
	1		2		+1		
손목 ()			 <p>15° - 15°</p>				
	1		2				
	 <p>15°+</p>		 <p>15°+</p>		 <p>Select if wrist is bent away from midline</p>		
	3				+1		










손목 비틀림 ()			근육 사용	<input type="checkbox"/> 1분이상 유지하는 정적인 자세	+1
				<input type="checkbox"/> 분당 4회이상 반복되는 작업	
1	2		힘/ 부하량	<input type="checkbox"/> 부하량이 없거나, 2kg이하의 간헐적인 부하량	+0
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 간헐적인 부하량	+1
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 정적부하량	+2
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 반복적인 부하량, 힘	+3
				<input type="checkbox"/> 10kg이 이상의 정적인 부하	
				<input type="checkbox"/> 10kg이나 이상의 반복적인 부하, 힘	
				<input type="checkbox"/> 충격적이거나 갑작스런 힘의 사용	
목 ()					
	1	2	3	4	
					
	+0	+1	+0	+1	
몸통 ()					
	1	2	3	4	
					
	+0	+1	+0	+1	
다리 ()			근육 사용	<input type="checkbox"/> 1분이상 유지하는 정적인 자세	+1
				<input type="checkbox"/> 분당 4회이상 반복되는 작업	
1	2		힘/ 부하량	<input type="checkbox"/> 부하량이 없거나, 2kg이하의 간헐적인 부하량	+0
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 간헐적인 부하량	+1
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 정적부하량	+2
				<input type="checkbox"/> 2-10kg의 반복적인 부하량, 힘	+3
				<input type="checkbox"/> 10kg이 이상의 정적인 부하	
				<input type="checkbox"/> 10kg이나 이상의 반복적인 부하, 힘	
				<input type="checkbox"/> 충격적이거나 갑작스런 힘의 사용	
A점수	B점수	C점수	D점수	총괄점수	

표 A. 팔목, 팔자세 점수 환산표

점수 A		손목								
		1		2		3		4		
윗팔	아랫팔	손목비틀림		손목비틀림		손목비틀림		손목비틀림		
		1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9

표 B. 목, 몸통, 다리자세 점수 환산표

점수 B	몸통											
	1		2		3		4		5		6	
	다리		다리		다리		다리		다리		다리	
목	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	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

표 C. 최종 점수 환산표

최종점수	점수 D						
점수 C	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

조치수준 결정

- 1~2 ; 작업자세는 안정됨
- 3~4 ; 추가조사 필요하며 개선이 필요할 수도 있음
- 5~6 ; 추가조사를 실시하고 개선이 곧 요구됨
- 7 ; 추가조사를 실시하고 즉시 개선이 요구됨

