Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 26, No. 4 pp.153-160, November 2007

자동차 산업에서의 OCRA Checklist와 RULA 평가 비교

이관석 · 김재형 · 정민수 · 전성재 · 천영지

홍익대학교 정보산업공학과

Comparison of assessment by OCRA Checklist and RULA at an auto Manufacturing Plant

Kwan Suk Lee, Jae Hyoung Kim, Min Soo Jung, Seong Jae Jeon, Young Ji Chun

Department of Information and Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791

ABSTRACT

Due to the high occurrence rate of musculoskeletal disorders(MSDs), many Korean companies adopted various assessment tools to evaluate workers' musculoskeletal stress. Using the results of this evaluation, tasks were selected for improvements. However, there are still many workers who complained of musculoskeletal stress of their tasks. Their tasks usually consist of repetitive activities and a short rest cycle. This prompts a concern of reliability of the evaluation tools and especially RULA. Thus in this study, OCRA(The Occupational Repetitive Action tool) was used to check whether RULA(Rapid Upper Limb Assessment) evaluates workers' musculoskeletal stress reasonably well since OCRA has been known to be a good evaluation tool for repetitive tasks and tasks with short recovery periods. The evaluation was conducted on 142 tasks. It was found that 65 tasks showed higher action levels by OCRA than by RULA. However, 13 tasks showed the reversed result and 64 tasks showed the same level regardless of the evaluation tool. It was concluded that either RULA or OCRA alone cannot evaluate all types of tasks very well. It is suggested that OCRA needs to be used with RULA together for the evaluations of musculoskeletal stress at workplaces where repetitive activities and short recovery periods exist.

Keyword: MSDs, OCRA, RULA

1. 서 론

최근 근골격계질환자가 급증하여 여러 사회 문제가 심화되자 정부에서는 산업안전보건법을 개정하여(2002. 12.) 제24조(보건상의 조치)에 "단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강장해"의 예방에 관한 사업주의 의무조항을 신설하였다. 따라서 사업주는 근골격계질환을 예방하기 위한 조치를 의무화해야 한다.

현재까지 근골격계질환 예방을 위한 다수의 관찰적 기법이 개발되어 왔으나 국내에서는 OWAS(Karhu et al., 1977), RULA(McAtammney and Corelett, 1993), REBA(Hignett and McAtammney, 2000)가 많이 사용되고 있다(이인석 등, 2003). 기존의 여러 관찰적 기법들은 자세 부하의 평가에 초점이 맞추어져 반복적인 동작에 의한 평가가 부족하다(기도형, 2007). 국내 제조업에서는 RULA, OWAS, REBA가 보편적으로 사용되고 있으며, 자동차 산업의 경우 S사를 제외한 H, K, SS, G사의 경우 상지에 대한 평가를 위해

교신저자: 김재형
주 소: 121-791 서울시 마포구 상수동 72-1 제2신관(T동), 전화: 02-320-1661, E-mail: ergofirst@kia.co.kr

RULA를 기계적으로 사용하고 있으나 회사의 실무자나 컨설팅을 하고 있는 인간공학자들조차도 반복성에 대한 평가가 RULA에서 미흡하다는 것을 인지하고 있다. RULA를 가장 범용한 평가방법으로 사용하고 있지만, 컨베이어 의존작업이 주류를 이루는 조립작업에서는 특히 이를 보완하기 위한 다른 차원의 평가기법이나 보완방법에 대한 연구가 필요한 것은 주지의 사실이다.

유럽의 경우는 신체의 반복성에 대한 고려를 기본으로 하여 다양한 상지질환 위험요인이 있는 작업에 대한 작업자의 위험 노출을 분석하기 위해 Occhipinti and Colombini (1996)가 개발한 OCRA Checklist(Occupational Repetitive Action)가 널리 사용되고 있다. OCRA Checklist는 한 주기(cycle time)의 작업을 관찰하여 휴식의 형태, 작업빈도, 힘, 팔의 자세, 추가적인 위험요소(장갑, 진동, 피부, 정밀, 반복요인, 작업속도)를 평가하여 각각의 score를 합산하여 작업의 위험 노출 수준을 평가한다(표 1).

표 1. OCRA Checklist Score

Checklist Score	Exposure Level
≤ 7.5	no exposure
7.6~11	very low exposure
11.1~14.0	light exposure
14.1~22.5	medium exposure
≥ 22.6	high exposure

국내에서 많이 사용되고 있는 평가기법 중 대표적으로 반복성을 고려하여 작업부하를 평가하는 RULA는 반복성, 회복시간, Hand grip에 대해 과소평가하거나, 고려하지 못하는 경향이 있으나 OCRA의 경우 작업의 Cycle Time내 힘, 작업자세, 반복성, 회복시간에 대한 평가를 통해 작업부하를 평가한다(표 2).

표 2. RULA, OCRA의 주요 특징

구 분	요인	부위	평가
RULA	힘, 작업자세, 반복성	손목, 팔, 팔꿈치, 어깨, 목, 몸통	4 action level
OCRA	힘, 작업자세, 반복성, 회복시간	손목, 팔, 팔꿈치 Hand Grip	5 action level

따라서, 본 연구에서는 국내 자동차 산업의 142개 조립공정을 대상으로 RULA와 OCRA checklist의 비교 분석을 통해 RULA의 단점을 보완하여 적용할 수 있는지를 검토하고자 한다.

2. 연구 방법

OCRA 방법은 IEA technical committee on MSDs의 문서에 기초하고 있으며, OCRA Index와 OCRA Checklist의 두 가지 평가 방식으로 구성되어 있다. OCRA index와 OCRA Checklist의 평가 점수간에는 매우 연관성이 크며, 일치성이 큰 것으로 나타났다(Stanton et al., 2005).

본 연구는 국내 자동차 산업의 조립공정 142개 작업을 대상으로 OCRA checklist와 RULA를 사용하여 평가하였으며, 작업자 설문을 통한 작업자의 노동강도(주관적 부하)에 대해 비교 분석을 수행하였다. RULA는 최종 부하를 네 그룹의 Action category 혹은 action level로 제시하고 있다. OCRA Checklist의 경우 5구간의 Action level을 최종 부하로 제시하고 있다(표 1). OCRA Checklist의 Action level과 RULA의 Action level간 비교의 편의를 위해 부하 평가기준의 의미와 142개 공정 분석결과의 특성을 바탕으로 하여 OCRA Checklist의 부하 평가기준을 4개 구간으로 통합하였다. 이는 기도형과 박기현(2006)의 연구에서 OWAS, RULA, REBA간의 평가특성을 비교하기 위해 REBA의 부하 평가기준을 4개 구간으로 통합한 것과 유사한 방법이다. 즉, 본 연구에서는 OCRA Checklist action level 1, 2를 RULA의 action level 1에 상응하는 것으로 통합하여 연구를 수행하였다(표 3).

표 3. 각 기법의 부하 평가기준

구 분	부하수준(Score)	조치(Action level)
OCRA	1(<11)	None necessary
	2(11.1~14.0)	May be necessary
	3(14.1~22.5)	Necessary soon
	4(>22.5)	Necessary NOW
RULA	1(1~2)	None necessary
	2(3~4)	May be necessary
	3(5~6)	Necessary soon
	4(7)	Necessary NOW

노동강도(주관적 부하)는 4단계수준(쉬움, 보통, 어려움, 매우 어려움)에 대해 제시하였고, OCRA checklist와 RULA간의 action level간의 상관관계 분석을 수행하였다. 이를 토대로 차이가 발생하는 작업에 대해서는 각 기법의 평가요소들 간의 추가적인 분석을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1 OCRA Checklist와 RULA 비교

각 작업별 OCRA checklist와 RULA를 이용한 유해도 평가 결과는 표 4에 정리하였다. OCRA Checklist action level이 RULA action level 보다 큰 경우는 전체 작업 중 65개 작업(45.77%)이고, RULA action level이 OCRA Checklist action level 보다 큰 경우는 13개 작업(9.15%)이었으며 동일하게 평가한 작업은 64개 작업(45.07%)이며, OCRA Checklist가 RULA에 비해 36.62% 높게 평가하는 것으로 나타났다(표 5).

표 4. OCRA Checklist, RULA 평가결과의 예

구 분	OCRA	RULA	노동강도(주관적부하)
작업 1	3	2	4
작업 2	2	2	2
작업 3	3	2	1
작업 4	2	3	2
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
작업 141	3	2	3
작업 142	3	2	4
평 균	2.56	2.18	2.49
표준 편차	0.63	0.52	0.89

표 5. OCRA Checklist, RULA 평가 비교

구분	OCRA>RULA	RULA>OCRA	OCRA=RULA
개수	65	13	64
비율	45.77%	9.15%	45.07%

두 기법간의 비교 결과 그림 1에서 보는 바와 같이 RULA가 OCRA checklist에 비해 전반적으로 과소평가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 level 3에서 OCRA Checklist가 높게 평가한 비율이 높고, RULA가 level 4를 평가한 사항이 없는 것에서 두드러지게 나타났다.

OCRA Checklist action level이 RULA action level 보다 높게 평가한 65개 작업의 형태를 분석해 보았다. OCRA Checklist 평균 2.98, RULA 평균 1.91로 나타났으며, 작업의 형태를 살펴 보았을 때 양팔이 어깨보다 낮게 위치하고 있으며, 목이나 허리, 다리의 지지상태도 적절히 유지하고 있으나, 전체작업시간 동안 양손 및 손가락을 이용하여 부품을 반복적으로 조립하는 작업으로 나타났다(그림 2).

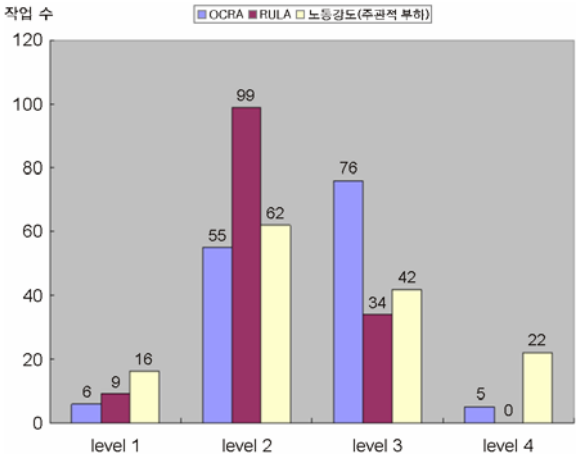

그림 1. OCRA Checklist, RULA, 노동강도(주관적 부하)의 비교 결과

그림 2. OCRA Checklist가 RULA보다 큰 경우의 예 (OCRA Checklist 4, RULA 1)

RULA action level이 OCRA Checklist action level 보다 높게 평가한 16개 작업의 형태를 분석해 보았다. RULA 평균 2.69, OCRA Checklist 평균 1.69로 나타났으며, 작업의 형태를 살펴보았을 때 상지 움직임의 반복횟수는 적지만, 목의 회전 또는 구부림이 발생하거나, 허리의 비틀림과 구부림이 발생하는 작업으로 나타났다(그림 3).

OCRA Checklist action level과 RULA action level이 동일하게 평가된 64개 작업을 살펴보면, 상지가 어깨보다 높게 위치한 작업자세거나, 이전의 유해요인 조사를 통해 작업이 개선된 경우에는 대부분 OCRA Checklist와 RULA 모두 동일하게 평가되었다(그림 4).

3.2 OCRA Checklist, RULA, 노동강도(주관적 부하) 비교

조립부서 142개 작업장 설문을 통한 작업자의 노동강도(주관적 부하)와 OCRA Checklist, RULA의 부하수준

그림 3. RULA가 OCRA Checklist보다 큰 경우의 예 (RULA 3, OCRA Checklist 2)

그림 4. OCRA Checklist와 RULA 모두 동일한 평가를 한 경우의 예

(action level) 간의 상관관계를 분석하였다.

표 6은 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)와 통계적 검정결과를 나타낸다. RULA와 OCRA checklist는 노동강도(주관적 부하)와 모두 양의 상관관계를 보여주었으며, 노동강도(주관적 부하)와 RULA간의 상관계수는 0.30, 노동강도(주관적 부하)와 OCRA checklist간의 상관계수는 0.409로 나타났다. 노동강도(주관적 부하)는 RULA보다는 OCRA checklist가 더 상관관계가 높은 것으로 나타났고, OCRA checklist와 RULA간에도 양의 상관관계를 보였으며, 통계적 검정결과 유의한 것으로 나타났다(p<0.01).

표 6. 주관적 부하와 각 기법의 부하평가간 상관분석 결과

구 분	RULA	OCRA Checklist	노동강도 (주관적부하)
RULA	1	.233(**)	.300(**)
OCRA Checklist		1	.409(**)
노동강도(주관적부하)			1

** p<0.01

상관분석의 결과 통계적으로는 유의하지만 낮게 나온 이유는 표 2에서 언급한 것처럼 OCRA Checklist의 평가 항목이 RULA의 평가 항목과 다르기 때문이며, OCRA Checklist가 RULA보다 노동강도(주관적 부하)와의 상관관계가 높은 것은 RULA가 반복성에 대한 평가가 OCRA Checklist 방법보다 과소평가를 하도록 설계되어 있고, 조립작업의 특성상 컨베이어 의존하고 속도에 영향을 받는 작업자들이 노동강도(주관적 부하)를 평가하는데 있어 반복성에 따른 작업의 강도를 높게 평가하려는 경향이 있기 때문인 것으로 사료된다.

4. 결론 및 연구한계점

본 연구에서는 국내 자동차 산업 조립공정 142개 작업을 대상으로 OCRA checklist와 RULA를 사용하여 작업부하를 평가 후 비교하였다. 비교 결과 OCRA Checklist action level이 RULA action level 보다 큰 경우는 전체 작업 중 45.8%이었으며, RULA action level이 OCRA action level 보다 큰 경우는 9.15%, 동일하게 평가한 작업은 45.1%로 OCRA Checklist에 의한 평가방법이 RULA에 의한 평가방법 보다 전반적으로 높게 평가하는 것으로 본 연구에서 밝혀졌다. 특히, 전체작업시간 동안 양손 및 손가락을 이용하여 부품을 반복적으로 조립하는 작업에서는 OCRA checklist가, 목의 회전 또는 구부림이 발생하거나 허리의 비틀림과 구부림 특성을 갖는 작업에서는 RULA가 보다 높게 평가하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 OCRA checklist action level과 RULA action level을 이용하여 설문을 통한 노동강도(주관적 부하)와의 상관관계를 평가하였다. 노동강도(주관적 부하)는 RULA 보다는 OCRA checklist가 더 상관관계가 높은 것으로 나타났으며, 통계적 검정결과 유의한 것으로 나타났다 (p<0.01). 근골격계질환을 예방하기 위한 안전의 관점에서

부하를 저평가하기 보다는 결과가 가장 높은 기법으로 평가하고, 그 결과에 근거하여 개선하는 것이 안전 수준의 향상에 바람직하다고 할 수 있다(기도형과 박기현, 2005).

Zetterberg et al.(1997)에 따르면 자동차 조립작업과 같은 산업에서의 작업자들은 높은 수준의 주관적 불평(complaint)을 보편적으로 높게 나타내기 때문에 RULA보다 작업부하에 대하여 높게 평가하고 노동강도(주관적 부하)와 높은 상관관계를 갖고 있으며 자동차 조립공적의 특성을 고려해 보았을 때 컨베이어 의존에 따른 반복성에 대한 평가 비중이 상대적으로 큰 OCRA Checklist의 특성을 고려해 볼 때 OCRA checklist는 국내 자동차 산업에 "적용가능하다."할 수 있겠다. 하지만 RULA가 OCRA checklist보다 높게 평가한 작업이 나타난 것으로 보아 두 기법간 보완 사용이 요구된다. 또한 작업의 특성에 맞는 적절한 기법의 사용이 요구되며, 한계점을 보완하고 작업의 특성에 맞는 기법을 보완 개발하는 노력이 필요하다.

본 연구는 평가 항목이 다른 두 평가기법을 사용하여 Gold Standard가 부재인 상태에서 비교하였고, 자동차 조립공정으로 국한되어 일반화 하기에는 추후 타 제조업에서의 폭 넓은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

기도형, 박기현, "작업자세 평가기법 OWAS, RULA, REBA 비교", 한국안전학회지 Vol. 20, No.2(pp.127-132), 2005.

기도형, "외부부하, 동작반복 효과가 반영된 자세 분류 체계의 개발", 대한인간공학회지 Vol. 26, No.1(pp.39-46), 2007.

이인석, 정민근, 최경임, "지각불편도를 이용한 관찰적 작업자세 평가기법의 비교", 대한인간공학회지, Vol.22 No.1 (pp. 45-56), 2003.

Stanton, A. H., Karel, B., Eduardo, S. and Hal, H., The handbook of human factors and ergonomics methods, Neville Stanton, Boca Raton, chap.15 The Occupational Repetitive Action(pp.1-14), CRC Press, 2005.

Hignett, S. and McAtamney, L., "Rapid Entire Body Assessment(REBA)." *Applied Ergonomics*, 31(pp.201-205), 2000.

McAtammney, L. and Corelett, N., "RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders", *Applied Ergonomics*, 24(pp. 91-99), 1993.

Occhipinti, E. and Colombini, D., "Alterazioni muscolo-scheletriche degli arti superiori da sovaraccarico: metodi e criteri per l'inquadramento dell'esposizione lavorativa", Med. Lav., 87(pp.491-525), 1996.

Karhu, O., Kansi, P. and Kuorinka, I., "Correcting working postures in industry: A Practical method for analysis." *Applied Ergonomics*, 8(4) (pp.199-201), 1997.

Zetterberg, C., Forsberg, A., Hansson, E., Johansson, H., Nielsen, P., Danielsson, B., Inge, G. and Olsson B. M, "Neck and upper extremity problems in car assembly workers. A comparison of subjective complaints, work satisfaction, physical examination and gender", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol 19 No.4(pp. 277-289), 1997

◐ Appendix : The OCRA Checklist ◑

TYPE OF WORK INTERRUPTION (WITH PAUSES OR OTHER VISUAL CONTROL TASKS)
Choose one answer. It is possible to choose intermediate values.

0 – THERE IS AN INTERRUPTION OF AT LEAST 5 MINUTES EVERY HOUR IN THE REPETITIVE WORK (ALSO COUNT THE LUNCH BREAK).
1 – THERE ARE TWO INTERRUPTIONS IN THE MORNING AND TWO IN THE AFTERNOON (PLUS THE LUNCH BREAK), LASTING AT LEAST
7 – 10 MINUTES ON THE 7~8 HOUR SHIFT, OR AT LEAST FOUR INTERRUPTIONS PER SHIFT (PLUS THE LUNCH BREAK), OR FOUR 7~10 MINUTE INTERRUPTIONS IN THE 6-HOUR SHIFT.
3 – THERE ARE TWO PAUSES, LASTING AT LEAST 7~10 MINUTES EACH IN THE 6-HOUR SHIFT (WITHOUT LUNCH BREAK); OR, THREE PAUSES, PLUS THE LUNCH BREAK, IN A 7-8-HOUR SHIFT.
4 – THERE ARE TWO PAUSES, PLUS THE LUNCH BREAK, LASTING AT LEAST 7~10 MINUTES EACH OVER A 7~8 HOUR SHIFT (OR THREE PAUSES WITHOUT THE LUNCH BREAK), OR ONE PAUSE OF AT LEAST 7~10 MINUTES OVER A 6-HOUR SHIFT
6 – THERE IS A SINGLE PAUSE, LASTING AT LEAST 10 MINUTES, IN A 7-HOUR SHIFT WITHOUT LUNCH BREAK; OR, IN AN 8-HOUR SHIFT THERE ONLY IS A LUNCH BREAK (THE LUNCH BREAK IS NOT COUNTED AMONG THE WORKING HOURS).
10 – THERE ARE NO REAL PAUSES EXCEPT FOR A FEW MINUTES (LESS THAN 5) IN A 7-8-HOUR SHIFT.

ARM ACTIVITY AND WORKING FREQUENCY WITH WHICH THE CYCLES ARE PERFORMED
(IF NECESSARY, INTERMEDIATE SCORES CAN BE CHOSEN) Choose one answer (state whether left or right arm is involved the most).

0 – ARM MOVEMENTS ARE SLOW, AND FREQUENT SHORT INTERRUPTIONS ARE POSSIBLE (20 ACTIONS PER MINUTE).
1 – ARM MOVEMENTS ARE NOT TOO FAST, ARE CONSTANT AND REGULAR. SHORT INTERRUPTIONS ARE POSSIBLE (30 ACTIONS PER MINUTE).
3 – ARM MOVEMENTS ARE QUITE FAST AND REGULAR (ABOUT 40), BUT SHORT INTERRUPTIONS ARE POSSIBLE.
4 – ARM MOVEMENTS ARE QUITE FAST AND REGULAR, ONLY OCCASIONAL AND IRREGULAR SHORT PAUSES ARE POSSIBLE (ABOUT 40 ACTIONS PER MINUTE).
6 – ARM MOVEMENTS ARE FAST. ONLY OCCASIONAL AND IRREGULAR SHORT PAUSES ARE POSSIBLE (ABOUT 50 ACTIONS PER MINUTE).
8 – ARM MOVEMENTS ARE VERY FAST. THE LACK OF INTERRUPTIONS IN PACE MAKES IT DIFFICULT TO HOLD THE PACE, WHICH IS ABOUT 60 ACTIONS PER MINUTE.
10 – VERY HIGH FREQUENCIES, 70 ACTIONS PER MINUTE OR MORE. ABSOLUTELY NO INTERRUPTIONS ARE POSSIBLE

PRESENCE OF WORKING ACTMTIES INVOLVING THE REPEATED USE OF FORCE IN THE HANDS–ARMS
(AT LEAST ONCE EVERY FEW CYCLES DURING ALL THE TASK ANALYZED). More than one answer can be checked.

THIS WORKING TASK IMPLIES: ☐ THE HANDLING OF OBJECTS WEIGHING OVER 3 KG ☐ GRIPPING BETWEEN FOREFINGER AND THUMB AND LIFTING OBJECTS WEIGHING OVER 1KG (IN PINCH) ☐ USING THE WEIGHT OF THE BODY TO OBTAIN THE NECESSARY FORCE TO CARRY OUT A WORKING ACTION ☐ THE HANDS ARE USED AS TOOLS TO HIT OR STRIKE SOMETHING	1 – ONCE EVERY FEW CYCLES 2 – ONCE EVERY CYCLE 4 – ABOUT HALF OF THE CYCLE 8 – FOR OVER HALF OF THE CYCLE
THE WORKING ACTIVITY REQUIRES THE USE OF INTENSE FORCE FOR: ☐ PULLING OR PUSHING LEVERS ☐ PUSHING BUTTONS ☐ CLOSING OR OPENING ☐ PRESSING OR HANDLING COMPONENTS ☐ USING TOOLS	4 – 1/3 OF THE TIME 6 – ABOUT HALF OF THE TIME 8 – OVER HALF OF THE TIME 16 – NEARLY ALL THE TIME
THE WORKING ACTIVITY REQUIRES THE USE OF MODERATE FORCE FOR: ☐ PULLING OR PUSHING LEVERS ☐ PUSHING BUTTONS ☐ CLOSING OR OPENING ☐ PRESSING OR HANDLING COMPONENTS ☐ USING TOOLS	2 – 1/3 OF THE TIME 4 – ABOUT HALF OF THE TIME 6 – OVER HALF OF THE TIME 8 – NEARLY ALL THE TIME

PRESENCE OF AWKWARD POSITIONS OF THE ARMS DURING THE REPETITIVE TASK
☐ RIGHT ☐ LEFT ☐ BOTH (mark the limb with greater involvement)

1 – THE ARM/ARMS ARE NOT LEANING ON THE WORKBENCH BUT ARE A LITTLE UPLIFTED FOR A LITTLE OVER HALF THE TIME
2 – THE ARMS HAVE NOTHING TO LEAN ON AND ARE KEPT NEARLY AT SHOULDER HEIGHT FOR ABOUT 1/3 OF THE TIME
4 – THE ARMS ARE KEPT AT ABOUT SHOULDER HEIGHT, WITHOUT SUPPORT, FOR OVER HALF OF THE TIME
8 – THE ARMS ARE KEPT AT ABOUT SHOULDER HEIGHT, WITHOUT SUPPORT, ALL THE TIME

I__I A

2 – THE WRIST MUST BEND IN AN EXTREME POSITION, OR MUST KEEP AWKWARD POSTURES (SUCH AS WIDE FLEXIONS OR EXTENSIONS, OR WIDE LATERAL DEVIATIONS) FOR AT LEAST 1/3 OF THE TIME

4 – THE WRIST MUST BEND IN AN EXTREME POSITION, OR MUST KEEP AWKWARD POSTURES (SUCH AS WIDE FLEXIONS OR EXTENSIONS, OR WIDE LATERAL DEVIATIONS) FOR OVER HALF OF THE TIME

8 – THE WRIST MUST BEND IN AN EXTREME POSITION ALL THE TIME

I__IB

2 – THE ELBOW EXECUTES SUDDEN MOVEMENTS(JERKING MOVEMENTS, STRIKING MOVEMENTS) FOR ABOUT 1/3 OF THE TIME

4 – THE ELBOW EXECUTES SUDDEN MOVEMENTS(JERKING MOVEMENTS, STRIKING MOVEMENTS) FOR HALF OF THE TIME

8 – THE ELBOW EXECUTES SUDDEN MOVEMENTS(JERKING MOVEMENTS, STRIKING MOVEMENTS) NEARLY ALL THE TIME

I__IC

□ GRIP OBJECTS, PARTS, OR TOOLS WITH FINGERTIPS WITH CONSTRICTED FINGERS (PINCH) □ GRIP OBJECTS, PARTS, OR TOOLS WITH FINGERTIPS WITH THE HAND NEARLY OPEN (PALMAR GRIP) □ KEEPING FINGERS HOOKED	2 – FOR ABOUT 1/3 OF THE TIME 4 – FOR OVER HALF THE TIME 8 – ALL THE TIME I__ID

PRESENCE OF IDENTICAL MOVEMENTS OF SHOULDER AND/OR ELBOW, AND/OR WRIST, AND/OR HANDS, REPEATED FOR AT LEAST 2/3 OF THE TIME(please cross 3 also if the cycle is shorter than 15 seconds)

E3

※ **PLEASE NOTE**: use the highest value obtained among the four groups of questions (A,B,C,D) only once, and if possible add to that of the last question.

PRESENCE OF ADDITIONAL RISK FACTORS: only choose one answer per group of questions.

2 – GLOVES INADEQUATE TO THE TASK ARE USED FOR OVER HALF OF THE TIME(UNCOMFORTABLE, TOO THICK, WRONG SIZE, ETC.)

2 – VIBRATING TOOLS ARE USED FOR OVER HALF OF THE TIME

2 – THE TOOLS EMPWYED CAUSE COMPRESSIONS OF THE SKIN(REDDENING, CALLOSITIES, BLISTERS, ETC.)

2 – PRECISION TASKS ARE CARRIED OUT FOR OVER HALF OF THE TIME(TASKS OVER AREAS SMALLER THAN 2 OR 3 MM)

2 – MORE THAN ONE ADDITIONAL FACTOR IS PRESENT AT THE SAME TIME AND, OVERALL, THEY OCCUPY OVER HALF OF THE TIME

3 – ONE OR MORE ADDITIONAL FACTORS ARE PRESENT, AND THEY OCCUPY THE WHOLE OF THE TIME (I.E.,.....)

1 – WORKING PACE SET BY THE MACHINE, BUT THERE ARE "BUFFERS" IN WHICH THE WORKING RHYTHM CAN EITHER BE SLOWED DOWN OR ACCELERATED

2 – WORKING PACE COMPLETELY DETERMINED BY THE MACHINE

◐ 저자 소개 ◑

❖ 이 관 석 ❖ kslee@hongik.ac.kr
미시간대학교 산업공학과 박사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 교수
관심분야: 근골격계질환, 휴먼에러, 산업안전보건

❖ 김 재 형 ❖ ergofirst@kia.co.kr
홍익대학교 산업공학과 석사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 박사과정
관심분야: 근골격계질환예방&사후관리, 산업안전보건

❖ 정 민 수 ❖ nansaaya@hanmail.net
계명대학교 산업공학과 학사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 석사과정
관심분야: 근골격계질환예방, 산업안전

❖ 전 성 재 ❖ seongjae79@naver.com
홍익대학교 산업공학과 학사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 석사과정
관심분야: 근골격계질환, Mass Customization

❖ 천 영 지 ❖ mdyj@naver.com
홍익대학교 산업공학과 학사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 석사과정
관심분야: 근골격계질환, Ageing

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 06월 26일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 11월 13일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 11월 24일