

절차서의 기술 및 표현 방법에 따른 작업자 반응특성 차이 연구

장통일 · 이용희^{*} · 오연주 · 이용희
한국원자력연구원 계측제어·인간공학연구부
(2013. 1. 15. 접수 / 2013. 2. 15. 채택)

A Study on the Difference of Response Characteristics according to Description and Expression Method of Procedures

Tong Il Jang · Yonghee Lee^{*} · Yeon Ju Oh · Yong Hee Lee

I&C and Human Factors Research Division, Korea Atomic Energy Research Institute
(Received January 15, 2013 / Accepted February 15, 2013)

Abstract : Emergency operating procedures(EOPs) of nuclear power plants should be described considering the cognitive capability and limitation of operators and provide appropriate information in the aspect of human factors. Procedures which doesn't consider cognitive characteristics of operators can become causes of human errors. In previous researches, in order to reduce these problems related to the description of EOP, an improvement suggestion for EOP writer's guide has been proposed, which is reflected human factors aspects that should be considered when describing EOPs. The proposed items, however, have a necessity to be validated because it was listed from various documents such as standards and guidelines without any special validation process. For that reason, in this study, a validation process were performed to show that procedures, which are described in compliance with the requirement items proposed in the improved EOP writer's guide, have positive effects in the aspects of human errors and performance comparing with previous procedures. Experiments were performed to compare the performances of two tasks which are described in compliance with each writer's guide of before and after the improvement. During each task was performed in experiments, changes of physiological responses such as EEG and ECG were measured to evaluate the cognitive workload and the stress of operators in each task. And also, as the performance, frequencies of errors and cognition speeds of each task were evaluated. In the results of the experiment, the portions of the β wave decreased in the tasks overall after the improvement. In the case of ECG, change rates of the mean of R-R interval were decreased in the tasks after improvement. In the results of the performance, the cognition and the response time of the tasks after the improvement were predominant with statistical significancies. Error times in the tasks after improvement were decreased or same to the tasks before improvement. Conclusively, it was validated that the procedures were described in compliance with the improved EOP writer's guide had effects on the reduction of human errors and improvement of performance.

Key Words : emergency operating procedure, writer's guide, physiological measure, cognitive workload

1. 서론

철저하게 절차서 기반의 직무를 수행하는 원자력발전소(이하 원전)에서 절차서의 중요성은 안전성과 직결된다. 절차서는 작성에서부터 확인 및 검증과정을 거쳐 운전원에게 배포되며, 교육훈련을 통하여 담당 직무와 관련된 절차서에 익숙해지도록 함으로써 운영 중 발생가능한 인적 오류를 방지하는 역할을 한다¹⁾. 특히 비상운전절차서(EOP : Emergency Operating Procedure, 이하 EOP)는 원전 운전원들이 비상운전 상황을 극복하고 발전소를 안전하게 정지시키는 수단이 되기 때문에, 운전원의 능력과 한계를 고려하여 인간공학적으로 적절한 정보를 제공하도록 작성되어야 한다^{2,3)}. EOP 작성과정에서 운전원의 인지적 특성이 충분히 고려되지 않은 채로 절차서가 작성되고, 확인 및 검

증과정에서도 작성오류가 검출되지 못하면, 교육훈련 시뿐 아니라 실제 운용할 때에 운전원 오류의 유발 원인이 될 수 있기 때문이다⁴⁾. 실제 모의운전실험을 통해 운전원들이 EOP를 사용하는 과정에서 순간적인 오판, 절차서 해석 오류 및 혼동과 같은 인적 오류의 소지가 있었음이 보고되고 있다⁵⁾.

이러한 EOP 작성과 관련된 문제점의 발생을 최소화하기 위하여 기 수행된 연구에서 EOP 작성 시 고려해야 할 인간공학 및 인적요소(human factors)를 반영한 EOP 작성 지침의 개선안을 제시한바 있다^{4,6)}. 위 연구에서는 원전의 EOP 작성 시에 준수되어야 할 세부요건으로 약 90여 개의 항목을 제시하였다. 많은 요건들을 제시하였으나, 이 요건들은 여러 관련 문서들에서 도출한 후 재정리한 항목들이기 때문에, 제시한 내용들을 만족하는 절차서가 작성되었을 경

^{*}Corresponding Author: Yonghee Lee, Tel : +82-42-868-4925, E-mail : yonghee@kaeri.re.kr
I&C and Human Factors Division, Korea Atomic Energy Research Institute, 989-111, Daedeok-daero, Yuseong-Gu, Daejeon 305-353, Korea

우 그 효과를 확신할 수 없었다. 실제 개선효과에 대해서는 별도의 검증과정을 거쳐야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 EOP 작성지침의 개선안에 의하여 절차서가 작성되었을 경우, 기존의 작성지침에 의하여 작성된 절차서와 비교하여 오류 저감 등 수행도 측면에서 어느 정도의 긍정적인 효과를 보이는지에 대해 확인하고, 선행연구에서 제안된 EOP 작성지침의 유효성을 검증하고자 하였다.

2. 연구배경

원전의 운전과정에서 비상상황은 직무를 수행하는 운전원에게 급격히 많은 작업부담을 초래할 가능성이 높다. 다양한 정보들을 기반으로 현재의 발전소 상태를 진단하고 적절한 조치 선택해야 하는 인지적 특성이 강하다. 그렇기 때문에 비상상황에서 운전원이 발전소를 안전한 상태로 유지하기 위해 필요한 직무를 규정된 EOP가 운전원의 능력과 한계를 고려하여 인간공학적으로 적절한 정보를 제공하지 못할 경우, 운전원의 인지부하가 커지고 인지적 오류를 유발할 가능성이 증가할 수 있다.

이러한 운전원의 인지적 부하 및 그 평가와 관련하여 다양한 연구들이 수행되어 왔다.

하준수의 연구에서는 복잡한 진단 직무를 수행하는 동안 운전원의 EEG를 측정하여 운전원들의 운전 행동 특성에 따른 인지적 활동의 변화를 시뮬레이터 기반의 실험을 통하여 조사하였다⁷⁾. 복잡하고 많은 양의 정보를 제공하기 위해 도식화된 인터페이스에서 운전원의 인지적 활동량이 많아지고 베타파 비율이 유의하게 증가함을 확인하였다.

정원대는 비상 상황 시 인적 행위의 중요한 근간이 되는 인지 과정에서의 오류를 파악하기 위해 새로운 분석 방법을 제안하였다⁸⁾. 또 새로운 HEA 평가 방법과 CREAM, HRMS, PHECA를 비교함으로써, 인적 오류 분석 중 인지적 요소(cognitive factor)의 중요성을 강조하였다.

변승남은 APR 1400을 대상으로 다중 작업을 동시에 수행하거나 시스템의 전체적인 흐름을 파악하고 작업간의 우선순위를 결정하는 전략적인 의사결정 임무를 수행해야 하는 운전원들의 수행도를 평가하기 위하여 정신적 작업부하 평가방법을 적용하였다⁹⁾. 원전 주제어실 운전원의 정신적 작업부하는 새로운 인간 기계 시스템을 설계하거나 또는 기존의 시스템을 개선하는데 있어서 고려해야 할 중요한 요소임을 강조하고 있다. 실제 운전원들을 대상으로 운영 가능한 시나리오에 기반한 정신적 작업부하를 평가함으로써 인적 수행도의 실험적 평가가 가능함을 제시하였다.

Norman 등은 정신적 작업부하가 클수록 더 많은 자원이 소요되며, 만약 정신적 작업부하가 작업자의 한계를 넘어서면 인적 오류가 유발되어 인적 수행도가 저하된다고 언급하고 있다¹⁰⁾.

이처럼 직무와 관련된 인지부하, 인지과정에서의 인적 오류 가능성, 작업부하 평가 방법 등 인지적 측면에서 원전 운전원의 직무 관련 부하 및 오류를 평가하기 위한 다양한 연구들이 수행되어 왔지만, 절차서의 내용 및 기술방법

이 운전원의 수행도 및 오류 가능성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 선행연구 사례는 많지 않다^{11,12)}.

본 연구에서는 EOP를 기술하는 문장의 구성요소들 간에 차이가 있을 경우, 인지적 측면에서의 운전원들의 반응 차이와 이에 따른 직무 수행도 및 오류 가능성에의 영향 차이를 실험적으로 검증하였다.

3. 연구방법

개선 전 및 개선 후의 EOP 작성지침에 의하여 각각 작성된 두 직무의 비교를 위하여 본 연구에서는 실험적 방법을 활용하였다. 각각의 직무들을 수행하는 동안 EEG, ECG 등의 생체 반응의 변화를 측정하여 인지부하 및 스트레스를 평가하고, 인지속도 및 오류의 횟수 등 수행도 변화 결과의 분석을 통하여 그 차이점을 평가하였다. 실험은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 모니터에 각각의 작성지침에 의하여 기술된 절차를 제시하고 그 절차대로 직무를 수행하도록 하면서 생리적 척도 및 수행도, 오류유발 가능성 등을 평가하였다.

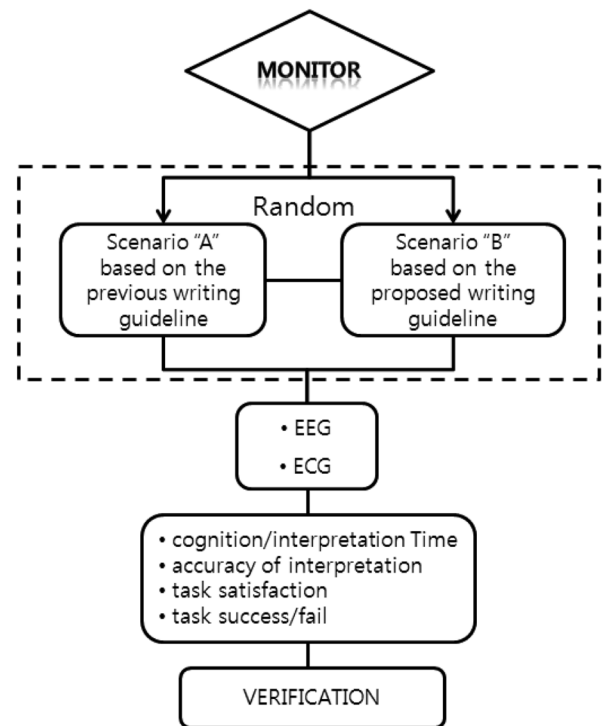


Fig. 1. Experimental process for the validation of differences of physiological characteristics and performance between procedure description methods.

3.1. 직무정의

기 제시된 EOP 작성지침 개선안에 의하여 기존에 작성되어 있는 EOP를 일부 검토한 결과, 수행도 증가 및 인적오류 감소에 결정적인 개선의 효과를 가져 올만한 부분은 도출되지 않았다. 샘플로 선정된 절차서의 개수가 일부이고, 또한 기존의 EOP들이 비교적 잘 작성되어 있

Table 1. Examples for the comparison of contents of previous and improved writer's guidelines of EOP

level		previous	improved
word/ phrase	prohibition of separation of words	current setting flow of steam generator is ...	current setting flow of steam generator is ...
	expression of operational range	50 ± 2%	48~52%
task order sentence	affirmative expression than negative expression	Verify if the fan cooler of C/V is not high speed.	Verify if the fan cooler of C/V is low speed.
	conditional sentences over three items	Verify if followings are satisfied, A condition, B condition, and C condition	Verify if followings are satisfied A condition B condition C condition
	order of actions	do A before do B	do B and then do A

기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 기존의 절차서 검증에 위하여 주로 사용되었던 시뮬레이터 기반의 시나리오 및 해당 절차서 수행이 아닌 단위직무를 수행하는 방법에 의하여 검증하였다. 즉, 기존의 작성 지침의 내용과 개선된 작성지침의 내용에 의하여 각 직무내용을 기술하는 방식으로 인위적으로 직무를 만들어 강화실험을 수행하였다.

현재 국내 대부분의 원전에서 사용 중인 EOP 작성지침과 인간공학 및 인적요소를 고려하여 개발된 EOP 작성지침 개선안을 비교한 결과 Table 1과 같이 ‘단어/어구’, ‘직무 지시문’ 등의 2개 수준의 특성으로 분류할 수 있었다. 새로 제안된 EOP 작성지침의 개선안에서는 다의어 사용과 조사의 사용 적절성, 단어 분리, 허용값의 처리방법 등에 대한 기준(수준 1; 단어/어구)과 표현의 방법, 내용의 조건 연결, 지시문의 배치 순서 등에 대한 기준(수준 2; 직무 지시문)을 제시하였다.

검증실험을 위하여 두 수준에 대한 실험 직무를 설계하였다. 본 연구에서 정의된 직무는 오류 유발을 극대화

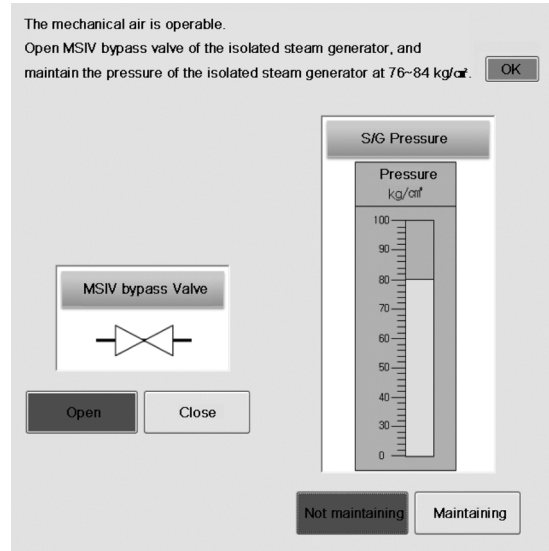


Fig. 2. An example of the experimental task.

하기 위하여 2개의 EOP 작성지침안의 내용을 근거로 Table 2와 같이 새롭게 작성되었다.

3.2. 수행도 평가 척도

실험의 객관적 평가 결과를 확보하기 위하여 설계된 실험직무를 Fig. 2와 같이 Visual Basic으로 프로그래밍하여 컴퓨터 화면에 제시하였고, 이에 대한 피실험자의 반응을 자동으로 컴퓨터에 기록되도록 하였다. 수집된 반응의 기초자료는 다음과 같다.

- 1) 직무 별 조작 반응 시간 측정
- 2) 직무 별 반응의 정확도 분석

이렇게 기록된 결과들을 이용하여 EOP 작성지침의 개선 전과 개선 후를 비교하여, 개선후의 반응시간 단축과

Table 2. Design of experimental tasks(examples)

level	guideline item	Task(previous)	Task(improved)
1	prohibition of separation of word	T2 The mechanical air is operable. Open MSIV bypass valve of the isolated steam generator, and then maintain the pressure of the isolated steam generator at 76~84 kg/cm ² .	T2 The mechanical air is operable. Open MSIV bypass valve of the isolated steam generator, and then maintain the pressure of the isolated steam generator at 76~84 kg/cm ² .
	expression of operational range	T3 Maintain the steam generator pressure at 80±4.3kg/cm ² A using MSIV bypass valve.	T3 Maintain the steam generator pressure at 75.7~84.3kg/cm ² A using MSIV bypass valve.
	use of inequality signs	T4 Verify ≥ 7% of the narrow range and ≥198.3°C of the temperature of one S/G at least is maintaining.	T4 Verify more than 7% of narrow range and over 198.3°C of temperature of one S/G at least is maintaining.
2	affirmative /negative expression	T5 Verify if the open condition(over 65kg/cm ²) of the relief valve of pressurizer is not satisfied and maintain the level of pressurizer less than 80%.	T5 Verify if the open condition(over 65kg/cm ²) of the relief valve of pressurizer is satisfied and maintain the level of pressurizer less than 80%.
	conditional sentences over three items	T6 Verify if the low pressure of the pressurizer of SI activation value is below 126.59kg/cm ² and the high pressure of the C/V is more than 0.35kg/cm ² , and the low pressure of main steam line is less than 41.14kg/cm ² .	T6 Verify if the activation value of SI is satisfied as followings. ○ pressurizer low pressure: less than 126.59kg/cm ² ○ C/V high pressure : more than 0.35kg/cm ² ○ main steam line high pressure: less than 41.14kg/cm ²
	expression of actions in steps(arrange of items in a row)	T7 Close the MSIV to isolate the trouble S/G, close the bypass valve of the MSIV, and set to the AUTO the ADV open value because closing status of the ADV of trouble S/G is identified.	T7 Execute all followings and isolate the trouble S/G. - Close MSIV. - Close MSIV bypass valve. - Set to the AUTO the ADV open value because closing status of the ADV of trouble S/G is identified.

분석결과, 전반적으로 EOP 개선 후의 직무 수행 시 베타파의 비율이 낮음을 확인할 수 있었다. 또한, 평균 R-R 간격 변화율의 경우에도 EOP 개선 후에 해당하는 직무 수행 시 평균 R-R 간격 변화율이 개선전의 직무보다 작은 폭으로 감소한다는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 4는 일부 피실험자에 대한 베타파의 비율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 피실험자 8을 제외한 나머지 피실험자들은 EOP 개선 후 직무그룹에 대하여 뇌 전체적으로 베타파의 비율이 감소한다는 것을 알 수 있다. 즉, EOP 개선 후의 직무수행을 위한 대뇌의 활성화 정도가 개선 전에 비하여 적게 요구된다고 할 수 있다. 특히, 피실험자 1, 7의 경우에는 인지와 관련된 전두엽(ch1, ch2) 부위는 개선전후의 베타파 비율이 많은 차이를 나타내고 있다. 한편, 평균 R-R 간격 변화율의 경우에는 그림 11에서 보는 바와 같이 피실험자 2, 6, 7을 제외한 피실험자들은 평균 R-R 간격의 비율이 EOP 개선전보다 개선후의 직무에 있어서 작은 폭으로 감소하였다. 즉, 직무수행에 대한 스트레스 정도가 개선 후 직무에 있어서 감소한다는 것을 알 수 있다.

4.2. 수행도 분석결과

수행도 측면에서는 EOP 작성지침 개선 전후 직무 수행 각각에 대한 인지시간, 인지 후 반응의 오류 유무, 반응시

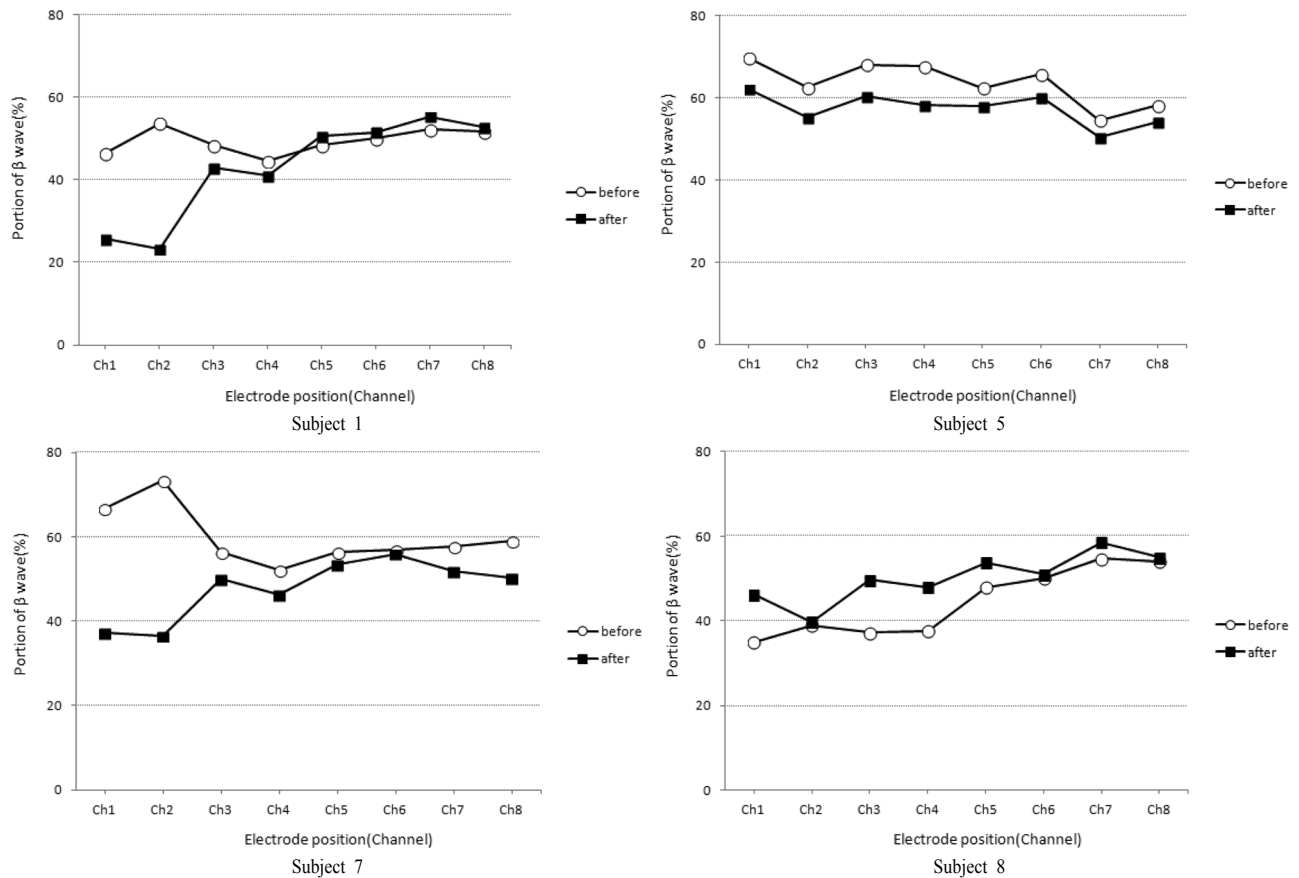


Fig. 4. Portion of the beta wave on each electrode position by subjects.

Table 3. Result of the t-test on the cognitive time for each task.

		Mean	N	S.D	t	p
variables	before	9.73	64	5.05	5.159	0.000
	after	6.23	64	3.30		

Table 4. Result of the t-test on the task time for each task.

		Mean	N	S.D	t	p
variables	before	21.20	64	11.10	5.294	0.000
	after	15.70	64	7.00		

간 등을 비교하였다.

Table 3은 EOP 개선전후의 인지시간 평균에 대한 차이를 분석한 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 개선 전후 각각의 직무에 대한 인지시간에 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있다(p<0.05). 즉, 개선 후의 직무들에 대한 인지시간이 개선 전 직무들의 인지시간보다 감소한다.

Table 4는 EOP 개선전후에 대한 직무수행시간 평균의 차이를 분석한 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 개선 후 직무에 대한 평균 직무수행시간이 개선 전의 직무수행시간보다 통계적으로 유의한 수준에서 감소하였다는 것을 알 수 있다(p<0.05).

EOP 개선전과 후의 오류횟수에 대한 결과는 Fig. 6과 같다. 직무 9의 경우를 제외한 모든 직무에서 개선전의 오류횟

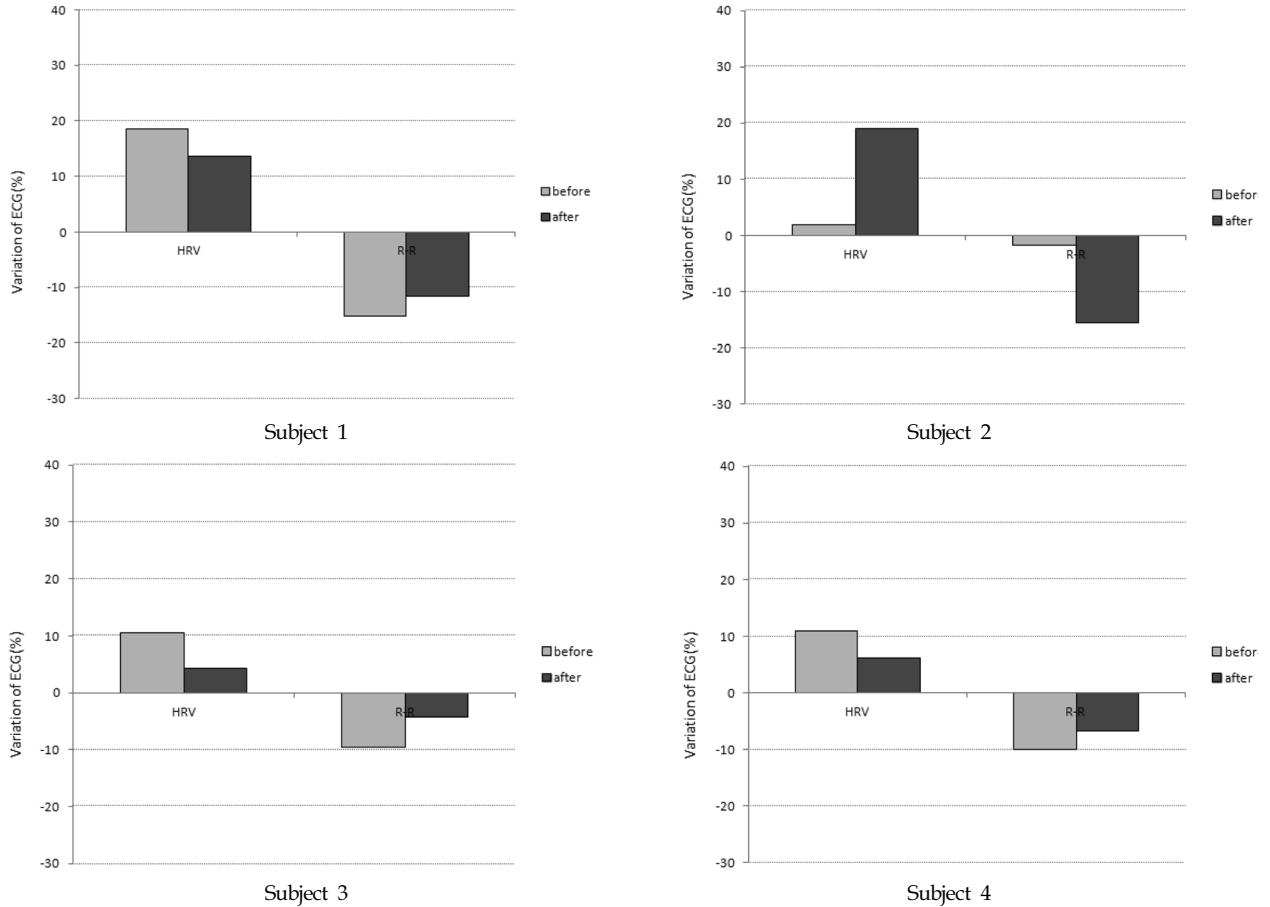


Fig. 5. Rate of change of the R-R interval and the variation of the R-R interval by subject.

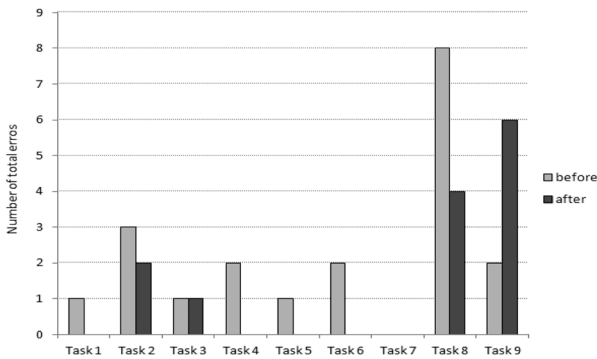


Fig. 6. Error frequencies of each task for before and after improvement.

수가 많다는 것을 확인할 수 있었다. 직무 9의 경우, 실험 직무에 기술된 기기의 순서와 그림에 제시된 기기 순서가 근본적으로 일치하지 않아 피실험자들이 정확하게 확인하지 않고 반응했기 때문에 나타난 결과인 것으로 판단된다.

4.3. 주관적 평가 척도 분석결과

개선 전 EOP와 개선 후 EOP의 주관적 직무부담을 비교하기 위하여 시행된 NASA-TLX 기반 설문 분석 결과는 Fig. 7과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 대부분의 피실험

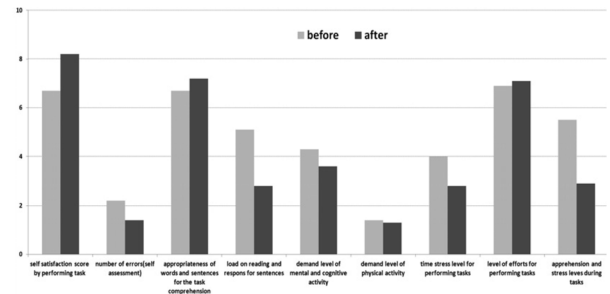


Fig. 7. Comparison of the subjective task contentment for before and after improvement.

자의 자가 만족도는 개선 후 높게 나타났으며 오류 횟수도 적었다. 이는 직무 인지도에 주요한 원인이 되는 어휘나 문장의 표현이 개선 후 직무에 대하여 만족도가 높았기 때문이다.

또한 EOP의 문장을 읽고 직무를 수행하는데 까지 걸리는 부하 즉, 어휘나 문자의 표현도 개선 후 직무들이 이해하고 해석하기 더 쉬웠다. 정신적 부하는 개선 전과 후가 상이한 결과를 보였지만 신체적 활동 정도는 차이가 없었다. 동일한 직무 수행 시간내에 시간적 압박으로 인한 직무 부담감 역시 개선 전 높게 나타났으며 이를 통한 불안, 스트레스 정도는 현저한 차이로 개선전에 높게

나타났다.

8명의 피실험자의 직무부담 분석결과 개선된 EOP 작성지침에 의하여 기술된 직무의 만족도/수행도가 높으며 직무부하가 적다는 것을 알 수 있었다. 주관적 평가 데이터 기반 직무 만족도 및 수행도와 직무부하간의 상관 분석 결과 상관계수 0.876로 나타났다. 이는 개선 후 직무들의 경우 직무 만족도/수행도/인지도(cognitive level)/오류 횟수가 유의하게 변화한 것이며, 제안된 EOP 작성지침이 인간공학적으로 인식이 보다 적절히 고려되어 작성되었음을 시사한다.

이상과 같이 기존의 EOP 작성지침에 의하여 기술된 직무와 EOP 작성지침 개선 이후에 기술된 직무들에 대한 인지적 측면 및 수행도 측면에서의 차이점을 평가하였다. 생리적 척도인 대뇌피질의 베타파 발생 비율의 경우, 피실험자별로 약간의 차이는 있었지만, 개선 이후의 9개 직무에 대하여 피실험자들의 대뇌피질 전반적으로 베타파 비율이 개선 이전보다 감소하는 것을 관측할 수 있었다. 특히, 판단력이나 집중력, 인지적 활동과 관련되어 있는 전두엽 부위에서 베타파 비율의 차이가 현저하였는데, 이는 인지적 측면에서 개선 이후의 직무가 부담이 작다는 것을 시사한다. 물론, 적절한 수준의 각성(arousal) 상태를 유지하면서 직무를 수행하는 것도 중요하지만, 직무 수행 상태는 이미 각성상태에 있다고 볼 수 있기 때문에 불필요한 인지적 부담을 감소시킴으로써 인적오류의 유발 가능성을 감소시키는 것이 바람직하다.

안정시와 직무 수행시의 R-R 간격을 비교한 평균 R-R 간격 변화율은 뇌파보다 개인차가 더 크고, 또 분석에 활용된 시간간격이 충분히 길지 않아 일부 예상했던 방향과 다른 결과가 나타나는 경우도 있었지만, 베타파 비율에 대한 분석결과와 유사한 결과를 나타냈다. 즉, 전반적으로 개선 이후 직무들에 있어서 평균 R-R 간격 변화율이 개선 이전보다 감소하는 것으로 나타나, 개선 후 직무 수행 시 스트레스 수준이 감소한다는 것을 알 수 있었다.

직무 8과 9의 인지 및 반응시간의 경우에는 직무의 구성 및 직무 설계에 미처 고려하지 못한 부분이 있어 당초 예상했던 결과와는 다른 결과가 도출되기는 하였지만, 인지 및 반응시간 측면에서 개선 후의 직무 수행도가 통계적으로 유의한 수준에서 개선 이전 직무들보다 우수한 것으로 나타났다. 오류횟수의 경우에도 개선 이후 직무에서 발생 횟수가 감소하거나 이전과 동일한 횟수로 발생하여 긍정적 변화가 있음을 확인할 수 있었다. 수행도 측면에 대한 이러한 분석결과는 전반적으로 생리적 척도의 분석결과와 일치하는 부분이다.

5. 결론

본 연구에서는 인적요소 측면을 중심으로 EOP 작성지침의 내용을 개선하고 개선된 내용에 의하여 절차서가 작성되었을 경우, 기존 작성지침에 의하여 작성된 절차서보다 인적오류 발생 가능성 및 수행도 측면에서 개선된다는 것을 입증하는 검증실험을 수행하였다.

피실험자의 생리적 신호 및 수행도 등을 통하여 평가한 결과, 운전원에 대한 인지적 부담 및 부하, 스트레스 수준이 감소하였다. 문장에 대한 이해 속도나 직무 만족도, 오류 발생 등과 같은 측면에서도 긍정적인 효과가 있다는 결과를 도출할 수 있었다.

따라서 개선된 EOP 작성지침의 내용을 기반으로 하여 절차서를 작성하였을 경우, 인적오류 감소 및 수행도 향상 측면에서 개선효과가 있을 것으로 기대된다.

감사의 글: 이 논문은 2012년도 교육과학기술부 원자력 기술개발사업 연구비에 의하여 지원되었음.

References

- 1) IAEA, "Good Practices with Respect to the Development and Use of Nuclear Power Plant Procedures", IAEA-TECDOC-1058, 1998.
- 2) USNRC, "Lessons Learned from the Special Inspection Program for Emergency Operating Procedures", NUREG-1358, 1992.
- 3) USNRC, "Guidelines for the Preparation of Emergency Operating Procedures: Resolution of Comments on NUREG-0799", NUREG-0899, 1992.
- 4) T. I. Jang, D. H. Lee and Y. H. Lee, "Suggestion of a Writing Guideline for the Emergency Operating Procedures of Nuclear Power Plants", Proceedings of 2009 Fall Conference of Korean Society of Safety, 2009.
- 5) Y. H. Lee, J. W. Lee and T. I. Jang, "A Verification Report for the Execution Ability of Emergency Operating Procedure of Kori Unit 1", HFMP-T028-001, Korea Atomic Energy Research Institute, 2007.
- 6) D. H. Lee, T. I. Jang and Y. H. Lee, "Suggestion of a New Writer's Guideline to Reduce Human Errors Found in the Emergency Operation Procedures of a Nuclear Power Plant", Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 29, No. 1 pp. 129~138, 2010.
- 7) J. S. Ha, "Development of Human Performance Measures for Human Factors Validation in Advanced Nuclear Power Plants", Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 25, No. 3, pp. 85~96, 2006.
- 8) W. D. Jeong, "A Framework for the Support of Predictive Cognitive Error Analysis of Emergency Tasks in Nuclear Power Plants", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 16, No. 3, pp. 117~124, 2001.
- 9) S. N. Byun, "An Evaluation of the Operator Mental Workload of Advanced Control Facilities in Korea Next Generation Reactor", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 28, No. 2, pp. 178~186, 2002.
- 10) D. A. Norman and D. G. Bobrow, "On Data Limited and Resource Limited Processes", Cognitive Psychology, Vol.7, Issue.1, pp. 44~64, 1975.

- 11) T. I. Jang, J. H. Yun, Y. J. Oh, Y. H. Lee, "Comparison of Task Performance according to the Description Method of Procedures of Nuclear Power Plants", Proceedings of 2011 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea, 2011.
- 12) T. I. Jang, J. H. Yun, Y. J. Oh, Y. H. Lee, Y. S. Jung, "Comparison of Physiological Difference on Description Methods of Emergency Operating Procedure", Proceedings of 2011 Fall Conference of Korean Society of Safety, 2011.