

정보 제공 피드백이 탐지 수행 증진에 미치는 효과: 가상 수화물 검사를 활용하여

임성준* · 최지한** · 이지동** · 안지연*** · 문광수****†

Effect of Providing Detection Information on Improving Signal Detection Performance: Applying Simulated Baggage Screening Program

Sung Jun Lim* · Jihan Choi** · Jidong Lee** · Ji Yeon Ahn*** · Kwangsu Moon****†

†Corresponding Author

Kwangsu Moon

Tel : +82-2-820-6924

E-mail : cabbagebug@naver.com

Received : November 05, 2018

Revised : December 10, 2018

Accepted : February 13, 2019

Abstract : The importance of aviation safety has been emphasized recently due to the development of aviation industry. Despite the efforts of each country and the improvement of screening equipment, screening tasks are still difficult and detection failures are frequent. The purpose of this study was to examine the effect of feedback on improving signal detection performance applying a Simulated Baggage Screening Program(SBSP) for improving aviation safety. SBSP consists of three parts: image combination, option setting and experiment. The experimental images were color-coded to reflect the items' transmittance of the x-rays and could be combined as researchers' need. In the option, the researcher could set up the information, incentive, and comments needed for training to be delivered on a number of tasks and times. Experiment was conducted using SBSP and participant's performance information (hit, missed, false alarms, correct rejection, reaction time, etc.) was automatically calculated and stored. A total of 50 participants participated and each participant was randomly assigned to feedback and non-feedback group. Participants performed a total of 200 tasks and 20(10%) contained target object(gun and knife). The results showed that when the feedback was provided, the hit, correct rejection ratio and d' were increased, however, the false alarms and miss decreased. However, there was no significant difference in response criteria(β). In addition, implications, limitations of this study and future research were discussed.

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Key Words : baggage screening, aviation safety, signal detection, computer based training

1. 서론

항공 산업의 발전으로 인해 최근 항공 안전의 중요성이 더욱 강조되고 있다¹⁾. 특히 공항이나 비행기에는 많은 사람이 한 공간에 밀집해 있어 작은 사건·사고라도 큰 인명피해나 재산피해가 발생할 수 있다. 따라서 항공 안전에서 가장 중요한 업무 중 하나는 엑스레이 검사를 통해 위험 물품이 있는지를 찾아내는 것이다²⁾.

한국은 현재 약 5,000여 명의 보안검색 및 항공경비

요원이 전국 공항에 근무하고 있으며, 국토교통부는 2006년부터 항공보안 경진대회를 개최하여 항공 보안의 중요성과 테러에 대한 경각심을 일깨우고, 완벽한 항공 보안을 유지하기 위해 노력하고 있다. 그리고 최근의 엑스레이 장비는 고 해상도와 다양한 기능들을 제공하여 위험 물품 탐지를 용이하게 하도록 돕고 있다.

하지만 각국 각처의 노력과 수화물 심사 장비의 향상에도 불구하고, 탐색 직무는 여전히 어렵고, 탐색 실패도 자주 일어나고 있다³⁾.

*중앙대학교 심리학과 박사수료 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

**중앙대학교 심리학과 석사과정 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

***중앙대학교 심리학과 석사 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

****중앙대학교 심리학과 교수 (Department of Psychology, Chung-Ang University)

구체적으로 수화물 검사 요원은 종종 심한 소음과 몇 초 이내에 위험물품을 찾아야 하는 시간적 스트레스가 높은 작업 조건 하에서 근무하고 있다. 복잡하고 어지러운 물건 꾸러미 속에서 약하고 드문 시각적 신호를 탐지하는 일은 근본적으로 어렵고, 인간의 지각적, 인지적 능력을 혹사시키는 업무이다⁴⁾. 그리고 수화물 심사는 계속 반복되고 단조로우며, 시각 장은 복잡하고, 신호는 오 경보(false alarm)와 구별하기 어렵다. 게다가 신호는 2% 정도로 극도로 드물게 발생하기 때문에 공항 수화물 심사는 가장 전문적이고 어려운 시각 탐색 과업이다⁵⁾.

이를 반영하듯 2016년 이후 국내 공항에서 실탄, 모의권총, 과도, 가스분사기 등 테러가 가능한 물품에 대한 검색 실패 사례가 7건 이었다⁶⁾. 이는 보고된 사례에만 국한되기 때문에 실제로 검색 실패한 사례는 더 많을 것으로 예상할 수 있다. 따라서 탐색 요원의 훈련을 최적화하여, 위험 물품 탐지 수행을 증진시키려는 노력은 항공 보안 분야에서 매우 중요하다고 할 수 있다⁷⁾.

이러한 중요성에도 불구하고, 국내에서 위험 물품 탐지 과제에 직접적으로 초점을 맞춘 항공 보안 연구들은 매우 드물었다. 국내 항공 보안 관련 선행연구들은 주로 관제사, 조종사와 객실승무원의 스트레스와 피로에 대한 연구⁸⁻¹⁰⁾ 등 항공 보안에 간접적으로 영향을 미칠 수 있는 요인들을 다룬 연구가 대부분이었다.

반면 국외 연구들은 모의 상황을 바탕으로 탐지 수행에 대해 직접적인 검증과 탐지 수행을 증진시킬 수 있는 효과적인 개입들에 대한 연구들이 이뤄져왔다. 대표적으로 탐지 과제에서는 위험 물품 즉 신호(target)의 출현 비율이 높을수록 탐지율은 증가하고 오류율은 감소하는 것으로 나타났다^{5,11-12)}. 그리고 Weiner¹³⁾의 연구에서는 탐지 실패에 대한 포인트 감소라는 개입을 사용하였을 때 탐지 수행이 증가하였고, 잘 유지된 것으로 밝혀졌다. Madhavan, Lascon, Gonzalex 및 Brennan¹⁴⁾의 연구에서도 인센티브의 증가와 감소를 활용하여 위험물 탐지 훈련 수행을 효과적으로 증가시켰고 훈련 이후 효과적인 탐지 수행의 전이에도 도움이 되었다.

탐지 수행에 대한 대부분의 국외 연구들에서는 가상의 수화물 검사 프로그램을 활용하여 연구를 실시하였다^{5,11-14)}. 비록 가상의 프로그램을 활용한 연구들은 현장과 차이가 존재하나 효과적인 탐지 수행의 메커니즘에 대한 함의를 제공하고 있다. 이미 미국이나 유럽에서는 가상 수화물 검사 프로그램을 개발하여 사용하고 있고(EBSP: 전자 수화물 검사 프로그램) 지속적으로 보완하여 수화물 검사 직원 훈련 및 관련 분야 연구에

많이 사용되고 있다¹⁵⁾.

이외에도 최근 기계가 수화물을 검사하는 수화물 자동 검사 알고리즘에 대한 연구가 진행되었고 연구 결과 총, 칼, IED 보다 폭발물의 경우 사람보다 자동 검사 조건에서의 탐지율이 더 높았다. 하지만 오경보의 경우에는 자동 검사 조건에서의 비율이 가장 높았다¹⁶⁾. 그리고 경력이 1.5년 이상인 경우에는 사람과 자동 프로그램간의 민감도와 반응 편향 간에는 차이가 없었다.

국내에도 KASA CBT System(주HANMAE) 프로그램이 존재하지만, 고가이고 연구용 목적으로 사용되고 있지는 않고 있다. 실제 상황에서는 물체의 소재나 크기, 방향, 중첩에 따라 같은 물건이라고 하더라도 매우 다른 형태로 보일 수 있다. 그리고 한 화면에 등장하는 위험 물품의 종류, 크기, 위치, 복잡성, 각도, 중첩, 등에 따라 탐색 수행이 달라질 수 있기 때문에 더 많은 연구가 필요하다¹⁷⁾.

최근 현장에서는 사람이 아닌 자동화된 기술을 적용한 정보 제시가 업무 관련 행동 변화에 효과적인 것으로 나타났다^{18,19,20,21)}. 수행에 대한 정보 제시, 즉 피드백은 행동 변화에 도움이 되는 수행에 대한 정보를 제공해 주는 것으로 정의된다²²⁾. 예를 들어, Berger와 Ludwig¹⁸⁾는 음성 기술을 사용하여 식품 서비스 유통업체의 선택 오류를 줄이기 위해 장비를 통해 즉각적으로 수행 정보를 제공하여 오류를 감소시켰다. 유사하게 Yu, Moon, Oah 및 Lee²¹⁾의 연구에서는 앉은 자세에 대한 수행 정보를 팝업을 통해 제시하여 올바른 앉은 자세를 증진시켰다.

수행 정보 제시는 훈련 과정 중에 실용적인 측면에서 많은 이점들을 가지고 있다. 수행 정보 제시는 비교적 간단한 개입방법이기 때문에 복잡한 훈련을 필요로 하지 않으며, 다른 개입들보다 상대적으로 적은 비용이 들기 때문에 다양한 분야에 적용되고 있다²³⁾. 실제로 판매^{24,25)}, 안전²⁶⁾, 품질관리^{18,27)}, 운전 행동²⁸⁾ 등의 분야에서 피드백의 효과가 증명되어 왔다.

이에 반해 항공 보안 영역에서 탐지 수행의 최적화 및 효율화에 대한 연구가 제한적이었던 이유는 사생활 침해와 탐지 수행 지연, 중요한 항공 보안 관련 사항 노출 등의 문제로 인해 현장에서 연구가 진행되기 어렵기 때문이다. 따라서, 비록 현장은 아니지만 모의 상황에서 다양한 연구들을 통해 더 효과적인 탐지 수행에 필요한 시사점이나 활용방안 정보를 제공할 필요가 있다. 이에 본 연구의 목적은 가상 수화물 검사 프로그램(Simulated Baggage Screening Program: SBSP) 개발/활용하여 탐지 수행에 대한 정보 제시 즉 피드백이 수행에 미치는 효과를 검증하는 것이다.

2. 방법

2.1. 실험 참가자 및 실험 상황

본 연구의 참가자는 C 대학 학부생 50명이었다. 남학생이 23명(46%), 여학생이 27명(54%)이었고 평균연령은 23.24세($SD=3.35$)였다. 모든 참가자들은 오른손 잡이였고 교정시력은 1.0 이상으로 모두 정상 시력이었다. 실험 참가자들에게 전날 음주 자제와 충분한 수면을 요청하였다. 이는 수화물 검사에 영향을 미칠 수 있기 때문이었다. 실험은 컴퓨터 40대가 있는 실험실에서 진행되었고 연구자들이 각 컴퓨터에 본 프로그램을 설치하였다. 참가자들은 수행 정보 제시 집단과 통제 집단 중 하나의 집단에 무작위 배정(random assignment) 되었다.

2.2 실험 과제

본 연구를 위해 JAVA Script를 활용하여 가상 수화물 심사(신호 탐지) 과제를 개발하여 사용하였다. 과제는 전문 프로그래머에게 의뢰하여 개발하였다. 수화물 심사 프로그램의 대략적인 개요는 다음과 같다. 프로그램을 실행하면 컴퓨터 스크린에 가상항공보안 과제라는 이미지가 제시되며, 실험 과제 이미지는 연구자가 직접 조합할 수 있었다. 원하는 가방의 이미지와 가방 안에 들어갈 일반물품과 위험물품들을 선택할 수 있었다(Fig. 1 참조).

가방 안에 들어갈 일반 물품의 수는 상(40개)/중(30개)/하(20개) 중에서 선택하면 각 물품 폴더에서 무선으로 선택하여 가방이 채워졌다. 그리고 이미지별로 선택한 위험물이 포함될지 여부를 결정하여 1개 이미지를 만들 수 있었다(Fig. 2. 참조). 물체는 성질 혹은 밀도에 따라 엑스레이 투과율을 반영하여 자동으로 파랑/주황/녹색으로 변경되었고 위험 물품의 위치와 방위, 각도, 중첩 여부는 무작위로 배정되었다. 연구자가 1개씩 만들어지는 이미지를 보고 연구목적에 맞는 이

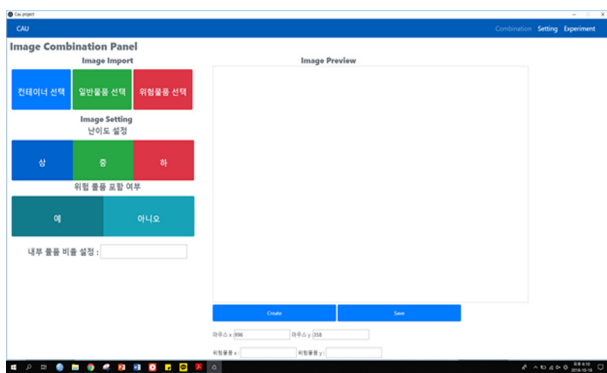


Fig. 1. Experimental task image combination of SBSP.

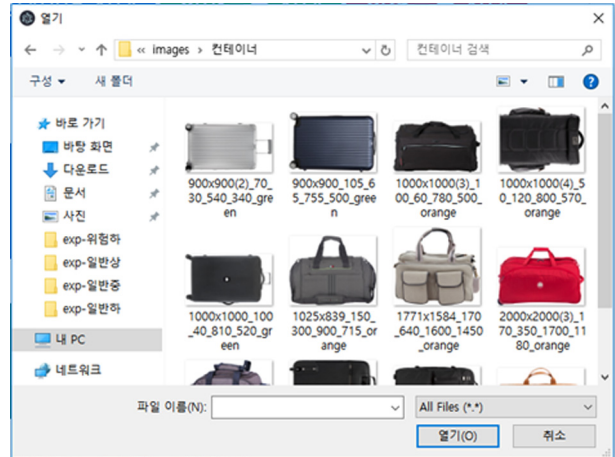


Fig. 2. Selection of bag image in SBSP

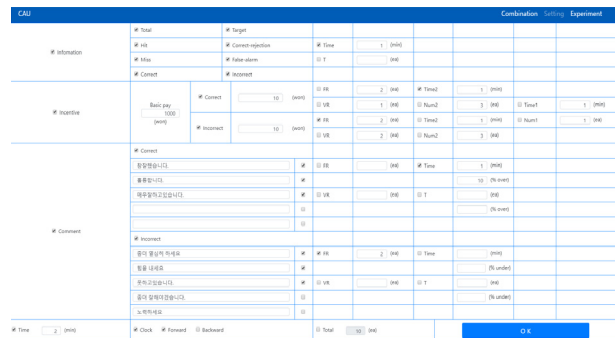


Fig. 3. Options of feedback, incentive, comment in SBSP.

미지를 선택할 수 있었고, 전체 이미지 수, 위험물품 출현 비율도 연구자가 결정할 수 있었다.

그리고 효과적인 수화물 탐지 훈련이 가능하도록 개인의 탐지 수행에 대한 정보를 제공할 수 있는 옵션을 추가하였다. 정보는 수행(적중, 탈루, 오경보, 정기간) 관련 정보(information), 수행에 대한 보상금(incentive) 증가와 감소, 그리고 평가적인 코멘트(comment)를 실시간, 과제 수별, 시간별로 연구자의 설정에 따라 자동으로 제공할 수 있도록 하였다(Fig. 3. 참조).

실험 참가자가 시작이미지의 우측 상단의 실험(Experiment) 부분을 클릭하면 이름을 입력하게 되어었고 이름을 입력한 뒤 확인을 누르면 바로 실험이 시작되었다. 수화물 이미지가 제시되었을 때, 수행자가 표적 신호가 있다고 판단되는 경우에는 과제 화면 아래에 있는 적발이라는 버튼을 마우스로 클릭하고 표적 신호가 없다고 판단되면 통과 버튼을 클릭하게 하였다. 수행자가 바로 이전 이미지를 다시 보고 싶을 때는 뒤로 버튼을 누르면 이전 이미지로 돌아갈 수 있게 하였다. 개인의 수행정보(적중, 탈루, 오경보, 정기간, 반응 시간 등)는 컴퓨터에 자동으로 계산되어 저장되었다.



Fig. 4. Simulated Screening Task Image(left: gun, right: knife)

수화물 검사에서 탐지해야 할 위험 물품은 매우 다양하지만 본 연구에서는 기존 선행연구들에서 많이 사용되어왔고, 위험도가 큰 칼, 총으로 2가지 물품을 선정하였다(Fig. 4 참조). 각 물품은 유사한 형태로 2가지 이미지로 제작되었으며 참가자들은 총 4가지 이미지를 위험 물품으로 적발해내야 했다.

각 참가자는 총 200개의 수화물 이미지를 탐색하였고 이 중 10%인 20개에 표적 신호(위험 물품)가 포함되어 있었다. 위험물품이 포함된 이미지에는 칼, 그리고 총이 각각 10개씩 포함되어 있었다.

2.3 독립변인과 종속변인

본 연구의 독립변인은 수화물 검사 시 제공되는 수행에 대한 정보 제공 유무였다. 적중, 탈루, 오경보, 정기각 개수에 대해 실시간으로 탐지 수행 정보를 제공하였다(Fig. 5. 참조).

종속변인은 적중(hit), 탈루(miss), 오경보(false alarm), 정기각(correct rejection) 비율, 수행시간(performing time)이었다. 적중은 위험 물품이 존재할 때 참가자가 위험 물품이 존재한다고 결정한 비율, 탈루는 위험 물품이 존재할 때 참가자가 위험 물품이 없다고 결정한 비율, 오경보는 위험 물품이 없을 때 참가자가 위험 물품이 존재한다고 결정한 비율, 정기각은 위험 물품이 없을 때 참가자가 위험 물품이 없다고 결정한 비율로, 수행 시간은 과제시작부터 종료 때까지의 시간으로 정의하였다(Table 1 참조). 적중과 탈루의 합 그리고 오경보와 정기각의 합은 100%이다.



Fig. 5. Image of providing information feedback.

Table 1. Definitions of results of screening tasks

Performance	Definition
Hit	If the threatening signal is present the participant decide that it is present
Miss	If the threatening signal is present the participant decide that it is absent
False alarm	If the threatening signal is absent the participant decide that it is present
Correct rejection	If the threatening signal is absent the participant decide that it is absent
Time	Total time performing total 200 tasks

그리고 적중과 오경보 값을 가지고 수화물 검색과제 수행에 대한 다양한 정보를 줄 수 있는 반응 민감도(정확성, sensitivity, d')와 반응 기준(criteria, β) 지수를 산출하였다. 민감도 값은 클수록 더 정확하게 판단(반응)했다는 것을 의미한다. 반응 기준 점수는 양수인 경우에는 보수적인 방향으로 음수인 경우에는 더 모험적인 방향으로 반응이 편향되었다는 것을 알 수 있고 '0'인 경우에는 편향되지 않은 것으로 해석된다¹⁸⁾.

2.4 실험 절차

참가자들은 본 실험 전 오리엔테이션에 참가했다. 연구자는 본 연구의 목적과 실험절차에 대해서 소개한 뒤 연구 참가자 동의서를 받았다. 위험 물품의 이미지들, 과제 수행 방법 그리고 수행 규칙이 포함된 유인물을 모든 참가자에게 나눠준 뒤 개발된 SBSP와 과제 수행 방법을 설명하였다. 시연은 각 위험 물품 별로 3번씩 총 6회를 실시하였으며 5분 정도 연습한 후 궁금증에 대한 질의 응답시간을 가졌다.

오리엔테이션 다음 날부터 본 실험을 실시하였다. 다시 한번 과제에 대해 간단하게 설명을 마친 후 과제 예시들이 들어있는 유인물을 나눠주고 5분 정도 유인물을 넘기면서 본 실험 과제에 대해 연습하게 하였다.

연습 종료 후 총 200개의 과제를 실시하였다. 과제 수행에 제한시간은 없었지만, 공항에서 수화물 검사를 실시하는 상황과 유사하게 최대한 빠른 시간 내에 정확하게 찾아달라고 요청하였다. 200개 과제가 완료되면 프로그램은 자동 종료되었다. 모든 절차가 완료되면 각 참가자는 참가비를 받은 후 본 연구 목적에 대한 설명(debriefing)을 다시 받고 귀가하였다.

3. 연구 결과

3.1. 탐지 수행

Tab 2에는 실험 조건에 따른 탐지 수행의 평균, 표준편차가 제시되어 있다. 적중($M=68.3%$)과 정기각($M=95.40%$)

Table 2. Means and standard deviations of detection performance across experimental conditions

Variable	Condition	M	SD
Hit	Information	68.30	9.43
	None	59.50	6.54
Miss	Information	31.70	9.43
	None	40.50	6.54
False Alarm	Information	4.59	5.12
	None	8.33	7.08
Correct Rejection	Information	95.40	5.11
	None	91.68	7.08
Time	Information	1278.52	355.23
	None	837.84	221.29
d'	Information	.77	1.25
	None	-.77	1.29
Beta	Information	-.09	.68
	None	.09	.67

반응 민감도($M=.77$)는 탐지 수행에 대한 정보 제공을 받은 집단의 평균이 더 높은 것으로 나타났고, 탈루($M=40.5\%$)와 오경보($M=8.33\%$), 반응 기준($M=.09$)은 탐지 수행에 대한 정보를 받지 않은 집단이 더 높았다. 수행 시간은 탐지 수행에 대한 정보를 받은 집단이 더 긴 것으로 나타났다 (Table 2 참조).

실험 조건에 따른 탐지 수행에 유의미한 차이가 있는지 검증하기 위해 독립 t 검증을 실시하였다. 분석 결과 실험 조건에 따라 적중/탈루($t(48) = 3.84, p < .01$), 오경보/정기각($t(48) = -2.14, p < .01$), 반응민감도($t(48) = 4.29, p < .01$), 수행 시간($t(48) = 5.27, p < .01$)에서 유의미한 차이가 있었다. 하지만 반응 기준에서는 실험 조건에 따라 유의미한 차이가 없었다 (Table 3 참조).

Table 3. Results of independent t-test for detection performance

Variable	MD	SE	t	p
Hit/Miss	8.88	2.29	3.84	.00
False Alarm/Correct Rejection	-3.73	1.75	-2.14	.00
Time	440.68	83.70	5.27	.00
d'	1.54	.36	4.29	.00
β (beta)	-.19	.19	-.99	.33

Note. $d' = Z(\text{Hit}) - Z(\text{False Alarm})$; $\beta = -[Z(\text{Hit}) + Z(\text{False Alarm})] / 2$

4. 논의

본 연구의 목적은 가상 수화물 검사 프로그램(SBSP) 개발하고 SBSP에서 제공하는 정보가 가상의 탐지 수행에 미치는 효과를 검증하는 것이었다. 연구결과, 정

보를 제공했을 때 적중과 정기각이 증가하여 반응 정확도가 유의미하게 증가하는 것으로 나타났고 오경보와 탈루는 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 반응 기준은 유의미한 차이가 없었다. 이러한 연구결과는 CBT를 활용하여 훈련했을 때 수행이 증가하고 잘 유지되었다는 기존 선행 연구들^{1,2)}, 그리고 탐지 수행에 대한 정보 제공이나 탐지 수행을 최적하기 위한 각종 개입들을 적용했을 때 수행이 더 증가했다는 연구결과^{13,14)}와도 일치하고 있다.

이러한 연구결과는 SBSP를 활용한 정보 제공이 탐지 수행을 증진시키는 데 효과적일 수 있으며, SBSP가 더 빠르게 탐지 수행을 훈련시킬 수 있는 도구로 기능할 수 있음을 보여주는 것이다. 또한, 훈련 시에 수행에 대한 정보를 제공하는 기능을 추가하는 것을 고려할 필요가 있음을 시사한다. 그리고 현장에서도 위험 물품을 직원들이 발견했을 때 정보를 제공한다면 더 나은 수행을 보일 가능성이 있다.

본 연구에서 흥미로운 점은 정보를 받은 집단의 수행이 8.8% 높았지만 68.3%로 높은 수준이 아니었다는 점이다. 본 연구에서 사용한 위험물품은 위협도가 높은 총과 칼이었다. 위협도가 높은 물품의 경우 위협 우세 효과(threat-superiority effect)^{12,29)}가 나타나 선택적 주의를 유도하기 때문에 일반적으로 이러한 위협성이 높은 물품은 높은 탐지율을 보인다. 하지만 본 연구에서는 탐지율이 높지 않았다. 이러한 결과는 단순히 위협 물품이기 때문에 탐지가 잘 되는 것이 아니라 다른 변인이 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다. 이는 본 연구에 참여한 대학생의 경우 평소 다양한 칼과 총의 이미지에 대한 충분한 지식이 없을 가능성이 높고 특히 엑스레이 이미지에 대한 지식은 거의 없었기 때문일 수 있다. 따라서 다양한 위협 물품에 대한 엑스레이 이미지 학습과 지식이 탐지 수행에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과를 일반화하는 것에 대한 여러 한계점이 존재한다. 우선 효과검증이 1회에만 그쳤다는 점이다. 그리고 정보를 받은 집단의 수행 시간이 더 오래 걸렸다는 것이다. 이러한 수행시간 증가에는 탐색 시간과 정보 확인 시간이 함께 포함되어 있다. 구체적으로 실험 참가자들은 탈루 및 오경보와 같은 용어를 구분하여 인식하고, 각 영역별 자신의 시각 탐지 수행 정보를 확인하였다. 그리고 이러한 정보를 바탕으로 부족한 부분의 수행을 보완하기 위해 화면을 탐색하는 더 많은 시간을 소요했을 가능성이 있다. 이러한 요인들이 탐지 속도를 증가시켰을 것이라고 판단된다. 하지만 본 연구에서는 정보 확인시간과 화면 탐색 시간

을 구분하지 못하였다. 따라서 여러 회기동안 훈련을 반복하면서, 탐색 수행 결과와 수행시간 등에 대한 체계적인 분석 및 검증이 필요하다.

이와 관련하여 Schwaninger와 Hofer¹⁶⁾의 CBT를 활용한 연구에서는 4개월 간 4회의 훈련동안 지속적으로 반응시간이 감소하면서 반응 민감도가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 몇 번의 훈련을 통해 높은 수준의 탐지율과, 반응 민감도를 획득할 수 있는지에 대한 더 장기적인 연구가 필요하다. 특히 정보 없이 계속 반복하는 학습효과보다 얼마나 빠르고 효과적으로 탐지수행을 증가시키는지의 파악할 필요가 있다.

그리고 탐지 수행을 하고 있는 재직자나 충분히 훈련을 받은 참가자였다면 다른 결과가 도출될 가능성이 높다는 점이다. Schwaninger와 Hofer¹⁶⁾의 연구에서도 현직자의 탐지율이 초보자 보다 더 높았다. 그리고 Hardmeier 등²⁾의 연구에서는 위험 물품에 대한 CBT 훈련을 통해 재직자 86명을 대상으로 재인 검사를 실시하고 17개월 동안의 자료 수집을 통해 재인 검사 점수와 반응 민감도와의 준거관련 타당도가 $r=.51$ 로 높은 것으로 나타났다. 다만, 현장에서 실질적으로 수행에 대한 정보를 즉각적으로 제공하는 것은 다소 제한된다. 따라서 후속연구에서는 본 연구에서 개발된 프로그램을 통한 훈련이 현장에서의 재직자에게도 효과가 있는지에 대한 검증이 필요하다.

이외에도 본 연구에서 위험 물품 출현율은 10%였다. 하지만 실제 현장에서 위험물품 탐지율은 약 0.2%~2% 정도 인 것으로 알려져 있다^{5,11)}. 그리고 신호의 출현 비율이 높을수록 탐지율은 증가하고 오류율은 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 후속 연구에서 더 낮은 출현율에서 정보 제공의 영향이 어떻게 달라지는 지에 대해 검증한다면 연구결과를 일반화하는데 더 도움이 될 수 있을 것이다.

출현율 외에도 기존 연구에 따르면, 탐색 시작 후 30분 정도에서 급격하게 탐지 수행이 감퇴하는 것으로 나타났다^{30,31)}. 하지만 다른 연구에서는 작업부하가 높을 때는 연속 2시간 이후부터 피로가 급격히 증가한다³²⁾고 하였다. 따라서 탐지율이 떨어지고 탈루율이 증가하는 시간대를 확인, 적절한 탐색 시간이 어느 정도 인지를 확인해 볼 필요가 있다. 이러한 연구들이 진행된다면 보안 검색 근무자들의 교대 근무 주기에 대한 시사점을 제공해줄 수 있을 것이다.

본 연구에서는 총, 칼과 같이 위협도가 높은 위험 물품으로 실험을 진행하였다. 하지만, 실제 현장 상황에는 다양한 위험 물품이 존재한다. 총, 칼은 밀도가 높아 엑스레이 이미지 상 유사한 색상으로 나타나, 위험

물품 자체가 아닌 색상으로 탐지가 유도되었을 가능성이 있다. 향후 후속 연구에서는, 주황색과 녹색으로 나타날 수 있는 액체류, 전기 충격기 등 다양한 위험 물품들을 대상으로 한 연구들이 진행될 필요가 있다.

마지막으로 좀 더 현실적인 이미지를 사용할 필요가 있다. 실제 엑스레이 이미지를 구할 수 있다면 이 이미지를 활용하여 SBSP의 과제 이미지로 활용할 수 있을 것이다. 따라서 공항의 도움이나, 관련 기관의 도움을 통해 총과 칼 외에 더 다양한 위험 물품과 배경물품에 대한 이미지 구축하여 현장과 더 유사한 프로그램을 활용하여 연구를 진행할 필요가 있다.

비록 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 스트레스 및 피로와 같이 개인의 직무부하에 초점을 둔 국내연구⁸⁻¹⁰⁾에 비해 탐지 수행을 증진시킬 수 있는 처치방안에 대해 모색하였다는 점에서 차별성을 가지고 있다. 이미 국외 연구자들은 시각 탐지 수행 향상에 직접적 초점을 맞춘 시지각적 특성, 인센티브 사용, 자동화에 대한 연구들^{11,13-16)}을 진행해 왔다. 본 연구는 이러한 연구 흐름에 부합하는 연구이고 특히 비용적인 측면에서 우수한 정보제공의 효과를 검증함으로써 탐지 수행 향상에 좀 더 효율적인 처치를 개발하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

지속적인 관련 연구를 통해 현장에서 적용 가능한 개입들을 고안하고 탐지 수행에 영향을 미치는 인적요인에 대한 이해가 증진된다면 항공 안전에서 중요한 수화물 심사에 실질적인 이점을 제공할 수 있을 것이다.

감사의 글: 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2016R1D1A1B03936030).

References

- 1) S. M. Koller, D. Hardmeier, S. Michel and A. Schwaninger, "Investigating Training, Transfer and Viewpoint Effects Resulting from Recurrent CBT of X-Ray Image Interpretation", *Journal of Transportation Security*, Vol. 1, No. 2, pp. 81-106, 2008.
- 2) D. Hardmeier, F. Hofer and A. Schwaninger, "The X-ray Object Recognition Test (X-ray ORT)-a Reliable and Valid Instrument for Measuring Visual Abilities needed in X-ray Screening", In *Security Technology*, 2005. CCST'05. 39th Annual 2005 International Carnahan Conference on (pp. 189-192). IEEE. 2005, October.
- 3) T. Frank, "Most Fake Bombs Missed by Screener", *USA Today*, 2007, October 17.

- 4) D. H. Harris, "How to Really Improve Airport Security", *Ergonomics in Design*, Vol. 10, No. 1, pp. 17-22, 2002.
- 5) L. C. Hogan, M. Bell and R. Olson, "A Preliminary Investigation of the Reinforcement Function of Signal Detections in Simulated Baggage Screening: Further Support for the Vigilance Reinforcement Hypothesis", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 29, No. 1, pp. 6-18, 2009.
- 6) Korean Tax Finance Newspaper, "The Last Five Years, 34 Seized Possession of Gun in Airplane, Security Search is Poor", 2017. 10. 25.
- 7) J. S. McCarley, A. F. Kramer, D. D. Wickens, E. D. Vidoni and W. R. Boot, "Visual Skills in Airport-security Screening", *Psychological Science*, Vol. 15, No. 5, pp. 302-306, 2004.
- 8) Y. S. Yoon, Y. W. Woo and S. R. Lee. "Fatigue and Stress of Air Traffic Controllers in Korea", *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Flight*, Vol. 20, No. 1, pp. 75-83, 2012.
- 9) Y. S. Park, "Review: A Study on Pilot Fatigue Relating to Safety Operations", *Journal of The Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 13, No. 2, pp. 63-71, 2005.
- 10) D. H. Choi, "Impact of Job Stress on the Burnout in Airline Employees: Using Moderate variable Job Position" *Journal of Tourism*, Vol. 29, No. 5, pp. 23-39, 2014.
- 11) J. M. Wolfe, T. S. Horowitz and N. M. Kenner, "Rare Items Often Missed in Visual Searches" *Nature*, Vol. 435, p.439, 2005.
- 12) H. Park, H. Son and J. Park, "Characterizing Information Processing in Visual Search According to Probability of Target Prevalence", *Korean Journal of Cognitive Science*, Vol. 26, No. 3, pp. 357-375, 2015.
- 13) H. Weiner, "Some Effects of Response Cost Upon Human Operant Behavior", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, Vol. 5, No. 2, pp. 201-208, 1962.
- 14) P. Madhavan, F. C. Lascon, C. Gonzalex and P. C. Brennan, "The Role of Incentive Framing in Training and Transfer of Learning in a Visual Threat Detection Task", *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 26, pp. 194-206, 2012.
- 15) A. Schwaninger and F. Hofer, Evaluation of CBT for Increasing Threat Detection Performance in X-ray Screening. 147-156. In K. Morgan, and M. J. Spector (Eds), "The Internet Society: Advances in Learning, Commerce and Security", WIT Press, 2004.
- 16) N. Hättenschwiler, Y. Sterchi, M. Mendes and A. Schwaninger, "Automation in Airport Security X-ray Screening of Cabin Baggage: Examining Benefits and Possible Implementations of Automated Explosives Detection", *Applied Ergonomics*, Vol. 72, pp. 58-68, 2018.
- 17) K. Moon, "Effects of the Field Complexity and Type of Target Object on the Performance of the Baggage Screening Task for Improving Aviation Safety", *The Journal of Korea Contents Association*, Vol. 18, No. 11, pp. 484-492, 2018.
- 18) S. M. Berger and T. M. Ludwig, "Reducing Warehouse Employee Errors Using Voice-assisted Technology that Provided Immediate Feedback", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 27, No. 1, pp. 1-31, 2007.
- 19) D. Goomas, and T. D. Ludwig, "Computerized Immediate Feedback Increases Product Recall Efficiency Due to Interlocking Contingencies in Food Manufacturing", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 37, No. 1, pp. 96-106, 2017.
- 20) D. Goomas and T. D. Ludwig, "Standardized Goals and Performance Feedback Aggregated Beyond the Work Unit: Optimizing the Use of Engineered Labor Standards and Electronic Performance Monitoring", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 39, pp. 2425-2437, 2009.
- 21) K. Moon and S. Oah, "A Comparison of the Effects of Feedback and Prompts on Safe Sitting Posture: Utilizing an Automated Observation and Feedback System", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 33, No. 2, pp.152-162, 2013.
- 22) A. C. Daniels and J. A. Daniels, "Performance Management: Changing Behavior that Drives Organizational Effectiveness", Atlanta, GA: Aubrey Daniels International, 2004.
- 23) D. M. Prue and J. A. Fairbank, "Performance Feedback in Organizational Behavior Management: A Review," *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol.3, pp.1-16, 1981.
- 24) T. O. Loughrey, G. K. Marshall, A. Bellizzi and D. A. Wilder, "The Use of Video Modeling, Prompting, and Feedback to Increase Credit Card Promotion in a Retail Setting", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 33, No.3, pp. 200-208, 2013.
- 25) R. Tilka and D. A. Johnson, "Coaching as a Packaged Intervention for Telemarketing Personnel", *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 38, No.1, pp. 49-72, 2018.
- 26) K. Noh, S. Oah and K. Moon, "The Effect of Behavior Based Safety Program on Safe Behaviors of Bus Drivers and Passengers: A Field Case Study", *J.e Korean Soc. Saf.*, Vol. 33, No. 1, pp. 109-117, 2018.
- 27) E. Choi, D. A. Johnson, K. Moon and S. Oah, "Effects of

- Positive and Negative Feedback Sequence on Work Performance and Emotional Responses”, *Journal of Organizational Behavior Management*, Vol. 38, pp. 97-115, 2018.
- 28) K. Lee, H. Cho, S. Oah and K. Moon, “The Relative Effects of Feedback Frequency and Specificity of Eco-IVIS on Fuel Efficiency and Workload”, *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 30, No. 6, pp. 132-138, 2015.
- 29) E. Fox, L. Griggs, and E. Mouchlianitis, “The Detection of Fear-relevant Stimuli: Are Guns Noticed as Quickly as Snakes?”, *Emotion*, Vol. 7, No. 4, pp. 691-696, 2007.
- 30) N. H. Mackworth, “The Breakdown of Vigilance During Prolonged Visual Search” *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 1, No. 1, pp. 6-21, 1948.
- 31) R. Parasuraman, Vigilance, Monitoring and Search, In K. Voff, L. Kaufman, & J. Thomas (Eds.), “*Handbook of Perception and Human Performance*, Vol. 2: Cognitive Process and Performance” (pp. 43.1-43.39). New York: Wiley, 1986.
- 32) M. B. Spencer, A. S. Rogers and C. L. Birch, “A Diary Study of Fatigue in Air Traffic Controllers during a Period of High Workload”, *Shiftwork International Newsletter*, Vol. 16, p. 88, 1999.