

실습선 승선기간에 의한 승선 집단별 피로도 분석에 관한 연구

김승연* · 박유진** · 이윤석***†

* 한국해양대학교 대학원, ** 한국해양대학교 외래강사, *** 한국해양대학교 선박운항과

A Study on the Fatigue Analysis by the Boarding Period on Training Ship

Seungyeon Kim* · Youjin Park** · Yunsok Lee***†

* Graduate school of Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Republic of Korea

** Adjunct Professor of Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Republic of Korea

*** Division of Ship Navigation, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Republic of Korea

요약 : 승무원의 피로는 해양사고의 주요 원인으로 인식되고 있다. 해양사고 원인의 대부분을 차지하는 인적오류를 예방하기 위한 다양한 방안이 강구되고 있으나 인적요인에 직접적인 영향을 미치는 승무원의 피로에 관한 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정이다. 본 연구는 교원·학생·직원, 그리고 남성·여성과 같이 다양한 승선경력 및 업무 형태를 가지고 있는 실습선 한바다호 승무원 128명을 대상으로 87일간의 해양실크로드 항해탐험 동안 이들의 피로도 변화를 분석하였다. 승선기간에 따른 승무원의 피로도 변화는 설문조사와 간호사의 개별 면담을 통해 이루어졌고, 수집된 데이터는 정량적인 통계 처리를 실시하여 피로도 요인으로 분류한 후, 승선 집단별로 피로도 요인의 변화를 비교하였다. 연구 결과 승무원의 피로도 요인은 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도로 분류되었고, 승선기간에 따른 직위별, 성별 피로도 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과, 직위별로는 교수·부원 집단이 학생 집단보다 정신적, 신체적 피로도를 더 많이 느끼는 것으로 나타났고, 성별로는 여성 승무원이 남성 승무원에 비해 신체적 피로도를 더 많이 느끼는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 해양사고, 피로도, 인적요인, 장기 항해, 승무원, 정신적 피로, 생리적 피로, 신체적 피로

Abstract : Crew fatigue has been recognized as a major cause of maritime accidents. Systematic study on crew fatigue has a direct impact on the human factor, but the various measures being taken to prevent human error account for most of the causes of marine accidents situation are still insufficient. In this study, 128 people who have a variety of career and job types boarded the T/S Hanbada were analyzed the changes of fatigue during the 87-days a Maritime Silk Road Sailing Expedition. Crew fatigue was measured by period of time onboard classified as mental, physiological and physical changes through survey responses and individual interviews of nurses. Also, it was identified the fatigue factor through quantitative statistical analysis. As a result of repeated measures analysis of variance for the changes of fatigue in position and gender criteria in accordance with boarded period, the position-specific analysis was that Professor-Rating group has appeared to feel more mental and physical fatigue than the student population. Also, the results of fatigability about the sex-specific analysis have been found that women feel more physical fatigue than men.

Key Words : Marine accidents, Fatigue, Human factor, Long-term voyage, Crew, Mental fatigue, Physiological fatigue, Physical fatigue

1. 서론

해양안전심판원의 통계연보에 따르면 국내 해양사고 발생건수는 매년 약 280여건이고, 2011년부터 2015년까지 최근 5년간 발생한 총 1,394건의 해양사고 중 경계소홀, 조선 부적절, 선위확인 소홀 등의 인적 운항과실로 인해 발생한 해양

사고의 비율은 약 82.0%로 나타났다(Korea Maritime Safety Tribunal, 2016). 특히, 해양사고의 발생원인 중 큰 부분을 차지하고 있는 인적요인 중에서 항해사의 피로누적은 해양사고를 유발하는 영향도 측면에서 매우 중요한 요인이 되는 것으로 알려져 있다(Arslan and Er, 2007).

해양사고에 있어 승무원의 피로가 주요 원인으로 인식됨에 따라 선원피로의 방지, 관리, 감소를 위한 개인 차원의 연구뿐만 아니라 IMO와 EU와 같은 국제기구와 국가 차원의 연구들도 활발하게 진행되어 오고 있다. 그러나 승무원의

* First Author : sykim7@kmou.ac.kr, 051-410-4474

† Corresponding Author : lys@kmou.ac.kr, 051-410-5098

피로에 관한 연구들은 주로 개략적이거나 빈도 조사 위주의 연구가 대부분으로 이에 대한 보다 체계적이고 심층적인 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 승무원의 과실을 유발시키고 해양사고의 주요 원인으로 작용하는 승무원의 피로에 대한 보다 체계적이고 심층적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 실습선 승무원을 대상으로 선박의 안전한 운항을 위해 관리되어야 할 승무원의 피로도 요인을 분류하고, 승선기간에 따라 실습선 승무원의 피로도가 직위별로 그리고 성별로 어떤 차이를 보이는지 분석하고자 한다.

2. 승무원의 피로도 연구 동향

일반적으로 피로는 수면이나 휴식부족, 그리고 신체적인 힘을 소비한 후 호소하게 되는 정상적이고 일상적인 경험이라고 할 수 있다. 피로의 상태는 인간의 기능 작용 저하나 손실을 초래하게 되는데, 인간의 기능 작용은 여러 장기의 생리학적 기능과 신체적, 정신적 행위에 의해 영향을 받는다(Chang et al., 2005). 국제해사기구(IMO, 2001)에서는 피로에 대해 “일반적으로 장기적인 정신적, 신체적 노동 및 장기적인 불안감과 힘든 환경에 대한 노출 혹은 수면 부족으로 인해 지치고 나른해지거나 졸린 상태를 말한다. 피로한 결과, 기능이 손상되고 민첩함이 감소된다”고 설명하고 있다. Rhodes and Gil(2002)은 해양사고를 일으키는 요소로 작용하는 피로도를 이해하기 위한 기본 개념으로 수면(Sleep)과 인간의 생체시계 및 24시간 주기리듬(Biological Clock & Circadian Rhythm), 스트레스(Stress) 등을 제시하였다.

항해사의 피로요인에는 대한 연구에 따르면 피로요인은 수면시간, 스트레스, 건강상태, 휴식시간 등이 있고, 이 중에서 가장 중요도가 높은 피로요인은 수면시간인 것으로 나타났다(Cho et al., 2010).

선박에 승선 중인 우리나라 해기사들의 피로도에 관한 연구에서는 항해 근무 중 약 50%의 항해사가 피로를 느끼고 있으며 이들은 정신적 피로에 비해서 신체적 피로를 상대적으로 더 많이 느끼는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 피로도는 충돌위험성에 대한 인식능력을 저하시키고 각종 해양사고에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다(Yang, 2012).

해양사고에 있어 승무원의 피로가 주요 원인으로 인식됨에 따라 개인 차원의 연구뿐만 아니라 국제기구와 국가 차원의 연구들도 활발하게 진행되어 오고 있다.

IMO 해상안전위원회(Maritime Safety Committee; MSC) 통신작업반에서는 선원의 피로를 해양사고를 일으키는 인간과 실 중에서 가장 중요한 요인으로 인식하고 2001년 5월 MSC 제74차 회의에서 피로방지 지침서 최종안을 제출하였다

(IMO, 2001). EU에서 진행한 Project Horizon Consortium(2012)에서는 선박에서 졸음, 피로가 당직자에게 미치는 영향과 당직 패턴에 따른 당직자의 피로도를 분석하고, 이를 줄일 수 있는 대책을 마련하고자 다양한 국적의 자격을 갖춘 참가자를 선발하여 선교, 기관실 및 화물 작업 형태의 시뮬레이터에서 실제 다양한 항해 시나리오에 따라 당직자의 피로도를 측정하였다. 그리고 2016년 2월 진행된 IMO HTW(Sub-Committee on Human Element, Training and Watchkeeping) 제3차 전문위원회에서는 선원 피로 지침(Guidance on Fatigue Mitigation and Management, MSC/Circ. 1014)의 세부 개정에 대해 논의하였는데, 여기에서는 현재의 선원 피로 지침에 최근의 선원 수면 연구와 해상에서의 피로 위험 관리에 대한 과학적 접근 방법을 포함하도록 개정 작업을 진행하고, 관련 모듈을 최신화하여 9개에서 6개로 통합하였다(IMO, 2016).

이와 같은 선원 피로 지침의 개정에 따라 국내에서도 선원용 피로위험관리시스템 개발에 대한 연구가 진행되고 있다(Kim et al., 2015).

3. 연구 방법

3.1 연구 표본 및 조사 방법

승선기간에 따른 승무원의 피로도 변화를 살펴보기 위해 2014년 9월 15일부터 2014년 12월 10일까지 약 87일간 중국, 베트남, 인도네시아, 말레이시아, 인도, 오만, 이란, 스리랑카 등 총 13개국에 대하여 항해를 실시한 실습선 한바다호 승무원 128명을 대상으로 자기평가(Self assessment) 방식의 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 항해 초반인 항해 시작 후 1개월(2014년 10월 17일) 시기와 하선 직전(2014년 12월 7일) 시기에 실시하였고, 항해 중반인 항해 시작 후 두 달이 되는 시기는 싱가포르 기항 중인 관계로 설문조사를 생략하였다.

설문지는 식사량, 수면시간, 모발상태, 피부변화, 대소변, 운동시간, 개인 신체 건강 변화, 신경질 및 짜증 빈도, 의욕 및 활력성, 집중력 및 성취도, 고독감 및 외로움, 피로감 및 스트레스, 그리고 개인 정신 건강 변화에 대해 질문하는 문항 13개와 장기 항해에 따른 본인의 신체 리듬 변화가 가장 먼저 나타나는 신체 부위와 특징, 장기 항해에 따른 개인 습관의 변화, 기상 악화 또는 황천 항해가 신체 리듬 변화에 미치는 영향과 변화에 대한 자유 기술 문항 3개를 포함하여 총 16개 문항으로 구성하였다.

승선기간에 따른 승무원들의 피로도 변화는 해당 문항에 대한 승선 직전의 자신의 피로도 상태를 “0”으로 설정하고 이것을 기준으로 승선기간 경과에 따른 피로도 상태를 -5(승선 직전에 비해 피로도 매우 불량)에서부터 5점(승선 직

전에 비해 피로도 매우 양호)에 이르는 등간 척도를 이용하여 평가하도록 하였다. 피로도 관련 설문조사의 신뢰성과 자기평가의 정확성을 향상시키기 위해 실습선에 동승한 간호사가 무작위로 승무원의 20%를 선정한 후 건강 상태 및 신체 리듬 변화 등을 주기적으로 상담하였고, 응답자들의 설문 응답에 대하여 객관성을 체크하였다.

분석을 위한 모든 통계 처리는 IBM SPSS Statistics Ver. 22.0을 이용하였다.

설문에 참여한 자기평가 대상자는 Table 1에서 보는 바와 같이 직위별로 교수 6명(4.7%), 사관 8명(6.3%), 부원 22명(17.2%), 학생 92명(71.9%)이었고, 연령대별로 20대 99명(77.3%), 30대 4명(3.1%), 40대 12명(9.4%), 50대 13명(10.2%)이었다. 그리고 성별로는 남성 112명(87.5%), 여성 16명(12.5%)이었고, 여성 승무원 중 사관 2명, 부원 2명, 그리고 학생은 12명이었다.

Table 1. Respondents' Characteristics

		Frequency	Percentage
Position	Professor	6	4.7
	Officer	8	6.3
	Rating	22	17.2
	Student	92	71.9
Total		128	100.0
Gender	Male	112	87.5
	Female	16	12.5
Total		128	100.0

3.2 변수 구성의 타당성 및 신뢰성 분석

승선기간에 따른 승무원의 피로도 변화와 관련된 요인들에 관한 공통요인을 파악하고 변수 구성의 타당성을 검증하기 위해 주성분 분석(Principal Component Analysis)과 배리맥스(Varimax) 회전을 사용하여 요인분석을 실시하였다. 우선 요인분석모형의 적합도를 판단하기 위한 KMO 계수(0.842)와 Bartlett의 구형성 검정치($p < 0.001$)는 모두 기준을 만족시키는 것으로 나타났다. 요인분석 결과 고유값(Eigen Value) 1을 기준으로 최종적으로 3개의 요인이 추출되었고, 요인적재량(Factor Loading)이 ± 0.4 이상이면 유의한 변수로 판단하였다. 추출된 3개의 요인은 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도 명명하였다. 정신적 피로도는 장기 원양항해로 인해 발생하는 정신적·심리적 탈진으로 정의하였고, 생리적 피로도는 장기 원양항해로 인해 발생하는 기본적인 생리 기능 저하로 정의하였다. 마지막으로 신체적 피로도는 장기 원양항해로 인해 발생하는 신체적 기능 저하로 정의하였다.

일반적인 선행 연구에서는 승무원 피로도가 정신적 피로도와 신체적 피로도로 분류되는데 반해, 본 연구에서는 요인분석 결과 이 두 피로도 요인 외에 생리적 피로도 요인이 추가로 분류되었다. 이것은 승선기간에 따른 식사량, 수면시간, 대소변과 같은 인간의 기본적인 생리 기능의 변화는 정신적 또는 신체적 피로도와는 별개로 승무원의 피로도와 관련된 또 다른 요인으로 작용하고 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

Table 2는 요인분석 결과로 추출된 3개의 요인과 구성 항목을 정리한 것으로 표에서 보는 바와 같이 정신적 피로도(Chronbach's $\alpha = 0.863$)는 피로감, 의욕, 신경질 빈도, 고독감, 정신 건강 변화, 집중력으로 구성되었고, 생리적 피로도(Chronbach's $\alpha = 0.648$)는 식사량, 수면시간, 대소변으로 구성되었다. 마지막으로 신체적 피로도는 운동시간, 신체 건강 변화, 피부변화, 모발상태로 구성되었다.

Chronbach's α 는 3개의 요인 모두 0.6 이상으로 나타나 각 요인에 묶인 측정항목들 간에 동질성이 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Factor's definition and variables

Factor	Definition	Variables
Mental fatigability	A condition of mental and psychological exhaustion by long-term voyage	a sense of fatigue, desire, nervousity, feeling of loneliness, mental health change, concentration
Physiological fatigability	A condition of physiological deterioration by long-term voyage	amount of food, sleeping hours, urine and feces
Physical fatigability	A condition of physical deterioration by long-term voyage	exercise hours, physiology health change, dermal change, hair condition

4. 피로도 항목별 통계 분석

승선기간이 승무원의 피로도에 미치는 영향을 알아보기 위해 대응표본 T-test를 실시하여 두 시기 즉, 승선 1개월 시기와 하선 직전 시기에 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도 각각에 대한 평균과 전체 피로도 평균을 비교하였다.

승선 1개월 시기(A)와 하선 직전 시기(B)에 각각의 피로도에 대한 평균 변화는 Fig. 1과 같다. 승선 직전의 피로도 상태를 "0"으로 설정하였을 때, 승선기간이 경과함에 따라 세 가지 피로도 요인의 평균이 낮아지는 것을 알 수 있다.

실습선 승선기간에 의한 승선 집단별 피로도 분석에 관한 연구

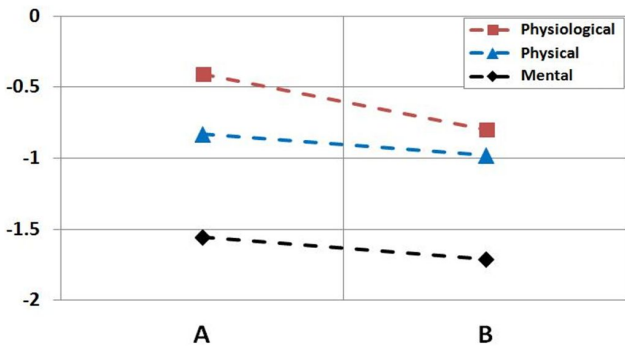


Fig 1. Change of average fatigability value with the period of embarkation.

Table 3에서는 승선 1개월 시기의 피로도 요인들의 평균값과 하선 직전 시기의 피로도 요인들의 평균값의 차이가 우연이 아니라 과연 통계적으로 의미있는지를 살펴보기 위해 대응표본 T-test를 실시한 결과를 보여주고 있다. 각각의 피로도에 대한 평균과 전체 피로도 평균은 하선 직전 시기에 더 낮게 나타났으며, 특히 두 시기 간에 생리적 피로도 ($p < 0.01$)와 전체 피로도 평균($p < 0.01$)은 의미있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 이를 통해 승선기간은 승무원의 피로도 저하, 특히 기본 생리 기능의 저하에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

Table 3. Paired T-test on average fatigability value between a month after embarkation(A) and just before disembarkation(B)

Factor	A	B	t
	Mean(SD)	Mean(SD)	
Mental fatigability	-1.553(1.101)	-1.708(1.236)	1.658
Physiological fatigability	-0.408(1.392)	-0.797(1.513)	3.237**
Physical fatigability	-0.832(1.398)	-0.978(1.009)	1.368
Average fatigability	-0.931(0.946)	-1.161(0.949)	3.358**

Level of significance : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5. 승선기간에 따른 집단별 피로도

5.1 직위별 피로도

승선기간에 따라 느끼는 피로도가 직위별로 차이가 있는지를 살펴보기 위해 직위(교수, 사관, 부원, 학생)와 검사 시기에 따른 피로도 변화에 대한 반복측정 분산분석을 실시하였다. 검사 시기는 승선 1개월 시기(A)과 하선 직전 시기(B)

로 구분된다.

승선기간 변화에 따른 직위별 피로도 요인들의 평균 변화를 보여주고 있는 Fig. 2, Fig. 3 그리고 Fig. 4에서 보는 바와 같이 학생 집단을 제외한 다른 3개의 집단에서 승선 1개월 시기에 비해 하선 직전 시기의 피로도 요인의 평균이 낮아지는 것을 알 수 있다.

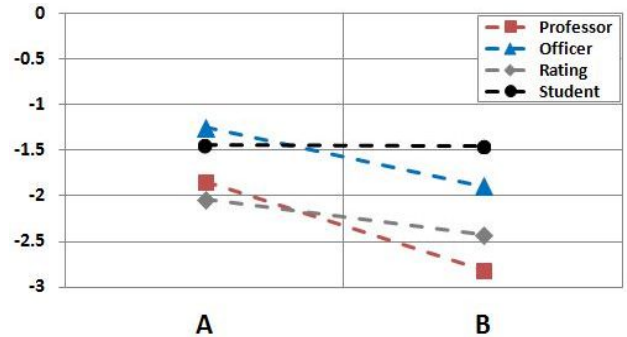


Fig 2. Change of average mental fatigability value.

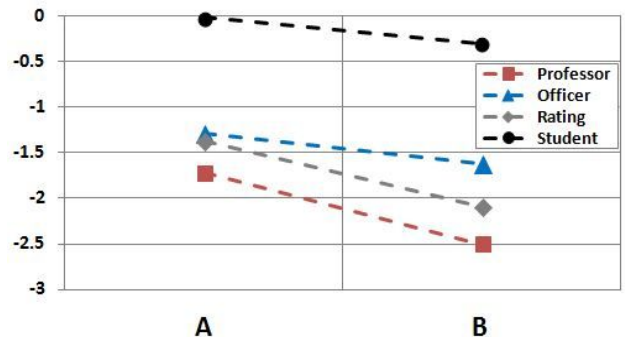


Fig 3. Change of average physiological fatigability value.

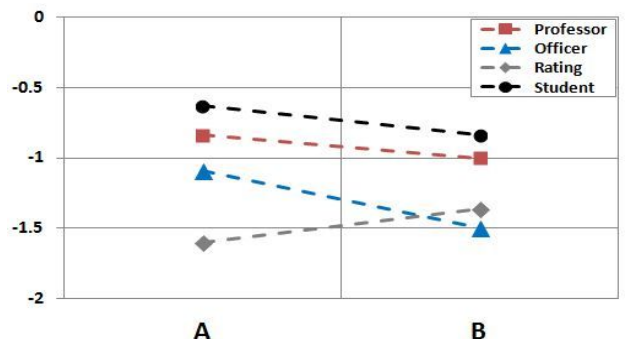


Fig 4. Change of average physical fatigability value.

승선 1개월 시기와 하선 직전 시기의 각 직위별 피로도에 대한 평균과 표준편차를 보여주는 Table 4와 Table 5에서 보는 바와 같이 승선 1개월 시기에서 부원 집단은 정신적 피로도, 신체적 피로도, 그리고 전체 피로도에서 평균이 가장

낮았고, 교수 집단은 생리적 피로도에서 평균이 가장 낮은 것으로 나타났다. 반면, 하선 직전 시기에서 교수 집단은 정신적 피로도, 생리적 피로도, 그리고 전체 피로도에서 평균이 가장 낮았고, 사관 집단은 신체적 피로도에서 평균이 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 4. Average and standard deviation in one month after embarkation

Factor	Mean(SD)			
	Professor	Officer	Rating	Student
Mental fatigability	-1.835 (1.066)	-1.250 (0.939)	-2.037 (0.785)	-1.445 (1.156)
Physiological fatigability	-1.723 (1.511)	-1.290 (1.000)	-1.365 (0.971)	-0.018 (1.314)
Physical fatigability	-0.833 (1.934)	-1.094 (1.356)	-1.602 (0.755)	-0.625 (1.434)
Average fatigability	-1.464 (1.504)	-1.211 (1.098)	-1.668 (0.837)	-0.696 (1.301)

Table 5. Average and standard deviation in just before disembarkation

Factor	Mean(SD)			
	Professor	Officer	Rating	Student
Mental fatigability	-2.807 (0.968)	-1.895 (0.757)	-2.423 (1.134)	-1.449 (1.210)
Physiological fatigability	-2.502 (0.753)	-1.624 (1.400)	-2.090 (1.256)	-0.304 (1.326)
Physical fatigability	-1.000 (1.246)	-1.500 (0.821)	-1.364 (1.032)	-0.839 (0.979)
Average fatigability	-2.103 (0.989)	-1.673 (0.993)	-1.959 (1.141)	-0.864 (1.172)

승선기간에 따른 직위별 피로도 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과를 보여주는 Table 6에서 승선시기에 따른 주효과는 정신적 피로도(F=10.768, p<0.01), 생리적 피로도(F=7.173, p<0.01), 전체 피로도 평균(F=11.673, p<0.01)에서 존재하는 것으로 나타났다. 이것은 승선시기에 따라 정신적 피로도, 생리적 피로도, 그리고 전체 피로도 평균이 다르다는 것을 의미하며, 본 논문에서는 승선 1개월 시기보다 하선 직전 시기에 정신적 피로도, 생리적 피로도, 그리고 전체 피로도 평균이 낮아지는 데 이것은 승선기간이 피로도 요인들에 의미 있게 작용하고 있다는 것으로 해석할 수 있다.

직위에 따른 주효과는 정신적 피로도(F=4.617, p<0.01), 생리적 피로도(F=18.496, p<0.001), 신체적 피로도(F=3.573, p<0.05), 전체 피로도 평균(F=14.223, p<0.001)에서 존재하는 것으로

나타났다. 이것은 직위에 따라 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도, 그리고 전체 피로도 평균이 다르다는 것을 의미하며, 이것은 직위별 특성이 피로도 요인들에 의미 있게 작용하고 있다는 것으로 해석할 수 있다. Scheffe 사후 분석 결과 직위에 따른 정신적 피로도에서의 차이는 부원-학생(평균차이=-0.783, p<0.001) 간에 발생한 것으로 나타났고, 생리적 피로도에서의 차이는 교수-학생(평균차이=-1.951, p<0.01), 사관-학생(평균차이=-1.296, p<0.05), 부원-학생(평균차이=-1.567, p<0.001) 간에 발생하는 것으로 나타났다. 그리고 신체적 피로도에서의 차이는 부원-학생(평균차이=-0.761, p<0.05) 간에 발생한 것으로 나타났고, 전체 피로도 평균에서의 차이는 교수-학생(평균차이=-1.003, p<0.01), 부원-학생(평균차이=-1.033, p<0.001) 간에 발생하는 것으로 나타났다. 승선시기에 따른 승무원의 직위별 피로도 요인의 평균에 대한 의미있는 차이는 주로 교수, 부원 집단과 학생 집단에서 발생하는 것으로 나타났는데, 이러한 차이는 20대 초반이며 업무와 책임 문제에 있어 비교적 자유로운 학생 집단의 특성과 주로 40대 이상이며 업무와 책임 문제에 있어 자유롭지 못한 교수와 부원 집단의 특성으로 인해 발생한 것으로 판단된다.

한편, 정신적 피로도에 대하여 승선시기와 직위가 결합한 상호작용효과는 통계적으로 의미있는 것으로 나타났다(F=2.849, p<0.05). 이것은 승선시기의 변화가 정신적 피로도에 미치는 영향이 직위별 특성에 달라진다는 것을 의미하며, 승선 기간과 직위별 특성이 정신적 피로도 요인에 의미 있게 상호 작용하고 있다는 것으로 해석할 수 있다.

Table 6. Summary of ANOVA for Repeated Measures depending on position

Factor	Source of Variation	SS	df	MS	F
Mental fatigability	Time	5.787	1	5.787	10.768**
	Group	27.778	3	9.259	4.617**
	Time*Group	4.593	3	1.531	2.849*
Physiological fatigability	Time	6.486	1	6.486	7.173**
	Group	130.571	3	43.524	18.496***
	Time*Group	2.198	3	0.733	0.810
Physical fatigability	Time	0.432	1	0.432	0.443
	Group	22.659	3	7.553	3.573*
	Time*Group	2.113	3	0.704	0.412
Average fatigability	Time	3.496	1	3.496	11.673**
	Group	47.962	3	15.987	14.223***
	Time*Group	0.932	3	0.331	1.037

Level of significance : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

5.2 남녀별 피로도

승선기간에 따라 느끼는 피로도가 남녀별로 차이가 있는지를 살펴보기 위해 성별과 검사 시기에 따른 피로도 변화에 대한 반복측정 분산분석을 실시하였다. 검사 시기는 승선 1개월 시기(A)과 하선 직전 시기(B)로 구분된다.

승선기간 변화에 따른 남녀별 정신적 피로도(M1, F1), 생리적 피로도(M2, F2), 신체적 피로도(M3, F3) 요인들의 평균 변화를 보여주고 있는 Fig. 5와 남녀별 피로도에 대한 평균과 표준편차를 보여주는 Table 7에서 바와 같이 여성 승무원의 피로도 평균은 하선 직전 시기의 생리적 피로도를 제외하고 모든 피로도 요인에 대해 남성 승무원과 비교하여 낮은 것으로 나타났다. 한편, 남성 승무원의 경우 승선 1개월 시기에 비해 하선 직전 시기의 피로도 요인들의 평균이 낮아지는 반면, 여성 승무원의 경우 하선 직전 시기의 생리적 피로도와 신체적 피로도가 승선 1개월 시기에 비해 다소 높아지는 것으로 나타났다. 이것은 여성 승무원의 경우 항해가 계속됨에 따라 승선 초기에 가졌던 항해에 대한 막연한 두려움과 걱정이 점차 감소되어 승선 생활에 적응하는 것으로 해석할 수 있다.

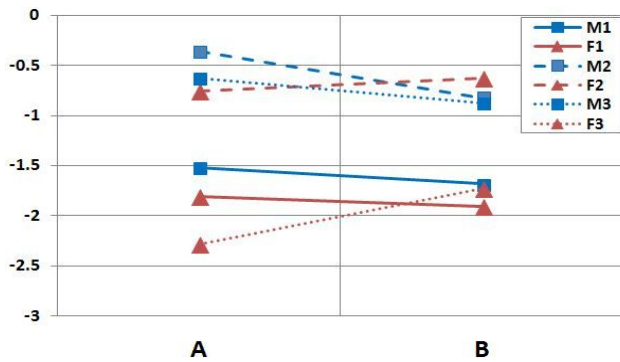


Fig 5. Change of average fatigability value.

Table 7. Average and standard deviation according to the gender

Factor	Mean(SD) of A month after embarkation		Mean(SD) of just before disembarkation	
	Male	Female	Male	Female
Mental fatigability	-1.516 (1.092)	-1.811 (1.162)	-1.680 (1.192)	-1.906 (1.545)
Physiological fatigability	-0.360 (1.354)	-0.751 (1.640)	-0.821 (1.492)	-0.625 (1.691)
Physical fatigability	-0.625 (1.321)	-2.281 (1.040)	-0.871 (0.940)	-1.725 (1.180)
Average fatigability	-0.834 (1.256)	-1.614 (1.281)	-1.124 (1.208)	-1.419 (1.472)

승선기간에 따른 남녀별 피로도 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과를 보여주는 Table 8에서 승선시기에 따른 주효과는 어떤 피로도 요인에서도 존재하지 않는 것으로 나타났다. 반면, 성별에 따른 주효과는 신체적 피로도(F=23.085, p<0.001)와 전체 피로도 평균(F=5.686, p<0.05)에서 존재하는 것으로 나타났다. 이것은 성별에 따라 신체적 피로도, 전체 피로도 평균이 다르다는 것을 의미하며, 성별의 특성이 신체적 피로도와 전체 피로도 평균에 의미있게 작용하고 있다는 것으로 해석할 수 있다. 비록 여성 승무원들의 신체적 피로도 평균이 승선 1개월 시기에 비해 하선 직전 시기에 높아졌다고는 하나 절대적인 신체적 피로도와 전체 피로도 평균이 남성 승무원에 비해 낮게 나타난 것은 일반적으로 남성에 비해 여성이 체력적으로 약하다는 이유에 기인한 것으로 판단된다.

한편, 신체적 피로도(F=23.085, p<0.001)와 전체 피로도 평균(F=5.731, p<0.05)에 대하여 승선시기와 성별이 결합한 상호작용효과는 통계적으로 의미있는 것으로 나타났다. 이것은 승선시기의 변화가 신체적 피로도와 전체 피로도 평균에 미치는 영향이 남녀별 특성에 달라진다는 것을 의미하며, 승선기간과 남녀별 특성이 신체적 피로도와 전체 피로도 평균에 의미있게 상호작용하고 있다는 것으로 해석할 수 있다.

Table 8. Summary of ANOVA for Repeated Measures depending on gender

Factor	Source of Variation	SS	df	MS	F
Mental fatigability	Time	0.467	1	0.467	0.827
	Group	1.899	1	1.899	0.871
	Time*Group	0.034	1	0.034	0.060
Physiological fatigability	Time	0.790	1	0.790	0.889
	Group	0.264	1	0.264	0.079
	Time*Group	2.413	1	2.413	2.717
Physical fatigability	Time	0.672	1	0.672	0.960
	Group	44.094	1	44.094	23.085***
	Time*Group	4.510	1	4.510	6.443*
Average fatigability	Time	0.063	1	0.063	0.218
	Group	8.089	1	8.089	5.686*
	Time*Group	1.656	1	1.656	5.731*

Level of significance : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

6. 결 론

본 연구를 통해 승무원의 피로도 요인을 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도로 분류하였고, 승선기간에 따

라 승무원의 피로도 요인들이 직위별로 그리고 성별로 어떤 차이가 있는지를 실증적으로 분석하였다.

승선기간이 승무원의 피로도에 미치는 영향을 분석하기 위한 대응표본 T-test를 실시한 결과 승선기간은 승무원들의 피로도 저하를 가져왔으며, 특히 생리 기능의 저하에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

승선기간으로 인해 느끼는 피로도가 직위별, 그리고 성별로 차이가 있는지를 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시한 결과 승선기간은 정신적 피로도, 생리적 피로도, 전체 피로도의 평균 차이에 의미있게 작용하고 있는 것으로 나타났다. 직위는 정신적 피로도, 생리적 피로도, 신체적 피로도, 그리고 전체 피로도 평균 차이에 의미있게 작용하고 있는 것으로 나타났다. 직위별로 발생하는 피로도의 차이는 주로 교수, 부원 집단과 학생 집단에서 발생하는 것으로 나타났으며, 이것은 나이, 업무 형태, 책임 문제 등에 있어서 이들 집단이 가지고 있는 차이 때문인 것으로 추측할 수 있다. 성별은 신체적 피로도와 전체 피로도 평균 차이에 의미있게 작용하고 있는 것으로 나타났는데, 이것은 남성과 여성의 기본적 체력 차이 때문인 것으로 추측할 수 있다.

그 외에 장기 원양항해에 따른 승무원들의 정신과 신체의 변화에 대한 기타 의견을 종합해 보면, 승선기간 동안 승무원들은 집중력 저하, 신경과민, 높은 스트레스, 무기력함과 같은 정신적 변화와 숙면 곤란, 배변 곤란, 식욕 감소와 같은 생리적 변화를 겪는다고 응답하였다. 그리고 두통, 목과 어깨의 통증, 허리 통증, 다리 근육통 및 부종, 안과 계통 질환, 피부 트러블, 소화불량, 탈모, 난청, 만성 피로 등과 같은 신체적 변화를 겪는다고 응답하였다.

특히 승선 1개월 시기에는 규칙적인 생활, 운동량 증가, 개인 시간 증가와 같은 긍정적인 측면에서의 응답도 있었으나 하선 직전 시기로 갈수록 대부분의 승무원들은 수면 부족, 만성 피로, 피부 트러블, 요통, 두통, 소화 불량 등과 같은 문제점들에 대해 더 많이 기술하고 있었다.

본 연구는 승무원의 피로도 요인을 분류하고, 승선기간이 승무원 피로도 요인들에 대하여 직위별, 성별에 따라 어떤 영향을 미치는지를 실증적으로 연구하였다는 데 그 의의가 있다. 본 연구의 결과는 장기 항해시 발생하는 승무원의 피로도에 대한 가이드라인을 제공하여 승무원들이 보다 건강하게 업무를 수행할 수 있게 해 주고, 승무원들의 업무 만족도 및 효율성 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 이는 곧 선박의 안전 운항으로 이어질 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 학교 실습선이라는 특성상 응답자의 대부분이 학생과 남성 승무원이라는 데에 연구의 한계가 있음을 밝힌다. 향후 연구에서는 다양한 선박에서 승선하고 있는 다양한 경험을 가진 승무원을 대상으로 조사 시기를 좀 더 세분화하여 연구가 이루어진다면 보다 의미있는 결과가 도출될

것으로 판단된다.

향후 승무원의 피로도를 자가 진단이 아닌 물리적인 측정 또는 양자테스트와 같은 의학적 접근 방법 등을 통한 정량적인 계측 방법론적인 후속 연구를 진행할 계획이다.

References

- [1] Arslan, O. and I. D. Er(2007), Effects of Fatigue on Navigation Officers and SWOT Analyze for Reducing Fatigue Related Human Errors on Board, TransNav' 2007-The 7th International Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, pp. 623-627.
- [2] Chang, S. J., S. B. Koh, M. G. Kang, S. J. Hyun, B. S. Cha, J. K. Park, J. H. Park, S. A. Kim, D. M. Kang, S. S. Chang, K. J. Lee, E. H. Ha, M. N. Ha, J. M. Woo, J. J. Cho, H. S. Kim and J. S. Park(2005), Correlates of Self-rated Fatigue in Korean Employees, J Prev Med Public Health 2005, Vol. 38, No.1, pp. 71-81.
- [3] Cho, J. Y., J. S. Keum and W. J. Jang(2010), A Study on the Effects of Marine Accidents by Navigation Officers' Fatigue, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 16, No. 2, pp. 201-207.
- [4] IMO(2001), Guidance on Fatigue Mitigation and Management, MSC/Circ. 1014, IMO. pp. 4-11.
- [5] IMO(2016), Revision of the Guidelines on Fatigue, MSC/Circ. 1014, IMO. pp. 1-4.
- [6] Kim, H. T., S. B. Oh, J. H. Jang and J. H. Park(2015), Development Method of Fatigue Risk Management System, Journal of Korea Institute of Navigation and Port Research, 2015, pp. 171-174.
- [7] Korea Maritime Safety Tribunal(2016), <http://data.kmst.go.kr/>.
- [8] Project Horizon Consortium(2012), Project Horizon - a wake-up call, Research Report 2012, pp. 2-4.
- [9] Rhodes, W. and V. Gil(2002), Fatigue Management Guide for Canadian Marine Pilots: A Trainer's Handbook, Rhodes& Associates Inc., pp. 5-24.
- [10] Yang, W. J.(2012), Analysis on the Results of Fatigue Survey for Marine Officers, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 6, pp. 551-556.

Received : 2016. 03. 14.

Revised : 2016. 04. 15. (1st)

: 2016. 04. 22. (2nd)

Accepted : 2016. 04. 27.