건설교통부 항공국 감수

航空과 人的要素

Human Factors in Aviation

韓國航空振興協會

목 차

제Ⅰ부 공통부문

단원 1 인적요소의 개요

제1장 항공에서의 인적요소
제2장 인적요소의 개념과 배경
제3장 인적요소의 구성
제4장 인적요소 교육·훈련과 기준

단원 2 항공생리

제1장 항공생리
제2장 비행피로
제3장 일중 리듬 실조

단원 3 항공심리

제1장 비행심리 적성
제2장 인적과오
제3장 긴급사태하의 인간행동
제4장 의사소통

단원 4 직무와 신체조건의 적정성

제1장 직무와 건강
제2장 스트레스 관리

제Ⅱ부 운항승무원

단원 1 인간-시설장비

제1장 조종실 내부의 배치와 인간공학적 조명
제2장 인체측정과 시스템 운용
제3장 표시장치
제4장 경고표시장치
제5장 조작기의 설계와 운용

단원 2 인간-소프트웨어

제1장 표준운영절차
제2장 문서화된 소프트웨어
제3장 자동화

단원 3 인간-인간

제1장 서론
제2장 승무원 자원관리

단원 4 인간-환경

제1장 내부적 환경
제2장 외부적 환경
제3장 문화적 환경

제Ⅲ부 항공교통관제

제1장 항공교통관제와 인적요소

제2장 관제업무공간

제3장 항공교통관제의 자동화

제4장 항공교통관제사 선발과 훈련

제5장 인적요소에 영향을 미치는 사항

부록 : 연습문제

단원 1 인적요소의 개요

제1장 항공에서의 인적요소

제1절 항공안전과 인적요소

모든 교통은 인간과 교통수단 및 시설·환경으로 이루어지므로 운용과정에서 발생하는 교통사고도 결국 이러한 구성요소들의 단독 또는 복합적 결함에 의해 발생한다.

그런데 교통을 구성하는 요소 가운데 인간은 주변 시설·장비의 조건과 자연환경에 따라 교통수단을 직접 운용하는 주체로서 가장 핵심적인 기능과 역할을 담당하므로 교통수단이나 시설·장비 등 환경적 요소에 비해 인적요소에 결함이 발생하는 경우 사고위험이 더욱 높다.

항공교통은 항공기를 운항하는데 필요한 종사자들과 교통수단인 항공기 및 운항에 필요한 제반 시설·장비 등 환경요소로 이루어지며, 이러한 구성요소 가운데 특히 운항승무원은 항공기의 운항에 중추적인 기능과 역할을 담당하고 있으므로 타 구성요소에 비해 운항승무원 부문에 결함이 발생하는 경우 쉽게 사고로 이어질 수 있다.

그리고 항공종사자들의 인체기관(人體器官)과 심리과정은 항공기 운항에 필요한 행동의 근간이 되며, 이는 주변환경과 상황 등 시공간(時空間)에 따라 기능이 저하 또는 변화하여 각기 다른 행동반응을 표출(表出)하기도 하는데, 운항승무원들의 기기조작 행동은 항상 복잡·다양한 유동성(流動性)과 가변성(可變性)을 내포하고 있으므로 항공기 안전운항을 저해할 수 있는 많은 사고요인이 잠재하고 있다.

이와 같은 운항승무원의 기능과 역할 및 인체기관과 행태(行態)상의 제 특성(諸 特性) 때문에 항공사고는 운항승무원들의 과실에 의한 사고가 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

제2절 항공기 운항과 인적요소

항공기는 공중(空中)을 비행하는 교통수단이므로 여러가지 복잡한 물리적 법칙과 원리에 따른 수리이론(數理理論)에 의거 설계·제작되어 있고, 또한 안전성 등의 확보를 위하여 여러가지 장치를 갖추고 있어, 자동차 등의 교통수단에 비해 기기구조와 장치가

매우 복잡하다.

항공기 운항승무원들은 운항 중 이와 같은 복잡·다양한 기기들의 작동상태와 비행상황을 각종 계기와 표시장치(Display Unit)들을 통하여 수시로 확인(Monitor)하고, 필요시는 규정된 절차와 방법에 따라 신속·정확하게 기기를 조작하여야 하며, 상황에 따라서는 계기의 움직임을 확인 또는 주시(注視)하면서 여러가지 기기를 동시에 조작하는 등의 업무를 병행하여야 한다.

특히 오늘날 대부분의 항공기는 자동비행 장치를 갖추고 있어, 운항승무원들의 조종실(Cockpit)내 기기조작에 따른 업무부담이 크게 감소되었으며, 또한 비행정보관리시스템(FMS: Flight Management System)등과 같이 비행정보를 하나의 계기에 종합적으로 표시하는 중앙집중식 계기를 갖추고 있다.

또한 비행정보 표시방법을 디지털화 함으로써 운항 중 비행상태에 관한 정보를 보다 용이(容易)하고 신속·정확하게 판독할 수 있도록 함과 동시에 오독율(誤讀率)을 줄이는 등 항공기 안전운항을 도모할 수 있도록 운항승무원들의 업무 형태 및 기능과 역할을 크게 변화시키고 발전시켜 인적과실(Human Error)을 사전에 방지할 수 있도록 개선하였다.

한편 이와 같은 자동화 시스템을 갖춘 디지털화된 항공기 조종실(Glass Cockpit) 체계에서 운항승무원들은 반복적으로 계기의 움직임을 확인 및 주시하고, 이러한 반복적인 업무를 지속적으로 수행하여야 하므로 보다 많은 주의와 긴장을 필요로 한다.

이에 비추어 운항승무원을 비롯한 항공교통관제사들은 인체기능상 제한된 공간에서 장시간 반복적이고 연속적인 주의와 긴장을 유지하는 데에 한계가 있으며, 더욱이 피로나 약물 등으로 인하여 인체 내·외의 이상이 발생하는 경우에는 비행에 필요한 정보를 빠뜨리거나 무시하는 등 인지구조(認知構造)상에 오류가 발생할 수 있으며, 상황에 따라서 이는 곧 인적과실에 의한 사고로 이어질 수 있다.

그리고 항공기를 운항하기 위한 조종업무는 특히 타 교통수단에 비해 난이도가 높으며, 안전을 위해서는 적시(適時)에 신속·정확한 기기조작 행동을 필요로 하므로 대부분의 항공기 조종업무는 2명 이상의 승무팀으로 구성하여 업무를 수행하게 되어 있으며, 이에 따라 동승한 승무원 상호간에 긴밀한 협력을 필요로 한다.

그러나 모든 항공종사자들의 항공기 운항에 필요한 행동은 개개인의 인체기관(人體器官) 상태와 심리에 영향을 받아 표출되는데, 심리과정에서는 지각과 인지, 판단 및 의사결정과정을 거치고, 또 이러한 각각의 과정에는 개개인의 성장배경이나 생활습관 및 가치관 등이 영향을 미치게 되므로 동승한 승무원이 동일한 정보 또는 상황을 같은

조건에서 인지하더라도 각기 다른 판단과 의사결정에 따라 서로 다른 행동을 표출할 수 있다.

또한 한 사람이 같은 정보나 상황을 지속적이고 반복적으로 인지하는 경우에도 인체기관과 심리과정의 변화로 인하여 행동이 각각 다르게 나타날 수도 있다.

이와 같이 운항승무원 및 항공교통관제사들의 인지체계상 개인 또는 같은 업무를 수행하는 항공종사자 상호간 각각 다르게 나타날 수 있는 행동이 자타(自他)에 의해 교정되지 않는 경우에는 인적과실에 의한 사고 유발 가능성은 더욱 높아진다.

결론적으로 항공종사자들이 항공기 운항을 위하여 행하는 모든 행동은 인체의 정보처리 과정에서 심리적 영향을 받아 개인별로 각기 다른 형태로 다양하게 표출될 수 있으며, 이러한 인간행태(人間行態)상의 본질적인 제 특성은 인적과실 유발의 근원이 되며, 나아가서는 사고발생의 직·간접적인 원인으로 작용할 수도 있다.

제2장 인적요소의 개념과 배경

제1절 인적요소의 개념

항공기의 자동화 시스템은 인간에 의해 프로그램되어 있는 대로 움직이므로 주변환경의 급변으로 위험요소와 조우(遭遇)할 경우 이를 안전하고 효율적으로 대처할 수 있는 탄력성이 부족한 반면, 인간의 경우에는 주변상황에 신축적으로 대응할 수 있는 능력은 있지만 자신의 감정과 흥미에 따라 상황을 인지하고 스스로의 기준에 따라 판단과 의사결정과정을 거쳐 행동하게 되므로 가변적이고 유동적인 행태적 특성이 내재하고 있다.

그리고 인간은 인체기능을 이용하여 업무수행에 필요한 행동을 하게 되므로 그 능력에 한계가 있고 또한 항공기가 공중을 비행할 때에는 인체기능의 저하와 생리의 변화가 있을 수 있으므로, 지상에서와 같은 기준으로 인간의 능력을 가늠하는 것은 더 많은 인적과실을 초래할 수 있는 하나의 요인이 되기도 한다.

또한 항공기 운항에 필요한 조종실 업무나 관제업무는 일종의 팀웍으로서 안전운항을 위해서는 같은 업무를 수행하는 종사자 상호간 긴밀한 업무의 협조가 필요하지만 전술한 바와 같이 인체의 인지구조체계상 각기 다른 행동을 표출할 수 있는 가능성을 항상 내포하고 있다.

이 밖에도 항공기를 운항하기 위하여 운항승무원들을 비롯한 관제사들은 각종 계기

와의 간접적인 대화를 계속하면서 기기조작 행동을 하게 되는데, 이러한 과정에서 계기에 나타나는 정보를 오독 또는 착각하거나 신속·정확하게 인지하지 못하거나, 기기의 오조작 또는 항적감시의 소홀 등으로 인간 - 기계(Man - Machine)간의 부조화에 의하여 인적과실을 초래할 수도 있다.

또한 항공기 운항 중 급변하는 기상상황을 운항승무원이 정확하게 예측할 수 없어 필요한 조치가 이루어지지 않거나 안전운항에 필요한 시설·장비의 성능과 이상작동(異常作動) 상태를 제대로 감지하지 못하여 이용상에 오류 또는 기기의 오조작을 유발할 수 있으며, 항공안전과 관련한 법규정 및 비행절차, 점검표(Checklist) 등이 불합리하거나 해독(解讀)을 잘못하는 경우, 또는 이에 관한 지식의 부족도 인적과실의 요인으로 작용할 수 있다.

다시 말해서 인간행동의 근간이 되는 인체기관과 생리 및 심리는 그 내면에 잠재하고 있는 여러가지 요소 또는 주변환경으로부터 영향을 받아 기능이 저하되거나 또는 수시로 변화할 수 있으므로 항공기 운항에 필요한 운항승무원 및 관제사의 행동은 항상 불안정한 요소를 내포하고 있다.

따라서 광의(廣義)의 인적요소(Human Factors)란 인체기관(人體器官)이나 생리 및 심리 등 인간본질에 대한 능력과 그 한계 및 변화 등 인간과학(Human Sciences)적 제요소(諸 要素)를 인지(認知)하고, 그 주변의 모든 요소와 상호작용시 그 관계를 최적화(最適化 Optimization)하여 인간행동의 능률성과 효율성 그리고 안전성을 도모하기 위한 것이라 할 수 있으며 인간공학과 함께 하는 주변 모든 요소와의 관계에서 발생하는 현상(現象)을 총칭하는 의미를 포함하고 있어, 그 영역과 깊이는 매우 광범위하면서 무한하며, 부문별로는 고도의 전문성을 띠고 있다.

그러므로 항공분야에서는 업무수행에 필요한 인체기관의 능력과 한계 및 생리의 변화와 심리과정을 인식하고, 업무수행시 주변의 모든 요소와의 상호작용 관계(Relationship)를 최적화하여야 한다.

또한 항공분야의 인적요소 대상에는 항공기 운항과 관련된 모든 종사자들이 그 대상이 되며, 영역은 개개인의 인체기관을 비롯하여 생리, 심리 등 인체를 중심으로 업무와 관련한 주변환경과 시설, 기기 및 인간과의 상호작용 관계 등을 포함한다.

항공기를 운항하는데 있어 가장 중추적이고 핵심적인 기능과 역할을 수행하고 있는 운항승무원 및 항공교통관제사들에 대한 인적요소 영역에는 우선적으로 개개인에 대한 인체기관과 생리(Physiology) 및 심리(Psychology)와 업무수행에 필요한 신체조건의 적정성(Fitness for Duty)등 개인의 인체와 그리고 운항승무원 및 항공교통관제사를 중심으

로 항공기 운항을 위한 모든 업무와 관련한 기기, 환경 및 법규정 등 제 요소와의 관계를 포함하고 있다.

제2절 인적요소의 이론 배경

항공분야를 비롯한 각 산업분야에서 재해로부터 인명과 재산을 보호하고, 업무의 능률성과 효율성 증대를 통한 생산성의 향상을 위하여 인적요소분야의 개발과 그 이용이 주요 현안으로 대두되고 있는 가운데, 1972년 미국의 심리학교수인 Elwyn Edwards는 운항승무원과 항공기 기기(器機)사이에 상호작용 관계를 종합적이고 체계적으로 나타내주는 도표로 SHEL (Software, Hardware, Environment, Liveware)모델을 고안하였다.

또한 인적요소는 학문 지향적이기보다는 문제해결 지향적이라는 의견을 피력하면서 인간의 인체기관 능력 및 한계에 대한 인식과 함께 인간과 기기시스템 및 주변환경과의 부조화를 해소하는 것이 필수적이라는 점을 강조하였으나, 그의 이론은 크게 인정을 받지 못하였다.

이어서 1975년 네덜란드 KLM항공의 기장 출신인 Frank. H. Hawkins는 Elwyn Edwards가 고안한 SHEL모델을 수정하여 새로운 SHEL모델<그림 1-1-1>과 같이 제시하였으며, 이는 다음의 제3절에서 소개하고자 하는 2건의 항공기 사고에서 밝혀진 원인을 뒷받침할 수 있는 이론적 근거가 됨으로써 현재 ICAO에서 추진하고 있는 인적요소 이론의 모태가 되고 있다.

항공기 운항승무원들의 업무와 관련하여 이 모델을 설명해 보면, 중앙에 있는 "L"은 Liveware의 약자(略字)로서 인간 즉 운항승무원을 나타내며(관제부문에서는 항공관제사, 정비부문에서는 항공정비사 등 각 부문에서 업무를 주도적으로 수행하는 사람을 의미함), 아래 부분의 "L" 역시 Liveware의 약자(略字)로서 인간을 의미하는데, 이는 항공기 운항업무에 직접적으로 관련되는 사람들을 나타내는데, 여기에서는 주로 항공기에 동승한 운항승무원과의 관계를 나타내고 있다.

<그림 1-1-1> Frank. H. Hawkins의 SHEL모델

또한 "H"는 Hardware의 약자(略字)로서 항공기 운항과 관련하여 운항승무원이 조작하는 모든 기기류를 나타내는 것이며, "S"는 Software의 약자(略字)로서 항공기 운항과 관련한 법규나 비행절차, Checklist 및 표지 등을 의미하며, "E"는 Environment의 약자(略字)로서 주변환경과 조종실내 조명, 습도, 온도, 기압, 산소농도, 소음 등을 나타내는데, 이러한 각각의 요소들은 업무수행과정에서 제기능과 역할을 발휘할 수 있도록 항상 최적의 상태와 성능을 유지하여야 한다.

그리고 운항승무원을 중심으로 한 주변의 모든 요소들은 항공기 운항과의 직접적인 관련성을 가지고 있으므로 조종실 업무의 능률성과 효율성 및 안전성 확보를 위하여 운항승무원들은 이러한 요소들을 업무에 적용시 상호 관련성을 항상 최적의 상태로 유지한 가운데 업무를 수행하여야 한다는 것이 인적요소의 이론적 배경이라 할 수 있다. 그러면 운항승무원을 중심으로 한 주변의 제 요소들과의 상호 관련성을 보다 구체적으로 고찰해 보고자 한다.

1. 인간-기기(Liveware-Hardware):

운항승무원들은 항공기 운항 중 조종실 내의 각종 계기와 간접적인 대화를 계속하면

서 상황에 따라 필요한 기기를 조작하게 되므로 계기의 형태나 조작의 방향, 색깔, 위치, 경보의 형태와 방법 등은 운항승무원들의 인지구조 및 체계 등에 영향을 미치기 때문에 이러한 하드웨어가 인간공학적 조건에 맞지 않거나, 운항승무원의 조건이 이러한 하드웨어에 제대로 적응하지 못하면, 항공기 조종업무의 능률성과 효율성 및 안전성을 보장할 수 없게 되어 사고의 잠재요소가 되고 경우에 따라서는 인적과실로 이어져 사고의 원인으로 작용할 수도 있다.

2. 인간-소프트웨어(Liveware-Software):

항공기는 정해진 법규와 절차를 준수하면서 운항하여야 하며, 이러한 과정에서 복잡·다양한 항공정보의 표지와 표시를 해독하여야 하고, 또한 운항과 관련한 기업의 관련 규정에 따라 업무를 수행해야 하므로 운항승무원과 소프트웨어의 관계는 외형적이라기보다는 정신적인 요소이며, 행동을 결정하는데 있어 근원이 된다는 점에서 매우 중요하다 하겠다.

항공기 운항과 관련한 법규정과 비행절차가 불합리하거나 운항승무원이 제규정을 올바로 준수하지 않거나 제대로 숙지하지 못하는 경우 또는 각종 기호, 표시(지) 등의 해석을 잘못하여 오류를 유발하는 경우 등, 이러한 인적 과실은 항공기 안전운항에 중대한 영향을 미칠 수 있으므로 운항승무원은 항상 운항과 안전에 필요한 제반 규정과 절차 및 표시·표지 등을 숙지하고 있어야 하며, 이를 항공기 운항에 적용시에도 최적의 기능을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

3. 인간-환경(Liveware-Environment):

인간이 비행을 시작한 초창기부터 공중에서의 생존환경을 어떻게 만들어 가야 할지에 대한 많은 관심과 연구가 이루어져 왔다.

초기에는 인간이 환경(공중)에 적응하기 위하여 산소마스크, 반중력복(反重力服 Anti-G-Suits) 등을 이용하였으나, 기기문명의 발달에 따라 항공기내 여압조절과 조명, 온도, 습도의 유지 및 방음 등이 가능해짐으로써 환경을 인간의 생존조건에 어느 정도 맞추게 되었으나, 시설·장비 및 기상 등 환경적 요소에 의하여 업무수행조건이 취약하게 되면 운항승무원들의 항공기 운항 업무 능률이 저하되고 나아가서는 사고요인으로도 작용할 수가 있다.

이 밖에도 오늘날 항공기의 운항은 정치·경제적 제약 내에서 이루어지므로 이러한 환경적 배경과 특성도 운항승무원들의 업무환경에 영향을 미칠 수 있으며, 항공기술의

발달로 장거리 운항이 가능해짐에 따라 시차(時差)와 수면의 장애 등에 의하여 업무환경이 취약해질 수 있는데, 이러한 문제들은 운항승무원의 인적요소 밖의 문제와도 관련되어 있으므로 국가 또는 기업의 경영·관리적 차원에서도 적절히 고려되어야 한다.

4. 인간-인간(Liveware-Liveware):

지금까지는 운항승무원 개개인의 비행기량이 뛰어나다면 이들로 구성된 승무팀의 비행기량도 우수하고 조종실업무 또한 효율적으로 이루어질 수 있다는 판단 아래 항공기 모의비행장치(Simulator) 등을 이용한 운항승무원의 교육·훈련은 승무팀 보다는 주로 개개인의 비행기량 향상에 주안점을 두고 실시, 평가되었으며, 이러한 교육·훈련의 방법과 형태는 지금까지도 계속되고 있다.

이에 관하여 항공관계 전문가들은 항공기 사고 사례나 조종실업무 체계 등을 분석한 결과 항공기 운항을 위한 승무원들의 업무는 팀웍으로 수행되는 업무이므로 항공기 운항과 직접 관련되는 종사자들을 비롯하여 동승한 승무원과 상호 협력하는(Co-ordination) 가운데 이루어지는 것이 조종실업무의 효율성을 높일 수 있고 또한 안전운항에도 기여할 수 있다는 결론을 내리게 되었으며, 비행기량이 뛰어난 운항승무원은 오히려 동승한 승무원과의 상호 협력이 제대로 이루어지지 않는 경우도 있다는 것이다.

특히 오늘날의 항공기는 대부분 자동화시스템을 갖추고 있고, 또한 계기가 디지털화됨에 따라 계기를 모니터하는 업무가 늘어나, 계기의 오독(誤讀)을 예방하기 위해서는 동승한 승무원 상호간 교차 모니터링(Cross Monitoring)을 해야 하는 등 협력의 필요성이 더욱 점증하고 있다.

이에 따라 세계 각국에서는 인적요소 분야에서 운항승무원들의 인간-인간 관계를 가장 중요시하고 있으며, 이를 강화하기 위한 방안의 일환으로 승무원자원관리(CRM[주1]: Crew Resource Management) 및 비행현장적응훈련(LOFT: Line Oriented Flight Training) 교육·훈련에 관한 프로그램을 개발, 운항승무원들의 교육·훈련에 활용하고 있다.

주1) 인적요소교육·훈련 기법 개발 초기 국제민간항공기구나 미국의 NASA, FAA 등 항공관련 기관과 단체에서는 CRM용어를 Cockpit Resource Management로 사용, 운항승무원들을 중심으로 CRM교육·훈련의 필요성을 강조하여 왔으나, 항공기의 안전 운항을 위해서는 전 승무원들의 참여가 절대 필요하다는 사실의 재인식과 여론에 따라 CRM용어를 Crew Resource Management로 개칭하여 그 대상을 확대하였음.

제3절 인적요소의 적용 배경

초창기 인류는 주로 인체에 의존하여 욕구충족에 필요한 여러가지 자원을 채취하여 왔으나, 보다 간편하고 편리한 수단과 방법으로 더 많은 자원을 획득하기 위하여 점차 도구를 개발하여 사용하게 되었으며, 이러한 인간의 사고력과 창의력은 오늘날 첨단 기기문명의 발달에 근간이 되고 있다.

초기의 기기문명은 주로 보다 많은 자원을 생산하고 획득하는데 주안점을 두고 발전하여 왔으나, 각종 재해의 발생으로 인하여 인명과 재산의 손실이 계속적으로 늘어남에 따라 점차 보다 높은 효율성과 편리성 및 안전성을 갖추고 있는 기기를 개발하여 왔다.

교통분야에서는 제 자원의 수송활동 효율성과 경제성 제고를 위하여 적재적소(適材適所)에 사용할 수 있는 보다 빠르고 신속·정확한 대형 교통수단을 개발하여 운용하게 되었으며, 이를 보다 안전하고 편리하게 운용할 수 있도록 하기 위하여 교통수단의 설계·제작시 인간공학적 요소를 적용하기 시작하였다.

또한 운용시 취약점을 보완하기 위하여 새로운 장치를 개발, 장비토록 하는 등의 노력을 경주하고 있으며, 현재 추진하고 있는 인적요소(Human Factors)도 이에 부응하는 사업의 일환이라 할 수 있다.

제2차 세계대전후 많은 국가와 기업에서 생산성 향상을 위하여 해당 업무에 대한 적성을 가진 담당자를 선발, 업무를 보다 능률적으로 수행토록 함과 동시에 이들에 대한 과학적인 교육·훈련의 필요성을 인식하여 인적요소에 관한 연구가 활발하게 진행되었다.

영국에는 1949년 인간공학연구소(ERS: Ergonomics Research Society)와 1959년 국제인간공학협회(IEA: International Ergonomic Association), 미국에는 1957년 인적요소학회(HFS: Human Factors Society) 등이 설립되어, 인간공학을 포함한 인적요소에 관한 체계적인 연구가 이루어져 각 산업분야에 적용되기 시작하였다.

항공분야에서도 오래 전부터 크고 작은 사고의 원인을 분석한 결과 항공안전을 위해서는 인적요소분야가 중요하다는 사실을 인식한 일부 국가에서 나름대로 항공종사자들에게 인적요소에 관한 교육·훈련이 다양한 방식과 형태로 이루어져 오고 있었다.

특히 미국에서는 인적요소에 관한 연구사업의 일환으로 국립항공우주청(NASA: National Aeronautics and Space Administration)과 연방항공청(FAA: Federal Aviation Administration)에서는 ASRS(Aviation Safety Reporting System)를 통하여 Human Error에 관한 광범위한 기초자료를 수집, 인적요소에 관한 조사연구가 진행되었으며, 이후 영국의 CHIRP(Confidential Human Factors Reporting Programme), 캐나다의 CASRP 및

호주의 CAIR 등에서도 인적요소에 관한 기초 부문의 조사연구가 시도되었다.

이러한 가운데 1977년 3월 카나리아군도의 Tenerife공항에서 운항승무원 상호간 그리고 관제사와의 협조 미흡으로 KLM소속 항공기와 Pan Am소속 항공기가 활주로 상에서 충돌하여 탑승하고 있던 637명 가운데 583명이 사망하는 사고가 발생하였다.

사고발생 경위를 보면 사고 당일 Tenerife공항은 안개로 시정이 나쁜 상태에서 KLM의 B-747 항공기 뒤를 이어 Pan Am소속 B-747항공기가 Taxing을 하고 있었다.

관제사는 KLM 항공기로 하여금 활주로 끝에 가서 U턴을 한 다음 이륙대기를 하도록 지시했고, Pan Am 항공기에 대하여는 착륙후 C3 출구로 빠져나가도록 지시하였으나, Pan Am의 항공기 승무원들은 관제사의 출구 지시를 간과한 나머지 C3를 지나쳐 C4로 나가려고 시도하였다.

이 때 KLM소속 항공기가 이륙준비 완료를 통보하자 관제탑 관제사는 이륙허가는 하지 않고 이륙 후의 계기비행 절차만을 지시하였으나, 이륙시간에 쫓긴 KLM운항승무원들은 이륙허가가 난 줄 알고, 또 Pan Am항공기가 이미 C3 유도로로 빠져나간 것으로 판단하고 즉시 이륙을 시도하였는데, 이 때 Pan Am항공기는 관제사가 지시한 C3출구를 지나 C4 출구를 미쳐 빠져나가지 못하고 있는 가운데 이륙하던 KLM항공기가 Pan Am항공기의 동체 우측을 들이받은 사고였다.

또한 1978년 12월 미국 오레곤주 포틀렌드시 외곽에서는 운항승무원 상호간 협조 미흡으로 United Air소속 항공기가 추락하여 10명이 사망하고 28명이 중상하는 사고가 발생하였다.

사고 항공기가 착륙을 위하여 접근 중 랜딩기어(Landing gears) 표시등에 불이 들어오지 않아 기장과 부기장은 이를 조치하는데 정신이 집중되어 있었으며, 기관사가 잔여 연료량을 정확히 계산, 기장에게 전달하였으나, 기장은 이를 간과하였으며, United Air 항공사의 규정상에는 랜딩기어 부문에 이상이 있을 때는 관제탑에 통보하여 Visual Check를 받도록 되어 있었으나, 이러한 절차를 밟지 않고 계속 자신들이 직접 조치를 강구하던 중 시간의 지연으로 연료가 부족하여 추락한 사고였다.

이후 사고조사과정에서 밝혀진 바에 의하면 동 항공기의 랜딩기어는 정상적으로 작동, Down Lock이 되었으나, 랜딩기어의 Down Lock 표시등의 전구가 끊어졌던 것으로 판명되었다.

이 두건의 항공기 사고외 크고 작은 항공사고 원인을 조사한 결과, 운항승무원 상호간 또는 관제사와의 협력부족에 의하여 발생한 것으로 나타나, 항공기 운항 중 관련 종사자들의 긴밀한 협력이 절대적으로 필요하다는 사실을 재인식하고, 국제민간항공기구

(ICAO)를 비롯한 미국의 NASA, FAA 등 세계 유수의 항공 관련 기관과 단체에서는 항공기 운항을 위한 조종실업무의 효율성과 안전성 확보를 위하여 인적요소에 관한 구체적이고 체계적인 연구가 시작되었다.

이후에도 인적요소 분야는 각계 전문가들에 의해 조사연구가 계속적으로 이루어져 왔으며, 현재 국제적으로 항공안전을 도모하기 위하여 주요 현안이 되고 있다. 이러한 추세에 부응하여 국제민간항공기구(ICAO)는 항공안전을 확보하기 위하여 추진하고 있는 핵심사업 중의 하나로 선택하였으며, 보다 효율적으로 사업을 추진코자 ICAO 본부 및 각 지역사무소별로 인적요소에 관한 전문 연구팀을 구성하여 운영하고 있으며, 이에 관한 연구결과와 사례 등의 정보자료를 세계 각국에 전파하기 위하여 "비행안전과 인적요소" 라는 주제로 국제민간항공기구 본부 및 지역사무소별로 세미나를 개최하고 있다.

ICAO의 이러한 노력에 힘입어 오늘날 세계 각국 대부분의 항공운송업체에서는 자국(自國)의 문화특성이나 또는 자사(自社)의 운영방침에 알맞는 인적요소에 관한 프로그램을 이용하여 종사자들에 대한 교육·훈련을 실시하고 있다.

또한 이러한 교육·훈련의 효과가 항공안전에 일부 기여하고 있다는 항공업계의 여론에 따라 앞으로는 운항승무원 개개인의 비행기량 향상을 위한 교육·훈련 외에도 운항승무원들의 인체기능을 극대화하여 항공기 운항업무에 활용할 수 있도록 하고, 업무수행과 관련한 주변 제 요소와의 상호작용 관계를 최적화하는 등 보다 입체적인 교육·훈련으로서 항공안전을 위한 인적요소 분야는 체계적이고, 심층적인 연구개발이 활발하게 이루어져 항공종사자들의 필수적인 교육·훈련과목으로 자리잡을 것으로 전망되고 있다.

제3장 인적요소의 구성

인적요소의 궁극적인 목적은 업무를 수행함에 있어, 인간의 기능과 역할을 주변 모든 요소에 적용시 그 관계를 最適化(Optimization)하여 업무의 능률성과 효율성 및 안전성을 도모하는데 있다.

그러므로 인적요소는 업무수행 당사자의 인체생리 및 심리 등 내적 요소 외에도 업무와 관련한 주변의 모든 요소 그 자체와 각각의 상호관계가 대상이 되고 있으므로 인적요소와 관련한 대상과 영역은 매우 복잡·다양하고, 범위가 광범위하여 이를 한정하여 구체화하기가 어렵다.

항공분야 인적요소의 기초이론으로 인정받고 있는 허킨스의 SHEL이론에서는 운항승

무원(Liveware)과 소프트웨어(Software), 환경(Environment), 하드웨어(Hardware) 등 개개의 요소와 그리고 운항승무원을 중심으로 한 각 요소들과의 상호작용 관계로 기술하고 있으나, 이는 단지 상징적 표현에 불과하고, 그 내면에는 매우 많은 요소들로 구성되어 있으며, 또한 각 요소별 상호관계도 매우 복잡하게 얽혀 있는데, 현재 국제민간항공기구(ICAO)에서 제시하고 있는 인적요소 구성을 보면 다음과 같다. [주2)]

1. 항공생리(Aviation Physiology)
   - 호흡(Breathing)
   - 기압영향(Pressure Effects)
   - 감각기관의 한계(Limitations of the Senses)
   - 가속영향(Acceleration Effects)
   - 착각(Disorientation)
   - 피로와 긴장(Fatigue/Alertness)
   - 수면 장애와 부족(Sleep Disturbances and Deficits)
   - 생체리듬과 시차(Circadian Dysrhythm/Jet Lag)

2. 항공심리(Aviation Psychology)
   - 인간의 실수와 신뢰도(Human Error and Reliability)
   - 업무의 부하(負荷, Workload)
   - 인체 정보처리과정(Information Processing)
   - 태도(Attitudinal Factors)
   - 인지체계(Perceptual and Situational Awareness)
   - 판단과 의사결정(Judgement and Decision-maKing)
   - 스트레스(Stress)
   - 기량/경륜/평가와 숙련도(SKill/ Experience/ Currency vs. Proficiency)

3. 적성(Fitness for Duty)
   - 건강(Health)
   - 음주, 약물, 연령 등 후천적 요소가 업무에 미치는 영향
   - 적성심리와 스트레스 관리(Psychological Fitness Management)
   - 임신(Pregnancy)

주2) ICAO, 인적요소 Digest No.3 p11-p15

4. 대인관계(Interpersonal Relations)
   - 항공기 운항관련 종사자들과의 의사소통
   - 통신에 의한 정보의 전달과 비행안전 · 운항효율에 미치는 영향
   - 문제 해결방법과 의사결정(Crew Problem Solving and Decision-making)
   - 소집단활동과 승무원의 관리 기법 소개

5. 장비요소(Pilot-Equipment Relationship)
   - 조종실의 구조와 배치(Control and Displays)
   - 경계 및 경보체계(Alerting and Warning System)
   - 안락성(安樂性: Personal Comfort)

6. 소프트웨어(Pilot-Software Relationship)
   - 표준운용절차(Standard Operating Procedure)
   - 항공지도 등 자료와 소프트웨어(Written Materials /Software)
   - 자동화(Operational Aspects of Automation)

7. 운항환경(Operating Environment)
   - 항공기 내적 물리적 환경(The Physical Environment: Internal)
   - 항공기 외적 물리적 환경(The Physical Environment: External)
   - 사회경제적 환경(The Socioeconomic Environment)

8. 인간과 주변요소와의 상호관계에서 발생하는 요소

제4장 인적요소 교육·훈련과 기준

제1절 인적요소 교육·훈련 과정과 방법

인적과실에 의한 항공기 사고는 항공기 운항과 관련한 업무를 수행하는 종사자들의 인체기관에 결함이 발생하여 제 기능을 발휘하지 못하거나 그 기능의 변화 또는 주변의 제 요소와 융화(融化) 또는 상호작용관계가 부적절한 경우에 발생한다.

그러므로 항공기 운항에 참여하는 모든 종사자들은 우선적으로 업무수행에 필요한 인체기관의 결함이나 능력과 한계 등을 항상 주지하고 있어야 하며, 또한 업무와 관련되는 주변 제 요소와의 상호작용 관계시 제 기능을 발휘할 수 있도록 최적의 상태를 유지하여야 한다.

항공종사자 중에서도 특히 운항승무원은 항공기 운항과 관련한 업무를 수행함에 있어 현장에서 중추적인 기능과 역할을 담당하고 또한 업무의 대부분이 공중에서 이루어지므로 인체기능의 저하나 변화가 지상에서 보다 더욱 현저하게 나타날 수 있으며, 또한 장시간 반복적으로 복잡·다양한 기기를 주시(Monitor)하고, 상황에 따라서는 여러 종류의 기기를 동시에 신속·정확하고, 정교하게 조작해야 하므로 여러가지 여건에 의하여 인체기능의 저하나 변화가 발생하는 경우 업무수행에 쉽게 영향을 받을 수 있다.

따라서 항공분야에서의 인적요소 교육·훈련은 항공종사자들로 하여금 업무수행에 필요한 인체의 제반 조건을 양호한 상태로 유지한 가운데, 주변 제요소와의 상호관계 작용을 원활하게 하여 업무의 능률성 및 효율성의 제고를 통하여 항공기의 안전운항을 확보할 수 있도록 주지시키는 것이다.

이를 위하여 현재 세계 각국에서 항공종사자들에게 실시하고 있는 인적요소 교육·훈련 학습교육과정에서는 인체에 대한 생리와 심리 및 적성 등의 교육을 통하여 인체기능과 능력 및 그 한계와 변화에 관한 사항을 주지시키고, 또한 업무와 관련한 주변의 제 요소와 상호작용 관계시 나타날 수 있는 변화와 필요한 조건 등 제반사항에 관한 내용을 교육시키고 있다.

특히 인간의 행동은 개개인의 인체기능 및 주변의 상황과 여건에 따라 방향과 동작의 크기 및 그 행태가 수시로 변화하는 등 불안정적인 속성을 내포하고 있고, 이러한 행동의 가변성은 주로 인체기관이나 심리과정에서 비롯되므로 인적요소 학습교육과정에서는 행동의 근간(根幹)이 되고 있는 인체생리(Physiology)와 심리(Psychology)를 매우 중요시한다.

또한 인간을 중심으로 한 주변 제 요소와의 상호작용에 관한 교육으로서는 앞에서 기술한 SHEL모델을 기준으로 인간-기계(Liveware-Hardware), 인간-소프트웨어(Liveware -Software), 인간-환경(Liveware-Environment), 인간-인간(Liveware -Liveware)등의 과목을 중점적으로 실시하고 있다.

그리고 인적요소에 관한 기술교육·훈련과정에서는 항공기에 탑승하고 있는 모든 승무원들이 가지고 있는 지식과 기량의 활용을 극대화하여 운항업무의 능률성과 효율성 및 안전성 확보에 기여코자 인적요소의 기술교육·훈련과목으로 지도력(Leadership),

인성과 태도(Personality and Attitudes), 의사소통(Communication), 승무원간의 협력(Crew co-ordination) 등의 증진을 위한 훈련을 실시한다.

즉 항공기 운항에 필요한 승무원은 조종실업무를 담당하는 운항승무원과 객실업무를 담당하는 객실승무원(Cabin Attendant)등으로 구성되는데, 이 가운데 기장은 항공기내 안전을 확보하기 위하여 승무원과 이들이 수행하는 업무를 관리할 수 있는 지도력(Leadership)이 필요하다. 기장의 이러한 능력은 승무원 상호간 협력(Crew co-ordination)의 증진과 업무 능률을 향상시키는 것이므로 항공기의 안전운항에 중요한 요소가 된다.

또한 운항승무원 스스로가 개개인의 인성(人性)과 태도(Personality and Attitudes)를 파악하고 자각(自覺)하여 자기 관리를 하는 것과 항공기 운항관련 종사자들간의 항공기 운항에 관한 분명하고 신속·정확한 의사소통(Communication)및 우호적이며 긴밀하게 상호협력(Co-ordination)하는 것 등은 각 요소와의 상승작용(相乘作用)의 계기가 되고 이는 곧 항공기 운항과 관련한 업무의 효율성 제고에 크게 이바지하여 개개인의 인적결함을 상호 보완할 수 있게 하므로 항공기 안전운항 확보에 절대필요한 요소라 할 수 있다.

현재 운항승무원들의 인적요소 기술교육·훈련은 주로 CRM(Crew Resource Management) 및 LOFT(Line Oriented Flight Training)프로그램을 개발, 운용하고 있는데, 이러한 인적요소의 기술교육·훈련의 취지에 따라 CRM교육·훈련 과정에서는 운항 승무원들의 지도력(Leadership)과 의사소통(Communication) 및 동승한 승무원을 비롯하여 항공기 운항 관련 종사자들과의 협력(Co-ordination)의 필요성과 중요성을 재인식시키고, 그 기법을 체득(體得)할 수 있도록 정해진 프로그램에 따라 도상훈련(圖上訓練) 형태로 실시한다.

그리고 LOFT훈련은 CRM교육·훈련과정에서 체득한 기법을 실무에 보다 쉽게 활용할 수 있도록 하기 위하여 기존의 Simulator에 여러가지 장비를 설치하여 정해진 절차와 프로그램에 따라 실시한다.

제2절 인적요소 교육·훈련의 기준

인적요소에 관한 교육·훈련은 항공종사자들의 행태(行態)변화를 유도하는 교육·훈련이므로 단기간의 일과성적(一過性的)인 교육·훈련보다는 장기간 계획적이고 체계적이며 주기적으로 실시하고, 사후에도 세심한 관리와 관찰을 통하여 수시로 교정하고 이를 습관화하는 것이 바람직하다.

그리고 인간의 행태근원이 되는 심리과정에 관한 사항을 포함하고 있으므로 교육·훈련내용은 개개인별 인성과 사고(思考), 가치관, 생활환경 및 습관 등에 따라 보다 구체적이고 체계적인 접근이 필요하며, 나아가서는 조직의 특성과 기업의 운영방침 및 국가의 사회·문화 풍습과 환경 등에 따라 다양한 방법과 절차에 의하여 시행해야 한다는 것이 관계 전문가들의 공론으로 받아 들여지고 있다.

이와 같은 인적요소 교육·훈련의 특성에 따라 현재 ICAO에서는 항공종사자들의 인체기관의 능력과 한계 및 환경에 따른 기능의 변화 중 인적요소에 관한 기초지식 함양을 위하여 학습교육에 관해서는 그 기준을 정하여 세계 각국에 권장하고 있으나, 인적요소의 기술 교육·훈련에 관하여는 전술한 바와 같이 시행방법과 그 내용의 다양성에 따라 국제적으로 통용화할 수 있는 표준화된 프로그램 개발이 어렵기 때문에 지역별 인적요소 세미나를 통하여 가장 합리적인 방법과 절차를 모색하도록 유도하고 있다.

현재 ICAO에서 권장하고 있는 항공종사자들의 인적요소 학습교육에 관한 기준을 보면 <표 1-1-1>과 같다.

<표 1-1-1> 인적요소 교육에 관한 ICAO권고 기준

단 원	교 육 과 목	비중(%)	시 간 (시간 + 분)
1	Human Factors 소개	5	1 + 45
2	Physiology(항공생리)	20	7 + 00
3	Psychology(항공심리)	30	10 + 30
4	Fitness for Duty (신체조건의 적정성)	5	1 + 45
5	Liveware-Hardware (운항승무원-시설장비)	5	1 + 45
6	Liveware-Software (운항승무원-소프트웨어)	10	3 + 30
7	Liveware-Liveware (운항승무원-운항승무원)	15	5 + 25
8	Liveware-Environment (운항승무원-운항환경)	10	3 + 30
계	8 과목	100	35 + 00

자료) ICAO, 인적요소 Digest No.3 p10, 1991년

단원 2 항공생리

제1장 항공생리

제1절 대기권의 물리

1. 서 론

지구는 대기라고 하는 혼합가스의 층에 둘러 싸여져 있다. 이 대기층의 두께는 지표로 잡아당기는 지구중력과 우주공간으로 팽창되는 태양복사열의 힘의 균형아래 지구대기층은 현상태(수직방향으로 상승하며 대기 밀도와 대기압이 점차 줄어드는 특수한 양상)를 유지하고 있다.

대기권의 범위는 지표로 부터 넓게는 64,000㎞ 정도까지 보는 설과, 좁게는 700-1,000㎞ 정도로 보는 설이 있다. 그러나 전체대기의 99%는 30㎞이내에 존재하고, 전체대기의 90%는 10㎞이내에 존재하는 양상을 볼 때 대기의 대부분이 지표쪽에 압축되어 있는 양상이다.

대기층을 공기로 된 바다에 비유한다면 우리는 그 밑바닥에서 살고 있는 셈이며 수압을 받듯이 지상에서는 기압이 우리 몸에 작용하고 있다.

대기권의 물리에 대한 이해가 우리가 비행중 발생할 수 있는 저산소증, 과다호흡증, 변압증, 감압증의 이해와 비행에 많은 도움을 주리라 생각한다.

2. 대기의 조성

대기는 혼합가스로서 건조한 공기의 경우 질소 78%, 산소 21%, 기타가스 1%로 구성되며, 높이 100㎞까지는 거의 조성에 변화가 없다<그림 1-2-1>. 그러나, 100㎞가 넘어가면 산소, 질소가 태양광의 자외선에 의해 원자상태로 존재한다.

<그림 1-2-1> 대기의 조성

3. 대기압

대기압이란 지구중력에 의해 생기는 공기의 무게, 즉 단위 면적당 작용하는 공기의 압력으로 psi, mb, mmHg 등으로 표시한다. 평균 해수면에서의 대기압을 1기압=760mmHg로 표시한다. 760mmHg란 수은기둥을 76㎝ 높이로 밀어 올릴 수 있는 힘을 나타낸다. 공기는 물(10m마다 1기압 증가)과 달리 압축될 수 있어 지표에 가까울수록 상층의 공기에 의해 압축되므로 저고도 일수록 고도변화에 따른 기압변화가 크다(뒷장의 변압증과 관련).

<그림 1-2-2> 고도에 따른 대기압 및 산소분압

4. 산소의 분압

산소는 지구대기 부피의 약 21%를 차지한다. 이 비율은 고도에 따라 거의 변하지 않지만 기압은 고도가 상승함에 따라 낮아진다. 고도별 압력의 21%가 산소이므로 Dalton의 법칙에 의하여 pO_2 = 760mmHg x 0.21 = 160mmHg 로 해면 높이가 되고 기압이 2분의 1로 감소되는 18,000ft 높이에서는 pO_2 = 380mmHg x 0.21 = 80mmHg로 산소분압을 구할 수 있다.

사람 폐(肺)안에서의 호흡은 기체의 확산 법칙에 따르므로 생존을 위해서는 대기중의 산소가 충분해야 한다. 그러므로 어느 정도의 고도 이상 올라가면 산소압이 떨어져 산소의 공급이 추가로 필요하다. 사람이 산소장구없이 정상기능을 할 수 있는 고도는 고작 10,000ft(3000m)정도이고, 장시간에 걸쳐서 적응할 수 있는 한계고도는 18,000ft (5,500m)에 불과하다.

5. 고도의 특성에 따른 대기권의 분류

고도상승에 따라 온도변화 곡선의 꺽인점을 경계로 지상으로부터 대류권, 성층권, 중간권, 열권 또는 전리권, 외기권으로 나눈다

가. 대류권(對流圈, Troposphere)

지표에서 가장 가까운 부분이고 높이는 평균 10㎞까지이나 극지방은 6-8㎞,적도지방은 16-19㎞로 타원형을 이룬다. 기압은 이 대류권에서 가장 큰 폭으로 감소되어 18,000ft에서 2분의 1기압, 27,000ft에서 3분의 1기압, 34,000ft에서 4분의 1기압이 된다.

기온은 태양복사선을 흡수했다가 다시 공기중으로 방출하는 지열에 의해 주로 영향을 받으므로 약 1,000ft(300m)당 2℃씩 내려가는데 이를 기온체감률이라 한다. 이에 의해 상층에 있는 차가운 공기는 무거워 계속 하강하려하고 지표에 있는 따뜻한 공기는 계속 상승하려고 하기 때문에 대기는 불안정 상태를 보인다.

그리고 대기권에는 수증기가 존재해 성층권과는 달리 각종 기상현상이 나타난다. 생리적 측면을 보면 10,000ft는 정상활동을 계속할 수 있는 최소한의 산소분압을 얻을 수 있는 높이이지만 사실은 이미 야간시력이나 복잡한 계산 등 고위중추기능이 일부 감퇴된다. 15,000ft 까지는 그럭저럭 순환기계통의 대상작용으로 의식을 유지할 수 있으나 그 이상이 되면 머지않아 저산소증에 의해 의식을 잃게 된다. 그리고 18,000ft 이상 올

라가면 체액에서 기포가 발생하는 감압병(Decompression Sickness)의 원인이 된다.

나. 성층권(成層圈, Stratosphere)

성층권은 대략 10㎞에서 50㎞ 고도의 사이이며 공기 저항이 매우 작고 기류의 불안정이나 구름에 의한 시계 제한등 불리한 기상현상이 없기 때문에 비행에는 여러가지로 유리한 반면, 수증기의 응결(비·구름)로 수분을 잃기 때문에 장시간 비행시 목이 마르고 건조해지기 쉽다.

성층권에는 오존층이 20-45㎞ 사이에 존재해 태양으로부터의 유해 자외선을 차단해 주고 오존층의 화학반응으로 인한 성층권 온도의 상승으로 안정층이 된다. 오존은 유해가스로 작업장 허용농도가 0.12ppm에 불과 한데 오존층 농도는 5-10ppm으로 고고도 운항 여객기에 치명적인 오존 노출을 당할 수 있으나 오존의 특성상 열에 약해 기체내로 공급시 가열과 촉매로 제거되어 대부분의 경우 인체에는 안전하다.

생리적인 측면을 보면 100%의 산소로도 산소공급이 부족해져 여압호흡을 해야되는 고도가 대략 40,000ft 정도이고, 50,000ft는 생리적 우주대등고도이고, 63,000ft는 체액이 끓는 점이 되는 고도로 일명 암스트롱라인(Armstrong Line)이라 부른다.

다. 중간권(中間圈, Mesosphere)

50-80㎞까지의 영역의 준우주권으로 기온은 -70℃도까지 떨어진다.

라. 전리권과 외기권

공기분자의 전리가 일어나 이온과 전자가 생겨 무선통신이 가능한 층을 전리권이라 한다.

제2절 호흡과 혈액 순환

호흡은 인체가 생명을 유지하는데 필요한 산소를 인체내로 흡입하고 물질대사의 결과로 생긴 탄산가스를 배출하는 과정이다. 호흡을 통해 폐포내로 들어간 산소는 분압차에 의해 혈관으로 녹아들어가 적혈구 속의 헤모글로빈과 결합해 심장을 통해 온몸으로 간다. 그러나 모든 조직이 동일한 산소의 소모를 하는 것은 아니며 뇌와 같은 조직은 70㎏성인의 2-3%(평균 1,450g)밖에 차지하지 않지만 온몸으로 가는 혈액량의 4분의 1내

지 5분의 1을 공급 받기 때문에 저산소상태나 혈류량이 적어진 상태에 아주 민감하다.

호흡은 보통성인이 편안한 상태에서 1회에 500cc정도를 흡입하며 분당 12- 20회정도를 하지만 최대호흡량은 5,000cc정도로 편안한 상태의 약 10배까지 할수 있다. 아무리 내쉬려 해도 내쉴 수 없는 폐내의 공기량을 잔기용적이라 하는데 약 1,200cc정도 된다. 들어마시는 공기 가운데의 산소는 21%라는 사실은 누구나 다 알지만 내쉬는 숨가운데 산소가 16-17%가 들어있는 사실을 아는 사람은 그리 많지 않다. 이 내쉬는 숨가운데 16-17%의 산소때문에 Mouth to Mouth 인공호흡법이 가능한 것이며 한 겨울에 작은 방에서 문을 꼭 닫고 자도 질식사를 않는 이유가 되는 것이다.

우리 몸은 에너지를 저장할 수 있지만 산소를 저장할 수는 없다. 그래서 하루를 굶어도 생명에는 지장이 없을 수 있으나, 뇌로 전달되는 산소는 단 몇초만 차단되어도 의식을 잃게 되고, 5분만 산소가 공급되지 않으면 뇌에 치명적인 손상을 입게 된다.

우리 몸에 산소를 폐로부터 전신으로 운반하는 그릇은 적혈구 내의 헤모글로빈(Hb; 혈색소)이다. 이 Hb은 산소분압(폐포내; 폐포내는 수증기압 47mmHg, 이산화탄소압 40mmHg 정도가 있어<대기압-(47+40=87) x 0.21로 산소분압을 구할 수 있음)에 따라 반응한다. 산소분압의 반응 곡선은 <그림 1-2-3>에서 보는 바와 같이 S자 양상을 띈다. S자 곡선의 특성 때문에 산소분압이 60mmHg이하로 감소하면 급격히 Hb 포화도가 떨어지고 60mmHg 이상에서는 거의 일정한 양상을 띈다. 우리 폐포내의 산소분압이 60mmHg로 떨어지는 고도(보통 10,000ft) 이상으로 상승하면 저산소증에 의한 의식상실을 가져올 수 있다.

과다호흡시 폐내의 이산화탄소(CO_2 , 산성을 띔)가 공기중으로 빠져나가 혈액이 알카리성이 되면 헤모글로빈 산소해리곡선이 좌측으로 이동한다. 이 때는 Hb에서 산소해리가 잘 이루어지지 않아 조직은 저산소 상태에 빠지게 된다.

<그림 1-2-3> 산소분압 및 헤모글로빈 산소포화 곡선

제3절 저산소증과 과호흡증(Hypoxia and Hyperventilation)

1. 저산소증의 발생원인

고공 비행에 있어서 가장 문제가 되는 것은 산소의 부족으로 인한 영향이다. 고공비행에 있어 경험하게 되는 저산소증은 오래 전부터 항공기 사고를 유발하는 요소가 되어 왔으며, 앞으로도 항공우주비행에 있어 하나의 큰 위험 요소로 계속 남게 될 것이다. 저산소증이 특히 문제가 되는 것은 비행중 그 증세가 발생하였을지라도 운항승무원들은 이를 쉽게 인지하지 못한다는 데 있다. 따라서 항공기 승무원들은 비행 안전을 위하여 저산소증에 대한 철저한 지식과 저압실 비행 훈련을 통한 경험을 갖추어야 한다.

저산소증이란 인체의 생리기능을 저하시킬 만큼 혈액이나 세포 및 조직에 산소가 저하된 상태를 말하는 것으로, 원인별로 저산소성, 빈혈성, 조직중독성, 정체성 등이 있으나, 여기에서 비행과 관련된 것은 저산소성 저산소증으로 호흡환경의 산소분압이 낮기 때문에 폐내의 산소분압이 저하하여 발생하는 것을 말한다.

폐포내의 산소 분압이 떨어지게 되면 혈류로 확산되는 산소량이 감소하게 되고 따라서 조직이 충분한 산소를 공급받지 못하게 된다. 비행중 고공으로 상승할수록 기압은 저하되고, 이에 비례하여 산소분압도 낮아지게 되며 이러한 공기를 호흡하게 되면 저산소증에 빠지게 되는 것이다.

2. 저산소증의 인지와 신체기능에 미치는 영향

항공기 승무원들은 인위적으로 만들어 놓은 저압실에서 고공 비행중 노출되는 훈련을 받게 되며 이 훈련 중 중요과정의 하나는 바로 저산소 상태에 노출되는 것이다. 이렇게 저산소증을 경험함으로써 실제 저산소 환경에 노출될 때 적절한 조치를 신속히 처리할 수 있게 된다.

특히 저산소증이 승무원들에게 위험시되는 이유는 그 증세가 통증이나 기타 불편한 증세는 다르게 인지할 수 없는데 있다. 저산소증의 증세는 사람에 따라 다르고 같은 사람이라도 때에 따라 다르다. 저압실 훈련에서 저산소상태에 노출시 느낄 수 있는 자각증세는 다음에 나열하는 것 중에 하나 혹은 두개나 아니면 전혀 느끼지 못하는 가운데 무의식 상태에 빠질 수도 있다.

자각증세로는 공기 부족감, 불안 및 초조함, 두통, 현기증, 피로감, 메스꺼움, 오열 및 오한, 시력저하, 시야 협소증, 마비감, 주의력 장애 등이며 타인이 관찰할 수 있는 타각적 증세로는 과호흡증, 청색증, 정신혼란 ,의식상실 등이 있다.

저압실에서 저산소증에 빠진 예를 보면 운항승무원이 저산소증 실습을 마치고 마스크를 다시 착용했으나 마스크를 제대로 착용하지 못해 저산소증에 빠져 어떤 증세를 느꼈는지 질문을 해보니까, 갑자기 사람들이 달려와서 마스크를 씌워 주더라는 얘기를 하는 것을 보아도 저산소증이 얼마나 인지하기 힘들고 또한 위험하다는 것을 알 수 있을 것이다.

산소의 저하로 인하여 장애가 일어나는 곳은 인체의 체세포인데 신경조직은 다른 어떤 조직보다도 산소 소모량이 많기 때문에 뇌 조직이 산소저하에 대하여 가장 먼저 영향을 받는다(뇌용량은 1,450g, 다시말해 70㎏성인의 2-3% 정도인데 혈류양은 전체혈액의 20-25%를 받는다).

시각기관의 일부인 망막은 생태학적으로 뇌조직으로부터 파생된 것으로 충분한 산소의 공급을 받지 못할 때 먼저 시력 장애를 초래하게 된다. 만약 산소 부족 상태가 지속된다면 뇌 활동이 중지되고 사망을 초래하게 된다.

3. 유효의식 시간(Time of Useful Consciousness)

유효의식 시간이란 저산소 환경에 노출되는 순간부터 정상적인 업무수행능력에 장애가 일어나기 시작할 때까지의 시간을 가리킨다. 유효의식 시간이 경과될 때 가장 문제가 되는 것은 저산소증을 치료하기 위한 자위능력을 상실한다는 것이며 유효의식 시간의 경과가 곧 의식 상실은 아니다.

산소가 전혀 없는 맨홀에 어떤 사람이 작업을 하러 들어갔다면 이 사람의 유효의식 시간은 9-12초 정도가 될 것이다. 왜냐하면 50,000ft 이상의 상공에서와 같이 산소를 전혀 받을 수 없기 때문이다. 고도별 유효의식시간의 평균치를 보면 <표 1-2-1>과 같다.

<표 1-2-1>　　고도에 따른 유효의식시간

고　　도(feet)	유 효 의 식 시 간(TUC)
18,000	20 -30 분
22,000	10 분
25,000	3 - 5 분
30,000	1 - 2 분
35,000	30 -60 초
40,000	15 -20 초
50,000이상	9 -12 초

4. 저산소증의 예방

저산소증은 비행하는 사람들의 폐포내 산소 분압을 60-100mmHg로 유지할 수 있도록 산소를 충분히 공급하면 예방할 수 있다. 그러므로 고공을 비행하는 항공기는 기내에 장착된 산소장구나 조종실 여압을 통하여 혹은 양자를 혼합하는 방식으로 기내에 적절한 산소분압을 유지하여야 한다.

T-37과 같은 항공기가 여압장치 없이 25,000ft의 고공을 비행하는 경우 산소장구만으로 저산소증을 예방할 수 있다. 여객기나 수송기, 폭격기들은 대부분 어떠한 고도를 비행하던지 10,000ft 이하의 기내고도를 유지하므로 특별히 산소장구의 사용은 필요없으나, 10,000ft 이상의 고공을 비행하는 항공기들은 여압상실에 대비해 산소장구를 항상 갖추고 있도록 규정하고 있다. 따라서 10,000ft부터 34,000ft 이하의 고도에서는 호흡공기중 산소를 보충해 주고 이에 도달한 이후부터는 100% 산소를 공급해 주며 40,000ft 까지 올라갈 때 미량의 양압을 가해주고 그 이상 상승시 여압량을 점차 늘려주어 여압호흡으로 비행하게 해주어야 한다.

조종실 고도가 34,000ft에서 100% 산소를 호흡하면 해면에서 호흡할 때와 생리적으

로 대등한 고도가 된다. 그러나 34,000ft 이상의 고공으로 상승하면 대기압의 저하로 인하여 계속 100% 산소를 호흡하더라도 폐내에 형성되는 산소분압은 점점 저하하게 된다. 그래서 40,000ft에서 100% 산소를 호흡하는 것은 10,000ft에서 대기를 호흡하는 것과 생리적으로 유사하므로 이 때에는 산소보충시 압력을 가해서 호흡시키는 여압호흡이 필요하다. 그러나 50,000ft이상의 고공으로 상승하고자 한다면 마스크 내부압력이 30mmHg(인체가 견딜 수 있는 한계)이상이 필요하므로 잠시도 견디기 힘들다. 그래서 50,000ft 이상 비행시는 특수 여압복 즉 우주복을 착용해야 하며, 고도에 따른 대기압과 산소비율을 보면 <표 1-2-2>와 같다.

<표 1-2-2> 고도에 따른 대기압과 산소비율

고 도	대기압mmHg	산소요구비율	고 도	대기압mmHg	산소요구비율
해면 고도	760	21	20,000ft	329	49
5000ft	632	25	25,000ft	282	62
10,000ft	532	31	30,000ft	225	81
15,000ft	429	40	35,000ft	187	100

5. 과다호흡증(Hyperventilation)

과다호흡증이란 호흡을 지나치게 빨리한 결과 폐와 혈액내의 탄산가스(CO_2) 분압이 정상 이하로 낮아진 상태를 말한다. 지상에서나 혹은 고공에서 우리가 정상적인 상태에 놓여 있고, 또 산소장구에 이상이 없을 때에는 우리의 호흡률은 폐포와 혈액 내의 탄산가스 분압에 따라 자동적으로 조절이 된다.

예를 들면 우리가 조깅을 한다면 근육 운동이 증가하여 그 부위 조직에서의 에너지 대사작용이 촉진되며 따라서 그 부산물인 탄산가스 분압이 증가하고 따라서 무의식중에 호흡률이 증가하여 폐내에 지나치게 축적된 탄산가스를 외부로 배출하는 대신 산소를 더욱 많이 보충하게 되는 것이다.

이와는 반대로 과다호흡증이라고 하는 것은 근육운동이 활발치 않은 상태에서 비행중의 긴장과 피로에서 연유되는 공포감, 흥분, 정신불안 또는 당황하게 될때 공연히 호

흡률이 증가되어 폐와 혈액내의 탄산가스를 외기로 지나치게 배출하여 결국 폐내의 정상적인 탄산가스 분압인 40mmHg를 유지하지 못하고 그 이하로 떨어져 혈액은 저탄산상태가 된다.

저탄산상태가 되면 산소를 운반하는 적혈구 속의 헤모글로빈과 산소와의 해리작용을 저하시킨다. 산소가 해리되어 조직으로 가는 양이 저하되어 인체 조직에 저탄산성 저산소증(hypocapnic hypoxia)을 유발시킨다. 혈액의 저탄산 상태는 조직의 정상적인 대사작용을 저하시키고 오래 지속되면 장기의 기능변화까지도 올 수 있다. 이에 가장 민감한 부위인 뇌를 보호하기 위하여 탄산가스의 분압이 떨어지면 뇌로 가는 혈관들이 수축되어 뇌에 공급되는 산소량을 더욱 감소시킨다.

의식을 차차 잃어가는 과정에서 공포감, 불안감, 흥분 등이 제거되면 호흡이 정상상태로 되돌아 오게 되고, 의식을 다시 회복하게 되는 것이다. 그러나 이러한 상태가 운항승무원에게 발생한다면 짧은 시간이라도 극히 위험한 상태가 될 수 있다.

과다호흡의 초기증세로는 현기증이 가장 잘 나타나고, 증세가 어느 정도 진전하면, 근육이 저리고 경직되는 현상으로 진전하며 판단력 및 근육 협동능력이 저하하고 때로는 의식을 잃을 수 있다. 또한 과호흡증에 빠지면 저산소증과 가속도에 대한 내성이 저하되고, 비행착각에 빠질 가능성이 더욱 커진다. 과다호흡증은 특히 저산소증과 구별하기가 힘들어 더욱 큰 위험요소이다. 10,000ft 이하에서 느끼는 현기증은 대개는 과다호흡증에 의한 것이라고 볼 수 있다.

과다호흡증의 치료 방법은 먼저 마음을 안정시키고, 두번째로 호흡율을 정상 속도(분당 12-20회)로 늦추고, 자기가 과다호흡증이라 생각했던 것이 저산소증 일 수 있으므로 100% 산소를 호흡하여야 한다.

제4절 변압증

비행중 인체가 받는 여러가지 장애 중의 하나가 기압의 변화이다. 기압의 변화는 몸안에 있는 여러 군데의 공간에 들어 있는 기체의 부피를 바꾸기도 하고 녹아 있는 기체를 다시 기화시키기도 하여 문제를 발생시킨다. 이런 기압의 변화는 저산소증과 함께 비행에 있어서 큰 장애요소가 되는데, 변압증세로는 체강통과 감압증으로 대별하고 있다.

1. 체강통(體腔痛)

우리 몸에는 여러 개의 빈 공간 즉, 체강이 있으며 이곳에는 공기가 차있다. 예를 들면, 장이나 폐, 귀내의 중이강, 코를 싸고 있는 부비강 등이 있다. 이런 공간내의 공기는 사람이 비행을 하여 고도를 높여가면 압력이 낮아지고 따라서 부피가 증가하게 된다. 이 때 부피가 증가된 공기가 밖으로 잘 배출되면 별다른 문제가 없으나 배출구가 막히면 내부의 압력이 올라가서 통증을 유발시킨다. 반대로 하강시에는 기압이 다시 올라가 정상이 되므로 내부 공기의 부피가 감소된다. 이 때 외부로부터 공기가 공급되지 않으면 공간내는 저기압이 되어 기압의 불균형 상태로 역시 심한 통증을 일으킨다.

가. 위장계통(G.I.Track)

위나 장에는 정상적으로 가스가 존재한다. 이들 중의 90%는 사람이 흡입한 것이고 나머지는 소화과정이나 박테리아가 음식물을 분해하는 과정에서 발생한 것이다. 고공에 올라가게 되면, 이런 가스들은 팽창하여 트림이나 방귀를 통해 배출되게 된다. 배출이 잘 안되면 배가 더부룩해지면서 심한 통증을 느끼게 된다. 고공에서 여압호흡을 하게 되면 이 팽창된 가스의 압력으로 횡경막에 압력을 가하게 되어 호흡의 곤란을 야기할 수도 있다. 경미한 복통도 때로는 혈압의 저하나 졸도를 일으킬 수 있으므로 일단 복통이 있는 사람은 주의를 요한다. 대개 이런 현상은 30,000ft에서 35,000ft 사이에서 흔하고 25,000ft 이하에서는 드물다. 그러나 상승 속도가 빠르면, 15,000ft에서 20,000ft 사이에서도 복통을 일으킬 수 있다.

치료법은 가스의 배출을 촉진하기 위해 저압실이나 항공기 안을 걸어다니거나 가벼운 운동을 하도록 하고, 증세가 심할 경우 고도를 낮추면 좋아질 수 있다. 정신적인 불안이나 신체의 피로는 이런 증상을 더 쉽게 느끼게 하므로 피한다. 또한 음식물 중에 양파, 배추, 사과, 무우, 콩, 오이 및 참외 등의 야채류는 가스생성을 촉진하므로 비행전에는 취식하지 말고, 맥주나 탄산음료 등은 마시지 않는 것이 좋다. 껌을 씹는 것도 공기를 많이 삼키므로 피하고, 식사를 불규칙적으로 하거나 급히 먹거나 다른 일을 하면서 먹는 것도 증세유발 가능성을 높인다. 규칙적인 배변 습관으로 가스의 발생을 줄일 수 있다.

나. 중이통(The Middle Ear)

비행중에 일어나는 체강통 중 가장 흔한 것이 중이통이다. 귀는 <그림 1-2-4>와 같

이 유스타키오관 또는 이관을 통해 코의 뒤쪽과 연결이 되어 외부와 압력의 균형을 이룬다. 유스타키오관의 입구는 안전 밸브처럼 되어 있어 중이강 내의 공기가 밖으로 쉽게 배출되지만, 밖의 공기가 중이강내로 들어올 때는 특별한 행동을 취해 주지 않으면 공기가 못들어 가는 경우가 흔하다. 따라서 하강시 중이강은 저압이 되어 유스타키오관을 통해 공기의 유입이 되지 않으면 조직의 손상이 일어나며 심하면 고막의 파열이나 중이강내 출혈이 나타난다.

<그림 1-2-4> 사람의 청각기관

이러한 중이통은 상승시보다 하강시에 많이 일어난다. 감기가 걸리거나 목이 아프거나 하는 상기도 감염의 징후가 있으면 중이통은 더욱 더 잘 발생한다. 이를 막기 위해서는 단순히 침을 삼키거나 하품을 해도 좋고 "발살바(Valsalva)"라는 특수한 행동을 해주면 매우 효과적이다. "발살바(Valsalva)"는 코를 풀 때처럼 비강내 압력을 형성하여 이 압력이 유스타키오관을 통하여 중이내로 강제로 유입되게 하는 방법이다. 한꺼번에 오래도록 계속 불어넣는 것보다는 여러 번으로 나누어 힘차게 불어넣는 것이 효과적이다. 감기에 걸렸을 때(특히 코감기)는 비행을 피하고 비행이나 저압실 비행시 중이통을 경험했을 때는 꼭 의사의 검진을 받도록 해야 한다.

비행중 하강시 중이통이 발생할 정도라면 중이내의 음압으로 인해 유스타키오관이 발살바를 통해서도 잘 열리지 않으므로 고공으로 다시 상승하여 음압을 제거한 상태에서 발살바를 하면서 서서히 저공으로 하강하고, 중이의 기압균형이 계속 이루어지지 않으면 국소 혈관 수축제를 사용할 수 있으나 이때는 반드시 의사의 처방에 의하여야 한다.

다. 부비강통

<그림 1-2-5>와 같이 부비강은 코안과 연결되어 있는 빈 공간으로 코로 흡입된 공기의 온도와 습도를 맞추어 주고 공기를 정화하여 우리가 외부공기를 편안히 호흡할 수 있도록 하는 곳으로 이곳에 염증이 있는 것을 흔히 '축농증'이라고 한다.

<그림 1-2-5> 부비강의 위치

부비강은 여러 군데가 있으나 비행중에서 가장 문제가 되는 곳은 양눈 위에 있는 전두동과 양뺨에 있는 상악동이다. 정상에서는 커다란 문제가 없지만, 감기로 코안에 염증이 있거나 비중격 만곡증(코 중간 뼈가 휘어진 증상) 같은 구조적인 이상이 있는 경우는 역시 공기의 배출은 잘되지만 공기의 흡입에 이상이 생겨 하강시 통증이 쉽게 발생한다.

이 때도 발살바를 하면 쉽게 해결이 된다. 통증이 심할 때는 2,000ft - 3,000ft 상승하여 비점막 수축제를 투여하고 서서히 하강한다. 이런 증상은 예고없이 심하게 나타날 수 있으므로 코에 이상이 있는 사람은 꼭 비행전 의사의 진찰을 받도록 해야 한다.

라. 치통(Teeth Pain)

치통은 보통 상승시(30,000ft 이상) 나타나나 때로는 하강시에도 나타난다. 하강시에 윗쪽의 치아 여러 개가 한꺼번에 통증이 있으면 상악동의 부비강통을 의심해야 한다. 발생 원인을 보면 첫째, 충치의 살아있는 치수 조직 혹은 변질된 치수가 기압 변화에 자극되어 비행중 치통을 유발한다.

둘째로 치근 주위에 염증이 있다면 고공으로 상승시 염증부위에서 미량의 가스가 외부로 빠져 나오지 못하게 되어 심한 통증을 일으킨다. 이 경우는 하강만이 유일한 치료법이다.

셋째, 충진한 내부 가스가 팽창하여 치통을 유발하기도 한다. 비행중 발생하는 치통은 역비행을 하면 곧 그 증세가 없어진다. 치통을 호소한 승무원 중에 비행 후 검사에서 치아에 아무 이상이 없으면 대체로 부비강통으로 간주한다.

마. 폐(Lungs)

폐에는 많은 양의 공기가 들어 있으나 사람이 통상 호흡과정에서는 별다른 문제를 일으키지는 않지만, 급상승시 기도가 이물질이나 종양에 의해 막히거나 사람이 숨을 죽이고 있으면 문제가 일어날 수 있다. 폐가 급격히 팽창하여 폐포를 파괴하면 폐혈관에 공기가 들어가 호흡곤란을 일으키는 공기 색전증이나 흉강내로 공기가 새는 기흉 등이 생길 수 있으나 매우 드물다.

2. 감압증(Decompression Sickness)

감압증은 본래 잠수부들에게서 생기는 질환으로서 심해의 고압에서 일하던 잠수부가 휴식없이 바로 표면으로 올라오게 되면 고압으로 몸에 녹아 있던 질소가 외기의 질소 분압과의 차이가 생겨서 급격하게 외부로 배출되는 과정에서 기포화되기 때문에 생기는 증상을 말한다. 이러한 현상은 사이다병의 뚜껑을 딸 때 기포가 발생하는 것과 같은 현상이다<그림 1-2-6>. 이러한 미세 질소기포가 혈관이나 조직에 발생하여 증상을 일으킨다.

<그림 1-2-6> 감압증의 발생원리

비행중 발생하는 감압증은 최소 2분의 1기압 고도(18,000ft) 이상 상승시 발생하고 25,000ft 이상에서 좀 더 흔하게 발생한다.(대부분의 비행기가 여압장치가 되어 있어 기압고도 25,000ft 이상 올라가는 경우가 드물어 18,000~25,000ft 사이에서 감압증을 경험하는 경우가 많다.)

감압증의 증상 중에는 가장 흔한 것은 관절통으로 주로 어깨, 무릎, 발목과 같이 운동이 많은 관절에 생긴다. 주로 관절부위에 저리고 심한 통증을 호소하며, 이를 Bends라고 한다. 주로 30,000ft 이상으로 급상승하거나 그 이상의 고도에 오래 체류할 때 잘 나타난다. 또 다른 감압증의 증상은 피부의 반점이다.

이것은 피하조직에 작은 기포가 고여 생기는 것으로 하강하면 보통 사라진다. 이상의 증상은 대게 하강하면 소실되고 별다른 후유증이 없으므로 큰 문제는 안되지만 흉통이나 중추신경장애는 생명에 위협을 주는 큰 문제를 일으킨다. 흉통은 대게 가슴 한가운데가 타는 듯이 아프며 기침이 계속된다. 이것은 폐를 구성하고 있는 말단조직인 폐포주위 혈관에 기포가 차있기 때문에 생긴다.

이 경우는 극히 위험하므로 즉시 하강하여 압력을 높여 주어야 한다. 중추신경장애는 다양한 증상을 나타낼 수 있는데, 주로 나타나는 증상은 시야에 물체가 가려진 것 같은 반점이 생기는 것이 흔하다. 그 외 주변시각을 상실하고 근육이완 마비와 망상증이 온다.

감압증의 예방에 대해서 살펴보면 감압증은 비행 고도와 노출 시간과 관련이 있으므로 안전고도를 지켜서 꼭 필요한 경우가 아니면 25,000ft 이상은 비행하지 않도록 하고 또 비행을 할 때는 여압장치를 하여 8,000ft 이상의 저압에는 노출되지 않도록 한다. 또 고공을 비행해야 하는 경우는 미리 100% 산소를 호흡하여 체내의 질소 양을 감소시켜 주면 감압병의 발생이 크게 감소한다. 또 고공을 비행할 때는 신체활동을 될 수 있는 한 줄여야 한다. 왜냐하면 산소의 소모량이 많아져서 저산소증에 빠질 가능성도 높아지고, 사이다병을 흔들면 기포가 생기듯이 신체활동이 기포생성을 촉진하기 때문이다. 감압증이 발생하면 일단은 안전고도인 25,000ft 이하로 하강하여야 한다. 단순한 관절통도 중추신경 장애의 전조 증상일 수 있으므로 관절통이라고 안심하지 말고 빨리 하강하여 착륙하고 의사의 진찰을 받도록 한다. 단순한 관절통이나 피부발진은 하강을 하여 100%산소를 흡입하면 좋아지나, 흉통·중추신경이상, 또는 100% 산소 치료에도 반응하지 않는 관절통 등은 가압실 치료를 받아야 한다.

제5절 가속도(Acceleration)

신체에는 지구의 중력이 지속적으로 작용하고 있으며, 우리의 신체는 이러한 환경에 잘 적응되어 있다. 그러나 현대의 항공기는 매우 고속으로 비행하고 기동할 수 있으며, 이에 따라 운항승무원은 여러 가지 신체적 장애 현상을 유발하는 고가속도에 노출된다. 고가속도에 의해 유발되는 생리적 장애 현상은 비행 안전과 밀접한 관계가 있으므로 고성능 항공기 운항승무원은 가속도에 대한 올바른 이해와 극복책을 습득하는 일이 매우 중요하다.

1. 물리적 고찰

가. 가속도

가속도는 물체의 단위 시간당 속도 변화를 말하며, 속도와 마찬가지로 크기와 방향을 가지는 벡터량이다. 따라서 가속도는 직선운동의 변화율에 의한 선형가속도, 운동방향의 변화에 의한 구심가속도와 위 두 가지의 결합에 의한 결과로 나타나는 각가속도의 형태로 분류할 수 있다.

$$\text{가속도}(a) = \frac{\text{속도}}{\text{시간}} = \frac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2}$$

여기서, s는 속도가 변한 거리, t는 속도가 변한 시간이다.

가속도는 양의 값(속도 증가) 또는 음의 값(속도 감소)을 가질 수 있으며, 대표적인 단위로는 m/sec^2(기본적 SI 단위)과 ft/sec^2이 있다. 중력가속도는 $9.81m/sec^2$($32.2ft/sec^2$)의 값을 가지며 'g'로 표시한다. 중력가속도에 대한 적용 가속도의 비율 단위는 "G"이다. 따라서, 적용된 가속도의 G값은 다음과 같이 구할 수 있다:

$$G = \frac{\text{적용된 가속도}}{g}$$

따라서 2G의 가속도 값은 $2 \times 9.81 = 19.62\ m/sec^2$ 이다.

나. 무 게

무게는 가속되는 물체의 질량에 의해 나타나는 힘이다. 물체가 지구 중력에 노출된 경우는 특별한 경우로 무게가 질량과 같다고 정의되는 시기이다. 따라서 질량 1kg의 물체는 $9.81m/sec^2$(중력 상수)으로 가속될 때 1kg의 무게를 나타낸다. 'α'라는 값으로

가속될 때 질량(*m*)에 의해 나타나는 일반적인 무게(*W*)는 다음의 관계를 가진다:

$$W = m \times \frac{a}{g}$$

예를 들면 1kg의 질량에 29.43m/sec^2, 즉 3G의 가속도를 생성하는 힘이 작용하면 3kg의 무게를 가진다.

2. 비행중의 가속도

가. 선형가속도(Linear Acceleration)

선형가속도는 방향의 변화없이 속력의 변화만으로 생기는 것이다. 일반적인 비행에서 선형가속도가 인간의 수행력을 심각하게 변화시킬 정도가 되는 경우는 거의 없으나 2~4초간 지속되는 중대한 선형가속도가 항공모함에서 사출기(Catapult)에 의한 이륙 및 착륙중에, 그리고 고성능 항공기의 재연소장치(After Burner) 작동시 발생한다.

$$a = \frac{v}{t}$$

여기서, a는 선형가속도, v는 속도의 변화, *t*는 v가 발생한 시간이다.

나. 구심가속도(Radial Acceleration)

구심가속도는 속력의 변화없이 운동 방향의 변화에 따라 생기며, 이러한 가속도는 비행 항로가 변할 때 발생하고, 항공기의 기동은 비행중 가속도가 발생하는 가장 보편적인 원인이다. 6~9G 또는 그 이상의 가속도가 전투기의 원형 비행에 의해 수십초간 지속될 수 있다. 가속도가 인체에 미치는 영향을 학습하기 위한 가속도 훈련장비도 마찬가지로 구심가속도를 생성한다.

물체의 구심가속도 크기는 원형 경로를 따라 도는 물체의 원주 속도와 경로에 따라 결정되며 다음과 같다:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

여기서, a는 구심가속도, v는 원주 속도, *r*은 회전반경이다.

예를 들어, 1마일 반경의 원형 경로를 따라 500mph(225m/sec)로 비행하는 항공기의 구심가속도는 204ft/sec^2(62m/sec^2), 또는 6.3G라는 것을 계산할 수 있다.

다. 원심력

뉴톤의 제3법칙에 의하면, 원의 중심을 향하는 물체의 구심력은 반대 방향으로 작용하는 같은 크기의 힘, 즉 원심력에 의해 균형을 이룬다. 원형 비행에 의해 발생되는 구심가속도의 생리적 영향은 원심력 때문이다. 원형 경로에 따라 비행중에 발생하는 원심력의 크기는 다음 수식에 의해 주어진다:

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

여기서, F는 원심력, m은 물체의 질량, v는 원주속도, r은 회전반경이다.

원형 비행궤도를 돌고 있는 항공기 내의 물체는 구심가속도에 의해 발생하는 원심력에 노출될 뿐만 아니라 중력에 따른 선형가속도에 의해 발생하는 힘에도 노출된다. 원심력과 중력간의 관계는 기동중에 지속적으로 변하고, 따라서 물체에 작용하는 합력의 방향과 크기는 비행 경로에 따라 변한다. 선회중인 항공기에 탑승하고 있는 운항승무원이 느끼게 되는 힘의 방향과 크기는 원심력과 중력의 벡터합 R이 된다.

<그림 1-2-7> 선회중인 항공기에 작용하는 힘

라. 가속도의 용어

가속도 또는 관성이 작용하는 방향은 3차원 좌표 방식(X, Y 및 Z)을 사용하여 설명하고, 여기서 수직축(Z축)은 인체의 장축과 평행하다. 적용된 가속도와 관성은 항상 반대 방향으로 작용한다. 따라서 머리쪽으로의 가속도는 내장 및 눈과 같은 기관을 발쪽으로 향하게 하고 관성은 양의 G, 또는 $+G_z$라 불린다. 인체에 작용하는 가속도 및 관성의 방향을 나타내는 표준 항공의학 용어는 <그림 1-2-8>과 <표 1-2-3>에 나타나 있다. 벡터화살표는 관성의 방향을 나타낸다.

<그림 1-2-8> 가속도와 관성을 나타내는 표준 항공의학 용어

<표 1-2-3> 인체에 작용하는 가속도의 방향에 따른 생리학적 명칭 및 용어

가속도 방향	관성 합력 방향	생리적 명칭 및 속칭	표준 용어
머리쪽	머리에서 발	Positive G Eyeballs down	$+G_z$
발 쪽	발에서 머리	Negative G Eyeballs up	$-G_z$
앞 쪽	가슴에서 등	Transverse A-P G Supine G Eyeballs in	$+G_x$
뒤 쪽	등에서 가슴	Transverse P-A G Prone G Eyeballs out	$-G_x$
오른쪽	오른쪽에서 왼쪽	Left lateral G Eyeballs left	$+G_y$
왼 쪽	왼쪽에서 오른쪽	Right lateral G Eyeballs right	$-G_y$

3. 양성가속도(+G_z)

기동성이 뛰어난 항공기를 조종하는 운항승무원은 종종 선회 또는 강하로부터의 회복에 따라 비행 방향의 변화에 의한 지속적인 양성가속도에 노출된다. 현대의 대다수 전투기 성능은 운항승무원이 5~7G로 10~40초간 양성가속도에 노출되게 할 수 있을 정도이다. 최신의 전투기들은 +8~10G의 가속도로 60초까지 지속할 수 있으며 기술적으로 12~14G의 가속도로 수초간 지속할 수도 있다.

가. 양성가속도의 영향

(1) 기동성

양성가속도에 의한 부드러운 조직 및 사지의 무게 증가와 전체적인 몸무게의 증가는 낮은 수준의 가속도에서도 특이한 증상과 징후를 증가시킨다. +2G_z에서 얼굴의 연조직이 처지고 몸통과 사지의 무게 증가가 명확히 나타난다. +2.5G_z의 경우 앉은 자세에서 몸을 일으키기가 힘들고 약 +3G_z의 경우에는 앉은 자세에서 몸을 일으키기가 불가능하다. 가속도가 +2~3 G_z 이상인 경우, 조작 불능의 항공기에서 기계적 도움없이 탈출하기는 불가능하다. +3G_z가 넘으면 사지의 운동은 점차적으로 힘들어지고, +8G_z에서는 팔의 상방 운동이 거의 불가능하다. 가속도가 약 +8G_z를 넘는 경우 목을 이완시켰다가 머리를 즉시 들 수가 없으며 헬멧(2kg)을 착용했을 때, 이러한 현상은 +4~6 G_z 에서 발생한다.

(2) 시 각

양성가속도에 노출되면 보통 다른 의식의 장애에 앞서 시각의 장애가 발생한다. 따라서 높은 양성가속도에 노출되면 시각은 완전이 손실되지만 청각과 정신 활동은 영향을 받지 않는 'Blackout'이 발생한다. 더 낮은 단계의 가속도에서는 중심시각은 유지되고 주변시각이 상실되는 'Gray out'상태가 된다. 주변시각이 상실되는 가속도 단계에는 요소별로 큰 편차가 있어 개인차, 신장, 건강상태, 시야 및 목표물의 조도, 특히 근육이완 정도에 따라 변한다. 일련의 실험에서, 45도의 각도로 시야가 좁아지는 평균 가속도는 4.1G에 표준편차가 ±0.7G 였던 반면 Blackout이 발생하는 평균값은 4.7G에 표준편차가 ±0.8G 였다.

(3) 의식상실(G-LOC, G-induced Loss of Consciousness)

Blackout이 발생하는 가속도보다 좀 더 큰 양성가속도에 노출되면 의식상실에 빠진다. +5~6G_z 정도의 가속도에서는 Blackout이 나타난 후에 의식상실로 진행되지만, 더 높은 가속도에서는 아무런 시각 증상없이 의식상실이 일어난다. 의식이 상실되면 근육 긴장이 전체적으로 상실되고 머리와 몸통이 푹 쓰러지게 된다. 보통 경련이 일어나지만 당사자는 의식이 없으며, 가속도에 노출이 끝난 후 의식은 완전한 무능력 상태가 15초간 지속되고 비슷한 시간의 혼미한 상태가 실질적인 회복에 앞서 나타나므로 일반적으로 서서히 회복된다. 생리적 기억력 상실의 가능성으로 G에 의한 의식상실을 무심히 지나칠 수도 있다.

(4) 피부 모세혈관

양성가속도 노출에 의해 발생하는 하체 피부 모세혈관 벽을 가로지르는 높은 압력차로 체액이 조직으로 스며드는 양이 증가될 뿐만 아니라 모세혈관이 파열되어 점상 출혈이 발생할 수도 있다. 약 4G 이상의 양성가속도에 반복적으로 또는 장시간 노출된 후 발과 팔에 많은 점상 출혈이 나타나는 것은 일반적인 일이다.

나. 양성가속도에 대한 내성 관련 요소

(1) 체온 증가

체온이 증가하면 양성가속도에 대한 저항이 감소한다. 신체 심부 온도 1℃가 상승하면 Blackout이 발생하는 가속도 단계는 30~40% 저하된다. 양성가속도에 대한 내성 저하는 피부 혈관 확장과 체온 증가에 대한 반응으로 발생하는 말초혈관으로의 혈액 이동 때문이다. 낮아진 말초혈관 저항과 중심 혈액량 감소는 양성가속도에 의한 동맥혈압 저하를 가중시킨다.

(2) 저혈당증(Hypoglycemia)

양성가속도에 대한 내성은 혈중 글루코스(Glucose) 농도 저하에 따라 감소한다. 글루코스 농도가 안정시 값보다 50% 감소하면 Blackout 역치(threshold)는 약 0.6G 저하된다. 그러나 글루코스 농도가 감소되자 마자 추위, 허기, 발한 및 떨리는 감을 가져오는 저혈당증 반응이 나타나 가속도 역치는 안정시 값보다 약 0.5G 높게 증가한다. 양성가속도 내성의 이러한 증가는 저혈당증 반응으로 분비되는 아드레날린에 의한 동맥 고혈압 때문이다.

(3) 알 콜

알콜의 섭취는 양성가속도에 대한 내성을 저하시킨다. 소량의 알콜 섭취시 Blackout 역치는 0.1~0.4G 저하된다.

(4) 과호흡(Hyperventilation)

과호흡은 양성가속도에 대한 내성을 명백히 저하시킨다. 2분에 걸친 강한 과환기로 동맥혈 중 이산화탄소 분압이 20~25mmHg로 떨어지면 내성 역치가 약 0.6G 저하된다. 탄산 부족에 의해 생기는 뇌혈관의 저항 증가는 양성가속도에 노출시 뇌혈류 감소를 두드러지게 한다.

(5) 저산소증

경도 저산소증은 양성가속도에 대한 내성에 유의한 영향이 없는 반면, 흡기 산소 분압이 70mmHg까지 감소하면 Blackout 역치가 0.6G 저하된다. 중등도 이상의 저산소증(흡기 산소 분압 55mmHg)은 역치를 0.8~1.2G 저하시키고 종종 의식상실을 초래한다.

(6) 위 팽창

위의 팽창은 양성가속도에 대한 내성을 증진시킨다. 1.5ℓ의 물을 섭취하면 Blackout에 대한 역치가 0.6~1.3G 증가한다. 이 효과는 아마 팽창된 위가 가속도에 노출되는 동안 횡경막과 심장이 아래로 처지는 것을 감소시키기 때문인 것 같다.

4. 양성가속도에 대한 보호

고성능 항공기를 조종하는 운항승무원에게 있어 높은 양성가속도는 의식상실에 까지 이르게 하는 위험한 안전 저해 요소이므로 이를 극복하기 위한 많은 연구와 노력이 있어 왔다. 양성가속도에 대한 내성 증진의 주안점은 어떻게 하면 눈높이의 혈압을 적절하게 유지할 수 있는가 하는데 있다.

가. L-1 기법

양성가속도에 대한 내성을 올리는 가장 효과적인 방법으로 L-1기법이 있다. 이는 자라목처럼 심장과 뇌간의 수직중력거리를 최대한 단축시킨 자세에서 사지에 혈액이 몰리지 않도록 사지 근육을 긴장시키고 하복부에도 힘을 주어 심장이 아래로 처지는 것을

방지하면서 흡기 후 성문(후두부에 있는 발성기관 : 목청문)을 완전히 폐쇄시킨다. 이때 호흡은 하복부에 힘을 준 상태로 매3초마다 빠르게 호기와 흡기를 완료하여 폐압이 내려가지 않도록 한다.

이 기법의 장점은 특별한 장비가 필요없고 다른 형태의 보호법(예를 들어 항G복)과 결합하여 사용할 수 있다는 것이다. L-1기법을 정확하게 사용하면 1.5G의 내성 증진 효과를 볼 수 있다.

나. 신체 훈련

L-1 기법의 불편한 점은 지속적 근육 수축으로 유발되는 피로와 함께 기법의 시작 시점과 간격에 주의가 요구된다는 것이다. 피로는 적절한 신체 상태에 의해 감소될 수 있고, 연구에서 체력과 무산소성 훈련이 G에 대한 내성 시간을 유의하게 증가시킬 수 있다고 밝히고 있다.

예를 들어, 15초씩 +4.5G_z와 +7G_z에 교대로 노출되는 가속도훈련은 웨이트 트레이닝으로 내성 시간이 77%(232초에서 411초) 증진되었다. 그러나 지나친 유산소성 운동은 교감신경과 부교감신경 간의 활성 불균형을 유발하고, 과도한 미주신경 활성 상태는 심장의 서맥 또는 부전수축과 의식상실을 가져올 수 있기 때문에 G 내성에 해롭다.

다. 자 세

심장과 뇌 간의 수직 거리를 줄이고 신체의 하부에 정체되는 혈액량을 줄이는 자세 변화는 순환 혈액량을 유지하는데 도움이 되고, 따라서 가속도에 대한 내성이 증진된다.

(1) 전방으로 기울임

상체를 엉덩이로부터 전방으로 기울이면 양성가속도에 대한 영향으로부터 어느 정도 보호가 된다. 30도 전방으로 기울이면 심장에서 뇌까지의 거리를 약 90㎜ 감소시키고, 이완시 Grayout 역치는 약 0.4G 향상된다. Seat Harness에서 몸을 구부리면 심장에서 뇌까지의 혈액주가 약 1G의 내성을 얻는 것과 같은 높이인 200㎜ 정도 줄게 된다. 그러나 이러한 기법은 조종석에서 시야가 감소되고 항공기 구조물에 머리 충격의 위험이 있어 실질적이지 못하다.

(2) 후방각의 증가

후방 각도의 증가는 항공기 구조에 적용되는 가속도 벡터(+G_z)가 후방 각도가 증가

됨에 따라 운항승무원에 대해 점진적으로 $+G_x$가 되기 때문에 이완시 Gray out 역치가 증가한다. 후방 각도가 75도로 증가하면 이완시 Grayout 역치는 3G 올라가지만 이륙과 착륙을 위한 전방시야는 심각하게 제한된다. 시야 문제는 운항승무원이 비행중 앉는 자세를 조절할 수 있는 좌석을 제공하거나 심각한 상황의 비행중 계기 정보 또는 전방 시계를 Helmet-mounted Display로 제공함으로써 극복할 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 F-16 전투기의 경우 좌석이 후방으로 30°기울어져 있다.

라. 항G복(Anti-G Suit)

현대의 항G복은 운동성을 높이고 열부하를 감소시키기 위해 가랑이와 무릎을 베어 버린 바지 모양의 복장이다. 외부 억제층은 비신축성 재질로 만들어지고 그 내부는 5개의 내부로 연결된 공기주머니를 포함하고 있다. 공기주머니는 복부, 허벅지 및 종아리를 둘러 싼다. G가 증가하면 공기주머니는 항공기에 장착된 항-G밸브(Anti-G Valve)에 의해 탄력적인 호스를 통해 팽창된다. 이 때, 하복부에 가해지는 압력은 횡경막과 심장이 아래로 처지는 것을 방지하며, 허벅지 및 종아리에 가해지는 압력은 혈액이 하체에 정체되는 현상을 예방하는 역할을 한다.

5. 음성가속도($-G_z$)

음성가속도 증가를 가져오는 비행 상황은 Outside Loops, 상승 후 수평비행 순간, 단순 배면 비행을 하는 경우이다. 음성가속도에 대한 내성은 양성가속도에 대한 내성보다 훨씬 낮고 $-2G_z$에서 나타나는 증상조차 불쾌하고 놀라게 된다. 더구나, 낮은 단계의 음성가속도도 일련의 작업 수행력을 감소시킨다. 그러나, 항공기들이 비행중 음성가속도가 1~1.5G보다 큰 기동을 하는 경우는 드물다.

가. 음성가속도의 영향

음성가속도의 특별한 영향은 주로 머리와 목에서 발생한다. $-1G_z$에 노출되면 머리에서 팽만감과 압박감을 느끼게 되고 $-2G_z$에서는 심한 불쾌감이 들고 노출 후 수 시간 동안 심하게 욱신거리는 두통으로 악화된다. 두드러진 울혈(혈관 일부에 정맥성 혈액의 양이 증가되어 있는 상태)이 나타나고 $-2.5G_z$ 이상에 수 초간 노출되면 눈꺼풀에 부종이 생기고 얼굴과 목에 점상출혈이 생긴다. 운항승무원은 점막 내부 울혈로 호흡 곤란을 일으키거나, 코피가 날 수 있다. -2.5~$-3G_z$에서 눈은 곧 머리에서 빠져나올듯한 불

편감을 느끼게 된다. 결막은 아래 눈꺼풀에 덮이고 과도한 눈물은 하부 결막의 울혈과 함께 시각을 붉고 흐리게 할 수 있다. 4~5G를 넘는 음성가속도에 6초 이상 노출되면 정신적 혼동과 의식상실이 유발된다.

나. 내 성

음성가속도에 대한 내성은 약하다. 수 초간 견딜 수 있는 음성가속도에 대한 최대 내성을 살펴보면, $-5G_z$에서 최대 5초간, $-3G_z$에서는 앉은 자세의 사람들 대부분이 10~15초 견딜 수 있을 것이지만 $-2G_z$에서는 적어도 5분까지는 견딜 수 있다.

제6절 비행착각

1. 개 요

인류의 진화는 몇 백만년에 걸쳐, 수중에서, 육상에서, 심지어는 나무위에서 생활할 수 있게끔 발전돼 왔지만 공중에서 생활할 수 있는 생명체로는 생각되지 않았다. 이동의 기본방식이 비행인 조류조차도 안개나 구름으로 인해 시각을 빼았겼을 때는 공간정위를 유지하면서 안전하게 날을 수 없다. 오직 박쥐만이 시각없이 날을 수 있는 능력을 발전시켜 온 것 같고 그것도 청각의 반향위치 탐지법(Auditory Echolocation)으로 시각을 대신할 때 만이다. 인류의 계통발생학상 유산을 고려해보면 공중의 환경에 갑작스럽게 접했을 때, 새로운 환경에 대한 우리 몸의 적응요구와 적응할 수 있는 선천적 능력 사이의 부조화라는 결과는 결코 놀라운 것이 아니다. 비행중 특히 계기비행중 운항승무원들이 인체 평형기관의 감각을 그대로 받아들이고 이 감각에 의지하여 비행하려고 할 때 착각을 유발하게 된다. 항공기가 계기비행 환경에서 기동을 할 때에는 우리가 일상생활 환경에는 도저히 경험할 수 없는 여러 가지 형태의 가속도에 노출되기 때문에 우리 인체의 평형 기관들은 우리의 정확한 자세나 방향을 인지할 능력이 없다. 이러한 현상은 모든 사람에게 정상적인 생리 반응으로서 일어나는 것이다. 특히 항공기를 조종하는 운항승무원들이 이러한 환경에 처할 때 정확하고 적절한 조치를 취하지 못한다면 극히 위험한 상태에 직면하게 된다. 미 공군에서 다년간 관찰 및 조사한 결과에 의하면, 모든 운항승무원들은 비행중 비행 착각 경험을 갖고 있으며 이러한 현상으로 인하여 수많은 항공기 사고를 유발하였고, 그 사고의 대부분이 치명적인 사고였다는 사실을 보여

주고 있다.

2. 인체의 평형기관

인체의 평형이나 정위를 유지하는 역활을 하는 것은 다음과 같은 세가지 기관들이다. 즉 시각(Visual system)과 내이의 미로 전정기관(Vestibular Apparatus), 그리고 고유 수용기(Proprioceptive System)이다. 인체의 정위 유지는 기본적으로 이들 세가지 기관의 상호 협동과 조화로써 이루어지는 것이다.

<그림 1-2-9>는 이들의 상관 관계를 보여 주고 있다. 이들 기관은 우리가 일상적으로 경험하는 바와 같은 환경에서만 우리에게 정확한 정보를 제공해 줄 수 있다. 그러나 시야가 차폐된 환경에서 인체가 항공기의 기동시와 같은 복잡한 가속도(加速度) 환경에 노출되면 이들의 기능은 곧 혼돈상태에 빠지게 된다. 그 까닭은 내이 전정기관과 고유 수용기의 감각 매개가 되는 것은 가속력이며 지구 중력과 비행중에 발생하는 가속도는 그 물리적인 성질이 동일한 것이기 때문에 시각이 차단된 환경에서는 이를 구별할 능력이 전혀 없기 때문이다. 세 가지 평형기관의 기능을 설명하면 다음과 같다.

<그림 1-2-9> 인체의 평형기관

가. 시각 계통(Visual System)

시각(視覺)은 우리 인체의 평형 유지에 있어서 가장 중요하고 정확한 기관이다. 시각이 우리로 하여금 평형을 유지하게 하는 이유는 참조물을 볼 수 있기 때문이다. 그런

데 이 참조물을 우리는 두 가지 형태로 구분할 수 있다. 자연참조물과 인공참조물이 그것이다.

우리가 지면을 볼 수 없는 비행 환경에서는 아주 간결한 인공참조물이 계기판에 나타나 있다. 그러나 이러한 인공참조물은 불행하게도 자연참조물과 동일한 정도로 명확한 자극을 우리 중추신경 계통에 주지 못한다. 그리하여 계기비행 환경에서는 흔히 비행계기를 의심하는 경우가 있게 되며, 이로 인하여 공간 정위를 상실하게 된다. 시각계통이 평형 유지에 중요한 또 한가지 이유는 바로 이 시각을 통하여서만 비행계기를 판독할 수 있기 때문이다 이 계기들을 종합적으로 판독(Cross Check)할 것 같으면 비행중에 요란이나 부주의, 기계고장 등으로 일어나는 항공기 자세의 이상 상태를 조기(早期)에 간파할 수 있게 된다. 이 외에도 시각은 지면의 고정된 참조물을 기준으로 하여 항공기의 속력과 방향도 어느 정도 판단할 수 있게 한다. 그러나 시각도 여러 가지 경우 착각을 일으킨다. 예를 들면 20,000ft(6,620m) 이상의 고도에서는 지면의 참조물을 파악하는데 있어서 시각 기능에 한계가 있다.

나. 내이의 미로 전정기관(Vestibular Apparatus)

내이에는 청각 기관과 별도로 미로전정기관(迷路前庭器管) <그림 1-2-10>이 있다. 이 미로전정기관 중에서 삼반규관(三半規管)과 이석기관이 신체의 평형을 유지하는데 중요한 역활을 한다. 이들 기관의 기능은 다음과 같다.

<그림 1-2-10> 내이의 미로 전정기관의 기능

(1) 이석기관(Otolith Organs)

미로 전정기관의 일부분인 이 이석기관은 구형낭(saccule)과 난형낭(utricle)으로 구성되어 있다. 난형낭의 하부와 구형낭의 벽 중간에는 모세포 층이 있고 이들 각 모세

포로 부터는 감각 모발이 솟아 있다. 이 감각모발 위에는 백악질로 된 이석을 함유하고 있는 아교질의 막으로 덮여 있는데 감각모발의 상단은 이 막속으로 돌출되어 있다. 이들이 우리로 하여금 평형을 유지하게 하는 기능과 감각 착오를 유발하게 되는 필연성을 들면 다음과 같다.

(가) 이 이석기관들은 일상생활 환경에서는 지구 중력에 의하여 반응을 일으키는 것이다. 즉 우리가 머리를 움직이면 이에 작용하고 있는 각 모발을 굴절시키며 이로 인한 자극이 중추신경 계통에 전달되어 머리의 자세나 위치를 지각하게 된다. 그러므로 <그림 1-2-11>에서 보는 바와 같이 우리가 정자세로 유지하고 있을 때는 정자세를 지각하게 하는 신경파가 감각모발로부터 중추신경 계통으로 전달된다. 또 <그림 1-2-12>와 같이 머리를 기울이면 지구 중력에 비례한 머리의 자세에 합당한 신경파가 전달되도록 되어 있다.

<그림 1-2-11> 머리를 바로 하고 있을 때의 이석기관 모양

<그림 1-2-12> 머리운동과 이석기관의 모양 변화

(나) 이 이석기관들은 인공적인 선상가속도에도 같은 원리에 의하여 자극을 일으킨다. 그러나 선상가속도에 의해서 생기는 관성의 힘과 지구 중력을 정확하게 구별할 수 없다. 예를 들면 전진가속시에 이석막은 뒤로 이동하게 되고 시각이 차단되었을 때 머리를 뒤로 젖히는 듯한 착각을 일으키게 된다.

(다) 우리가 1G 정도의 구심 가속도에 노출되면 지면에 비례한 항공기 자세는 어떠하든간에 정자세감을 느끼게 된다.

(2) 삼반규관

삼반규관(三半規管)은 우리가 각가속도(角加速度)에 노출될 때 이를 지각하여 몸의 평형을 유지하고 여러가지 운동 상태에 적응할 수 있도록 하는 것이다. 반원형으로 된 세 개의 반규관은 서로 직각으로 놓여 있어서 인체가 삼방면 운동을 할 때 어느 방향의 운동일지라도 감지할 수 있도록 되어 있다. 이 반규관을 해부하면, <그림 1-2-13>와 같은 모양으로 되어 있다. 이 내부에는 내임파액이 있고 팽대부 속에는 감각 모발이 수직으로 직립하고 있으며, 이 감각 모발은 하부에 있는 미로전정 신경에 연결되어 있다. 우리 인체가 각가속도 운동에 노출될 때 같은 평면상에 놓여있는 반규관 내의 내임파액이 관성에 의하여 반대 방향으로 흐르는 결과를 초래하게 된다. 이 내임파액의 흐름은 감각 모발이 굴절하는 반대 방향으로 회전감을 느끼게 된다. 이 감각 모발의 자극은 결국 미로전정신경을 통하여 대뇌로 전달된다.

<그림 1-2-13> 내이의 미로 전정기관의 구조

(가) 이 기관은 인체가 각가속도에 노출될 때 이를 감지할 수 있다. 이반규관 내

에 있는 내림프액의 관성 운동은 각가속도시에 한한다. <그림 1-2-14> 에서 보는 바와 같이 인체가 장시간의 구심 가속도에 노출될 때는 내림프액이 관성을 극복하고 인체와 같은 속도로 회전하게 되므로 관내에서의 상대운동은 '0'이 되어 감각 모발이 정위치로 되돌아 온다. 이 경우 시각을 통한 대조물을 볼 수 없으면 정지감을 느끼게 된다. 비행과 관련된 예를 들면, 항공기가 Spin을 시작한 후 일정한 시간이 경과하면 일정한 선회율에 도달하게 된다. 이러한 구심 가속도 하에서는 직선수평 비행감을 느끼게 된다.

(나) 삼반규관들은 각감속도도 감지하게 되지만, 이러한 각감속도에 노출될 때는 대개의 경우 착각을 느끼게 되는 것이다. <그림 1-2-14>의 마지막 반규관에서 볼 수 있듯이 일정한 속도로 선회하다가 감속하거나 정지할 것 같으면 감각 모발은 몸이 회전하던 방향으로 굴절하게 되어 우리는 그 반대방향으로 회전을 하는 것 같은 감각착오를 일으키게 된다.

<그림 1-2-14> 삼반규관의 기능

(다) 삼반규관들은 위에서 말한 바와 같이 각가속도를 감지하지만, 그 자극 역치(Threshold)가 높은 편이다. 삼반규관의 내임파액을 자극시키면 최소한 $2.5^0/sec^2$ 이상의 각가속도량이 부하되어야 하며, 그 이하일 경우 삼반규관은 이를 감지하지 못한다.

다. 고유 수용기 계통(Proprioceptive System)

고유 수용기(固有受容器)란 원래 내이의 미로정전기관과 피하조직, 근·건·관절 등에 분포되어 있는 지각신경섬유(知覺神經纖維) 전부를 지칭하는 것이나, 여기서는 내이의 미로전정기관을 제외한 기타 지각신경섬유만을 말한다. 이들 지각신경섬유들은 공간

에서 우리들로 하여금 체위를 유지하게 하고, 신체가 여러 가지 환경에 적응하는데 필요한 운동기능을 관장하는 것이다. 그중에서 특히 피하 압력감각기(Subcutaneous Pressure Receptors)와 근육운동 감각기(Kinesthetic Muscle Activity Sensors)가 인체의 정위 유지에 중요한 역할을 한다. 근육운동 감각기는 우리들로 하여금 신체의 상대운동 관계와 신체부분의 상대적 위치를 감지할 수 있도록 한다. 그리고 피하압력 감각기는 지구중력에 대한 우리의 자세를 감지할 수 있도록 하는 것이다. 즉, 우리가 앉아 있을 때는 엉덩이에 압력을 느끼게 되므로, 이를 판단하게 되며 기립시에는 발바닥, 누워 있을 때는 등에 각각 압력을 느끼게 된다. 그러한 감각을 오래 전부터 운항승무원들은 "Seat-of-the-Pants-Sense"라 불렀다. 이 기관도 비행중에 발생하는 여러가지 형태의 가속도를 지구 중력과 구분할 능력이 없으므로, 이에 의지하여 만일 압력 감각기를 통한 지각을 믿고 의지하게 되면 이것이 곧 공간 정위 상실상태가 되는 것이다.

3. 비행중의 착각(Illusion in flight)

착각이란 잘못된 지각이다. 정위의 착각은 지구 표면의 수평면과 관련하여 사람의 위치나 운동(선형운동,각운동 모두 포함)에 대한 잘못된 지각이다.비행중의 착각은 시각의 잘못된 인지로부터 결과를 초래하는 것과 전정기관의 오류로 인한 착각으로 크게 나눌 수 있다.

가. 시각에 의한 착각

시각은 비행중 가장 정확한 정보를 제공해 주는 기관이다. 그러나 이 기관도 시각기능의 한계성 때문에 감각착오를 일으킬 수 있으며, 이것이 곧 비행 착각으로까지 발전할 수 있는 것이다.

(1) 정체 불변성(Shape Constancy)

운항승무원이 착륙하기 위해 일정한 접근경사(Approach Slope)를 유지하면서 활주로에 접근할 때 나타나는 활주로는 가장 흔히 시각에 의한 착각을 유발하는 것 중의 하나이다<그림 1-2-15a>. 1°의 상향 활주로(활주로의 길이가 2km이라면 단지 35m상승)에 접근하는 운항승무원의 활주로에 대한 형체는 자신의 망막에 맺히는 활주로의 높이가 더 높게 느껴지기 때문에 접근하는데 너무 높다는 착각을 가져다 주며, 이러한 착각에 대한 운항승무원의 자연적인 반응은 기수를 더욱 낮추어 활주로에 대한 상을 다시 형상화

한다. 그 결과 지나치게 강하하여 착륙지점에 미치지 못하는 경우가 있다<그림 1-2-15b>. 활주로의 경사가 하향일 때는 그 반대 형상이 일어날 수 있다. 이 때는 망막에 맺히는 활주로상이 수평 지형활주로보다 더 낮게 느껴지므로 활주로에 접근시 더욱 가파른 접근 경사로 비행을 하게 되어 착륙지점을 지나치는 결과를 초래하게 된다<그림 1-2-15c>.

<그림 1-2-15> 경사를 갖는 활주로

(2) 크기 불변성(Size Constancy)

크기에 대한 불변성은 거리를 판단하는데 매우 중요하다. <그림 1-2-16a>는 익숙한 활주로 넓이와 정상접근을 나타내고 있다. 운항승무원에게 익숙한 활주로보다 좁은 활주로는 착륙하기 위해 접근하는데 위험한 착각을 일으킬 수 있다. 크기에 대한 불변성은 운항승무원이 좁은 활주로를 실제보다 더 멀리 있게끔(즉, 비행기가 더 높다)지각하도록 야기한다. 따라서 운항승무원은 너무 늦게 착륙절차를 취하게(Flare) 되어 정상 착륙지점보다 미달된 지점에 착륙하게 될 것이다<그림 1-2-16b>. 이와 마찬가지로, 기대한 것보다 더 넓은 활주로는 활주로에 너무 가깝게(즉, 낮게)있다고 느끼게끔 하며 운항승무원은 너무 일찍 착륙절차를 취하여 활주로상의 너무 높은 곳으로부터 내려오게 되어 착륙 지점을 지나치게 된다<그림 1-2-16c>.

<그림 1-2-16> 너비가 다른 활주로

이러한 활주로 넓이에 대한 두 가지 착각 모두 야간에 주변시 정위참조가 크게 부족할 때 문제가 되며 운항승무원이 야간에 너무 높은 곳에서 착륙을 취하는 일반적 경향은, 활주로의 실제 가장자리로부터 활주로등(燈)을 옆으로 옮겨 놓아 실제보다 더 넓고 가깝게 보이도록 만들었다는 사실에 부분적으로 기인한다. 그러나 야간에 더욱 심각한 문제는 운항승무원이 익숙해 쓰던 활주로보다 더 좁은 활주로를 가진 익숙치 못한 비행장에 도착할 때 활주로의 짧은 곳에 착륙(또는 추락)하는 것이다. 접근로(Approach Path)아래 지형의 경사와 구조 또한 착륙 지점 위의 고도에 대한 운항승무원 판단에 영향을 줄 수 있다. 만약 지형이 활주로 끝으로 접근하여 내려간다면 운항승무원은 접근방향 지형이 수평일 때 보다 더 가파른 접근을 하는 경향이 있다<그림 1-2-17a>. 반대로 접근방향 지형이 활주로 쪽으로 상향 경사이면, 운항승무원은 덜 가파르게 접근하려는 경향이 있다<그림 1-2-17b>.

<그림 1-2-17> 접근전 경사를 갖는 활주로

<그림 1-2-18> 활주로 접근전 수목의 크기

비록 접근지형위의 고도에 대한 추정이 초점시와 주변시 둘 다에 의존한다 하더라도 초점시의 영향이 보다 강하다. 초점시와 크기 불변성은 운항승무원들이 익숙하지 않은 지형 위를 비행할 때 종종 고도와 거리 판단을 그르치게 한다.

보고된 이러한 예로 알류산열도에 착륙할 때 접근 고도를 잘못 판단하는 경향으로, 그곳은 대부분의 운항승무원들이 익숙한 나무보다 훨씬 작은 상록수들이 있다<그림 1-2-18>.

(3) 흐린 전망(Aerial Perspective)

흐린 전망 역시 운항승무원을 속이는 역할을 한다. 낮시간 동안 안개와 연무는 운항승무원의 시각판별을 상실하게 하여 활주로를 더욱 멀리 보이게 한다. 밤에는 안개와 비속에서 활주로와 진입등은 맑은 날씨보다 덜 밝게 보이며 멀리 떨어져 있는 착각을 유발한다. 예를 들면, 활주로등이 왼쪽보다 오른쪽 등이 더 밝으면 운항승무원은 오른쪽으로 기울어진 착각을 할 수 있다고 보고되어 있다. 이러한 형태의 또다른 위험스런 착각은 엷은 안개나 연무속에서 착륙하기 위해 접근하는 동안, 특히 야간에 접근하는 동안 일어날 수 있다. 그래서 안개속에서의 강하는 더 먼 거리의 접근을 유발하거나 동시에 주변시가 안개에 의해 차단되어 활주로등 광도의 감소를 유발한다. 그 결과 운항승무원이 머리를 숙이는(Nose-down) 수정동작의 부수적인 위험이 따르며, 비행기 기수를 상승시키는(Pitch-up) 착각이 유발된다.

(4) 초점시 참조의 부재(Absent Focal Cues)

충분한 초점시 단서가 없어서 착각을 유발하는 상황은 잔잔한 수면(유리같은 수면)과 눈으로 쌓인 지형에 대한 접근이다. 수상기 운항승무원은 습관적으로 착륙절차를 시도하기 보다는 수면위가 고요할 때 안전강하율을 설정하고 착륙하기를 기다린다. 또한 눈이 막내린 활주로에 시각적 참조가 없어진 경우도 대표적인 예로 볼 수 있다. 따라서 착륙진입을 지극히 어렵게 만든다.

(5) 주변시 참조의 부재(Absent Ambient Cues)

정상적으로는 초점시와 주변시 모두에 의해 수행되는 것이나 초점시만을 확보함으로써, 운항승무원에게 상당한 어려움을 야기시키는 상황은 활주로 접근 조건이 참조물을 잃을 때(Black-hole)와 주변이 하얗게 될 때(White out)의 접근이다. 참조물을 잃을 때 접근은 깜깜한 밤 수평을 분간하기 어려운 수면위나 활주로에 이르는 지형에 불빛이 없

는 상황에서 이루어지는 접근으로, 활주로등(滑走路燈)만을 볼 수 있는 가장 최악의 경우이다<그림 1-2-19>. 지상과 대응한 기체의 정위를 도와주는 주변시 단서가 없다면 운항승무원은 기체는 안정되었고 적절한 위치에 있지만, 활주로 자체가 이동하거나 이상위치(예를 들어 아래로 경사짐)에 있는 것같이 느끼는 경향이 있다.

<그림 1-2-19> 참조물이 없을 때 불빛을 이동이나 경사지게 인지

그러한 착각이 참조물을 잃을 때 접근은 어렵고 위험하며 종종 활주로에 훨씬 짧게 착륙 (Short Landing)하는 결과를 초래할 수 있다. 참조물을 잃을 때 접근이 특별히 위험스러운 형태는 활주로와 활주로 끝에 상향지형에 위치한 도시의 불빛을 제외하고는 완전히 깜깜한 조건에서 이루어지는 접근이다. 이런 조건에서, 운항승무원은 먼 도시의 불빛에 대해 일정한 수직시선각을 유지하려고 하지만 기체가 활주로에 근접할수록 의도한 접근경사(Approch Slope)보다 훨씬 아래로 호(弧)를 그리는 결과를 초래한다<그림 1-2-20>. 즉, 운항승무원은 주변시를 통해 정상 접근보다 더 낮게 유도하는 상향지형이 평지라고 잘못 지각하는 것이다.

<그림 1-2-20> 빛의 밝기에 따른 활주로 접근의 착오

주변이 하얗게 되는 조건하에서 수행되는 접근은 참조물을 잃을 때 접근만큼 어려운데, 본질적으로 똑같은 이유 때문이다.

주변이 하얗게 되는 실례로 두가지 형태가 있는데 대기의 주변이 하얗게 될 때와 눈보라(Blowing-snow)로 하얗게 될 때이다. 대기로 인해 주위가 하얗게 될 때는 눈덮인 지상이 하얗게 낀 구름과 어울어져 지상구조에 대한 참조가 없고 수평의 식별이 어려운 조건을 만든다. 비록 대기의 주위가 하얗게 될 때 시야가 제약을 받지 않는다 해도 활주로나 활주로 표시 외에는 근본적으로 보이는 것이라고는 아무 것도 없다.

따라서 이러한 상황에서 수행되는 접근은 공간정위 상실과 부주의한 지상접촉을 방지하기 위해 고도와 자세계(Attitude Indicator)에 신경을 쓰고 수행해야 한다. 눈보라로 인해 주위가 하얗게 될 때는 눈송이 때문에 시야가 철저하게 제약을 받는다. 눈덮인 지상에 헬리콥터의 착륙이 특별히 눈보라로 인해 주위가 하얗게 된다.

습관적으로 헬기 운항승무원은 회전날개에 의해 주위가 하얗게 될 때 지상에서 눈을 떼지 않으려고 하며, 다른 쪽에 미인지된 기류가 있게 되면 운항승무원은 기체를 측면으로 짧게 지상에 착륙한다. 운항승무원들은 야기된 정위 상실이 계기비행보다는 시계비행하에서 예기치 않게 발생하기 때문에, 주위가 하얗게 될 수 있는 곳에서 비행시 주위가 하얗게 될 때 접근의 위험을 알아야만 한다. 운항승무원이 심각한 판단착오를 범하기 쉬운 또 다른 상황은 고속으로 다른 비행기와 근접해 있을 때이다. 운항승무원이 지상과 상대적으로 비행기 위치 및 속도와 목표물의 위치 및 속도 둘 다를 설정하기 위한 수많은 주변시 참조물을 가지고 있을 때, 추적과 접근의 어려움은 지상에서 움직이는 목표를 뒤쫓는 것과 크게 다르지 않다.

그러나 일반적으로 고고도에서, 야간에, 또는 시야가 감소된 다른 상황하에서 흔히 있는 일이지만 상대적 위치와 근접이 중심시만으로부터 판단해야 할 때 추적과 근접문제는 더욱 어려운 것이다. 특히 경험이 부족한 운항승무원이 주변시 참조가 부족한 상황에서는 더욱 그렇다.

(6) 자가운동(Autokinesis)

주변시 경우 단서가 최소일 때 일어나는 한가지 당황스러운 착각이 시각의 자가운동이다<그림 1-2-21>.

어두운 원경을 배경으로 보이는 작고, 희미한 빛은 자가운동을 유발하는 이상적인 자극물이다. 그 빛을 고정하여 6초내지 12초간 응시한 후에는 그 빛이 특정한 방향이나 여러 방향으로 연속하여 초당 20^0까지 관찰할 수 있으나 고정된 물체의 명백한 변위는

거의 없다. 일반적으로, 물체가 크고 밝을수록 자가운동 효과는 적다.

<그림 1-2-21> 빛의 밝기에 대한 자가운동

자가운동착각을 피하거나 감소시키기 위해, 운항승무원은 공간 정위가 명백하게 잘 구성된 시각환경을 유지해야만 한다. 이것은 야간비행중에는 거의 불가능하기 때문에 다음과 같이 제안된다.

(가) 운항승무원의 시선응시는 목표 불빛에 대해 계속적인 고정을 피하기 위해 자주 바꾸어야 한다.
(나) 목표물을 옆으로 보거나 조종석 덮개(Canopy Bow: 정면에서 좌우로 45^0)와 같이 상대적으로 고정된 구조물과 관련하여 보아야 한다.
(다) 운항승무원은 착각을 소멸시키기 위해 시도하는 눈, 머리, 그리고 신체운동을 서서히 해야 한다.
(라) 운항승무원은 지각의 상충을 방지하거나 해결하는데 도움이 되도록 항상 계기를 모니터해야 한다.

(7) 전이성 착각(Vection Illusion)

전이성 착각은 공간환경에서 시각적으로 주변시각에 의한 자가운동의 지각작용이며, 선형자가운동(Liner Vection) 또는 각자가운동(Agular Vection)에 대한 감각이다.

자동차를 운전하는 거의 모든 사람들은 매우 일상적인 선형 전이성(Vection) 착각의 경험이 한두번씩은 있을 것이다. 우리가 빨간 신호등에서 정지했을 때, 옆 차선에서 정

지한 대형 자동차가 앞으로 서서히 전진하면, 우리 차가 뒤로 서서히 가고 있는 듯한 착각을 경험(신속하지만 깜짝놀라 브레이크 밟기)하게 될 것이다. 또한 이와 유사한 예로서, 어떤 사람이 정지한 기차에 앉아 있을 때, 옆 노선의 기차가 움직이기 시작하면 자신의 기차는 반대방향으로 움직이는 것같은 강렬한 느낌을 갖게 될 것이다.<그림 1-2-22a> 선형 전이성은 근접편대비행(Close Formation Flying)을 아주 어렵게 만드는 요인 중의 하나이다. 왜냐하면 운항승무원들은 그의 비행기나 편대장이나 호위기의 비행기 중 누가 상대적 운동을 인지하는데 책임이 있는지 확신할 수 없기 때문이다.

각 전이성은 주변시 단서가 사람이 회전하고 있다는 정보를 전달할 때 일어난다. 즉 인지된 회전은 Pitch, Roll, Yaw 또는 그밖에 다른 면이 될 수 있다. 운항승무원은 구름이나 안개속을 비행하는 동안, 비행기의 회전하는 충돌방지등이 왼쪽에 있을 때 각 전이성 착각을 경험할 수 있다. 회전의 영향은 Yaw면에서 현저한 회전이라는 강력한 주변시 자극을 제공한다.

전이성 착각의 또다른 예는 전이성을 유발하는 시각효과로 인기있는 유명한 영화상영 후에 이름지어진 소위 "스타 워즈" 효과이다. 이러한 현상은 비행기의 실제행동과 상충하는 운항승무원에게 당황스러운 행동감각을 일으키는 전투기 조종석 덮개의 휘어진 안쪽 표면에 멀리 떨어진 지상 불빛의 선형과 각으로 움직이는 영향을 포함한다.

가장 진보된 비행시뮬레이터는 선형과 각 전이성에 의한 비행착각을 유발한다<그림 1-2-22b>.

<그림 1-2-22> 주변시각에 의한 자가운동

(8) 가수평과 가지표면 (False Horizons and Surface Planes)

때때로 주변시를 통해 감지된 수평은 실제의 수평선이 아니다. 너무도 당연스럽게, 수평선에 대한 이러한 잘못된 착각은 비행을 위험스럽게 만든다. 예를 들어 경사진 구름층이 운항승무원의 주변시 범위이상으로 펼쳐져 있다면, 수평면이외의 것으로 인지한다는 것은 매우 어렵다<그림 1-2-23>. 균일하게 경사진 지형, 특히 상향경사의 지형도 운항승무원이 수평면에 대한 착각을 일으킬 수 있다.

<그림 1-2-23> 주변환경에 의한 착오

야간에 경사진 지형의 도시 불빛은 그 불빛이 퍼져있는 면이 지표의 수평면이라는 잘못된 생각을 일으킬 수 있다. 먼 거리의 소나기도 실제 수평을 구분하기 어렵게 하며, 강우의 기부면(밑바닥)에 수평의 인상을 만들어 낸다. 소나기가 착륙을 위한 접근방향 활주로 상공에만 보인다면, 운항승무원은 비행기 상승고도를 잘못 판단하여 접근에 부적절한 상승고도 수정을 할 수 있다.

(9) 기타의 가 주변시 참조(Other False Ambient Cues)

비행중 주변시 정위 참조가 되는 한가지 매우 중요한 부분은 둘러싸고 있는 계기판, 빛가리개(Glare Shield), 그리고 조종석 덮개(Canopy Bow) 또는 창틀(Windowshield Frame)의 안정적 배치와 특히 계기판 빛과 야간에 유리창 밖을 볼 수 없는 상태나 조종석 덮개와 떨어진 다른 조종실의 구조물에 대한 영향들이다.

운항승무원이 부주의한 동안 기체가 Roll이나 Pitch했을 때는, 이러한 물체에 의해 제공된 주변의 안정된 시각은 행위가 인지되지 않는 경향이 있다. 따라서 운항승무원은 야간이나 계기비행중에, 명백하게 안정적인 주변시 환경에 기인하여 어떠한 움직임도 느끼지 못하기 때문에 안전에 대한 잘못된 감각을 가질 수도 있다.

물론 이러한 잘못된 안정 효과는 시각환경이 일반적으로 유용한 주변시 참조물들(본

래의 수평, 지구표면 등)을 포함하고 있을 때는 일어나지 않는다.

또다른 거짓 주변시 정위 참조가 되는 결과는 태양 또는 밝은 쪽으로 머리를 두려는 (Lean-on-the-Sun) 착각이다.

지상에서는 시각주위가 태양의 위치에 관계없이 위는 더 밝고 아래는 더 어두운 것을 보는데 익숙하다. 따라서 빛의 강도에 있어서 이러한 기울기의 방향은 우리가 지구표면에 관해 정위를 유지하는데 도움을 준다. 그러나 구름속에서 그러한 기울기는 보통 존재하지 않으며 존재하면 보다 밝은 방향은 태양쪽이고 보다 어두운 방향은 그것과 떨어져 있다. 또한 태양은 거의 머리위에 있지 않기 때문에 그 결과 짙은 구름층을 비행하는 운항승무원은 태양이 머리위에 있다고 잘못 인지하는 경향이 있다. 이러한 오해가 운항승무원으로 하여금 태양의 방향으로 기수를 기울어(Bank)지도록 자극하며 따라서 착각이 되는 것이다.

마지막으로, 북극광과 항공기 조명탄의 정위상실 효과가 언급되어야 한다.북반구 고위도에서 야간에 항공기에 의한 연료보급이 종종 운항승무원의 주변시에 수직성(Verticality)의 잘못된 참조를 제공하는 북극광에 의해 정상적으로 수행하기가 아주 어렵다.

이와 유사한 예로서, 항공기 조명탄이 떨어지면 바람에 표류하게 되어 수직성의 잘못된 참조로 행동상에 전이성 착각을 일으킬 것이다. 항공기 조명탄의 이용과 관련된 또 다른 현상으로 나방(Moth)효과가 있다. 떨어지는 화염에 의해 비쳐진 크기는 화염이 감소됨에 따라 천천히 줄어든다. 앞에서 언급한 시각 정위의 크기 불변성(Size Constancy) 메카니즘 때문에 비쳐진 지역을 선회하는 운항승무원은 단계적으로 감소하는 반경을 지닌 강하하는 나선비행을 하는 경향이 있을 수 있다. 또 다른 중요한 요인은 항공기 조명탄이 아주 밝아서 항공기 계기판의 광도를 감소시켜 그들의 정위 참조에 대한 능력을 감소시킬 수 있다.

나. 미로전정기관에 의한 착각

미로전정기관은 지상에서의 일상적인 행동 즉, 회전이나 머리를 숙이거나, 달리거나, 뛰는 등의 운동에서는 정위에 관한 정보를 정확하게 제공할 수 있다.

그러나 삼반규관의 반응은 비행중 빈번히 일어나는 각가속도 환경하에서는 부적절할 수 있고 이석기관 또한 중력과 가속도에 의해 생기는 관성의 구별을 혼동할 수 있다. 따라서 미로전정기관으로 인한 착각은 가장 흔히 발생하는 것으로서 공간정위상실을 초래하는 가장 위험한 비행착각에 해당된다.

(1) 신체회전성 착각(Somatogyral Illusion)

신체회전성 착각은 지속적인 선회운동을 감지하는 삼반규관의 기능장애로 인해 발생한다. 사람이 생리적 범위내에서 각가속도에 노출되면 반규관내의 내림프액이 감각모발을 자극하여 이 운동을 정확히 감지한다. 그러나 각가속도 운동을 부과한 후 감속시키지 않고 일정한 각속도를 유지하면 감각모발이 정위치로 되돌아와 회전감각은 소멸된다.

일정한 각가속도를 유지하면서 회전운동을 한 후에 각감속을 하거나 서서히 회전운동을 하면 감각모발이 회전하는 방향으로 굴절되어 반대방향으로 회전하는 것처럼 느껴지게 되며, 회전운동이 정지된 후에도 이 느낌은 지속된다<그림 1-2-24>.

<그림 1-2-24> 림프액과 감각모발에 의한 착각

즉, 신체회전성 착각이란 실제 회전의 크기나 방향을 잘못 인지한 결과로 초래되는 회전(또는 비회전)에 대한 잘못된 지각이다. 다시 말해서 어떤 사람이 장시간 동안 각가속회전운동을 한 후에 가감속(加減速)을 하거나 정지시키면 반대방향으로 회전하는 것처럼 착각을 일으키는 것이다.

(가) 반복성 Spin감(Graveyard Spin)

시야가 감소된 상황에서 비행할 때 신체회전성 착각은 치명적일 수 있다. 반복성 스핀감은 신체회전성 착각이 어떻게 운항승무원이 정위상실로 치명적 결과를 초래하는가 보여주는 고전적인 예이다. 항공기가 의도적이든 비의도적이든 Spin을 하게 될 때 왼쪽으로 Spin한다고 가정하자. 그 초기에는 각가속도가 발생하므로 삼반규관 내의 감각모발이 자극되어 Spin을 시작한다는 사실을 알게 된다.

그러나 수십초간 같은 속도로 Spin을 지속하게 되면 삼반규관의 내 림프액이 이 환경에 적응하게 되어 감각모발이 정지시와 같은 형태로 되돌아오게 되어 운항승무원들은 전연 Spin감을 느끼지 못한다. Spin에서 회복하기 위해 오른쪽으로 조작하면 각감속도가 발생하여 이번에는 삼반규관을 반대 방향으로 자극하게 된다. 이러한 경우 항공기 자세는 회복되었는데도 불구하고 운항승무원들은 반대편으로 Spin감을 너무나 강렬하게 느끼게 되는 것이다.

미숙한 운항승무원들은 직선 수평 비행감을 느낄 때까지 수정조작을 하게되며 그 결과는 원래의 Spin상태로 되돌아 가게 되고, 이러한 부적절한 조작을 여러번 반복하면서 강하하다가 구름을 뚫고 지면이 보일 때까지 내려오면 고도 여유가 없어서 지면에 충돌할 위험이 있다.

이러한 매우 위험한 상황에서 탈출하기 위해서는 운항승무원은 비행계기를 판독하고 바람직한 계기도수를 가져다 주도록 조작해야 하는데, 이 경우 계기지시침(Turn Needle)이 가운데 오도록 오른쪽 방향타(Rudder)를 밀어야 하지만, 불행하게도 이것은 하기가 그렇게 쉽지 않은 것 같다. 여러번의 회전 Spin과 운항승무원의 회전-회복 시도 등 모두에 의해 생겨난 각가속도도 강하지만 안구진탕(눈망울이 몹시 흔들려 울림)을 포함한 부적절한 전정성 안구 반사작용(Vestibulo-Ocular Reflexes)을 이끌어 낸다. 일반적인 지상환경에서 이러한 반사작용들은 시야주위의 망막상을 안정되게 도와준다. 그러나 시야에 대한 주의가 운항승무원에 대해서는 이미 고정(조종실)되어 있기 때문에 망막상에 대해서는 불안정 상태이므로 계기를 판독한다는 것이 어렵거나 불가능하게 된다. <그림 1-2-25>은 이러한 착각의 발생과정을 보여주고 있다.

<그림 1-2-25> 반복성 Spin

(나) 악성 Spiral

초기의 비행지식은 반복성 스핀감을 신체회전성 착각의 위험스러운 예로 설명한 것이지만 오늘날의 비행에서 너무도 빈번하게 발생하는 더욱 많은 예가 악성 Spiral이다 <그림 1-2-26>.

<그림 1-2-26> 악성 Spiral

이 경우도 초기에는 운항승무원이 의도적이든 비의도적이든 기울어진 자세로 선회에 들어 가서 수초간의 지속적인 선회 후에 감각모발이 평형을 유지하게 되면 수평비행하는 착각에 빠진다. 수평자세로 Roll Out함으로써 선회를 중지하려 시도하면 운항승무원은 원래의 선회방향과 반대방향으로 선회하는 것을 느낄 뿐만 아니라 원래의 기울어진 방향과 반대로 기울어진 것을 느낀다. 잘못된 입력조작을 하면서 이러한 감각을 마지못해 받아들이고 미숙한 운항승무원은 원래의 기울어진 선회로 회복조작(Roll Out)한다. 이제 운항승무원의 감각은 의도하는 비행방식과 모순되지 않지만 계기판은 고도의 감소를 나타내며(기울어진 선회가 고도를 떨어뜨리기 때문에)선회를 계속하게 된다. 그래서 운항승무원은 조종간을 뒤로 당겨 아마도 원치 않는 하강을 저지하려 파워를 증강시키고 상실한 고도를 회복하려할 것이다. 이러한 행동은 기체가 수평으로 비행하면 성공적이지만 가파른 기울어진 자세의 기체는 점점 선회 반경이 좁은 나선형으로 빠지게 되며, 이 때 운항승무원이 궁극적으로 무슨 일이 벌어지고 있는지 알아차리고 느끼지 못하는 기울어진 선회로부터 회복조작(Roll Out)하지 않으면 기체는 지상을 향해 나선형으로 하강을 지속할 것이다.

(2) 안구 회전성 착각(Oculogyral Illusion)

신체회전성 착각이 각가감속 환경하에서의 허위감각에 의한 자가 선회성의 주관적 착각인 반면 안구회전성 착각은 보이는 물체가 움직이는 것처럼 느껴지는 허위감각이다.

예를 들면 등속 선회를 지속하다가 중지하게 되면 삼반규관에 의한 신체회전성 착각에 의하여 반대편 선회감이 들게 되는데 이 때 눈앞에 보이는 계기마저 안구회전성 착각에 의하여 반대쪽으로 움직이는 것처럼 보이게 된다. 그러므로 안구회전성 착각은 부분적으로는 시각에 관련된 신체회전성 착각이라 할 수 있다. 야간이나 사나운 날씨에 비행하는 동안 기체내에서 일정한 방향으로 선회를 잘못 감지하고 있는 운항승무원은 같은 방향으로 계기판이 움직이고 있는 것도 관찰할 수 있다.

(3) 전향성 착각(Coriolis Illusion)

이는 삼반규관의 비정상적 자극의 결과로 나타날 수 있는 잘못된 지각이다. 어떤 사람이 Yaw 방향으로 장시간 동안 각가속 회전운동을 하게되면 감각모발이 정지상태로 되돌아가고 회전감각은 사라진다<그림 1-2-27a>. 이 상태에서 Pitch 방향으로 머리를 완전 90°숙이게 되면 회전방향에서 수평반규관이 이동되고 나머지 2개의 반규관이 회전방향으로 오게된다<그림 1-2-27b>. 회전하고 있는 사람의 머리 위치가 순간적으로 바뀌어도 반규관내의 림프액의 흐름은 서서히 반응하게 된다.

<그림 1-2-27> 전향성 착각

새로운 면으로 이동된 수평반규관은 지속적인 각가속 회전운동에 의해 림프액의 흐름을 다시 야기시키고 감각모발에 의해 이제는 신체에 대하여 Roll방향으로 회전하고

있다고 느끼는 것이다. 이와 동시에 직각을 이루고 있는 나머지 2개의 반규관내에 있는 림프액도 일정한 회전방향으로 새로 이동하기 때문에 새로운 각가속운동을 감지하게 된다. 이와 같이 삼반규관에 있는 전체의 감각모발이 각각 합해지면 실제로 각가속에 노출되지 않았음에도 불구하고 갑자기 어떤 각가속에 노출된 것 같은 효과를 낸다. 즉 일정한 Yaw 운동을 하는 사람이 갑자기 머리를 앞으로 90°숙이면 그의 주변환경이 Rolling과 Yawing하는 전향성 착각을 경험할 수 있다.

오랫동안 일정한 속도의 선회를 지속할 것 같으면 삼반규관 내의 감각모발이 평형상태가 된다. 이 때 운항승무원들이 항공기 진로 방향과 관계없는 방향으로 머리를 갑자기 크게 움직이면 실제로는 없는 방향으로 항공기의 자세나 진로가 급변하는 것 같은 감각착오를 일으킨다. 예를 들어 수평반규관과 같은 평면상에서 일정한 각속도로 오랫동안 회전하고 있는 운항승무원에게 있어서 수평반규관 내의 감각모발은 정지상태로 평형을 이루고 회전 감각은 사라지게 된다. 이 때 갑자기 그의 머리를 90°정도로 크게 숙이게 되면 수평선회하던 운동의 영향은 2쌍의 수직반규관 내의 감각모발을 자극하게 되어 Yaw Plane상의 선회운동을 Rolling이나 Pitching 운동으로 착각을 일으키게 된다. 이러한 감각착오를 믿고 수정조작을 하게 되면 항공기를 조작 불능상태로 빠지게 할 것이다.

<그림 1-2-28> 전향성 착각

이러한 감각착오로 인한 항공기 사고를 예방하기 위하여 운항승무원들은 비행중 특히 선회중에는 급격하고 심한 머리운동을 하지 말아야 한다. 또한 이러한 감각착오에 대하여 반사적인 수정조작을 가하기 이전에 자세계를 판독하여야 한다. <그림 1-2-28>은 이러한 착각현상을 설명하고 있다.

(4)신체중력성 착각(Somatogravic Illusion)

이는 관성과 지구 중력 사이에 발생하는 힘의 합력(Vector)으로 인하여 발생하는 체위의 감각 착오로 수직이 아닌 중력 관성력의 방향을 수직으로 인식함으로써 나타나는 신체경사에 대한 잘못된 감각이다. 이 착오는 항공기가 수평 직선비행 상태에서 속력을 증가시키면 상승감을 느끼는 것을 말한다<그림 1-2-29>.

이 때 운항승무원이 만일 계기를 확인하지 않고 수정 조작을 하면 강하자세로 변하게 된다. 이러한 종류의 착각이 가장 흔히 일어나는 환경은 전방에 적절한 참조물이 없는 야간 활주로에서 이륙한 직후이다.

항공모함에 적재된 항공기의 운항승무원들은 특히 신체 중력성 착각에 주의할 필요가 있다. 야간 바다에서 함재기로부터 Catapult Take Off시에 빈번하게 신체 중력성 착각이 발생하며 이러한 운항승무원들은 2초에서 4초동안 지속하는 진동 가속도(Pulse Acceleration)와 3G에서 5G의 최고 관성력이 일어나는 것을 경험하게 된다.

<그림 1-2-29> 신체중력성 착각

비록 주된 가속이 일찍 끝난다하더라도 머리뒤쪽 방향으로 상승하는(Nose-High Pitch) 감이 30초 또는 그 이상 지속되며 이러한 현상을 알지 못하는 운항승무원에게는 특별히 위험한 상황을 초래한다. 고성능 항공기 운항승무원만이 이륙후 기수를 상승시켜서(Pitch-up) 신체중력성 착각을 겪는 것은 아니다. 이륙후 10초 동안 100-300 knots 가속하

는 비교적 저속의 항공기는 운항승무원에게 +0.16Gx가 부가된다. 합성 중력관성력이 중력이상으로 거의 감지되지 않는 단지 1.01Gx라 하더라도, 후미쪽으로 9^0를 가리키며, 부주의한 운항승무원에게는 9^0의 머리뒤쪽방향으로 상승하는(Nose-up Pitch) 자세를 느끼게 한다. 많은 저속의 항공기가 6^0 이하로 상승하기 때문에, 아래쪽으로 9^0의 Pitch 수정은 3^0 또는 그 이상(정상 끝접근(Final-Approach)각과 똑같이) 하강하게 될 것이다. 명확한 외부의 시야에 나타나는 수평선이 없으면 전정착각을 심화하여 기수를 아래방향으로 숙인 상태와 같은(Nose-down) 위험한 상태에 빠지게 된다.

(5) 역전위성 착각(Inversion Illusion)

역전위성 착각은 신체중력성 착각의 한 형태로 합성 중력관성력 벡터가 지구표면쪽이 아니라 지구표면쪽과 떨어진 방향으로 회전하여, 운항승무원에게 위 아래가 역전된 잘못된 감각을 가져다준다.

<그림 1-2-30> 역전위성 착각

<그림 1-2-30>은 어떻게 이것이 발생하는가를 보여준다. 전통적으로 급상승하는 고성능 항공기는 원하는 고도에서 다소간 급작스럽게 수평비행을 한다. 이러한 기동은 운항승무원에게 수평비행전에 호를 그려 나온 -Gz의 원심력을 받게 한다.

동시에 기체가 보다 수평자세로 바뀌면서, 비행속도가 빨라져서, 모든 힘의 환경에 +Gx의 접선의 관성력이 부가된다. -Gz의 원심력과 접선의 힘이 1G의 중력과 합해져서

후방과 상방으로 회전하는 순(Net)중력 관성력 벡터를 만들어 낸다.

사나운 날씨는 이러한 착각을 유발할 수 있으며 특히 하강기류(Downdrafts)는 역전위성 착각의 원천이라고도 할 수 있다. 즉, 불규칙한 기류에 의한 공기 역학적 또는 물리학적 힘에 의해 운항승무원으로 하여금 계기판의 시야장애, 운항승무원의 계기판독능력 상실, 역전위성 착각, 이에 따른 하방 선회 비행조작 등을 야기시키며 이것을 Jet upset 이라고 한다.

(6) 과중력 효과(G-excess Effect)

신체 중력성 착각이 순(Net) 중력(G-force) 방향의 변화에 기인한 것임에 반해, 과중력 효과는 G의 크기의 변화에 기인하다. 과중력 효과는 G의 환경이 1G 보다 크게 지속되었을 때 발생할 수 있는 신체 경사에 대한 잘못 되거나 과장된 감각이다.

어떤 사람이 +1Gz 환경에서 반듯이 앉아 있다가 머리를 30^0 전방으로 기울인다고 가정하자<그림 1-2-31>. 이때 이석은 수직에 대해 머리를 30^0 숙인 만큼 전방으로 이동할 것이며, 이 이동거리를 X㎛라 하자. 이제 똑같은 사람이 +2Gz 환경에서 똑바로 서있다가 전방으로 30^0머리를 숙이면 이때는 +1Gz 환경에 비해서 2배의 중력과 관성력이 작용하기 때문에 이사람의 이석은 X㎛보다 더 멀리 이동할 것이다. +1Gz 에서 전방으로 30^0 숙일 때의 이석 이동거리는 +2Gz 환경에서는 이론적으로는 90^0만큼이다.($2\sin 30^0=\sin 90^0$)

<그림 1-2-31> 중력에 의한 착각

고속 기동의 항공기에서 과중력에 의한 착각은 선회 -- 예를 들어 침투선회(Penetration Turn)나 절차선회(Procedure Turn) -- 에서 얻게 되는 한 G-force의 결과로 발생할 수 있다. 운항승무원이 선회중에 라디오의 새로운 주파수를 선택하거나 바닥에 떨어뜨린 연필을 줍기 위해 몸을 숙이거나 옆으로 돌리면 과중력 착각에 기인한 Pitch와 Roll면에서 비자발적인 경사를 경험하게 된다. 과중력에 의한 착각은 그러한 환경하에서 일반적으로 전향성 착각에 기인한 Pitch 또는 Roll에 대한 잘못된 착각에 책임이 있을 것이다.

(7) 안구중력성 착각 (Oculogravic Illusion)

안구중력성 착각은 신체중력성 착각과 시각적 관련성이 있으며 똑같은 자극조건하에서 발생된다. 예를 들어 감속(Speed Brake)을 한 결과 운항승무원은 신체중력성 착각때문에 머리가 아래로 다이버하는(Nose-down) Pitch를 경험한다. 동시에 전방으로 경사감을 확인하면서, 운항승무원은 계기 패널이 하방으로 움직이는 것을 보게 된다. 따라서 안구중력성 착각은 순중력 관성력의 방향이 변화하는 동안에 운항승무원에게 있어 실제로는 고정된 물체에 대하여 시각적으로는 명백한 이동현상이 나타나게 된다.

안구회전성 착각과 마찬가지로, 안구중력성 착각도, 이 경우 각가속도보다는 부가된 G백터의 방향변화에 의해 야기된 전정성 안구 반사작용(Vestibulo Ocular Reflex)중 시각적 고착을 유지하려는 시도의 결과이다.

승강착각은 잘못된 인지가 +Gz-force의 방향변화 대신에 크기변화에 의해 일어난 전정성 안구반사작용(Vestibulo Occular Reflex)에 기인한 것으로 믿어지는 것을 제외하고는 안구중력성 착각과 같은 시각적 현상으로 생각된다. 상방으로 가속되면, 승강기와 마찬가지로, +Gz-force의 증가는 안구를 아래로 움직이게 하는 이석기관의 전정성 안구반사작용(Vestiobulo Ocular Reflex)으로 하강느낌을 유발한다.

관찰자가 상대적으로 고정된 위치에서 물체를 시각적으로 안정되게 하려는 시도는 G-force가 증가할 때 그 물체가 상방으로 이동되어 보이게끔 한다. 개개인이 아래쪽으로 가속될 때 반대효과가 일어난다. 순중력 관성력의 크기가 +1Gz이하로 감소되면 응시방향의 상방이동 반응과 인접한 주위의 사물이 하방으로 이동하는 것처럼 보인다.

(8) 경사 착오 (The Leans)

비행중 가장 일반적인 전정기관 착각으로서, 회전축(Roll 축)에 대하여 항공기의 각도가 운항승무원의 의도와는 달리 경사진 채로 비행하고 있다는 착각이다.<그림 1-2-32>

이석기관은 중력에 의해서만 반응하는 것이 아니라 여러 가지 합력(Vector)에 의해 반응하기 때문에 정확한 수직방향의 감지가 어렵고 반규관은 회전운동에 대해 비교적 정확히 반응하지만 역치(Threshold)이하의 자극에 대해서는 반응하지 않기 때문에 착각을 유발할 수 있다.

<그림 1-2-32> 경사착오에 의한 착오

예를 들어 수평비행을 하고자 하는 운항승무원이 역치 이하인 2^0/sec로 Roll-in (R/I)하면 운항승무원은 이것을 전혀 느끼지 못하고 1초 후에는 20^0로 기울어진 결과를 초래한다. 이 때 운항승무원이 자세계를 통해 경사비행상태를 알고 역치 이상 (3^0/sec 이상)으로 Roll-out(R/O)하게 되면 비행자세는 교정이 되나 반규관의 작용에 의해 반대방향으로 기울어져 비행하고 있다는 착각에 빠진다.

운항승무원이 자세계를 정확히 판독하고 수평비행을 할 수 있다 하더라도 경사착각 자체는 수분동안 지속되며 이 시간동안 비행효율은 심각하게 저하된다. 경사비행에 대한 착각은 장시간 선회비행시에 잘 나타난다. 경험이 있는 운항승무원은 자세계에 엄정한 주의를 기울임으로써 이러한 잘못된 감각을 신속하게 억제하는 것을 배우게 된다. 그러나 때로는 운항승무원이 다른 업무에 집중하게 되면 자세계를 미쳐 판독하지 못하고 경사비행에 대한 착각에서 벗어나지 못할 때도 있다. 따라서 운항승무원은 평소에 각회전비행에 대한 착각을 훈련시에 경험하고 숙지하는 것이 필요하다.

4. 비행착각의 예방책

비행착각은 비행안전 및 효율적인 비행임무와 운항승무원의 정신건강에 이롭지 못하

다. 따라서 착각의 발생, 특히 조작불능이나 비행사고를 유발하는 착각을 방지하기 위한 모든 노력이 경주되어야 한다.

가. 비행착각의 원인에 대한 교육

운항승무원은, 착각이 여러가지 형태로 비행중에 야기될 수 있는 신체의 정상적인 반응이라는 것과, 비행시 흔히 발생될 수 있는 착각의 종류, 착각을 일으키기 쉬운 비행상황 및 계기조작, 착각에 빠졌음을 인식하고 이를 극복하기 위한 방법을 숙지하여야 하며, 비행착각을 예방하기 위해 점검해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 비행환경

(가) 계기비행 : 운항승무원의 시야가 외부를 주시하다 계기판으로 되돌아 갈 때

(나) 야　　간 : 부적절한 외부의 시각적 단서 이용, 안구중력성 착각과 자가운동 착각에 기인한 고립된 불빛이동, 지면과 하늘의 이동

(다) 고 고 도 : 지상의 표적에 대한 수평상태의 착각, 항공기나 지상현실로부터의 이탈감(Break-off Phenomenon)

(라) 특색없는 지형위의 비행 : 고도지각에 있어서 착각유발

(2) 비행기동

(가) 장시간 동안의 가속이나 감속 : 신체중력성 착각과 안구중력성 착각

(나) 장시간 동안의 각운동 : 선회감 상실, 원상회복시의 신체회전성 착각, 편대비행시에 기울어짐에 대한 감각상실 및 갑자기 머리를 움직일때 전향성 착각이나 과중력효과 초래

(다) 역치(Threshold) 이하의 비행 : 원상회복시 경사비행에 대한 착각 초래

(라) 과중한 임무 부담 : 모든 것을 지나치게 의식하고 있으면 더 쉽게 착각에 빠질 수 있고, 극복 능력도 감퇴

(마) 불규칙적인 상승 또는 하강 : 상승 및 강하 각도 착각 초래

(바) 운중비행 : 태양에 반사된 빛을 보고, 자신의 직상방으로 착각하게 되고 이러한 수직 판단의 착오로 항공기의 기울임이나 상승 및 하강자세에 이상을 초래

(3) 항공기와 관련된 요인

(가) 계기판 : 설비위치, 정확한 작동여부 및 쉽게 볼 수 있는 조명도

(나) 성 능 : 높은 각가속 및 선상가속도, 고도조절 능력을 충분히 파악

(다) 조종석에서 전망 : 자신이 탑승하고 있는 항공기의 기체가 보이지 않으면 이탈감(Break-off Phenomenon)을 야기

(4) 운항승무원과 관련된 요인

(가) 비행경험

(나) 계기비행의 훈련, 경험, 숙련도

(다) 비행연습후 경과시간

(라) 신체적 건강상태

(마) 정신적 건강상태

(바) 알콜 및 약물섭취 여부

(사) 과중한 임무수행에 따른 피로도

나. 비행착각의 예방과 극복을 위한 교육

비행착각을 유발시키는 원인, 환경에 대한 지식과 더불어 운항승무원은 이를 극복하기 위한 다음 사항을 알아야 한다.

(1) 실제적 조건

(가) 시각기나 전정기 등의 체감신경에 의한 지각 즉, "Seat of the Pants"로 비행할 수 없음을 명심하라.

(나) 어떠한 경우에서도, 심지어는 일시적으로 시각적 단서를 빼앗긴 때라도 "Seat of the Pants" 감각에 기초하여 비행하지 말아라.

(다) 시계비행과 계기비행을 불필요하게 혼용하지 말아라.

(라) 시야가 나쁠 때는 신속하게 계기비행으로 전환하고 일단 계기비행 상태에서는 시각적 단서가 명확하기 전까지는 계기비행을 유지하라.

(마) 계기비행의 훈련과 숙달을 경주하라.

(바) 불필요한 항공기 기동이나 착각을 유발하는 것으로 알려진 머리운동을 피하라.

(사) 야간이나 악천후 비행시는 특히 집중하라.

(아) 감기를 앓거나, 음주에서 깨어나지 않았을 때, 약을 복용할 때, 심신이 피로할 때는 비행하지 말아라.

(자) 경험이 많다고 착각에 대한 면역이 키워졌다고는 생각하지 말아라.

(2) 비행착각의 극복

(가) 지속적으로 반복되는 경미한 착각을 운항승무원이 비행임무의 다른 방향으로 주의를 돌림으로써 없어질 수 있다. 수평, 직선 비행시에는 머리를 약간 움직이는 것이 효과적일 수 있다.

(나) 강한 착각이나 정위 유지, 비행기 조종의 어려움에 갑작스럽게 직면했을 때에는

1) 계기로 돌아가서 크로스 체크하라.
2) 항공기의 계기판을 보고 원하는 비행자세가 되도록 조작하라.
3) 계기점검을 지속적으로 수행하고 특히 고도계에 주의를 집중하라.
4) 외부의 시각적 단서가 명확하기 전까지는 시계비행과 계기비행을 혼용해서 비행하지 말아라.
5) 심한 착각이 지속되면 도움을 청하라. 부조종사에게 조종간을 넘기거나, 지상 관제사, 다른 비행기 운항승무원과 교신하고 고도계를 체크하라.
6) 조종불능인 경우에는 너무 하강하기 전에 비상탈출하라.

(다) 거의 모든 비행착각은 부자연스러운 비행환경에 대한 정상적 반응이므로 비행중 일어났던 일로 크게 놀랐다면 항공의무관(비행군의관)을 포함한 동료들과 논의하라. 여러분의 경험은 생각했던 것만큼 특이한 것은 아니다.

제2장 비행피로

제1절 피로의 발생과 증상

생체는 본래 활동과 휴식의 반복으로 이루어지는 주기(周期)를 가지고 있는데 활동 후에는 어떤 형태로든 피로가 나타나게 된다. 피로란 매우 복잡한 현상으로서 그 개념을 과학적으로 정의하거나 객관적인 측정이 어려우나, 일반적으로 "지쳤다"는 주관적인

느낌이 있으면서 작업능률이 저하되고 기능의 변화가 생기는 현상이라고 정의할 수 있다. 피로자체는 질병이 아니고 가역적인 생태반응으로서 앞으로 일어날 건강상태의 변화에 대한 경고반응이라고 생각되나 이를 무시하고 작업을 계속할 때는 생산성의 저하와 재해발생의 증가 그리고 나아가서는 질병까지도 유발될 수 있으므로 효율과 안전 및 건강관리상 중요한 의의를 지닌다.

Viteles는 산업피로의 본질을 1)생리적 변화(의학적) 2)피로감(심리적) 3)작업능력 감소(생산성)의 3가지로 규정하고 있는데 산업기술의 발달과 함께 작업의 성격이 육체노동에서 점차 정신노동으로 이행됨에 따라 근래에는 심리적 측면이 더욱 중요시되고 있다.

피로의 발생에는 여러가지 요인이 관여한다. 작업자체 요인으로는 물론 작업의 강도와 양, 작업의 성격(정밀도, 위험성, 단조로움, 고도의 정신긴장 등)이 중요하고 외적 요인으로는 기온, 습도, 소음, 조명, 공기오염 등 환경조건 그리고 작업자의 의욕, 적성, 숙련, 건강상태 등의 내적요인이 복합적으로 작용하므로 피로발생의 시기와 양상 및 정도(Severity)에는 개인차가 많아서 같은 작업, 동일인의 경우에도 수시로 다르게 나타날 수 있다.

일본 산업위생학회의 조사에 따르면 산업활동에 수반되는 자각증상은 약30종류로서 이를 그 특성에 따라 분류하면 제1군 졸음과 권태(노곤하다, 머리가 띵하다 등), 제2군 주의집중 곤란(초조하다, 마음이 산란 등), 제3군 신체 위화감(아프다, 숨이 차다 등) 등으로 나뉘어 진다.

피로의 판정은 위 주관적 증상과 객관적 측정의 결과를 종합해서 내리게 되는데, 증상의 경우는 본인에게는 매우 심각한 문제인 반면 판정에 필요한 정확성이 결여되며(대개 설문을 통해 조사된다) 후자는 근력(筋力), 뇌파, 반사역치[주1)]등 생리적 기능과 생화학적 상태, 심리기능 등의 변화를 측정하는것으로 듣기에 매우 명료하고 정확한 결과를 얻을 것 같으나 이 역시 피로의 상태를 본질적으로 반영하지는 못한다.

특히 정신작업의 경우 부하가 큰 작업끝에는 능률의 저하를 동반하는 급성피로현상이 나타나는 바 이런 피로의 효과는 정신적 공백(Mental Blocks)이라고 표현되는 순간적인 정신기능의 정지가 바탕이 된다.

피로가 쌓임에 따라 이같은 공백상태는 더욱 빈번히, 그리고 길게 출현함으로써 전체적인 능률저하가 초래되고, 이 때 작업자의 능률은 겉으로는 거의 정상수준을 유지하고 있는 듯이 보이면서 정신작용의 간헐적 공백(Interspersed Blocks)이 수시로 섞인다.

주1) 빛이나 전파가 부딪쳐 생물의 감각에 반응을 일으키는 최소한의 자극 강도

이러한 사실이 실제에 있어서 스스로 느끼는 피로의 정도 및 능력의 자체평가와 객관적인 측정결과 사이의 불일치에 대한 설명이 될 것이다. 작업시간이 상당히 경과한 시점에서 작업자 본인은 스스로 자신의 능력의 저하를 별로 느끼지 않을 뿐더러 반응시간 측정 등 어떤 검사에 응할 때는 무의식적으로 분발(Spurting)하기 때문에 위의 공백이 일시 억제되고 객관적인 검사값 역시 피로판정을 내릴만한 변화를 보이지 않는다. 주관적 느낌과 객관적 검사 결과가 모두 피로판정에 도움이 되지 못한다.

제2절 육체적피로와 정신적피로

1. 국소근육피로

지속적으로, 또는 반복해서 근육을 수축시키려면 관련된 근조직에 적당량의 포도당과 산소의 계속 공급이 필수적이며 동시에 대사 부산물(노폐물)이 제거되어야 한다. 이런 기능은 순환혈액에 의해 수행되므로 작업중에는 휴식상태에 비해 근육으로의 혈액수요가 대폭 증가되고 수요가 충족되지 못할 때에는 국소근육의 피로가 발생한다. 근육작업에는 두가지 형이 있어서 작업근육의 율동성인 수축과 이완이 일어나는 동적작업(動的作業), 그리고 근육이 상당기간 수축상태를 유지하는 정적작업(靜的作業)으로 나눈다. 작업활동은 흔히 양자의 결합으로 이루어지는데 예컨대 벽돌을 옮기는 작업은 두다리에 동적작업(보행), 두팔엔 정적작업(지지)을 부과한다. 대체로 정적작업은 동적인 작업보다 피로하기 쉽다.

그 이유는 근육수축시에는 혈관이 압박되고 힘이 가해질수록 혈류의 저항이 증대되기 때문이다. 이 시점에서 근육이 이완되지 않으면 포도당과 산소의 공급은 부족하게 되고 근육내 노폐물이 쌓이며 근육은 수축능력을 잃게 되며, 이 때 자연히 동작은 중지되므로 병적인 상태로의 진전을 억제한다는 점에서 피로현상은 생체의 방어기전이라는 견해가 설득력이 있다.

2. 전신피로

신진대사로 화학에너지를 기계적 에너지로 전환하기 위해서는 근육에 충분한 산소와 포도당을 공급해 주고 대사 부산물을 제거해야 하기 때문에 육체운동의 증가에 따라 심

폐계통(心肺系統)의 부담도 늘어나고 전체근육에 영향을 미쳐서 전신피로를 야기한다. 작업강도가 커지면 작업시간도 조절해야 하며, 작업을 1시간 계속하려면 평균 에너지 소모율은 작업자의 운동능력의 50%를 넘을 수 없으며 8시간 근무에는 33%이하로 제한해야 한다. 전신피로를 예방하기 위해서는 근무도중에 작업강도에 따라 적당한 시간의 휴식을 삽입해야 한다. 젊고 건강한 사람이라면 상당히 심한 급성피로라도 한번의 충분한 수면으로 완전히 회복될 수 있다.

3. 정신적피로

정신피로는 육체피로와 동반해서 또는 작업의 종류에 따라서 독립적으로 나타난다. 누적된 수면부족, 심리적 및 감각기관의 부하가 큰 작업, 시간에 쫓기거나 정신긴장이 지속되는 작업조건, 단조롭고 지루한 작업, 의욕과 관심의 결여, 부당한 보수, 자기 능력이나 업적에 대해 정당하게 인정받지 못하는 상황, 동료나 상급자와의 원만치 못한 인간관계, 가정생활의 어려움이나 격리 등이 원인이 되며 증상도 정신흥분, 주의 및 관리영역의 축소, 과오 증가, 불면, 기억력 감퇴, 건설적 비판에 대한 수용력 감소, 위장장해, 술·담배 및 약물의 남용 등 다양하게 나타난다. 육체적피로에 비해 회복이 어렵고 축적되기 쉽다.

제3절 비행과 피로

비행의 안전과 효율은 운항승무원이 충분히 휴식된 상태(Well Rested Condition)로 근무에 임하고 근무중 고도의 경계심(Vigilance)을 유지함으로써 가능해 진다. 거시적이고 단순 명백한 정보를 다루는 작업에 비해서 감시영역이 넓고 복잡 미묘한 자료를 다루며 끊임없이 경계심을 발휘해야 하는 작업은 단시간내에 급성피로를 야기하게 되므로 사전계획된 적절한 휴식을 포함하는 근무시간 배정이 중요하다. 비행업무상 능률과 피로발생은 연령에 의해 크게 영향받게 되는데, 일반적으로 능률은 가령(aging)에 따라 감소된다.

예컨대 60세인 사람의 반응시간은 40세의 2배에 달한다. 그러나 실제 임무수행에 있어서는 연령이 많아질수록 가령에 의한 신경-근협동능력의 감퇴가 숙련으로 보완되어 조종효율 자체의 우열은 단시간의 검사로는 구별하기가 어려울 것이다. 비행피로의 원

인이 되는 또다른 문제는 신체의 구속 또는 운동의 제한이다. 조종석에 장시간 앉아 있으면서 비교적 고정된 자세를 강요당한 결과는 국소근육이나 관절의 피로와 함께 상대적인 부교감신경 긴장상태를 조성하는데 이와 같은 상태는 전신피로에 수반되는 자각증상군과 공통되므로 적어도 피로의 촉진이나 그 증악에 기여할 것은 분명하다. 피로를 그 발생과 경과의 시간적 특성에 따라 급성, 만성으로 구분하게 되는데 공중근무자의 경우는 그 중간에 누적성 피로라는 분류를 하나 추가해야 한다는 주장이 있다.

이는 여러개의 급성피로 또는 여러번에 걸친 수면부족으로부터의 불완전한 회복의 결과이며 여러 날, 여러 주에 걸쳐 점차적으로 나타나고 그 결과는 급성피로에서와 같이 능률과 사기의 저하, 흥미상실, 운항승무원정신(Airmanship)의 해이, 비행중 판단력과 관리능력의 저하로 불필요한 모험과 비행전 점검을 소홀히 하며 한계상태의 비행조건을 무시하고 항법상의 오류를 범하는 등 중대한 과실로 연결되기 쉽다.

또한 근육작업으로 인한 피로가 단 한번의 숙면으로 완전히 회복되는데 비하여 어려운 비행임무 후의 정신긴장, 불안과 분노 등을 동반하는 정신적 피로는 회복이 어렵고 누적되는 경향이 크다. 급성피로에 의해서 제일 먼저 침해되는 것이 경계심임은 주지의 사실이지만 특히 야간의 긴 해상비행에서 칠흑같은 창밖을 배경으로 희미한 조명, 단조로운 엔진소리, 오랜동안의 신체구속 등 불리한 조건속에서 각성과 경계심을 유지한다는 것이 얼마나 어려운 일인지는 더 설명할 필요도 없을 것이다.

제4절 비행피로의 예방

이제까지 추진되어 온 조종계통의 자동화는 승무원의 피로를 경감함에 큰 도움을 주지 못했을 뿐 아니라 오히려 정신적 피로를 조장하고 임무수행중의 경계심을 저해하는 등 새로운 문제들을 제기하고 있다. 이에 대한 대책을 수립함에는 종전의 모든 고정관념이나 편견에서 벗어나 신축성 있고 독창적인 사고방식이 요구되며 승무원이 한 팀으로서 긴밀히 협동하고 경영층과 모든 지원부서간의 공동참여가 필수적이다.

1. 비행시간

피로의 문제를 생각할 때 작업시간의 길이가 제일 먼저 거론되는 것이 기본요소이며 실제로 모든 국가와 항공사에서 각자 비행시간 제한에 관한 규정을 제정해 놓고 있다.

그러나 비행피로를 유발하는 요인으로는 비행시간외에도 기내환경, 비행전 휴식의 양과 질, 기상조건, 교신량, 승무원 개인의 신상문제 등 대단히 많고 다양하므로 비행시간에 지나친 무게를 둔다는 것은 무의미하고 위험하기조차 하다.

원래 비행시간을 정한 근거는 의학적이기 보다 사회경제적인 바탕위에 있는것이며 오랜 관행과 노사간 협의 등을 통해 조정되어 온 것으로 각국의 현행 기준은 여러가지 여건을 감안해 볼 때 큰 무리가 없는 것으로 받아들여지고 있다. 의학적으로는 1회의 비행시간 자체보다는 근무시간 동안 근무와 휴식의 조화를 중요시하며 비행후 또는 전에 최소한 8시간의 중단없는 수면과 8-12시간의 휴식으로 목적은 달성된 것으로 판단된다. 물론 위에 열거한 피로요인들 중 어느 하나 이상이 현저히 불리한 경우 등 개별적인 배려가 있어야 할 것이다.

2. 휴 가

단기적인 피로는 그때그때 충분한 수면과 휴식으로 회복되지만 부득이한 상황에서 과로가 연속되고 피로의 누적이 일어날 경우 단순한 휴식이나 성급한 약제의 처방보다는 며칠간의 휴가가 훨씬 효과적이다. 특히 비행임무에서 기인하는 피로가 육체보다 정신적인 것임을 감안할 때 정기휴가 이외에 수시로 짧은 휴가를 실시함이 바람직하다.

3. 신체적성

운동이 부족할 경우 불면과 능률의 저하가 초래되며 근육조직이 위축되는 반면 지방의 축적으로 비만이 오고 그 결과 운동을 더욱 기피하는(숨이 차고 고통이 심하기 때문) 악순환이 되풀이되며 신체의 저항력은 급속히 저하된다. 그뿐만 아니라 연령이 많아질수록 체력의 저하와 피로에 대한 내성 역시 운동(체력증진)을 통해서 억제되므로 항공기 승무원으로서 규칙적 운동은 매우 중요하며 근무외 자유시간에서 적어도 한부분은 체력증진을 위해 사용하는 인식과 노력이 필요하다.

4. 기타 피로유발요인의 배제

비행임무의 원활한 수행을 위해서는 승무원이 임무중에 발생하는 피로의 극소화와 아울러 임무외적인 피로요인을 적극 피해야 한다. 휴식기간중의 밤샘, 음주, 과도한 흡

연은 물론이고 잦은 스케쥴 변경으로 대기시간이 길어지거나 비능률적인 지상조업으로 인한 중간기착지에서의 지체, 숙박시설에서의 후방지원이 원활치 못해서 숙면을 할 수 없거나 필요한 때에 적절한 식사를 못하는 등의 사례는 간단한 듯 하면서 실제로 자주 발생되는 결함이며, 승무원 자신은 물론 운항에 직접·간접으로 관여하는 모든 사람들의 이해와 협력없이는 해결되기 어렵다.

제3장 일중 리듬 실조

제1절 개일(槪日)리듬(Circadian Rhythm), 일중(日中)리듬

인체의 여러 생리기능은 각각 일정한 주기를 가지고 같은 모양의 변동을 되풀이 한다. 예컨대 체온은 새벽 4시에 가장 낮았다가 오후 5-8시경 최고에 이르는데, 이런 리듬의 주기는 짧은 것은 20시간부터 긴 것은 30시간이상이 되나 실제로는 24시간을 주기로 하는 외부환경의 여러 조건(예. 명암)의 변동에 따라 하루의 길이와 비슷하게 통합된 하나의 진동계(振動系)를 이루게 되어 이를 Circadian Rhythm(circa= about 대략, dies= a day; 약 1일의라는 뜻)이라 하고 실제로는 하루보다 약간 긴 25시간 정도의 주기를 갖는다.

이 생체리듬은 빛이나 습도 등 외부환경의 여러 정보(Time Cue)와 조건에 따라서 그 위상이 결정되지만 그러한 외부 정보가 없는 상황에서도 원래 인체에 내장된 생물시계 기능에 의해서 일정한 진동을 유지한다.

이처럼 내장된 신체리듬 유지기능을 내인자(內因子)라 하고, 생물시계의 위치는 뇌의 시상하부(視床下部)에 위치한 것으로 알려졌다. 이같은 타고난 생체리듬을 외부환경의 1일 주기에 동기화(同期化: Synchronize)시켜 주는 시간정보를 외인자(外因子) 또는 Zeit Geber(Time Giver의 뜻), 동기화인자(同期化因子: Synchronizer)등으로 부른다.

이러한 생체리듬은 모든 생물에 공통되는 현상으로 동기화인자로서는 역시 명암(낮과 밤)의 영향이 가장 크나 식물의 경우에는 광선과 함께 습도(수분)가, 육식동물에서는 먹이의 존재여부가 큰 영향을 미치고 사람의 경우는 식사와 더불어 사회활동이 큰 역할을 한다. 이러한 환경조건의 율동성 변화가 시간적으로 갑작이 전이(轉移: Shift)될 경우 외부의 동기화인자와 신체내부 리듬사이에는 일시적으로 부조화 또는 비동기화(Desynchronization)되어 혼란이 야기된다. 이같은 혼란은 생체가 그 내부환경의 항상성

(恒常性)을 유지하려는 자연방어기전에 의하여 전이된 새 시간정보와 동기화되기까지 계속되며 그간 인체는 일련의 심신장애를 경험하게 되는데 식욕상실, 위장장해(소화불량이나 속쓰림), 불면, 비정상적인 시간에 졸리거나 배가 고파지고 전반적으로 능률과 의욕이 저하되는 등의 증상이 나타난다. 이러한 장애를 일컬어서 비동기화증후군 또는 일상용어로 시차증(Circadian Phase Shift Syndrome, Desynchronosis, Jet Lag)이라 부른다.

제2절 장거리비행과 일중리듬의 교란

경선(經線: Meridian)은 편의상 지구표면을 동서방향으로 360등분하면서 남북극을 연결하는 가상선으로서 지구의 자전은 경도 1도를 이동함에 4분이 걸리므로 15도의 전이에는 1시간이 소요되어 이를 한 시간대(時間帶, Time Zone)라 한다. 빠른 속도로 장거리를 이동하는 항공여행은 단번에 여러 시간대를 통과함으로써 인체기능의 여러 리듬과 외부인자(Zeit Geber)간에 비동기화상태를 야기하고 시차증을 유발하며 승무원에게는 수면부족과 피로축적으로 비행안전을 저해하는 요인이 될 수 있다. 시차증으로 인하여 승무원들에게 일어나는 주요 기능장해의 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 능률(Performance)

Klein등에 의하면 동쪽방향으로 6개 시간대를 가로지르는 비행후 승무원의 작업능률은 3-4%가 저하되고 회복에는 3일(간단한 조작)부터 5일(복잡한 작업)이 소요되었다. 특히 시뮬레이터 조작은 9%, 정신운동성 작업능력은 2-4%, 안·수 협동동작(眼手協同動作)은 8%의 감퇴를 관측했다. 야근자를 포함하여 시차가 발생된 상태에서의 능률은 전반적으로 저하되고 이는 수면장애에 의해 더욱 악화됨이 밝혀졌다. 수면손실의 효과는 작업종류에 따라 달라서 단순반복작업 또는 경계심을 요하는 일이 가장 현저히 영향을 받지만 심사숙고를 요하며 대단히 중대한 일, 흥미있고 자극적인 작업의 경우에는 오히려 별로 영향을 받지 않는다. 특히 실제의 상황, 예컨대 이착륙조작이나 긴급사태 발생시의 조치 등은 오히려 전력을 경주하여(Spurting) 수면부족과 피로의 영향이 일시 극복되는 것을 볼 수 있다. 이에 반해 단조로운 상태에서는 중대한 사태발생을 예고하는 조기징후나 의미있는 정보를 간과하기 쉬운데 그 위험도는 작업지속시간, 심리상태, 불량한 환경조건(주의가 흐터짐) 등으로 증대되고 이들 요소는 상승작용을 한다.

2. 수 면

Laverhne등의 조사에 의하면 여러 시간대를 횡단하는 비행후 승무원이 경험한 수면 장애는 첫날이 60-70%, 3째날은 25-30%에 이르렀다. 그러나 이러한 주관적 호소에도 불구하고 나이가 많은 승무원을 제외하고는 전체적으로 수면의 질과 양은 그리 큰 손실을 보이지는 않았다.

빈번한 시차에 노출되면서 승무원 각 개인별로 필요한 최소한의 수면을 확보하는 요령을 익히고(적응) 있는 것으로 생각된다. 수면의 질적변화로는 잦은 단절이 가장 현저하였고 전체적으로 수면의 깊이가 깊지 못하여 REM 수면(잠의 깊이를 뇌파의 특징에 따라 4단계로 나눌 때 안구가 빨리 움직이는-Rapid Eye Movement-시기, 얕은 잠과 꿈을 꾸기 때문에 Dream Sleep라고도 한다)이 많은데 REM은 특히 수면의 조기에 나타나고 체온의 골짜기에 집중되는 경향이었다.

3. 졸림(Sleepiness)

하루 두번 오후 3-5시와 새벽 4시경에 졸림의 극기(極期)가 관찰되었으며 수면잠복실험(Sleep Latency Test) 결과 근무중의 졸림을 승무원 자신은 느끼지 못하고 있었다. 즉 졸림에 대한 승무원의 주관적인 느낌과 동시에 기록중인 뇌파상의 소견에는 큰 차이가 있었다. 이는 근무중의 승무원이 깜박잠(Microsleep)에 빠질 가능성을 인식못하고 있는 것으로 안전상의 문제가 된다. 한편 장거리 비행에 수반되는 일중리듬 비동기화증후군에 영향을 미치는 요소는 다음과 같다.

가. 연령 : 시차증에 대한 내성은 연령과 더불어 떨어지며, 특히 50세가 넘으면 심해지고 그 중에서도 수면손실이 많아지는데, 이는 적응력의 저하때문인듯 하다.

나. 방향 : 미국, 영국, 독일, 일본 등이 참여한 공동연구에 의하면 서쪽으로 비행한 후 승무원들은 곧 취침하여 비교적 양질의 잠을 잘 수 있었으며, 다음 날에는 이미 상당한 현지적응이 이루어 진 반면 동쪽으로의 비행 후는 수면이 얕고 단절이 많았으며 다음 날 낮의 졸림도 심했다. 이는 서쪽으로의 이동으로 길어진 하루(Phase Delay)가 일중리듬 본래의 길이(24시간보다 긴)를 유지하고 적응하는데 유리하게 작용한 까닭이라고 볼 수 있다.

다. 개인차 : 연령외에도 시차증으로 인한 수면손실의 정도는 개인차가 많다. 평소 밤늦게 까지 자지않고 활동하는 사람과 아침 일찍 활동하는 사람간에 시차에 대한 반응이 다를 것은 짐작이 되나 일부 사람들이 특히 내성이 약한 이유에 대해서는 아직 밝혀지지 않고 있다.

라. 동기화인자 : 목적지 도착후 현지 동기화인자의 이용도 중요하다. 사람은 사회성이 강하기 때문에 현지에서 적극적으로 사회활동에 참여(모임, 운동 등)함이 재동기화에 유리한 것으로 알려졌다.

제3절 시차증의 관리

1. 일반적 사항

시차에 노출되는 모든 사람에게 공통적으로 적용되는 기본사항은 다음과 같다.

가. 대책의 중요성 인식 : 시차증은 질병도 아니면서 때로는 건강을 해칠 수 있고 중대한 사고의 요인이 될 수도 있다.
나. 임무수행 : 일중리듬의 저조기를 피하도록 하고 부득이한 경우(운항승무원등) 임무종료 후 충분한 휴식과 수면을 취한다.
다. 체력증진 : 체력은 시차에 대한 저항뿐 아니라 새로운 시간대에의 적응도 촉진한다.
라. 약제, 술 등 : 새로운 시간대에의 동기화를 촉진할 목적으로 약제, 술의 이용은 잔류 효과 등 부작용의 우려가 있고 의존성이 생기기 쉽다.
마. 식사요법 : 식사조절법에 대해 과장선전되고 있으나 이론적 뒷받침이 없고 일반적으로 항공여행중에는 소식과 기름진 식품을 줄이는 것이 효과적이다.

2. 항공교통관제사와 야근자

연속해서 리듬의 저조기에 근무해야 하기 때문에 야간의 피로와 능률저하뿐만 아니라 낮에도 수면부족으로 피로하기 쉽다. 가장 흔한 증상인 위장장애는 위액분비의 시간이 바뀌는데다가 제대로 된 식사대신 간식을 불규칙하게 자주 먹는데서도 기인한다(규칙적

인 정상식사의 필요). 여행자보다 불리한 점은 외부환경이 바뀌지 않았고 주변사람들이 모두 정상생활을 하는데 혼자서 밤낮이 도착(倒錯)된 리듬을 유지해야 하는 점이다.

따라서 야간으로의 리듬동기화는 오래 걸리고 주간근무로 바뀔 때는 속히 동기화 된다. 주야 교대의 기간은 단기교대(1-2주)는 비동기화상태가 지속되기 때문에 생리적 부담이 크고 장기간 교대(1개월 이상)가 추천되지만 적응이 잘되고 작업능률도 오르는 반면 주간휴식의 조건(환경, 시설)이 불량할 때는 수면부족과 피로의 누적이 생기기 쉽다. 가족, 친구들과 함께 활동을 못하는(특히 취미, 오락 등) 정신위생상의 문제도 따른다. 단기교대제의 경우 동기화를 촉진시킬 수 있는 자신의 방법(가장 알맞는)을 고안하고 실천함이 필요하다.

3. 항공기 승무원

승무원은 빈번히 여러 시간대를 이동할 뿐만 아니라 이동중이 바로 근무시간이며 특별히 고도의 경계심을 유지해야 한다는 불리한 조건이 겹쳐 있다. 그럼에도 불구하고 많은 승무원들은(특히 젊은 층)경험을 통하여 최소한의 수면시간을 확보하고 근무중의 경계심도 유지하는 요령을 터득하고 있으며 동기부여가 강하기 때문에 중도탈락(다른 야간근무자에게 많다)하는 일은 거의 없다. 승무원은 모기지(Home Base)시간 중심의 리듬을 유지하면서 시간차가 많은 외지 체재시간을 되도록 짧게 하는(가능한 당일 귀환) 방법이 유리하나 오래 체재해야하는 경우에는 모기지의 시간을 의식하지 말고 현지시간 중심으로 생활하되 사회활동에 적극 참여하여 현지시간에 동기화되는 시간을 단축시킨다. 밤새 비행을 하고 목적지에 오전중에 도착한 경우 졸리는 대로 그냥 취침해버리면 밤(현지)에 잠을 못자므로 다음날 귀항편 근무는 충분히 휴식되지 못한 상태가 된다. 이때는 짧은 낮잠으로 수면부족의 고통을 완화시키고 곧 일어나 운동이나 사교로 시간을 보낸 다음 밤시간에 충분히 잘 수 있도록 해야 한다. 오후 늦게 도착했으면 곧 닥치는 현지의 밤시간에 충분히 수면하도록 한다. 비행해 오는 동안 근무로 잠을 못잤기 때문에 비교적 잠들기 용이한 상태이지만 잠들기 어렵더라도 포기하지 말고 침대안에 머물러 최소한 3-4시간의 수면을 확보하면 일중리듬의 교란을 극소화할 수 있다. 항공기 승무원의 수면부족과 그로 인한 근무능률 및 경계심의 저하는 비행안전에 중대한 위협이 될뿐만 아니라 혼자의 힘으로 쉽게 해결하기 어려운 경우가 많기 때문에 본인은 물론, 동료와 항공기 제작사, 정비사, 승무스케쥴담당자, 후방지원부서 나아가서 경영층에 이르기까지 공동의 노력과 협조가 필요하며, 이러한 관점에서 고려할 사항을 열거해

본다.

가. 쾌적한 실내환경과 경고장치 - 조종실 설계에 있어서 승무원의 피로문제를 우선 고려하여 실내환경을 되도록 쾌적하게 해야 할뿐만 아니라 자동화와 병행하여 운항승무원의 각성도와 경계심을 모니터하고 수시 경고해주는 장치가 필요하다.

나. 기내 수면시설의 개선 - 온도, 소음 등이 없는 쾌적한 환경과 수평자세로 최대한의 숙면이 가능케 해야 한다.

다. 근무스케쥴 - 되도록 리듬의 저조기에 중대한 임무를 수행하는 일을 피하고 비행중 기내에서의 교대 휴식을 실시하되 교대계획은 사전에 시간을 명시해서 주지시키고 승무원 각자가 출발시부터 이 계획에 맞추어 사전조절할 수 있으며 근무중 확실한 시간(교대)목표를 놓고 경계심의 유지를 용이하게 해야 하며, 기내 취침시 깨어난 후 일시 잠에 취한 상태(Sleep Inertia)가 지속됨을 유의하여 임무교대는 15분정도가 지난 다음으로 한다.

라. 24시간 원하는 시간에 제공되는 양질의 식사, 온수욕, 쾌적한 잠자리 등은 승무원의 수면손실을 완화하고 술, 약제사용의 유혹을 줄이는 효과가 있다.

마. 비행피로와 수면부족의 생리적 실태와 개선방법에 관한 연구를 계속하고 모든 관련자들에게 반복교육을 실시함으로써 문제인식과 공동 노력을 유도해야 한다.

바. 승무원의 근무스케쥴을 모니터하는등 비행피로문제의 전담요원을 임명 해야 한다.

단원 3 항공심리

제1장 비행심리적성

제1절 인성(Personality)과 적성

요즘은 항공여행이 대중화되고 행글라이더나 초경량항공기의 등장으로 취미 또는 운동으로서의 비행활동이 개인단위에까지 보급되고 있으며 항공기의 급속한 발달로 인하여 머지않은 장래에 조종사 면허는 일반 대중화될 날이 올지도 모른다. 이러한 상황이라면 운항승무원이 되는데에는 현대인으로서의 최소한의 지적수준(知的水準)이 요구될 뿐만 아니라, 인성까지 논한다는 것이 유별나게 들릴 수도 있을 것이다. 그러나 현재의 시점에서는 아직 항공기를 조종하는 일은 선택된 사람만이 가능하고 특히 많은 사람의 생명을 책임지는 항공운송사업이나 공격과 방어 등 특수 임무를 수행해야 하는 군 항공기 조종사의 경우 막대한 경비를 들이고 오랜기간에 걸친 엄격한 훈련을 거치지 않으면 안된다. 따라서 운항승무원을 양성코자 하는 국가나 기업체로서는 교육효율이 뛰어나고(교육기간이 단축되고 우수한 기량을 지닐 수 있는) 평생 안전운항을 할 수 있는 인재를 구하게 되며 이러한 과정에서 운항승무원 각 개인의 인성과 비행적성을 중요한 한부분으로 다루고 있다.

운항승무원으로서 바람직한 인성이란 무엇인가? 또는 바람직하지 못한 인성이 있다면 어떤 것인가? 그러한 인성이나 경향이라는게 과연 있는 것인가?

이에 대한 해답을 얻기 위한 연구방법으로는 우선 좋은 성적으로 비행훈련을 마친 후 성공적으로 운항승무원 생활을 하고 있는 기성 운항승무원들에게 흔히 볼 수 있는 공통된 인성과 중도탈락한 사람들 및 일반 인구집단의 인성을 조사, 비교하는 방법을 생각할 수 있다.

Novello등은 EPPS(Edwards Personal Preference Schedule)라는 설문식 검사를 통하여 운항승무원형 인성이라고 할만한 것을 발견할 수 있었다고 주장한다. EPPS검사는 정상인의 성격특성을 다면적으로 판정하기 위한 것으로 피검사자의 선호(욕구)하는 바가 어떤 특성에 많이 집중되는지를 조사하여 인성의 특징을 판단하려는 것이다.

이 검사를 운항승무원과 일반 대학생집단을 대상으로 실시하여 비교해 본 조사의 결

과(미국, 일본) 운항승무원들은 15개 특성항목 중 성취(成就-어떤 일을 수행하려는 의욕)와 지구(持久-성취를 위해서 어려움을 견디고 끝까지 버틴다)를 선호하고 일에 앞서 계획을 세우고 질서(秩序)있게 행동하며, 지도자적 역할과 적극적인 자세(지배, 支配)를 취함에 있어 두들어지는 경향을 보였고, 남에게 의존하거나 도움을 기대하는 것(의존성, 依存性)을 꺼리는 경향이 보였다. 그 외 야타베-Gilford(YG) 성격검사에서는 운항승무원들은 정서적 안정이 공통되는 성향으로 드러난 반면 신경쇠약, 문제행동을 저지르기 쉬운 형, 또는 평균적이고 이렇다 할 특징을 찾기 어려운 형은 매우 드믈었고 Morseley 성격검사(MPI)에서는 신경질적이 아니고 외향적이며 사소한 일에 언제까지나 매이지 않는 성향이 많았다(대학생 9.4%, 고교생 13.3%에 비해 공군조종사 52.4%).

한편 비행훈련 도중 낙오한 사람의 특성을 알아보는 일은 비행 부적성자를 조기에 발견하여 불필요한 인적, 경제적 손실을 막는데 의의가 있다.

많은 지원자 중에서 운항승무원으로서의 자질을 지녔다고 판정되어 선발되었음에도 불구하고 훈련을 계속할 의욕을 잃는다는 것은 본인의 장래를 위해서나 동료 훈련생에 미치는 영향으로 보나 결코 가볍게 볼일이 아니지만 운항승무원이라는 직업의 희소가치가 줄고 전직(轉職)이 일반화되어 가는 요즘의 경향으로 볼 때 앞으로는 자진해서 사퇴하는 경우도 생겨나게 될 것이다.

Wagg등은 훈련낙오자가 포기하게 된 이유를 조사·분석한 결과 6가지의 요인을 지적하고 있다. 첫째는 복종이나 규율에 얽매이는 생활이 싫어졌다. 둘째는 비행에 대한 불안으로 비행전이나 도중에 불안을 느끼거나 동작이 굳어지는 경우, 세째는 가정문제로서 아내가 조종생활을 싫어하거나 가족과 떨어져 있어야 하는 상황 등이며, 네째는 교육문제로 교육내용이 어렵거나 흥미를 못느낀다. 다섯째는 비행자체에 대한 흥미상실이며, 끝으로 심리적인 중압감 등을 호소하고 있다. 그 중에서 특히 두드러진 것으로 불안감을 가지지 않는다는 것은 운항승무원에게 매우 중요한 자질의 하나가 될 것이다. 그 외에 성격검사를 이용한 조종낙오자의 연구로 California인격검사(CPI)를 시행한 결과는 낙오자군이 상식성과 융통성 항목에 있어서 낮은 성적을 보이고 있다.

이상을 요약하면 운항승무원에게 바람직한 인성으로서는 정서적 안정과 성취욕, 인내력, 질서의식 등을 들 수 있는 반면 그 반대인 경우(실패, 낙오하기 쉬운 인성)는 불안경향이 높고 정서가 불안정하며 사소한 일에 오래 구애받는 신경질적인 성격 그리고 의존성이 높은 경우 등이라고 생각된다.

사고와 인성간의 관련성은 오래도록 관심의 대상이 되어 왔으나 운항승무원들은 그 선발과정을 통해서 가장 사고를 일으킬 위험이 작은 사람들로 구성되었을 뿐만 아니라 사고발생에는 여러가지 요인이 복합적으로 관여함으로써 인성과 사고발생간의 관련을 과학적으로 입증하기는 매우 어렵다. 또한 요구되는 특성은 운항승무원에게 공통되는 기본적 인성외에 조종임무에 따라서도 크게 달라질 수 있다. 예컨대 적을 공격, 격파해야 하는 전투조종사와 수많은 승객의 생명과 재산을 책임져야 하는 민간항공의 여객기 운항승무원의 경우가 그 대표적인 예라 할 수 있는데, 현재로서는 운항승무원의 인성이 크게 문제되는 것은 교육·훈련상의 효율을 고려하는 경우이고 그 외의 목적을 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

제2절 동기(Motivation)와 의욕

항공기가 고속화, 대형화되고 그 구조와 기능도 급속히 정밀, 복잡해짐에 따라 운항승무원에 대한 정신적, 기량적 요구의 수준이 높아지며 교육·훈련의 강도도 따라서 증가되고 있다. 민간항공의 경우 최소한 전문대학을 졸업한 후 2년간의 밀도높은 교육이 실시되는데 이 사이에 기량미달, 위험조작, 규칙위반 등 많은 이유로 도태될 처지에 놓이게 된다. 운항승무원이 되고자 하는 동기의 강도는 엄격한 교육·훈련이 많은 심적 갈등과 스트레스에 대한 내성(耐性)을 높이는데 기여함이 연구를 통해 알려지고 있다.

운항승무원 선발에 응시한 사람들의 동기에 대한 답변은 천차만별이지만 대부분의 경우 공통되는 두가지의 욕구를 인정할 수 있다. 그 하나는 하늘을 나는 일에 대한 원초적인 동경으로 현대문명의 첨단산물인 항공기를 구사하여 마음껏 날아보겠다는 개인적 욕구이고, 둘째는 남자로서 보람이 있는 직업으로 사회, 경제적인 만족도 함께 기대하는 사회적 욕구이다. 본인들의 입으로 어릴적부터의 꿈, 남자다운 직업, 현대과학의 첨단, 기계에 대한 선호, 모양새 좋다, 수입이 좋다, 비행장 근처에 살아서 늘 동경 및 언젠가 비행기를 타 본 경험 등으로 표현되는 이 동기는 우연히 생기게 되는 경우, 오랜 세월을 두고 차츰 싹트고 자라난 경우 등 어느 것이든 각 개인의 표현 그 자체로부터 직접 가치관을 판단하기는 어렵다.

우연한 인연으로 운항승무원이 된 후 훌륭한 운항승무원으로 대성하는 경우도 있는

가 하면 어릴적부터 운항승무원이 되고자 끊임없이 기대하고 노력해 왔음에도 불구하고 뜻밖에 중도 자진탈락하는 경우도 있기 때문이다.

사람은 스스로의 뜻에 따라 행동하므로 주체적인 동물이라는 말을 듣는다. 이같이 자신의 뜻에 의해서 행동한다는 자각이 뒷날의 행동 특히 목표달성을 위한 노력, 책임감 등에 큰 영향을 미치게 되기 때문에 동기와 의욕은 운항승무원에게 특히 중요한 구비조건이 된다. 동기에 대한 평가의 중요한 기준은 항공기 조종에 대한 관심의 정도로서 운항승무원을 지원하기까지 언제부터, 얼마동안이나 흥미와 관심을 가져왔느냐 하는 점이다.

오랜 세월에 걸쳐서 관심을 가져왔다는 것은 본인의 본질적인 선호와 합치됨을 의미할 뿐만 아니라 그 오랜 세월만큼 항공기에 대한 지식도 축적되었을 가능성이 있기 때문이다.

아무리 비행기를 좋아한다 해도 단순히 개념적인 선호와 동경에 그치고 구체적인 노력이나 지식의 축적이 동반되지 못한다면 이는 바람직한 동기로 평가될 수는 없다. 바람직하지 못한 동기란 운항승무원이나 항공기에 대한 관심이 없이 단순히 사회적 욕구를 충족시키기 위한 방편으로 선택할 때이며, 교육훈련중의 갈등을 심화시키고 도피, 대상(代償)추구, 의욕저하 등의 원인이 되는 반면 바람직한 동기의 경우는 스트레스에 의한 갈등을 완화하고 목표달성을 위한 노력을 계속하는 결과로 이어진다.

의욕이란 단순한 바램이나 욕구의 강도만이 아닌, 자신을 절제하며 목적 지향적인 노력을 기울이는 의지의 크기라고 생각해야 한다. 의욕의 내용은 시기에 따라 변해가는데 교육기간중의 의욕이란 모든 장애를 배제하면서 주어진 과목을 충실히 습득하고 끝까지 노력을 계속하는 의지가 될 것이다. 운항승무원이 되기를 아무리 갈망한다지만 현실적으로 일관된 노력이 인정되지 않는 한 의욕이 없는 것으로 판단하게 된다. 이 의욕이 실제로 조종기량에 어느 정도로 영향을 미치는 것일까? 한 조사에 의하면 자질부족으로 판단된 자를 걸러내고 난 다음 조종요원으로 선발된 학생들을 그 의욕의 정도에 따라 A, B, C 3등급으로 나누고 이후 조종교육 수료율을 분석해 본 결과 전과정 수료율이 A급은 72.8%인데 비하여 B급은 57.8%, C급은 36.0%로 현격한 차이를 보였다. 또한 교육의 초기단계에서는 의욕보다 자질이 중요한 요소(교육수료를 위한)가 되었으나 과정이 진행되어 지식과 기량에 대한 요구수준이 높아짐에 따라서 의욕의 영향이 차츰 앞지르게 됨을 시사하고 있다.

물론 특이한 현상으로서 의욕과잉이 과긴장상태(過緊張狀態-오늘의 과목에서 어떻게든 우수한 성적을 올려 보겠다는)를 초래하여 무리를 범하게 되고 역효과를 내는 경우도 드물지 않다.

과거와 현재를 대상으로 하는 동기에 대해서도 그렇지만 특히 미래의 행동을 예측하려는 의욕의 평가에 대해서는 아직 객관적이고 정량적인 방법이 개발되어 있지 않으므로 주관적인 방법에 의존할 수밖에 없는 현 시점에서는 평가항목과 기준을 정하고 평가자의 사고방식도 사전에 통일하는 것이 바람직하다. 전술한 것처럼 의욕의 내용이 교육의 단계를 따라 변하는 사실에 입각하여 각 단계에 상응한 착안이 필요하다. 한 예로 초기교육을 위한 의욕평가의 착안점으로는 다음과 같은 사항을 고려할 수 있다.

1. 조종훈련시 착안사항

가) 지적받은 사항을 수정하는가? 나) 같은 실패를 되풀이하지 않는가?
다) 순서를 기억하고 있는가? 라) 수정하려는 의욕이 인정되는가?

2. 지상교육시 착안사항

가) 적극적으로 질문하는가? 나) 질문이 정곡을 찌르고 있는가?
다) 열심히 공부하고 있는가? 라) 의사소통이 양호한가?

3. 태도에 관한 착안

가) 활기 나) 적극성 다) 진지함

4. 의욕을 저해하는 요인

가) 불량한 동기 나) 자질부족 다) 가족의 반대
라) 비행에 대한 만족감 결여 마) 사고에 대한 불안감

5. 사업장에 있어서의 동기부여

사람으로 하여금 높은 실적을 올리게 하는데 가장 기여하는 요소를 찾기 위한 연구와 관련하여 최근 일에 대한 만족감이라는 문제가 주목을 받고 있다.

사람이 일을 대하는 자세(마음가짐)에 영향을 주는 요소는 대단히 많지만 그 중에서도 금전적 보상, 인사정책, 동료와의 인간관계, 작업환경, 일 자체의 성격 등이 흔히 꼽히는데 이들 요소의 영향 정도는 개인의 성격이나 가치관 등에 따라 달라진다. 그러나 일에 대한 만족감은 그 자체가 바람직한 것이긴 하나 만족감이 반드시 업무성적의 향상으로 이어지지는 않는 듯하고 그러한 사실이 입증된 사업체도 아직 없다.

과거에는 금전(보수)이 의욕을 고취하는데 가장 중요하다고 생각되었으나 오늘날처럼 소득이 생활을 즐기기에 필요한 만큼 증대되고 나면 내 소득의 절대액은 제쳐놓고 다른 사람의 소득과 비교한 결과에서 오는 불만이 더욱 크게 어필된다.

물질적 자극으로 생산성이나 업적을 올리는 방법은 간단한듯 하면서도 실제로 많은 문제가 따른다. 받는 자의 기대는 한없이 비상하여 성과를 유지하기 위해서는 더욱 많은 것을 주어야 한다. 명절휴가의 보너스는 당연한 보수이고 중단은 곧 처벌로 받아들여지게 될 것이다.

종업원의 상급자나 경영자의 방침에 대한 이성적 비판은 흔히 의욕상실이나 불만의 고조현상으로 잘못 받아들여지는 수가 있다. 제품의 품질과 생산성 향상 등 목적달성을 위해서 강하게 동기부여된 종업원이라면 저해요소가 되는 제도나 시정방침에 대하여 비판은 당연한 것으로 생각된다. 비판과 의견제시도 없이 다만 현상에 안주하며 만족하는 경향이야말로 의욕상실의 결과이며 생산성을 떨어뜨리는 요소로 작용할 것이다.

일에 대한 만족감을 높이기 위해서는 종업원 개개인의 참여 폭과 책임을 증가시킴으로써 보람을 느끼게 함이 바람직하다. 항공기 기내의 사무장은 기내식의 종류나 써비스의 시간을 결정할 수 있어야 하고, 기장은 업무의 일부를 부기장에게 위임할 수 있어야 한다.

권태나 지루함은 발달된 산업사회가 직면한 중요한 문제 중의 하나로서 강요된 일, 의미를 인정하기 어려운 일, 흥미결여, 단순반복, 맺고 끊는 맛이 없는 일, 또는 개인의 가치관 등이 원인이 된다. 권태와 지루함은 고도의 경각심을 지속해야 하는 작업에는 큰 저해요인으로 작용하기 때문에 작업에 변화성을 주고 수시로 긴장감을 불러 일으

키도록 고안되어야 한다.

상벌을 병행하는 인사관리의 수단을 행동의 보강이라 하는데 벌보다는 상의 효과가 크고 어느 경우에나 그렇지만 특히 벌의 경우는 절대적인 공평성이 요구될 뿐만 아니라 그것이 누구의 눈에도 명백하게 감지되어야 한다.

제3절 운항승무원의 선발

한사람의 운항승무원을 완성하는데는 막대한 경비가 소요되고 훈련에 시간이 걸릴수록 비용이 늘어나며 불필요한 손실이 누적된다. 경제적인 시각에서 볼 때는 최소한의 훈련시간으로 완성되는 운항승무원이 적성이 있다고 볼 수 있는데 여기에 안전성까지 포함된다면 적성의 의미는 비교적 명백해 진다. 굳이 정의를 한다면 적성이란 "어떤 사람이 장래 특정한 직무(예. 조종업무)를 안전하게 수행함에 필요한 지식이나 기술을 습득하고 충분히 활용, 구사할 수 있는 가능성"이라고 할 수 있다.

과거에는 이 가능성으로서 선천적인 소질만을 지나치게 강조해 왔으나, 현재로서는 소질과 더불어 경험에 의하여 몸에 지니게 된 것을 함께 고려하게 되었다. 선천적인 소질과 인성, 동기면에서 적합한 사람을 선발하고 교육·훈련과정을 통해 더욱 확고한 동기부여와 기량을 지니게 하면 운항승무원 적성관리의 기본이 된다.

적성이 뒤지는 사람은 중도 탈락 또는 도태될 것이므로 일단 기성 운항승무원이 된 이상 그 사람은 운항승무원의 적성을 구비한 것으로 간주되지만 일단 몸에 지닌 적성은 그대로 일생동안 고정되는 것이 아니고 연령, 건강, 정신상태와 훈련 등의 조건에 의하여 변동될 수 있는 것이다.

구체적으로 운항승무원에게 요구되는 능력과 특성으로는 다음과 같다.

- 평균보다 높은 수준의 지능 : 조종기술의 습득을 위하여
- 우수한 감각(시각, 청각, 방향 및 평형감각 등)과 신경·근육 협동작용, 기민 동작 : 항공기 및 비행에 관한 정확한 정보의 입력과 조작을 위하여
- 건전한 정신활동과 인성, 정서안정(순발력, 정확한 상황판단과 지속적인 긴장이나 단조로움에 대한 높은 내성) : 돌발적인 사태에 대비하고 위기를 극복하기 위하여

사람은 얼굴모습, 체격, 음성 등이 태어나면서부터 모두 다르듯이 타고난 소질이나 생활환경, 교육훈련과 경험, 정신·신체적 능력과 관심 등에도 많은 차이가 존재한다. 이러한 개인차에도 불구하고 운항승무원이 되기 위해서 필수적인 요소를 모두 갖추고 있는 사람을 가려내는 것이 적성검사이다. 따라서 그 목적하는 바는 소정의 교육기간내에 조종과정을 수료하기 어렵다고 생각되는 적성결함자를 사전에 배제하고 보다 더 좋은 적성을 지닌 사람을 선발하는 것이다.

운항승무원의 적성검사에는 수많은 방법이 있어서 국가마다 조금씩 다르지만 질관리(質管理: QC)를 위하여 검사방법이나 기재 및 기준을 설정하려는 노력이 계속되고 있다. 공통적으로 다음의 기본조건이 충족되어야 한다.

○ 타당성 : 이는 검사를 통하여 측정된 내용이 본래 의도했던 사항을 어느 정도 밝혀주고 있는가를 말한다. 운항승무원의 적성검사 결과가 그 사람이 운항승무원으로서의 성공율을 정확히 나타내고 있다면 타당성이 높은 것으로 평가된다.

○ 신뢰성 : 그 검사를 몇번 되풀이해도 대략 동일한 결과를 얻을 수 있을 때 가령 비행자세검사를 동일인이나 동일집단에 반복 검사할 때마다 비슷한 성적이 나와야 한다.

○ 실용성 : 경비가 합당하고 실시하기 용이하고, 채점이 용이할 것 등

적성검사는 선발수단으로서 부적격자를 가려내는데 도움이 되고, 선발된 사람의 장래에 대한 예측과 훈련을 위한 참고자료를 얻을 수 있으며 배치(기종)와 임무부여시에 참고가 되는 등 많은 효용성이 있으나 현대과학의 제한성과 대상이 되는 인간의 정신 및 육체기능의 복잡성, 개인차 등을 고려할 때 거기에는 자연히 한계가 있기 마련이다. 오늘날의 적성검사는 겉치레만의 것도 아니고 그렇다고 만능의 방법도 아닌 것이다. 더욱 그 결과의 판정에는 여러 변수에 대한 충분한 배려와 신축성이 필수적이다.

제4절 교육·훈련

조종교육·훈련은 본질상 몇가지 특이한 점을 지니고 있다. 우선 조종교육·훈련은 경

제적으로 대단히 고가인 것이다. 오늘날 민간항공운송의 주력기종으로 꼽히는 보잉747기의 기장 한사람의 양성에 교육·훈련비로만 약 60만달러가 소요되는 것으로 알려져 있고, 군에서 신예전투기의 지휘관급 운항승무원을 양성하는데 드는 비용도 이와 비슷한 수준이라 한다.

그 뿐만 아니라 교육·훈련기간 역시 길어서 항공사의 운항승무원이 되기 위한 기본 훈련에만 약 2년이 소요됨은 전술한 바와 같다. 다음으로 항공기 조종이 자동차와 다른 점은 전후좌우로의 평면운동 이외에 상승과 하강, 전후·좌우의 경사와 심지어 배면자세 등 완전한 3차원의 기동을 해야 하므로 그만큼 조종실내 계기도 많아서 이들 계기로부터의 폭주하는 정보를 단시간에 파악하고 즉각적인 판단과 조작으로 이어지지 않으면 않된다. 즉, 뛰어난 판단력과 순발력이 요구되는 것이다.

학과성적과 조종기량은 반드시 일치하지는 않으며, 또한 우수한 운항승무원에게는 학과의 학습과는 또 다른 지적(知的)능력이 필요한 것으로 생각된다.

조종훈련에 요구되는 능력에 대하여는 지각분석력, 학과학습능력, 관계파악능력, 공간자리매김능력 등(Bair등) 4가지가 있고 Booth, Birkshire 등은 학력과 비행기술, 시스템 이해력의 3가지를 들고 있다. 항공기 조종에 꼭 필요하고 특히 초기훈련과정에서 중요한 것은 계획성이며, 둘째는 판단의 신속함과 정확성이라고 생각된다. 세번째로 조종교육에는 늘 위험이 동반된다. 고공이란 지상에서 사는 우리 인간에게는 그 자체가 위험한 환경이며 이러한 스트레스속에서 단한번의 실수로 돌이킬 수 없는 결과를 초래하게 된다. 불안을 유발하기 쉬운 상황속에서 진행되는 것이 조종교육의 특징이며 과긴장으로 인하여 과오를 범하거나 그렇지 않더라도 기량의 습득이 제대로 안되기 쉽다. 끝으로 조종교육의 특성으로는 개인교육방식을 들 수 있다. 단독비행을 하기까지의 많은 기간동안 공중에서 교관과 1대1로 훈련이 이루어지므로 인간적인 갈등도 발생할 수 있다. 한 보고에 의하면 훈련기간중 스스로 운항승무원이 되기를 포기한 학생의 약 20%가 교관의 부정적인 태도를 그 이유로 꼽고 있다. 이처럼 조종교육은 여러 특성을 지니고 있어서 다른 기능교육에 비해 고려해야 할 조건이 훨씬 많게 된다.

조종교육이 시작되면 각 단계를 좇아서 내용이 달라지고 학생들의 지식과 기량이 발전된다. 조종학생이 처음 항공기를 대하는 것이 훈련의 초급과정이며 여기서 몸에 익힌 기량은 차후 상급과정의 훈련을 위한 기초가 되므로 초급과정은 가장 중요하다고 할 수 있다. 초급과정의 기간이 특히 짧았던 학급과 비교적 길었던 학급에 대하여 그 후의 성

적을 비교한 바 후자의 경우가 우월하다는 결론을 얻고 있다. 초급과정이 너무 짧을 경우 기량을 제대로 몸에 지니기 전에 상급기종에 대한 교육에 들어가게 되므로 정신적으로는 자신을 잃게 되고 기량 습득상 혼란을 초래하게 되는 것으로 생각된다. 동일한 과정 중에서는 과목의 난이도에도 유의할 필요가 있다.

한 조사에 의하면 초급과정의 학생들이 가장 실패하기 쉬운 부분은 나선꼴 강하(Spin), 착륙접근장주 실속(Approach Pattern Stall), 저속비행, 고고도에서의 긴급절차, 비행장 표준 진입(Standard Field Entry), Full Flap 상태에서의 착륙접근(Approach)과 이착륙 등이었다 한다. 도태의 원인이 된 과목으로서는 첫째가 단독비행전의 착륙, 두번째가 착륙을 위한 최종 선회 및 접근(Final Turn과 Approach), 세번째가 착륙장주(Landing Pattern)이며, 실행상 조작의 부정확, 지연, 교차확인 불량, 판단불량 등이 원인이 되었다고 한다.

이 조사결과들을 종합해 보면 Final Turn으로부터 Approach 그리고 착륙으로 이어지는 일련의 과정이 가장 어려운 것으로 보인다. 과목의 난이도에 따라서 기량이 늘어나는 속도도 달라짐은 물론이다. 일반적으로 복잡한 기능에 대한 습득의 과정은 파상(波狀)을 이룬다고 한다. 조종기량의 신장과정도 역시 파상형이 가장 많은데, 이는 단계마다 작성된 평가표를 종합, 분석한 결과 공통적으로 인정되는 경향이다. 신장의 속도는 파상 이외에 직선형, 포물선형, 이차곡선형 등 다양한데 처음 얼마간 정체되다가 다음부터 제대로 진전되는 형, 중간에 한참 슬럼프에 빠지는 형, 초기에 좋지 않다가 후반부터 호전되는 형, 그리고 그 반대순서인 형 등은 고난도의 과목이나 도태된 학생에게서 자주 볼 수 있다.

이런 신장의 형태로 볼 때 자질이 낮은 학생은 훈련초기에는 좀처럼 요령을 파악하지 못하는 경향이 있으나 이 고비를 넘기고 나면 다시 순조롭게 신장을 계속하는 경우도 많기 때문에 이 고비를 어떻게 넘기느냐가 교관, 학생 모두의 과제라 할 수 있다.

조종교관은 전술한 바와 같이 학생과 1대 1의 관계에서 학생의 기량습득과 습관형성에 절대적인 영향을 미치게 되며 실수하면 함께 생명을 잃기 때문에 교관 자신도 진지할 수밖에 없고 흔히 엄격해지는 경향을 본다. Eddows와 King은 기량부족으로 도태된 학생이나 중도 포기한 학생을 상대로 면접을 실시하여 교관으로서 교육효과를 높이는 자질과 그 반대인 자질을 조사 보고하고 있다. 이들 학생들의 시각으로 바람직하다고 생각되는 자질은 우선 좋은 운항승무원일 것, 학생에 대해서 개인적인 관심을 가지며

온화하고 마음의 여유가 있는 사람, 그외에 기량부족으로 판정된 학생들은 경험이 많고 학생들에게 자신감을 갖게 해주는 사람을 들고 있다.

교관으로서 바람직하지 못한 특성은 이와 반대되는 조건들이었다. 특히 경험부족과 학생들이 자신을 잃게 하는 언동을 강조하고 있으며 잘했을 때 칭찬은 안해주고 고함을 일삼는다든가, 무관심, 지나치게 공식적인 응대 등도 학생들이 기피하는 바였다. 좋은 교관과 나쁜 교관을 인자분석법에 의해 구분해 본 연구결과는 일반적으로 바람직한 특성, 설명능력과 직업의식, 운항승무원로서의 능력 등 3가지 인자가 제시되었다.

일반적인 특성에는 양심적이고 학생에 대하여 관심과 용기를 주며 단호하면서도 학생에게 마음 편안함을 주는 태도 등이 포함된다. 다음 설명능력과 직업의식에 관해서는 직업의식을 너무 과시하는 교관은 가르치는 기술에서는 별로 신통치 않다는 학생들의 평가를 받게 되고, 운항승무원로서의 능력은 다시 설명할 필요도 없이 자명한 조건일 것이다.

바람직하지 못한 조종교관에 대해서도 3가지 인자가 제시되었는데 일반적 기질로는 고함지른다, 잘못만 지적하고 제대로 가르치지는 않는다, 보기를 들지 못한다, 잘 비꼰다, 자기 중심주의, 신경질과 조급함, 불성실 등을, 두번째 운항승무원에 특유한 요인으로는 조종능력이 우수하고 높은 직업의식 때문에 도리어 학생의 관심과 감정을 무시하고 기를 꺾는 경우, 셋째는 가르치려는 의욕이 결여된 경우로 자신의 기분전환과 비행시간 벌기만을 염두에 두고 있는 듯한 태도 등이 포함된다.

훈련방법으로는 훈련장치와 훈련교범 등이 중요한 역할을 한다. 장치로는 물론 항공기 자체에 의한 훈련이 가장 좋겠지만 경비와 안전을 생각해서 최근에는 여러 지상훈련장치가 개발, 활용되고 있다. 실제 각 기종별로 항공기에 의한 훈련과 모의비행장치에 의한 훈련의 경비를 비교해 보면 전자의 경우 8-10배나 높은 경비가 소요됨을 알 수 있다. 경제성과 안전성 외에 성능면에서도 최근의 모의장치는 컴퓨터를 이용한 실제상황의 영상화, 기체의 움직임(Motion), 각종 기상조건과 긴급상황의 재현 등 괄목할만한 개선이 이루어졌고 성적평가 기능까지도 지니게 되었다.

점검표나 매뉴얼, 항로챠트 등은 운항승무원이 항상 몸에 지니고 다니면서도 인쇄물이라는 점에서 소홀이 하는 경향이 있다. 그러나 실제로 이들 매뉴얼이나 챠트를 잘못 읽어서 발생한 항공사고의 예에서도 보듯이 읽기 쉽고, 오해의 소지를 배제한 표현과 도시(圖示)는 물론, 점검절차에 있어서도 교차확인, 재확인의 습관을 갖도록 하는 일이 중요하다.

제2장 인적과오(人的過誤 : Human Error)

"Error"란 우리 말의 과오, 오류, 과실, 실패 등으로 표현할 수 있는데 단어로서는 이들 어떤 것과도 약간의 어감의 차이가 있지만 공통된 것은 자신이 하고자 의도했던 바와는 틀리게 된 것, 그리고 결과로 나타난 바가 당연히 기대되는 것과 다르며 올바르지 않은 것 등이다.

이는 인간의 심리적 현상으로서 정상적인 행동중에 나타나는 현상으로 봐야 할 것이다. 과오와 사고의 관련성을 보면 모든 과오가 반드시 사고에 연결되는 것은 아니다. 가령 착륙시 기아를 내리지 않았다면 이는 분명 운항승무원이 과오를 범한 것이지만 그러나 이런 경우 보통은 경보등이 켜지고 경보음이 울리므로 이에 의해 수정조작을 하면 사고에 이르지는 않고 단순한 과오로서 흘러가 버릴 것이며 경보마저 인지하지 못한 경우에는 다시 관제탑이나 활주로 통제소(군 또는 훈련원 등에서 운영)로부터의 경고가 주어지거나 최신 기종의 경우 2중 3중의 안전장치가 마련되어 있을 것이다. 결국 사고란 단일 과오의 결과가 아닌 정상 조작과정의 여러개의 작은 과오가 집적된 결과라고 생각된다.

제1절 과오의 발생원

사람은 어떤 임무수행을 하면서 기계를 사용하고 작업환경과 동료 또는 감독자 등 외부로부터의 영향을 받게 된다. 이와같이 사람의 행동에 영향을 미치며 과오가 발생할 수 있는 요인의 소재를 설명하기 위해 HawKins의 SHEL 모델이 자주 인용된다. 이에 의하면 과오는 모델의 중심이 되는 사람(Liveware-L) 자신과 사람의 행동에 영향을 미치는 4개의 요인 [Hardware-H, Software-S, 환경 Environment-E, 사람 Liveware-L]간의 관계에서 발생한다고 볼 수 있다.

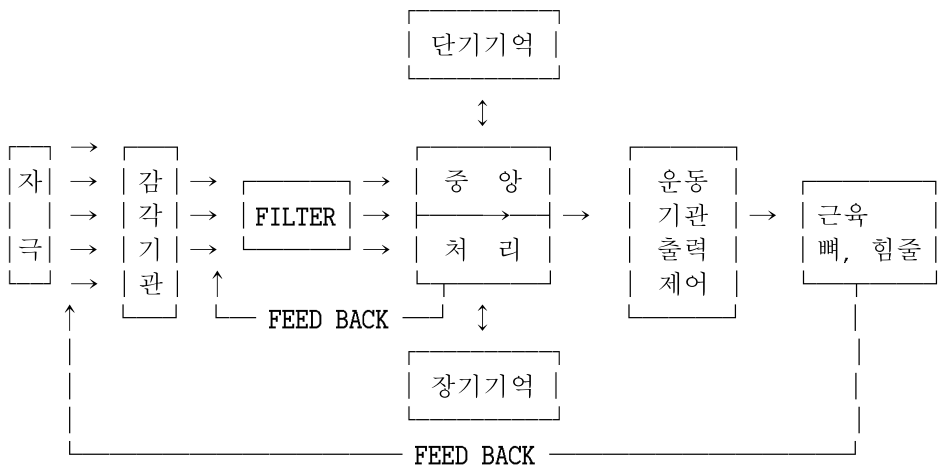
조종업무에서의 Hardware란 항공기의 계기, 조작장치 등 기계와 기체를 말하며 이들과의 관계(L-H)에서 생기는 과오로는 한때 악명높던 3침식 고도계를 예로 들 수 있다. 이처럼 부적절한 계기의 표시방법, 스위치나 레바 등의 구조와 잘못된 배열 등 설계상 과오를 유발하기 쉬운 상태를 생각할 수 있다. Software의 예로는 운항교범(Flight

Manual)을 들 수 있고(L-S) 교범의 색인이 잘못된 경우, 항로 챠트상의 오기 또는 점검표의 항목탈락 등이 과오의 원인이 되며, 작업환경(L-E)의 예로 심한 더위나 추위, 신경을 거슬리는 소음과 진동 등도 과오를 유발함이 과거의 경험으로 입증되어 있다.

동료와의 인간관계(L-L)에서는 승무원 상호간의 팀웍(Team Work), 기장과 부기장간의 지휘·명령관계가 중요한 문제가 된다. 승무원 상호간에 손발이 안맞고 협조가 원활이 이루지지 않는 경우, 또는 부기장이 제기하는 의문(운항안전상의)을 기장이 묵살하거나 부기장이 감히 문제점을 지적하지 못함으로써 사고가 발생되는 경우등을 생각할 수 있다.

제2절 정보처리의 과정과 과오

인간이 지니고 있는 정보처리 시스템은 인간만의 특유한 매우 중요한 특성의 하나이다. 인간은 광범위한 정보감지능력을 가지고 있으나 감각기관 자체가 불완전하고 중추에서의 정보처리는 단일채널로만 가능하기 때문에 한 계통의 정보를 다루고 있는 동안 다른 정보(사실은 더 중요하고 긴급한 것일지도 모르는)는 일시 보관되거나 아예 무시되어 버림으로써 판단과 결심에 과오를 범하게 된다.



<그림 1-3-1> 정보처리 계통

위 정보처리 계통에서 오류가 발생할 수 있는 예를 들어본다.

1. 감 각

정보를 감지하는 기관인 인간의 감각기관은 위에 말한 바와 같이 원래부터 불완전하여 청각은 다른 동물이 들을 수 있는 초음파를 못듣고 시각기관 또한 일부 적외선, 자외선 등을 감지하지 못한다. 전정기관(前庭器官; 내이에 위치하며 자세, 운동, 가속도 등을 감지한다) 역시 등속운동을 감지하지 못한다. 후천적으로 질병에 의해서도 이러한 결함이 발생됨은 물론이다.

2. 지 각

감각된 정보를 가지고 그 본질을 알아내는 과정으로 이 때 감각기관을 통해 전달된 정보를 잘못 해석함으로써 과오가 생긴다. 지각기능에 불리하게 작용하는 요인으로는 정보량의 부족, 예측과 예견, 습관, 긴장 해이, 스트레스 등을 들 수 있고 반대로 경험과 적당한 동기, 높은 각성수준 등은 유리하게 작용한다. 다만 각성의 수준은 지나치게 높을 경우 흥분, 공포와 공황 등을 유발하여 오히려 불리할 수 있다.

3. 판단과 결심

감지하여 분석되고 걸러진 정보를 중추신경이 처리하여 상황판단을 하고 행동을 결심하는 복잡한 과정에서 여러가지 오류가 생긴다.

가. 잘못된 조건을 설정하는 경우 : 이륙하려는 항공기가 관제탑으로부터의 허가를 받기 전에 이미 받은 것으로 착각하는 경우를 들 수 있다. 과거의 경험을 여과없이 현상황에 그대로 적용하는 경우도 동일하다(착륙중 항상 적용하던 강하개시점을 강한 바람등을 고려하지 않고 그대로 적용하여 강하하다가 산에 충돌하는 경우 등).

나. 주의 이탈 : 어떤 생각에 골몰하고 있을 때(집에 중환자가 있다, 승진의 기쁨에 들떠 있다 등)

다. 방어적 오류 : 유리한 정보만 선택하거나 불리한 정보도 유리하게 해석한다.

라. 긴장 해이 : 악기상조건의 비행후, 고장을 수리하고 난 후 등에 발생하기 쉽다.

마. 운동기억효과 : 목적했던 스위치 대신 다른 스위치를 조작했을 때 (조작방법이 옳았던 사실만 기억하고 스위치 선택자체가 잘못된 것을 인정하지 않는 경우, 또는 연료밸브 하나를 잠그려 했는데 다른 밸브를 잠그는 경우 등)

4. 동 작

결심을 하고 나면 지체없이 동작에 옮기게 되는데 운동에 대한 제어가 미흡할 때는 오동작이 생긴다. 물론 설계상의 결함등 머피의 법칙에 관련된 과오도 발생한다.

판단과 동작뒤에는 환류(Feed Back)가 뒤따라야 전체 시스템이 효율적으로 운영되며, 이 과정을 통해서 일부 과오는 수정되고 사고에 이르는 일을 방지할 수도 있다.

제3절 과오의 분류

1. 요인의 소재에 의한 분류

가. 설계에 기인하는 과오 : 과거의 예로 DC-3의 Flap과 Gear Handle을 혼동한 경우가 이에 해당하며 위치나 모양이 비슷한 조작레바는 위험하다.

나. 조작자에 의한 과오 : 기량부족, 부주의, 적당치 못한 동기가 원인이 된 경우

2. 과오발생의 분포에 따른 분류

가. 계통적 과오 : 사격의 예를 들어, 표적의 중심을 벗어난 탄흔이 모두 한쪽에 몰려있는 경우

나. 우발적 과오 : 위의 예에서 표적판 상의 탄흔이 넓게 분산되어 있는 경우

다. 돌발적 과오 : 대부분의 탄흔이 한 곳에 몰려 있는데 한두개만이 동떨어져 있는 경우

3. 과오의 형태에 따른 분류

가. 탈락 : 필요한 동작을 하지 않는 과오 즉, 동작을 했으나 늦었거나 불확실하게 한 경우 등이 포함된다.

나. 수행 : 해서 안될 일을 하는 과오, 가령 정비관계로 현저히 지연될 것을 알고서도 승객을 정시에 탑승시키는 경우가 이에 해당된다.

다. 대상(代償) : 어떤 필요한 일을 하는 대신 다른 조작을 하는 경우로서 예를 들면 비행중 엔진 고장시 다른 정상 엔진을 정지시키는 경우 등

4. 가역성에 의한 분류

가. 가역성 과오 : 과오를 저질렀으나 사고에 이르기 전에 수정되는 경우, 긴급연료방출시 방출량을 잘못 계산했더라도 방출 조기에 발견되어 중단하는 경우는 가역성에 속한다.
나. 불가역성 과오 : 위의 경우 이미 방출량이 초과됐을 때, 또는 구명줄을 걸치지 않고 등반하다가 미끄러지는 경우 등

제4절 과오의 극복

인적과오는 어떻게 보면 피할 수 없는 위험일지도 모른다. 항공기가 발명된 이래 현재까지 사고는 급속도로 줄었으나 이는 기재(機材)의 개선에 의한 것이 대부분이고 인적과오는 일관해서 항공사고의 70%라는 압도적인 원인이 되고 있다.

현재까지 많은 개선을 이룩하였고 또 완전한 대책이라는 것이 사실상 불가능하다고 생각된다 하지만 사고율 "0"을 지향하는 노력은 민간 항공운송분야로서는 지상의 과제가 아닐 수 없다.

사람이 과오를 저지르는 동물(Cicero)이라면 위험하고 복잡한 일을 기계에 맡기는 방법을 생각하게 된다. 그러나 기계는 강도가 높은 작업, 정밀을 요구하는 작업 등에는 합당하지만 돌발적인 사태에 대한 대처능력은 사람을 당하지 못한다. 이런 점에서 볼 때 사람과 기계의 장단점을 충분히 파악하여 적절한 작업분담을 하는 일이 중요할 것이다.

1. 기계가 인간보다 우월한 점

가. 반응의 속도 : 인간의 반응시간에 비해 10만배의 빠른 반응을 할 수 있다.
나. 정확한 반복 : 똑같은 동작을 몇번이고 되풀이하면서 오류나 오차가 없을 뿐만 아니라 단조로움에 대한 권태와 능률의 저하가 없다.
다. 대량의 저장된 정보를 신속히 찾아내어 처리할 수 있다.
라. 인간 및 다른 기계에 대한 감시와 경보기능, 특히 장시간 지속되는 감시
마. 신속한 고장검색 : 일단 입력된 회로가 있는 한 어떤 이상사태의 원인을 단시간에 정확히 탐색한다.

바. 강력한 힘을 무리없이 낼 뿐만 아니라 마모된 부분은 교환할 수 있다.
사. 사람이 감지하지 못하는 특수자극(자외선과 적외선, 초음파)에 대한 높은 감수성
아. 작업의 질적, 양적 균일성
자. 감정적 반응이 없다 : 공포, 분노, 초조 등 과오의 원인에 대한 무제한의 내성

2. 인간이 기계보다 우월한 점

가. 여러가지 잡다한 방해물이 뒤섞여 있는 가운데서 필요한 신호를 가려내는 능력, 예컨대 레이다 화면에서 구름이나 산, 항공기를 식별하여 교묘히 위장된 공격목표를 가려낸다.
나. 예기치 않은, 또는 매우 희귀한 사태(갑작스러운 기계고장등)에 신속히 대처하는 능력
다. 계기에 나타난 여러 일차적 정보들을 종합해서 엔진의 고장을 알아내는등 어떤 상황의 발생원인을 추정하는 능력
라. 응용과 창조성 : 예전의 경험을 바탕으로 다소 상이한 새로운 사태에 응용하거나 전혀 새로운 사태에 직면해서 창조적인 대응방법을 생각해 낸다.
마. 집중능력 : 여러가지 방해나 간섭을 배제하고 한가지 정보에 생각을 집중, 추적할 수 있다.
바. 적응능력 : 한계가 있기는 하나 처해있는 환경이나 가혹한 조건 또는 약간의 장해에 어느 정도 적응하면서 임무를 수행할 수 있다.
사. 효 율 성 : 인간은 겨우 70Kg정도의 작은 몸집과 최소한의 에너지로서 기계에 비해 상대적으로 매우 크고 신뢰도가 높은 기능을 발휘할 수 있다.

위에 지적한 것처럼 사람의 과오를 완전히 방지할 수가 없다면 차선책으로 과오의 발생을 극소화하고 과오의 결과(피해)를 축소하는 양면적 노력이 이루져야 한다. 과오의 극소화를 위한 실천방안으로는 적성자 선발, 적소배치, 효과적인 교육과 훈련, 기계의 성능향상과 인간공학적 개선 그밖에 전술한 SHEL 모델의 각 접점(接點)의 대책등이 포함된다. 또한 과오에 의한 손실의 축소를 위한 수단으로는 과오의 조기발견에 의한 조기수정(가역성 과오), 기장-부기장간의 상호 의견교환과 상호보완, 피해를 극소화하기 위한 안전장치(예. 지상에서 Gear를 올리는 일이 없도록 연동(Interlock)장치를 한다) 등을 생각할 수 있다.

제5절 운항승무원 과오의 분석

Mosley는 2,400건의 대형 항공사고를 분석한 일이 있다. 그 결과를 구로다(黑田, 전 일본항공 운항고문, 전 항공자위대 의무부장)가 인간의 정보처리과정에 상응하게 수정 편집한 것을 다음 두개의 표로 요약했다. 여기서 주목할 것은 부적절한 지식과 경험, 최근의 경험이나 훈련의 부족 등을 포함하는 넓은 의미의 경험부족이 원인의 제1위를 점하고, 다음으로 주의의 심도와 폭이 제2위로서 둘을 합하면 전체 원인의 75%를 점하고 있다. 즉 부적당한 반응(출력단계)의 주원인이 된다는 것이다.

<표 1-3-1> Pilot Error의 분석(1. 과오의 형)

과오의 형	주원인		부원인		계	
	건수	%	건수	%	건수	%
지각, 해석상의 문제	581	24	219	42	800	28
조종실내	(372)	(64)	(98)	(45)	(470)	(59)
조종실외	(121)	(21)	(103)	(47)	(224)	(28)
지각못함	(88)	(15)	(18)	(8)	(106)	(13)
판단·결심의 문제	445	19	63	12	508	18
잘못된 결심	(438)	(98)	(63)	(100)	(501)	(99)
결심을 안함	(7)	(2)	-	-	(7)	(1)
부적절한 반응(조작불량)	1,348	57	238	46	1,586	54
잘못된 조작	(1,303)	(97)	(226)	(95)	(1,529)	(91)
조작 안함	(45)	(3)	(12)	(5)	(57)	(9)
계	2,374	100	520	100	2,894	100

<표 1-3-2> Pilot Error의 분석(2. 과오의 원인)

과오의 원인	주원인		부원인		계	
	건수	%	건수	%	건수	%
능력 부족	30	1	29	3	59	2
비행기 기본 지식 부족 또는 조종법 미숙	(18)	(60)	(20)	(69)	(38)	(64)
정신 안정도 낮음	(12)	(40)	(9)	(31)	(21)	(36)
경험 부족	928	40	192	19	1,120	33
부적절한 지식/경험	(780)	(84)	(153)	(80)	(933)	(83)
최근경험/전환훈련부족	(148)	(16)	(31)	(16)	(179)	(16)
어학 장애	-	-	(8)	(4)	(8)	(1)
주의 부족	817	34	145	14	962	28
주의 - 심도부족	(400)	(49)	(56)	(39)	(456)	(47)
- 폭 부족	(232)	(28)	(44)	(30)	(276)	(29)
- 준비태세 부족	(185)	(23)	(45)	(31)	(230)	(24)
태도불량	191	8	117	12	308	9
사고(思考) 과잉	(99)	(52)	(45)	(38)	(144)	(47)
동기과잉	(68)	(35)	(21)	(18)	(89)	(29)
적절치 않은 태도	(24)	(13)	(51)	(44)	(75)	(24)
감독, 설계, 운용 결함	191	8	200	20	391	12
감독 부적절	(79)	(41)	(70)	(35)	(149)	(38)
조종실 배치, 계기불량	(74)	(39)	(74)	(37)	(148)	(38)
운용능력 미흡	(38)	(20)	(56)	(28)	(94)	(24)
기 타	217	9	330	32	547	16
환경요인 복합	(101)	47	(165)	(50)	(266)	(49)
항공기 기능 결함	(37)	(17)	(113)	(34)	(150)	(27)
외부 긴급사태	(64)	(29)	(35)	(11)	(99)	(18)
물리적/생리적/심리적 한계 초과	(15)	(7)	(17)	(5)	(32)	(6)
계	2,374	100	1,013	100	3,387	100

제3장 긴급사태하의 인간행동

과거의 항공사고조사에 있어서는 승무원의 행동을 평가함에 평상시의 심리현상을 기준으로 함으로써 잘못된 결론을 내리고 운항승무원에게 과도한 요구 또는 실시불가능한 대책을 건의하는 등 결국 같은 종류의 사고를 유발하는 사례가 있었다. 긴급사태때 인

간의 행동은 평상시의 감각상태, 사고과정, 판단과 결심, 조작과는 현저히 다르다는 것을 염두에 두고 평가와 대책수립에 임해야 한다.

항공기의 긴급사태는 고속으로 비행하고 있다는 사실 이외에도 지상의 긴급사태에 비해서 다음과 같은 특징을 가지고 있기 때문에 인간행동의 바탕이 되는 생리적, 심리적 부담이나 그 결과도 크게 달라지게 된다.

○ 확실하고도 절박한 생명의 위험에 직면한다.

○ 순간적인 조치를 취하기도 하나 흔히는 강한 스트레스에 장시간 노출된다.

○ 특히 민간항공기의 경우 지상에서 최종적인 선택이 되는 "정지"라는 조치를 취할 수 없고 반드시 착륙으로까지 가서야 (긴급)상황이 끝난다.

또한 긴급사태하의 인간행동을 연구할 때는 항상 두가지의 요소를 함께 고려해야 한다. 그 하나는 외계로부터의 스트레스의 크기와 질, 시간적 특성이며 또 하나는 인간 각 개인의 소질, 경험과 기량, 준비태세, 유사상황에 대한 지식, 자신감 등의 내적인자(內的因子)이다. 특히 후자의 경우 동일한 사태에 대하여도 초심자와 숙련자의 반응은 전혀 다를 수 있기 때문에 특정한 상황이 반드시 모든 사람에게 긴급사태가 되지는 않는다는 사실에 유의해야 한다.

제1절 긴급상황에서의 생리적, 심리적 반응

외부로부터의 스트레스가 급격하고 위험을 동반한 경우 인체에는 긴급반응이라는 변화가 일어난다. 이는 부신피질(副腎皮質)홀몬, 즉 아드레날린의 분비효과를 중심으로 하는 것이며 신속한 활동, 예컨대 투쟁이나 도피(Fight or Flight)를 위해 소요되는 여러 물질을 동원하고 필요로 하는 신체 각부(조직, 기관)에 수송하기 위한 준비가 이루진다.

구체적으로는 심장의 박동이 빠르고 커지며(산소와 영양 공급), 근육활동에 대비하여 간에 저장된 에너지원(源[redacted] 글리코겐 을 방출한다 피부 내장의 혈관은 수축하여 뇌와 근육에 더 많은 혈액을 재배분 再配分 하고 호흡이 깊어지며 동공은 산대 散大 되어 보다 많은 광선을 받아들일 수 있다

혈액응고능력이 높아져서 지혈에 도움이 되도록 하고 손상된 조직의 수리와 관련되

는 림프구 球 의 공급도 증가한다 이러한 모든 변화 대응 는 초 분단위의 속도로 이루어진다 이에 비해서 스트레스가 보다 서서히 오래 지속되는 경우에는 부신피질홀몬의 분비에 추가해서 부신피질을 지배하는 상위 기구인 뇌하수체전엽 腦下垂體前葉 홀몬의 분비도 증가되나 항공기의 긴급사태는 주로 급격한 스트레스 부하에 해당된다

긴급사태에 대한 인간의 반응은 몇개의 단계로 나누어지는데 생리적 심리적 단계로 분류해보면 다음과 같다

생리적 단계

가 방어단계 자신에게 그 사태에 대한 처리능력이 있고 긴급 상황과 싸우고 있는 상태이며 여러 행동이 촉진되어 투쟁과 도피반응이 나타난다

나 피로단계 에너지의 과소모 의욕감퇴와 행동의 억제가 나타난다

다 파탄단계 심신의 소모가 극도에 달하고 행동은 정지하며 방심 放心 상태가 된다

이상은 자율신경의 기능항진 평형감각의 실조 등으로 설명된다

심리적 단계

가 불 안 막연한 위험을 예측 또는 마음속에 위기의식이 고조되며 무슨 일을 할 것인지 판단이 이루진다

나 두려움 만성적인 공포감으로 진정한 위험에 대비하는 상태로 볼 수 있다 이유없이 몸을 움추리든가 뛰어 나가는 등의 행동을 한다

다 공 황 모든 정신활동의 정지 절망감과 신경질적인 증상이 나타난다

라 혼 미 위 생리적 단계의 파탄에 해당하는 것으로 동작이 정지되고 죽음을 기다리는듯한 상태

이상 각 단계는 반드시 분명하게 나뉘어 지지 않을 때가 많고 개인차가 크다

제 절 긴급사태시 인간행동의 분석

다음에는 항공기의 사고를 경험하고 탈출에 성공했거나 생존한 운항승무원을 대상으로 한 조사결과를 인간의 정보처리의 단계를 따라서 열거해 본다

입력단계

가 단일 지각정보에 대한 편중 비정상적인 표시나 움직임을 보이는 계기에 지나치게 속박된다
나 정상정보의 무시 정상상태나 정상범위의 표시를 하는 계기정보를 가볍게 보아 넘기거나 아예 무시해 버린다
다 지각정보 내용의 변형 색채 형태 또는 크기가 평상시와 다르게 지각 변색 변형 확대나 축소 등 되고 움직임이 빠르게 느껴진다
라 지각대상의 이동 한꺼번에 많은 정보를 얻으려 하기 때문에 대상이 너무 빨리 옮겨져서 정보내용이 질적으로 떨어진다
마 정보수집 의욕의 저하 생리적 단계의 피로단계에 해당하며 눈은 움직이고 있으나 보지는 못하는 상태
바 지각전달의 마비 심리적 단계의 혼미에 해당되며 정신적으로나 신경적으로 마비된 상태

정보처리

가 정보종합능력의 질 質 양적 量的 저하 여러 계기의 표시로부터 기체의 자세를 파악하거나 엔진의 상태를 판단하는 등의 능력이 떨어진다
나 전체정보로부터 필요한 정보만을 끌어내어 처리하는 능력이 저하한다
다 기억 저장 정보와의 비교평가 기능 약화 얻은 정보를 저장된 것과 비교 판단하는 능력이 저하한다
라 저장정보의 활용 장애 장 단기기억의 내용을 필요할 때 빨리 끌어내지 못한다
마 판단된 결과에 대한 재점검 능력저하 생각해 낸 사항이 과연 옳은지 다시 한번 검토 음미하는 여유를 잃는다
바 정량적 판단기능이 약화되고 정성적인 판단만 하게 된다
사 여유 가용 시간을 과소평가하여 사고 思考 의 과정을 포기 생략한다
아 판단이 아예 불가능해지거나 전혀 다른 생각을 한다 중증 스트레스
자 스스로 기억한 일이 없다고 생각하는 사실까지 생각해 낸다 위 라항의 역

출력단계

가 습관적인 조작
나 조작 부정확 잘못해서 인접한 레바나 핸들을 조작
다 조작하는 힘의 제어불량 필요없이 과대한 힘을 들임
라 근육긴장 때문에 조작의 원활성이 떨어진다
마 조작 자체로부터의 이 안된다 핸들을 한계이상으로 밀어버린다
바 두가지 이상의 협동운동을 요하는 조작이 안된다
사 과잉 급격한 조작을 한다
아 전혀 목적성이 없는 조작의 연속
자 전혀 조작을 안함

제 절 긴급사태시 생체기능

긴급사태로 현저하게 변동되는 몇가지의 기능이 알려졌는데 변화자체가 조작에 영향을 주는 경우도 있고 반대로 이러한 변동으로 본인이 받는 스트레스의 정도를 추정할 수도 있다

맥 박

긴급상황이 가장 예민하게 반영되며 맥박변동의 원인으로는 정신적 요인과 신체적 요인 두가지가 있으나 양자를 분리하기는 어려울 때가 많다 육체적 부하인 경우는 작업의 강도 산소소모량 에 비례해서 증가한다 정신긴장 때에는 신체적 운동이 별로 없어도 맥박의 심한 증가를 볼 수 있는데 지금까지 관측된 가장 심한 맥박증가는 낙하산 강하의 경우 분당 였다 항공기 운항시의 운항승무원의 맥박은 비행의 단계에 따라 거의 같은 정도차는 있으나 변동을 보이는데 이륙 고고도로의 급상승 착륙 등에는 을 넘는게 보통이다 재미있는 것은 맥박의 증가가 항공기 기재의 고장발생율과 비슷한 패턴으로 나타나는 점이다

즉 기재고장율 역시 같은 시기에 증가하는데 이에 대한 설명은 아마도 운항승무원이 위험의 증가를 미리 알고 있고 이에 대처하기 위해서 정신긴장을 강화하게 되며 이상출현에 대하여 이를 돌볼 시간적 여유가 없는 것등을 들 수 있을것이다 착륙과정에서 절정에 달했던 맥박은 접지와 더불어 급속히 평상상태로 돌아간다 스트레스가 전혀 예기치 않게 닥쳤을 때는 위와는 달리 맥박이 일시 심하게 감소했다가 다음 급속히 증가하여 분당 이상으로 된다

정신전류

측정이 어려운 난점이 있으나 불안 공포 등 정신 심리적 상태를 잘 반영하는 지표가 되고 앞으로 연구가 기대된다

음성변화

실지상황에서 조종실의 녹음장치를 통하여 잘 알려지고 여러가지로 연구되고 있는데 긴급상황에서는 대체로 들뜬 느낌과 핏치 고음 가 높아짐을 관찰할 수 있다 비상사태 당시 운항승무원의 음성을 음역분석장치를 이용하여 조사한 바에 의하면 어떤 이상이 나타나면서부터 긴급사태로 발전하기까지의 변화는 약 생명의 위험이 절박해지기까지는 이상의 변화율을 보인다 그러나 위의 모든 변화는 운항승무원 개개인의 숙련도와 경험 스트레스에 대한 내성 정신상태 등에 따라 영향을 받는다

조종효율

이에 대한 관찰은 실제 비행상황과 실험실 상황간에 현격한 차이가 생기기 때문에 어떤 결론을 내리기가 어려우나 음성분석의 결과와 비교하여 양자간에 상호관련이 있음을 알게 되었다

스스로 아직 처치가 가능하다고 생각하는 동안은 조작의 곤란이 증가하는 경우에도 음성에서 긴장이 감지되지 않으나 처치불능함이 명백해질 무렵부터는 긴장도는 급증한다 또 경험이 많지 않은 운항승무원은 처음부터 긴장이 고조되고 그 결과 사태를 더욱

악화시키는 일이 많다

제 절 긴급사태에 대한 대응

최근 항공기의 기재와 성능의 괄목할만한 발전과 개선에 따라 운항승무원이 자재결함으로 인한 긴급사태를 경험하는 기회는 현저히 줄어 들었으나 대신 기재와 기능에 대한 감시작업이 급속히 늘어나고 있다 아울러 과거에 비해 긴급사태에 대처하는 능력이 저하됨은 어쩔 수 없는 경향이라고 생각된다

그러나 이미 지적한 바와 같이 항공기에 대한 인간의 가장 중요한 역할이 예측할 수 없는 이상상황에 대처하는 일이고 보면 이를 위한 교육과 훈련의 필요성은 아무리 강조되어도 지나침이 없을 것이다 고도로 개량된 모의비행장치가 출현함에 따라 여러 기종에 대한 긴급상황의 실험적 재현이 가능해지고 이에 대한 처치요령 승무원 상호간의 역할분담과 상호보완 침착하게 고장을 탐색하고 수정하는 강인한 정신력 등이 길러져야 한다

최근 숙련 운항승무원에 의한 사고가 증가하는 경향을 보이고 있는 가운데 을 위시한 새로운 여러 교육방법이 개발되고 있다 이같은 교육방법이 의도하는 바를 요약하면 직무의 적절한 위임과 책임분담 조작의 합리적인 우선순위 결정 주요 계기와 시스템의 지속적 모니터링과 교차확인 문제점에 대한 신중한 분석 불요불급한 사안에의 집중을 배제 모든 계획과 의도에 대한 승무원 전원간의 명확한 의사교환 및 기장의 올바른 리더쉽 확보 등이다 다만 아무리 우수한 모의장치를 이용하여 실제와 똑같은 상황을 경험한다고는 하나 실제상황에서 절박한 생명의 위협에 직면하는 상황과는 현저한 차이가 있음을 인정하지 않으면 않된다 따라서 교육훈련과 병행하여 다음과 같은 대책이 병행되어야 할 것이다

- ○ 사고에까지 이르지는 않았으나 아찔했던 사례들의 자료를 최대한 수집하고 이 경우의 생리적 심리적 요인을 근원적으로 추적 분석한다
- ○ 같은 사업을 하고 있으면서 사고를 내지 않은 직장 항공사 의 자료 관련 요소 를 수집 분석한다 또한 다른 사업장의 안전시책을 조사 활용한다
- ○ 가장 효과적이고 현실성 있는 대책을 찾아내기 위하여 지속적인 연구와 토의 및

관계분야간 의견을 교환한다

○ 안전교육이나 시책의 주지 인식정도 및 실천상태를 조사 파악하며 성과에 대하여 장기간에 걸친 관찰과 평가를 계속한다

○ 관리자와 운항지원부서의 안전의식 향상 안전시책에의 적극적인 참여를 유도한다

제 장 의사소통

제 절 의사소통의 개념

의사소통은 공동활동의 필요성에 근거를 둔 인간 상호간의 교섭을 형성 발전시키는 복합적인 과정이라고 정의할 수 있다 의사소통에는 세가지 측면에서 파악할 필요가 있는데 첫째 공동활동 참가자들 사이의 정보교환이 이루어진다는 면이다 사람들은 상호간의 교섭을 가질 때 언어를 주요 소통수단의 하나로 이용한다 두번째 측면은 소통참가자들의 상호관계로 파악할 수 있다 언어뿐 아니라 행위도 교환하는 것이다 예를 들면 판매자와 구매자는 상품을 매매할 때 서로 말 한마다 주고 받지 않고도 의사소통이 이루어질 수 있다 마지막으로 의사소통은 인간상호간의 지각이라는 측면에서 파악될 수 있다 소통 참가자 중 한 쪽이 상대방을 신뢰성 총명 재치 지식을 갖춘 사람이라고 여기느냐에 따라서 크게 달라진다는 것이다 이와 같이 하나의 의사소통과정에서 세가지 측면을 구별해 낼 수 있는 것이 보통이다

제 절 정보교환으로서의 의사소통

언어는 일정한 의미를 가지고 있다 다시 말하면 언어는 대상의 세계와 일정한 관계를 맺고 있다 예를 들면 강사가 어떤 말을 사용할 때 강사 자신과 그의 수강생들은 그 말을 동일한 사상과 결부시키기 때문에 서로간의 오해가 없다 언어는 정보를 부호 형태로 즉 소통목적에 적합한 언어의 의미형태로 전달하는 측과 이 정보를 해독 수령하는 자 곧 정보의 의미를 파악하고 그 정보에 따라 자신의 행동을 바꾸는 측이 다같이 이해하고 있는 것이이어야 한다 즉 동일한 부호화 및 해독체계라는 공동언어를 사용

해야 한다 정보교환이 가능해지자면 사용하는 기호 말 몸짓 상형문자 등 의 의미가 의사소통 참가자들에게 공히 알려져 있어야 한다

언어는 말에 의한 소통이다 즉 말에 힘입어 이루어지는 소통과정이다 생리적 측면에서 보면 언어는 청각분석기와 운동분석기의 활동에 근거를 두고 있다 외부에서 들어오는 여러 자극들이 성대 혀 기타 발성 통제기관들의 움직임과 일시적으로 연결되는 곳은 대뇌 피질이다 세기 중엽 프랑스의 해부학자이자 인류학자인 브로카

는 대뇌 좌반구의 하부 전두엽 뇌회의 후방 셋째 부위가 손상당하면 발음장애가 야기된다는 사실을 알아냈다 또한 독일의 정신의학자요 신경병리학자인 베르니게

는 대뇌 좌반구의 상부 관자놀이 뇌회의 후방 셋째 부위가 손상된 결과 언어지각 능력이 떨어진 경우를 보고하였다 그러나 그 후에 언어의 생리적 토대가 어떤 일정 뇌부위의 활동이라기보다는 전체로서의 뇌활동의 복합적 체계화라는 사실들이 밝혀짐으로 언어기능의 국지화는 유동적인 것이지 엄격한 해부학적인 것이 아니라는 개념이 인정되고 있다

언어는 문자언어와 구술언어로 구분된다 구술언어는 다시 대화와 독백으로 세분된다 구술언어의 가장 단순한 유형은 대화이다 둘 또는 그 이상의 사람들이 동일한 문제를 두고 서로 토의하고 결론짓는 이야기의 형태이다 구술언어의 특징은 대화자들의 소견 대화자의 개성에 따른 단어와 구절의 되풀이 질문 덧붙이는 말 설명 대화 참가자들만이 이해할 수 있는 암시 다양한 조사와 감탄사 등이 있다 구술언어의 다른 유형인 독백은 한 사람이 자기 말을 듣고 있는 타인 또는 많은 사람을 향하여 혼자 말하는 것이다 독백언어는 보다 복잡한 구성을 취하는 것이 특징이므로 논점의 정리 내용의 일관성 논리와 문법규칙의 준수에 보다 철저해야 할 필요가 있다

비언어적 의사소통은 몸짓 흉내 억양 태도 웃음 눈물 등이 있다 친구가 재난을 당했다는 소식을 들었을 때 슬픈 얼굴 낮은 목소리 손으로 턱을 괴고 머리 흔들기 깊은 한숨 등으로 비언적 의사소통의 신호들을 표출한다 이러한 비언어적 의사소통 수단은 말의 언어와 마찬가지로 사회발전의 산물이므로 민족 문화에 따라 다를 수 있다

제 절 개인간 상호작용으로서의 의사소통

한 개인이 의사소통을 시작할 때 즉 타인에게 질문 요구 명령 설명 또는 서술을 할 때에는 이에 상응하는 목적이 있기 마련이다 남에게 영향력을 행사하거나 기대되

는 대답을 이끌어 내거나 임무수행을 촉구하거나 타인이 여태껏 파악하지 못한 것을 이해시키자는 것 등이 그것이다 의사소통은 사람과 사람사이의 상호작용이라는 형태를 취하는 것이 대표적이다 즉 개인들간의 상호작용과정에서 생성되는 결속과 상호영향의 총화라는 모습으로 나타난다

공동활동과 의사소통은 사회규범에 기초한 사회통제라는 조건에서 이루어진다 사회규범이란 개인의 상호작용과 상호관계를 조정하기 위한 것으로 사회에 의해 승인된 행동기준을 말한다 사회규범을 존중하는 사람은 책임있는 행동을 수행할 수 있고 자신의 행위가 규범에 위반되지 않도록 통제할 수 있다 또한 사회규범을 준수하는 사람은 자신의 행동형태를 행동기준에 부합하도록 수정할 수도 있다

의사소통 과정은 상황에 따라서는 의사소통에 참가하는 사람들이 서로 대립되는 입장을 고수하는 수도 있는데 이것이 상호 적의를 일으키고 개인간의 갈등을 유발하기도 한다 공동활동 과정에서 개인간의 갈등은 대상과 관련된 업무상의 불일치와 개인적 실리를 둘러싼 불일치에 기인한 결과일 것이다 정연한 조직과 사회적 유용성을 겸비한 공동활동에 종사하는 사람들의 상호작용이 대상과 관련된 업무상의 불일치을 겪는 경향이 강한 것으로 나타날 때 갈등을 일으키는 견해들에 대하여 공개적으로 토론한 뒤에 결정을 내리면 갈등이 그칠 뿐만 아니라 공동목적의 달성에도 큰 도움이 된다 이와는 달리 개인적 실리를 둘러싼 갈등이 일어나면 원한으로 바뀌어 적개심을 공공연히 드러내는 경향이 있다

갈등상황은 의사소통의 의미장애에서 비롯되는 경우도 있다 소통의 의미장애는 요구 청구 또는 명령에 대한 상대방의 해석이 달라짐에 따라 발생하는 것으로 상호이해가 부족해지고 상호작용이 저해되는 결과를 초래한다

제 절 상호이해로서의 의사소통

의사소통은 의사소통 참가자들이 상호지각 과정에서 나타나는 지각측면도 있다 의사소통의 지각측면이란 한 개인이 타인을 지각 이해 평가하는 것이다 의사소통이 원활하게 잘 이루어질 수 있기 위해서는 상호작용 과정에 들어간 개인들이 의사소통 참가자들의 상호이해 수준을 평가할 수 있어야 한다 말하자면 상대방에 대한 평가가 가능해야 한다는 것이다 의사소통 참가자들은 상대방의 내면세계를 자기네 의식에 재현시키고자 한다 그리고 상대방의 감정 행동동기 중요대상에 대한 태도를 이해하려고 한다

그러므로 자신이 가진 정보를 근거로 대상 인물을 이해하기 위한 노력을 해야 한다 공동활동의 성공은 타의 내면세계에 대한 통찰의 정확성에 달려 있다고 볼 수 있다

의사소통의 과정이 성립하자면 최소한 두사람이 의사소통에 참가해야 한다 그 참가자들은 서로간에 겉에 드러난 행동특성만을 보고 상대방의 내면 세계에 대한 심상을 구축할 수 있어야 한다 이를 위해서는 대인지각의 대 기제인 동일시 반영 고정관념화의 작용을 이해하여야 한다 동일시란 의식적 또는 무의식적으로 타인을 자신과 동일한 것으로 봄으로써 타인을 이해하는 방식이다 반영이란 의사소통의 주체가 상대방의 심리에 형성된 자신의 심상을 의식하는 것을 말한다 고정관념화는 이미 알려졌거나 표면상으로만 알려진 현상들 사회적 고정관념들과 조화되는 현상들에 입각하여 행동형태들을 분류하고 그 형태에 대한 인과적 해석을 이따금 타당한 이유가 없이도 내리는 것을 말한다

단원 직무와 신체조건의 적정성

제 장 직무와 건강

제 절 운항승무원의 개인건강

건강의 개념

년 세계보건기구 에서 정의한 바에 의하면 건강 이란 단순히 질병이 없거나 허약한 상태가 아닐 뿐더러 신체적 정신적 사회적으로 안녕한 상태

라고 하였다

학자마다 건강에 대한 정의가 다르고 또한 사람마다 건강이 무엇이냐고 물으면 각인각색으로 대답한다 왜냐하면 사람은 태어난 환경도 다르고 성장한 배경도 제각기 다르기 때문에 건강에 대한 욕구 또한 다르게 나타나기 때문이다

그러므로 건강을 향상시키려면 우선 국제적으로 통용될 수 있는 건강의 정의를 내려야 그것을 바탕으로 건강증진 전략을 수립할 수가 있다 몸이 단순히 허약하거나 질병이 없는 상태만이 아니라 인간은 사회적 존재이기 때문에 심신의 건강은 물론 사회적 안녕상태 를 세계보건기구에서는 건강이라고 다소 광범위한 정의를 내린 것이다

이러한 정의에 입각하여 건강을 유지하고 증진시키는 일은 심신의 건강은 물론 사회적으로 맡은 임무를 잘 수행할 수 있는 사회구성원으로서의 역할까지 건강한 범주로 보고 있기 때문에 사람과 사람과의 인간관계에서부터 사람과 일과의 관계 등을 원만하게 처리할 수 있어야 건강하다고 본다

다시 말해서 건강관리란 건강에 영향을 주는 여러가지 요소를 찾아내어 노출기회를 적게하며 노출하였다 하더라도 그 영향을 최소화할 수 있는 생활방식 을 총체적으로 돌보아야 한다는 것이다

클라크 교수는 건강의 성립조건으로 역학적인 견지에서 삼원론을 제시하였는데 병인 인간 그리고 환경 등 이 세가지가 서로 상호작용에 의하여 질병이 발생한다고 보았다

한편 리벨 교수는 질병 발생과 예방 대책과의 관계를 질병의 자연사 개념과 연계하여 아래 표 과 같이 단계로 설명하면서 각 단계별로 적합한 예방 대책을 강구해야 한다고 주창하였다

표 질병 발생과 예방 대책

구 분	병 원 성 이 전 기		병 원 성 기		
질병의 과정	병인 숙주 상호작용 환경	병인 자극의 형성	병인자극에 대한 숙주의 반응 조기의 병적 변화	질병	회복
예비적 조치	건강증진	특수예방	조기발견 치료	악화방지	재 활
예 방 차 원	차적 예방		차적 예방	차적 예방	

제 차 예방 이란 신체의 기능장애나 질병보다는 생체의 조절기능이 변해가는 과정에 깊은 관심을 가지고 대상기능이 완전히 파탄되기 이전에 예방조치를 취하여 건강한 사람이 병들지 않고 그들의 건강상태를 최고 수준으로 향상시키도록 노력하는 것이라고 할 수 있다

여기에는 면역증강 을 위한 예방접종 건강을 저해하는 요인들에게 노출되지 않도록 가정 직장 및 학교생활의 환경 개선 및 환경에 대한 적응능력 향상 등과 아울러 보건교육을 통한 건강행위 실천도 이에 포함된다 건강장애 요인에 의해 서서히 우리 몸이 세포나 조직에 변화를 가져오지 않도록 건강한 생활이 무엇보다도 중요하며 이러한 노력과 실천이 건강을 지키는 가장 기본적인 지름길이라고 여겨진다

제 차 예방 은 질병 초기 또는 임상 질환기에 적용되는 것으로 질병의 자연사중 제 단계에서 원상대로 회복되지 않고 계속 위험요인에 노출되면 우리 몸에서의 자가면역에 의한 회복이 되지 아니하고 세포나 조직에서 변화가 오면 심신의 자각증상 및 타각증상 등이 나타나는데 이를 병원성기라고 한다

이 때의 예방대책으로는 조기발견 및 조기치료가 최선의 방법으로 대두된다 조기발견을 위하여 자신의 심신에서 증상이 나타나기 전에 정기적인 집단검진을 통하여 조기에 발견할 수도 있다 증상이 나타나기 전에 세포의 기능이나 조직의 기능장애가 발견되면 그래도 다행스럽고 회복의 시간도 단축될 뿐만 아니라 고통도 최소화할 수 있다 그러므로 자신에게 증상이 나타나기 전에 정기적인 집단 건강진단을 받는 것이 또한 건강을 지키는 차선의 대책이 될 수 있다

마지막 차 예방 은 치료를 하였음에도 불구하고 심신의 장애가 남아 있는 사람들에게 기능장애를 최소화하고 남아있는 기능을 최대한 활용하여 사회구성원으로서 사회생활에 적응할 수 있도록 재활 을 해주는 것이다 잔존하고 있는 기능장애로 말미암아 열등의식과 삶의 의욕이 떨어진다면 결코 건강하게 살 수 없다 정신적 사회적 및 직업적 재활을 통하여 적극적으로 사회적인 집단생활을 할 수 있도록 도와주는 것을 말한다

최근 통계청에서 년도 사인분석의 결과를 발표하였는데 년도와 큰 차이가 없었다 대 사인을 살펴보면 남성에서 위가 암 위가 뇌혈관 질환 위가 불의의 사고 위가 심장병 위가 만성 간질환의 순으로 나타났다 이에 반하여 여성의 경우는 위가 뇌혈관 질환 위가 암 위가 심장병 위가 불의의 사고 위가 고혈압성 질환으로 각각 나타났다 전체적으로 보아서 암 뇌혈관 질환 불의의 사고 세가지가 전체 사인의 약 를 차지하고 있었다 그 외로는 고혈압성 질환 당뇨병 자살 결핵 천식 등이 대 사인을 구성하고 있었다

이상과 같은 우리나라 국민들의 년도 사인을 분석해 보면 몇가지 특징적인 것을 발견할 수가 있겠다 첫째로 국민소득의 향상과 식생활양식의 변화가 질병발생의 양상에 계속 영향을 주고 있다는 점이다 대 사인 중에서 대부분이 선진국형의 질환인 것을 보아 알 수 있다

둘째로 소위 중풍이라고 불리우는 뇌혈관 질환은 아직도 예방가능한 질환임에도 불구하고 우리의 건강행위가 미흡한 탓에 자신의 혈압을 측정한 일이 없으며 있다 하더라도 고혈압이란 주의가 내려져도 증상이 거의 없는 관계로 등한시하는 풍토가 흔하게 있기 때문에 당분간은 지속될 것으로 전망된다

셋째로 자살을 제외한 불의의 사고 중 과반수가 교통사고에 의한 사고로 나타나 교통문화의 수준을 잘 나타내 주고 있다 음주운전에 의한 사고 교통법규 준수를 하지

않아 야기되는 각종 사고를 보면서 국가 차원에서의 강력한 예방대책이 수립되어야 한다고 본다

넷째 심장병과 만성 간질환 당뇨병 신장질환 등 소위 성인병은 여러가지 위험요인에 오랫동안 노출되어 있어서 야기되는 질환으로서 증상이 나타나기는 급성으로 나타나고 급사도 할 수 있는 질환이다 이러한 질환들은 알려진 위험요인을 평소에 건강할 때 잘 지키면서 영향을 최소화하도록 자기관리를 철저히 하는 사람이 지혜있는 사람이라고 할 수 있다 조절이 가능할 때 조절하라는 것은 예방이 가능할 때 예방조치를 취하라는 말이다

마지막으로 암 중에서도 위암 폐암 간암의 순으로 나타났는데 두드러진 사항은 폐암 이 과거에 비하여 빠른 속도로 급부상하고 있다는 점이다 이미 일본에서는 암사망중 제 위를 폐암이 차지하였다고 보고되고 있다 가장 확실하고 쉽게 폐암예방이 가능한 방법은 이미 모두에게 알려져 있으며 담배갑 표지에 뚜렷하게 명시되어 있다

그럼에도 불구하고 폐암은 예방되어 감소하기는 커녕 계속적으로 늘어나고 있다 현재 폐암으로 발견된 사람들은 이미 년 이상의 흡연력을 가지고 있는 사람 중에서 나타나는 것이 대부분이며 오늘날 대에서부터 담배를 피우는 현상이 급증하고 있어 향후에는 걷잡을 수 없을 정도로 대에서 폐암이 급격히 발생될 것으로 예측하고 있다 국가 장래를 위하여 하루빨리 어른들이 솔선수범하여 건강한 행동을 보여주어야 청소년의 흡연율에도 강한 영향력이 될 것이라고 믿는다

따라서 건강을 유지 증진시키는 일은 이제 자신만의 일이 아니라 국가와 사회가 힘을 합쳐 모든 사람들이 건강할 수 있도록 협력하여야 하며 특히 국가에서 국민의 건강은 인권의 하나로서 인식하여 인간답게 살 수 있는 여러가지 방법을 강구하여야 할 과제이다 현대의학에서는 질병이 단순한 병원체에 의해서 야기되는 단일 요인설보다는 인간 병원체 환경의 세요인에 상호작용의 결과로 이해하는 다요인 설이 더 설득력있게 받아들여 지고 있다

그 중에서도 개인의 건강은 어머니 뱃속에서부터 시작하여 출생 성장해서 성인이 될 때까지 올바르게 자라고 건강한 육체에 건전한 정신이 깃들도록 위생과 건강에 대해서 배워야 한다 청결을 유지해야 하는 개인 위생과 건강한 생활태도로 익숙해진 습관 그리고 건강에 악영향을 끼치는 각종 위험요인에 스스로가 노출되지 않도록 철저하게

예방하는 것이 바람직한 태도라 할 수 있다 특히 운항승무원은 고공에서의 조종업무와 시간대를 넘나드는 시차를 많이 겪게되는데 이러한 어려움을 잘 극복할 수 있도록 특별한 노력을 경주해야 한다

운항승무원들은 평소에 개인건강에 관한 관심을 가지고 건강행위를 지속적으로 생활화하는 것이 바람직하다 왜냐하면 건강장애가 갑자기 오는 급성 질환도 있지만 대부분은 만성적으로 서서히 장애를 가져오기 때문에 건강한 식생활과 규칙적인 운동 그리고 알콜 및 약물 오남용 방지 등 개인의 기호생활에까지 철저한 절제로 안전운항에 지장을 초래할 심신의 장애가 야기되지 않도록 각별한 노력이 뒤따라야 한다

항공종사자 신체 검사

항공기 승무원은 고가의 항공기를 이용하여 주어진 임무를 수행하는 전문인으로서 특히 사업 및 운송용 조종업무는 귀중한 인명과 재산을 담당하는 자로서 안전운항을 어느 것보다도 최우선 과제로 삼아야 할 것이다

법규나 항공의무관들만의 노력으로는 안전운항을 도모하는데 미흡하기 때문에 운항승무원들의 스스로가 심신의 장애를 느낄 경우 스스로 자진하여 조종업무를 하지 않도록 최대한의 자율권을 보장하여 주고 있다

이러한 정신에 입각하여 국제민간항공기구에서는 신체검사 기준을 조종업무의 유형에 따라 종 종 종으로 나누어 설정하였고 각 항목마다 표준과 권장사항을 명시하여 각 나라의 실정에 맞도록 적용하게 만들었다

이러한 항목을 판단하는데는 어떤 검사로도 완벽한 결정을 내릴 수 없기 때문에 의사 중에서 항공의학에 관한 학식과 경험을 갖춘자 중에서 항공의무관을 위촉하여 그들로 하여금 최선의 판단을 할 수 있도록 정책적인 배려를 하도록 제시하였다

우리나라 항공법에서도 항공종사자 신체검사 기준을 종 종 종으로 구분하여 국제민간항공기구에서 제시한 자격소지자 유형과 같게 적용하고 있다

즉 종에는 사업용 및 운송용 조종사 항공기관사 항공사가 종에는 자가용 조종사 조종 및 조작 연습생 종에는 항공교통관제사로 구분하여 명시하였다

항공종사자 신체 검사의 범위는 머리에서 발끝까지 전신에 해당하나 검사시설 장비 및 검사방법이 아직까지 표준화되지 못하고 자격소지 유형별 검사 판정기준도 나라마다

다른 실정이다

각 나라마다 법으로 규정해 놓은 신체 검사기준은 최소한 이 정도의 신체조건에 부합하면 각각 소지한 자격에 해당하는 항공업무를 수행할 수 있다고 보는 것이다

일반적으로 실시하는 항공 신체검사의 항목은 신장 체중 등 신체계측을 포함하여 체온 안정시 맥박 운동 후 맥박 좌완위 혈압 근거리 원거리 시력 및 교정시력 측정 색각 시야 안압 측정 내 외 사위 검사 청력검사 폐기능 검사 심전도 검사 흉부 방사선 촬영 일반 뇨검사 및 혈액 혈청검사와 함께 항공의무관과의 면담 등이 있으며 최초 신검시에는 뇌파검사가 포함된다

이러한 검사항목은 법으로 규정된 것이 아니라 신체검사기준에 적합 판정을 내리기 위한 최소한의 검사이며 이상소견이 나올 경우에는 각 항목에 따른 정밀검사까지 실시한 후에 최종 판정을 하게 된다

국제항공운송협회 의 자료에 따르면 사업용 민간 항공사 출신 응시자의 약 만이 최종 선발되었다 한다 미해군에서는 약 만이 항공조종사로 선발되었으며 영국 공군에서는 약 만이 항공조종사로 선발되었다고 한다 일반적으로 명의 응시자가 있을 경우 인 명이 최종 항공조종사로 선발되고 명의 부적합자 중 명이 신체적 부적합이었고 명은 심리검사 부적격 그리고 명은 훈련중에 탈락할 것으로 예측하고 있다

심신의 상태는 항상 역동적으로 변화하고 있기 때문에 한번 실시한 심체검사 결과를 가지고 신검기준에 적합하다고 하여 언제까지 이를 법적으로 인정해야 하는가 하는 문제는 매우 중요하다

현재 우리나라 항공법에서는 신체검사 유효기간은 종의 경우 세 이상의 경우는 개월 세미만의 경우는 개월이며 제 종의 경우는 개월까지 유효하나 세 이상인 경우에는 원 유효기간의 분의 로 한다고 명시되어 있다

항공기 승무원으로서 항공업무에 종사할 경우 유효한 항공종사자 신체검사증을 건설교통부장관이 지정한 신체검사 기관으로부터 발부 받아 건설교통부 산하 지방항공청에 항공기 승무원 신체검사증명서 교부신청서를 제출하면 지방항공청장은 지방항공청장의 직인을 날인한 항공기 승무원 신체검사증명서를 교부해 주며 항공기 승무원을 비롯한 해당 항공종사자들은 이를 반드시 소지하여야 한다 신체검사증명서의 갱신을 위해서는 유효기간 개월내에 신체검사를 지정기관에서 실시한 후 동일한 절차를 밟아 신체검사

증명서를 항상 유효한 것으로 유지하여야 할 책임이 있다

이와 같이 항공종사자 신체검사는 최소한의 신체기준에 의거 법적으로 행하는 검사이므로 안전운항을 위해서는 이와는 별도로 자신의 건강을 위해 정기적으로 건강을 측정하는 종합검진을 받는 것이 바람직하다 나이가 들어감에 따라 여러가지 노화현상과 성인병 질환이 찾아들기 때문에 섭생 및 운동과 더불어 정기적인 건강체크는 반드시 필요하며 나아가서는 평생 자신의 건강을 돌보아 줄 수 있는 의사를 자신의 주치의사로 정하여 평생 도움을 받는 것도 바람직하다고 생각한다

제 절 건강 위험요인

음식과 영양

건강에 영향을 미치는 위험요인은 수 없이 많다 왜냐하면 질병의 종류에 따라 기여하는 위험요인이 각각 다르기 때문이다 그 중에서 섭생은 어느 질병이나 영향을 줄 수 있는 공통 위험요인이라 할 수 있다

과거에는 영양의 부족이 문제시 되었지만 근래에 와서는 영양과다로 비만이나 과비타민증 등을 들 수 있다 아울러 특정 음식의 과다 섭취로 고지혈증이나 고콜레스테롤 등이 나타나 심장병이나 고혈압 지방간 등 성인병을 일으킬 수 있다 음식의 기본 기능은 신체의 각 조직을 형성하고 보수하는데 필요한 재료와 에너지를 공급해주는 일이다 잘못된 섭생이 건강과 성 과의 사이에 관련이 있다는 사례는 많이 있다

올바른 섭생이란 섭취된 여러 영양소가 골고루 음식물을 통해서 공급되며 열량도 활동량에 비례하여 유지될 때를 말한다 영양소에는 단백질 지방 탄수화물 비타민 무기물 등 가지로 대별할 수 있고 골고루 영양소를 섭취하여야 한다는 것은 탄수화물 단백질 지방 정도 비율로 하는 것이 바람직하며 비타민과 무기물은 약물이 아닌 자연 음식물로 하루 권장량을 충족시키는 것을 말한다

이러한 비율로 열량은 성인 남자 여자 를 섭취하여 자신의 적정체중을 유지하는 것이 바람직하다 적정체중이란 이상적인 체중에 내외의 범위에 들어가는 체중을 말한다

이상체중 은 흔히 자신의 신장에서 을 뺀 값에다 를 곱하는 것으로 산출한다 이외에 신장과 체중을 고려하여 비만증의 기준으로 사용하는 체질량지수 로 이상일 경우 명백한 이상체중이라고 본다 비만이란 일반적으로 과체증상태를 의미하지만 엄밀하게는 체내에 지방조직이 과다하게 축적되어 있는 상태를 말한다

지방조직이란 에너지값이 높은 지방산을 저장하는 기관이며 그 중에서 중성지방이 과잉으로 저장될 때 비만증의 병적결과를 가져온다 중성지방은 혈액속의 에너지원 물질이 필요이상으로 존재할 때 저장되며 에너지 부족시에는 여기에서 충당된다

비만의 유형은 지방조직이 과도하게 축적된 지방세포의 수가 증가되는 형과 지방세포수는 정상이나 과도하게 지방세포속에 과도한 지방이 축적되는 형으로 나누어 볼 수 있다

정상적으로 지방세포의 증식이 일어나는 것은 영아기와 사춘기에서 볼 수 있으며 이 때 과량의 에너지가 공급되면 지나치게 지방세포가 늘어나서 일생 남게 된다고 보고 있다

이를 증식성 비만이라 하며 대부분 병적으로 비만하며 이상체중의 를 넘기도 한다 반면에 후자의 경우는 성인에게서 볼 수 있는 비만으로 정상적인 지방세포수에 과량의 중성지방을 함유하고 있기 때문에 비대성 비만이라 하며 중심성으로 허리 주위로 분포하며 증식성 비만보다는 훨씬 조절되기 쉽다

비만증에 걸려있는 사람은 고혈압에 걸릴 위험이 배이상 높고 당뇨병은 배이상 높으며 중풍에 대한 위험도 높다고 한다 또한 비만증은 신장질환 담낭질환 호흡기질환 관절계통의 질환 심장질환 생리불순 고위험 임신 등 여러가지 성인병을 야기시키는 중요한 위험요인이다

그러므로 사전에 과체중이 되지 않도록 체중관리에 힘써야 하며 섭생과 운동을 통하여 조절하여야 할 것이다 미국의 스포츠의학회가 발표한 운동지침에 의하면 적어도 주 회이상 주당 최소한 의 에너지를 소비할 수 있는 운동을 하여야 하며 특히 대근육을 움직이는 운동이 가장 효과적이라고 하였다

알콜

개정된 우리나라 항공법 제 조제 항에 항공기 승무원은 주정성분이 있는 음료나 마취제 기타 약품의 영향으로 인하여 항공기를 정상적으로 운항할 수 없다고 인정되는 경

우에는 항공업무에 종사하여서는 안된다고 명시되었다

이어서 제 항에 항공기 승무원은 항공업무에 종사하는 동안에는 제 항 규정에 의한 음료 또는 약품 등을 먹거나 사용하여서는 아니된다라고 규정하고 있다 이와 같이 알콜섭취와 약제복용에 대해서 정부에서 규정한 항공법이나 각 항공사에서 적용하고 있는 운항규정을 막론하고 국제민간항공기구나 선진국들의 항공법규에서도 하나같이 이를 규제하는 내용들이 명문화되어 있다

특별히 음주문화에 관해 비교적 관용적인 우리 사회 분위기가 알콜섭취를 조장하는 결과를 낳고 있음을 비판하는 소리가 많아지고 있다 일반적으로 일어난 음주행위는 업무의 스트레스 해소와 업무상 접대를 해야 하는 관습때문에 자신이 의사와는 거리가 멀게 마셔야 하는 일을 주변에서 흔히 볼 수 있다

그러나 알콜은 화학반응을 일으키는 약물의 하나이며 그 반응은 안정효과 최면효과 그리고 습관성 의존을 나타낼 수 있는 약물임은 틀림없다 이러한 효과들 때문에 알콜섭취는 급격하게 판단력 장애를 가져오며 각종 사고를 야기할 수 있는 중요한 기여요인으로 작용할 수 있다

알콜의 작용은 다른 약물과 마찬가지로 위장에서 소장에서 흡수되며 혈중 알콜농도는 성 체중 음주량 음주속도 등에 따라서 개인마다 차이가 있다 흡수된 알콜 섭취량에 따라 혈중 알콜농도를 측정할 수 있는데 이 농도에 따른 심신의 영향은 표 와 같다

표 혈중 알콜농도에 따른 체내 영향

혈 중 농 도	체 내 영 향
	보통 성인의 경우 정상 반응 다소 황홀 말이 많아짐 자제력 주의력 감소 판단 장애 정서불안 비판 기억이해력 소실 감각둔화 근육부조화 혼란 어지러움 정서발작 시각장애 동통 균형감각 소실 발음부정확 몸을 가누지 못함 무감각 의식장애 자극에 무반응 기립보행불가 구토

주 혈액 에 함유된 알콜의 양

특히 알콜은 대뇌 안기능 내이 등에 작용하며 대뇌의 영향은 반응속도의 저하 사리분별의 감퇴 판단 기억력의 쇠퇴 등을 일으킨다 안기능 장애는 초점을 흐리고 사물이 두개로 겹쳐 보이는 복시현상등이 나타나며 내이장애는 어지러움 청력감퇴 등이 올 수 있다 이러한 장애는 수면방해 피로 약물복용으로 고공성 저산소 환경 야간비행 악기상하에서는 그 영향이 더 크게 확대되어 나타날 수도 있다

경력 운항승무원과 초보 운항승무원을 대상으로 세스나 항공기를 가지고 혈중 알콜 농도와 실수 발생빈도를 알아보기 위한 실험 결과는 초보 운항승무원군이 경력 운항승무원군에 비해서 혈중 알콜농도의 증가와는 관계없이 모든 혈중 알콜농도에서 훨씬 많은 실수 발생을 야기시켰으며 두 군 공히 혈중 알콜농도가 증가함에 따라 실수발생

도 따라서 증가됨을 보여주고 있다

미연방항공청 에서 발표한 자료에 의하면 미국 성인의 이상이 알콜을 섭취하며 소모량은 연간 약 갤론이나 된다고 한다 운항승무원들이 중대한 실수를 야기하는 경우가 혈중알콜 농도 이상에서 급격하게 증가하고 있다고 보고한 바 있다

더욱이 의 낮은 알콜농도에서도 운항승무원의 기량이 감소하였다는 보고도 있다 주정농도가 낮다고 하여 음주량을 많이 섭취하면 체내 섭취 알콜농도는 마찬가지로 높아지기 때문에 저농도의 알콜 섭취가 더 안전하다는 것은 옳지 않다 식사를 한 후에 알콜을 섭취하면 혈중알콜농도 절정치가 약 까지 감소된다

알콜 흡수율이 빠를수록 최대혈중알콜농도 절정치도 더 높아진다 그러므로 조종업무에 종사하고자 하는 사람은 알콜에서부터 자유로와야 하며 세심한 주의를 기울여 건전한 음주행태를 키워 나아가야 한다

약물 남오용 및 자가복용

일반인들이 흔히 마시는 기호품으로 콜라나 커피 건강 보조음료 등이 있다 이러한 기호식품에는 소량의 각성제인 카페인이 포함되어 있어 빈번하게 음용할 경우 자신도 모르게 습관성에 빠질 수도 있다

최근의 연구 보고에 의하면 하루에 정상 커피를 다섯잔 이상 마시면 심장질환의 발병확률이 크다고 한 바 있다 아울러 일상생활에서 자극받는 스트레스를 해소하기 위해서 약물을 복용하는 빈도가 점점 증가하고 있다고 한다

신경안정제 수면제 그리고 최면효과를 나타내는 약물들이 이에 속한다 심지어는 졸림을 야기할 수 있는 암페타민 같은 마약류의 복용도 빠르게 전파되고 있다 두통이나 감기 알레르기 증상을 완화할 목적으로 상기와 같은 약물을 복용하는 사례도 늘고 있다 한 연구 보고서에 의하면 육상교통에서 신경안정제 복용과 사고사이에 유의

한 상관성을 나타내었다고 한다

약물은 주된 약리작용이 있고 원치 않은 부작용도 있게 마련이다 질병치료에 있어서 약물요법을 사용하는 것은 약이 체내에 흡수되어 주된 약리작용으로 질병을 호전시키는 효과를 기대하면서 약물을 사용하고 있다

따라서 몸에 안전한 완벽한 약은 아직 지구상에는 없다고 봐야 한다 다만 독성이 적을 수록 안전한 약물이라고 말하는 것 뿐이다 국가에 따라서는 의약분업이 철저하게 되어 있어서 위험한 약물은 반드시 의사의 처방에 의해서 약을 구입할 수 있지만 우리나라의 경우는 약국에 가면 어떤 약이라도 의사의 처방없이도 살 수 있기 때문에 약물의 오남용이 더욱 빈번히 야기될 수 있다 수면제와 같은 약물은 시차로 인하여 수면장애가 왔을 때 손 쉽게 사용하도록 유혹을 받을 수 있어 보다 신중을 기해야 할 것이다 운항승무원이 약물을 필히 복용해야 할 상황이 발생되면 항공의무관이나 자신의 주치의사에게 통보하여 비행안전에 지장을 주지 않도록 처방을 받아야 한다

노화

인간이 태어나서 나이를 먹으며 성장과 발육을 통해서 늙어간다는 것은 너무나 자연스러운 일이다 이러한 노화현상은 생리적인 변화를 가져오며 외모의 변화를 초래하기도 한다 즉 머리카락이 하얗게 희어진다든지 머리카락이 점점 빠진다든지 얼굴 및 피부에 주름이 진다든지 하는 것은 비행기술과는 아무런 관련이 없다 그러나 시력이 떨어지거나 청력이 약화되는 생리적 변화는 이미 대에 들어서면서 서서히 나타나는 것이므로 조종업무에는 지장이 없다 모든 신체기관의 기능상 이상이 없으면 비행업무를 수행하는데는 연령이 큰 장애요소가 될 수 없다는 것이다

그런데 현재 국제민간항공기구의 규정이나 세계 각국의 항공법에는 만 세에 도달하는 경우 국제선의 항공기를 조종할 수 없도록 규정 하고 있는 현실이다

만 세의 강제 정년 규정이 과연 타당한가에 대해서 끊임없이 의문을 제기하여 오고 있지만 현재까지도 정확한 해명을 하지 못한 채 그대로 적용하고 있다 최근 유럽지역의 여러나라에서 세 이상의 운항승무원들을 활용하고 있으며 일본에서도 제한된 항로에 활용하고 있다 만 세가 도래하면 건강함에도 불구하고 강제로 정년퇴임시키는 것이 아니라 개별적으로 항공신체 적성평가를 통하여 선별적으로 비행업무에 종사시켜 비행안전에 만전을 기하여야 한다

연령 및 비행시간별 항공기 사고율 조사에 관한 연구보고서에 따르면 연령 및 비행시간이 증가할 수록 항공기 사고율이 각각 감소되었다고 하였다 이는 나이 많은 운항승무원들이 오랜 경험과 전문지식을 가지고 고도의 판단력을 통한 익숙한 조종기술을

보유하고 있었기 때문으로 풀이할 수 있을 것이다 년 미국내의 기장의 평균 연령은 세였으며 형은 세 형은 세 형은 세 형은 세 형은 세 형은 세 형은 세 순으로 조사된 바 있다 대형 제트항공기일수록 숙련된 대 후반의 운항승무원들이 조종을 하는 것으로 조사된 바 있다

항공기의 안전한 조종과 관련하여 중요한 요인은 수행하고자 하는 능력과 질병으로부터의 자유이며 그리고 비행하고자 하는 동기화를 들 수 있다 더이상 연령이나 성 족보 등은 조종능력을 나타내는 지표가 아니다 오늘날에는 항공신체 적성평가의 전문적인 기술이 향상됨에 따라 운항승무원들의 직무수행기간이 점점 늘어나고 있는 추세에 있다

제 절 조종과 임신

임신은 유배우 가임여성에게 자연스럽게 일어나는 현상이기 때문에 환자로 취급하는 것은 옳지 않다고 본다 다만 모자건강의 차원에서 주어진 업무를 엄밀하게 분석하여 조언을 해 주어야 한다 조종은 자가용 조종에서부터 운송용 조종에 이르기까지 다양하므로 어떤 입장에 서서 이 과제를 바라보느냐에 따라 각기 다른 목소리를 낼 수 있다

국제민간항공기구 에서 명시한 제 종과 제 종의 운항승무원 항공신체검사 기준에 의하면 임신은 일시적으로 조종업무에 종사할 수 없는 사유가 될 수 있다 고 규정하고 있으며 또한 권고사항으로 임신으로 인한 중대한 결함이 없는 경우에 항공의무관의 판단에 따라 임신 기까지는 조종업무에 종사할 수도 있다고 규정하고 있다

아울러 임신이 종료된 경우 신체검사를 다시 받아 조종업무 복귀여부를 판단하여야 한다고 명시되어 있다 그러나 우리나라 항공법에 명시된 규정은 제 종 종 종 모두 임신하지 아니할 것으로 되어 있어 현재로는 임신한 경우에는 항공업무에 종사할 수 없도록 되어 있지만 예외 규정으로서 건설교통부장관이 위촉한 항공종사자 신체검사 자문위원의 판단에 따라 항공기 승무원 신체검사 증명을 발급할 수 있도록 되어 있다

합병증이 없는 정상여성에서의 임신은 분만시기가 임박하기 전까지는 자신의 일상활동을 하는데는 아무런 장애를 받지 않을 정도로 모든 신체 기관들이 필요로 하는 모든 요구에 잘 적응해 나가고 있다

그러나 조종 업무를 지원하는 사람인 경우에는 임신이란 과정은 흔히 있는 일은 아니지만 항공환경에는 다소 부담을 가질 것으로 생각되므로 만일 운항승무원이 임신이라는 사실을 인지하였을 경우에는 반드시 주치 의사나 항공의무관에게 알려주는 것이 바람직하다 왜냐하면 운항승무원 자신의 모자건강은 물론 자신이 담당해야 하는 조종업무에 관하여 적절한 충고를 해 줄 수 있기 때문이다

그리고 항공의무관은 다음과 같은 임신과 관련된 생리적인 변화를 고려하여 어떤 고도에서라도 안전하게 조종할 수 있도록 조언을 해 주어야 한다

○ 임산부의 약 가 임신 초기에 메스꺼움과 구토가 일어나며 이로 인하여 탈수현상 및 영양불균형 상태를 야기할 수 있다
○ 수태된 태아의 약 는 임신초기에 유산될 수 있다
○ 임신초기에 심장박동 및 심박출량 등 심장기능이 증가한다
○ 임신 개월부터 개월 사이에 혈색소량이 떨어지며 임신 개월째가 가장 많이 감소한다
○ 가급적이면 약물복용을 삼가고 적절한 식사와 철분제재을 보충하여 빈혈을 예방하여야 한다
○ 남성보다 여성에게서 정맥류종창이 배 높게 발생되는데 정맥 혈전증과 폐혈전증이 임신중에 야기되는 가장 흔한 중대한 혈관장애이다
○ 임신기간이 늘어갈수록 자궁이 확대되며 이로 인하여 대정맥이 압박되어 혈류에 영향을 줄 수 있다
○ 태아 태반 자궁 유방이 점점 발육되면서 산소의 요구량이 증대되며 혈류량 증가에 따라 심폐기관의 작업이 증대된다

국제민간항공기구 규정에는 항공관제업무에 종사할 경우 임신과 관련된 규정이나 권고사항은 없으나 항공의무관의 판단에 따라 근무여부를 판단하여야 한다 항공교통관제사로서 근무를 할 경우 매달 산전 진찰을 받아 모자건강에 관심을 가져야 하며 임신

주 이후부터는 업무를 쉬는 것이 바람직하고 출산 후 주정도 경과 후에 건강할 경우 근무복귀를 하여도 무방할 것으로 사료된다

제 장 스트레스 관리

제 절 정 의

스트레스에 대한 정의를 한마디로 말하기란 매우 어렵다 왜냐하면 스트레스는 환경의 자극으로도 볼 수 있고 또 환경에 대한 개인 반응의 성격도 있으며 또 환경의 자극과 개인의 반응사이에 상호작용으로도 파악할 수 있는 측면도 있기 때문이다 일반적으로 받아드려지는 스트레스의 정의를 보면 위협적인 환경특성에 대한 개인의 반응이라고 볼 수 있다 즉 스트레스란 환경의 요구가 지나쳐서 개인의 능력 한계를 벗어날 때 발생하는 개인과 환경의 불균형 부적합 상태를 말한다 물론 이 환경의 요구에 부응하지 못하는 것이 개인에게 중대한 영향을 미친다는 전제조건이 따른다

스트레스 를 일으키는 모든 요인들을 일컬어 스트레서 라고 한다 스트레서는 환경적인 자극은 물론 자신의 성격까지도 포함된다 스트레스를 이렇듯 환경과 개인의 부적합 상태로 파악하게 되면 그것은 상당히 부정적으로 인식할 수 있으나 모든 스트레스가 나쁜 것은 아니다 지나친 스트레스는 부정적인 결과를 가져오지만 적당한 스트레스는 오히려 유용하다 모든 심리적 성장 창의적 활동 새로운 기술의 습득에는 적당한 스트레스가 필수적이다

제 절 스트레스 반응

스트레스는 환경에 대한 반응이라고 볼 수 있는 바 그러한 반응은 크게 다음의 세 형태로 나타나게 된다 첫째 스트레스를 받게 되면 우선 생리적인 반응

이 나타나게 된다 이는 위협이나 위험에 대처할 수 있게끔 우리 자신을 지키려는 신체적 반응이다 여기에는 심장박동의 증가 혈압상승 신진대사의 증가 등이

포함된다 둘째로 스트레스를 받게 되면 생리적 반응에 덧붙여 심리적 반응도 나타난다 즉 두려움 긴장 불안 등이 감정을 경험하게 된다 또 스트레스를 유발하는 상황이 얼마나 진실로 위험한가를 결정하기 위해서 적극적으로 상황을 평가하려고 노력하기도 한다 마지막으로 심리적 생리적 반응외에 스트레스에 대처하는 여러형태의 밖으로 드러나는 대응행위가 나타날 수 있다 이는 직접적으로 상황에 대한 정보를 수집하는 과정에서부터 마음을 편히 하기 위해 술을 마시는 행위에 이르기까지 다양한 형태로 이루어질 수 있다

스트레스연구의 아버지라고 불리는 셀리에 따르면 생리적 반응을 일반적 응증후군이라고 부르고 다음의 단계를 거쳐 발생한다고 하였다

첫번째 단계는 경고반응 단계로서 신체에 주의 신호가 오고 따라서 적극적 대처를 위해 준비가 이루어지는 단계이다 홀몬이 분비되고 심장박동률 신진대사율 혈당치 등이 증가한다 이러한 초기 단계에 이어 두번째로 저항단계로 들어간다 초기충격으로 인한 피해가 복구되고 항상성으로 회귀하려는 노력이 이루어지며 이러한 노력이 성공적으로 진행되면 스트레스의 신체적 증상들은 사라지게 된다 그러나 스트레스가 계속되면 신체의 적응능력은 소진된다 세번째 단계인 소진단계에서는 신체의 방어능력은 현저히 저하되어 두통 궤양 고혈압 등 스트레스 관련 질병들을 얻게 된다고 하였다

제 절 스트레스 관리

스트레스 관리란 스트레스를 완전히 없애는 것이 아니라 그것이 지나쳐서 부작용이 생기지 않게끔 통제 가능한 일정 범위내로 스트레스 수준을 유지하는 것을 의미한다 스트레스를 야기시키고 요인에는 크게 조직의 여러 측면과 관련된 요인과 개인의 특성과 관련된 요인들을 들 수 있다

조직상 스트레스의 요인에는 개인이 어떤 종류의 직무를 맡고 있느냐 하는 것이 그가 받는 스트레스의 정도에 영향을 미칠 수가 있다 일반적으로 직무수행자가 자기 직무에 대해 통제력을 행사할 수 없다든가 시간적 압박이 크다든가 작업조건이 위험하

다든가 또는 불확실성하에서 중대한 의사결정을 내려야 하는 직업의 경우 스트레스가 크다는 것이 밝혀지고 있다

아울러 양립할 수 없는 두가지 이상의 기대가 개인에게 동시에 주어질 때 역할갈등이 발생되는데 이것이 스트레스를 유발하게 된다 또한 개인의 역할과 관련된 충분한 정보를 가지고 있지 못할 때 발생하는 역할모호성도 마찬가지다

즉 성과에 대한 기대를 분명히 모르거나 기대를 충족시킬 방안을 모르거나 직무행위의 결과를 모를 때 발생하는 것이 보통이다 너무 많은 일이나 너무 적은 일도 스트레스를 유발한다

개인이 자기가 지닌 능력이나 기술의 일부밖에 사용하지 못하는 경우 역할미발휘 상태에서도 스트레스를 유발한다 판에 박힌 일을 거듭하는 단조로운 작업상황이나 작업의 대부분이 기계에 의해 좌우되는 경우에 흔히 발생한다 조기정년자가 빨리 늙거나 병드는 것도 이러한 역할미발휘로 인한 스트레스의 결과일 수 있다

조직에서 타인들에 대하여 책임을 지는 경영자나 관리자들은 책임때문에 상당한 스트레스를 받는다 조직이 의사결정에서 종업원의 의견 지식 바램이 배제될 수록 소외감 무력감 통제의 결핍 때문에 스트레스나 긴장이 증가하고 생산성도 저하된다

그 외에 누군가에 의해서 평가 받는다는 것 그것도 특히 앞으로의 경력에 상당한 영향을 미치는 평가라면 그것은 상당한 스트레스를 준다 민항 운항승무원의 경우 매 개월마다 자신의 기량을 평가 받아야 한다는 것과 신체검사를 받아야 하는 것도 상당한 스트레스로 작용할 수 있다

스트레스를 야기하는 요인에는 조직으로부터의 영향요인 외에 개인적인 영향요인들이 있다 일상생활에서 특히 중대한 생활에서의 변화를 겪을 때 많은 스트레스를 받게 된다 홈즈 와 라헤 의 연구결과에서 가장 스트레스를 많이 주는 인생살이에서 겪는 여러 사건들의 상대적 스트레스 정도를 수치화하였다 배우자의 죽음이 가장 스트레스를 많이 주는 사건으로 조사되었기 때문에 이를 으로 기준을 정하여 개인이 년간 겪은 사건들의 스트레스 점수와 질병과의 관계를 조사하였다

그 결과 총점이 점 미만이면 다음 해에는 비교적 건강이 양호할 것이고 점 이상이 되면 다음 해에 심각한 건강문제를 야기할 확률이 이상이 되며 만일 점 이상이 되면 그 가능성이 이상으로 증가한다는 것을 보고하였다

같은 사건이라 하더라도 어떤 사람에게는 큰 스트레스가 되고 또 어떤 사람에게는

전혀 스트레스가 안될 수 있다

한 연구 결과에 따르면 스트레스에 저항적인 성격과 스트레스를 쉽게 받는 성격이 있다는 것이다 그 중에서 형 성격이 형 성격보다 보다 스트레스를 잘 받는 것으로 밝혀졌다 형 성격은 항상 급하고 끊임없이 경쟁적인 노력을 하며 한번에 여러 일을 하고 여가활동에서까지 능력을 최대한 발휘하려고 하며 화낼 대상이 많은 편이다 그러므로 여유있는 형 성격에 비해 항상 심신이 고달프며 다른 사람에 대해 적개심을 가지고 있는 성격유형인데 비교적 조직에 있어 출세를 보장받는다

왜냐하면 항상 심한 압력으로 자신을 몰아가기 때문이다 물론 형 성격이 불리한 점만 갖는 것은 아니고 긍정적인 성과를 이루어낼 수 있다 다만 이 성격의 소유자는 스트레스에 대처할 수 있는 방안을 강구함과 아울러 이러한 성격 교정에도 노력해야 할 것이다

이상과 같이 개인이 받는 스트레스를 완화하는 방법 중 조직 및 개인요인들에 관련된 것 이외에도 친구나 가족이 보여주는 진정한 걱정 존경 그리고 관심을 갖는 사회적 후원이 필요하다 특히 운항승무원과 같이 중대한 스트레스 요인에 직면해서도 사회적인 후원이 존재할 때 자기가 혼자가 아니라는 감정을 갖게 되고 이러한 감정은 스트레스를 대처하는데 또 스트레스의 부작용을 줄이는 데 큰 힘이 될 수 있다 개인이 종교를 지니고 있다든가 성취에 대한 긍지를 지니고 있는 경우 외부환경이 주는 스트레스는 크게 상쇄될 수도 있다

미국의 경우 대 사망원인으로 심장병 암 폐질환 우발사고 간경화 자살 등을 꼽고 있는데 이러한 질병의 발생에 직간접적으로 스트레스가 중요 요인으로 작용하고 있는 것으로 알려지고 있다 그 외에 위궤양 고혈압 만성 두통 관절염 등의 발생에도 스트레스는 크게 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다

정신건강의 측면에서는 스트레스가 기분과 정서상태에 부정적 변화를 일으키며 따라서 불안신경증 우울증 등의 각종 정신질환을 야기한다 음주외 흡연은 단기적으로는 스트레스의 증상으로부터 회복되는 것 같이 생각되지만 이는 잠시 스트레스를 회피하는 것일 뿐 해소에는 별로 도움되지 못하고 오히려 건강을 크게 해칠 가능성이 있다는 점에서 바람직하지 못하다

스트레스 대처를 위한 개인 관리방안으로는 개인들이 자기직무에서 스스로 어떻게 행동하고 있는가에 대한 자기인식을 증대시키는 일이다 아울러 규칙적인 운동과 직무

외적인 일에 관심을 갖는 것도 도움이 된다 또한 초월적 명상 요가 선 및 기타 형태의 긴장이완 훈련이 스트레스 해소효과가 있는 것으로 인정받고 있다

스트레스 대처를 위한 조직관리 방안은 매년 종업원들의 신체검사나 스트레스 평가를 하며 긴장이완 훈련을 주선해 주거나 운동을 위한 시간과 장소를 마련해 주는 일이다 더 나아가서는 개인의 스트레스에 대한 능력과 그의 직무간의 적합도를 파악하거나 스트레스 수준을 알아보기 위해서 직무를 평가하는 방안도 고려할 수 있다 또한 조직내 스트레스의 많은 부분이 조직내의 구조나 기능에서 유발되므로 이러한 것들의 변화를 통해 개개인이 경험하는 스트레스를 경감시킬 수 있다 즉 분권화 보상체계 훈련이나 선발 배치 의사소통 과정에서의 종업원 참여 그리고 의사소통의 개방을 들 수 있다

단원 인간 시설장비

표시장치 는 인간공학의 심장이라 할 수 있는데 모델에서 그것은 와 의 주요부분이 된다 의 경우에 정보는 장비로부터 인간 에게로 전달되며 은 인간으로부터 장비로 정보와 명령을 전달하기 위해 사용된다 이런 과정에는 정보의 순환과정이 존재하며 인간공학 전문가는 이런 순환안에서 흐름을 최적화하는 임무를 갖게 된다 다음 사항은 조종실 내의 와 의 설계등에 관한 내용이다

제 장 조종실 내부의 배치와 인간공학적 조명

인간공학의 목적에서 보더라도 항공의학이나 심리학 등에서 얻어진 지식이 직접 설계에 적용되지 않으면 안된다 이러한 의미에서 조종실내부의 설계는 인간과 기계와의 중요한 관계이므로 특히 인간공학적 검토가 반영되어야 한다

조종실 뿐만 아니라 인적요소에 관련되는 장소의 설계는 초기단계부터 충분히 조정 검토하여 경우에 따라서는 인간 기계 상호간의 타협점 등도 명확히 해 두지 않으면 안되는데 우선 배치설계의 순서로서 적어도 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다

비행목적 임무 비행제원 등에 관한 전반적인 사항 예를 들면 항공기 종류에 따른 비행목적 임무 또는 비행시간 속도 항속거리 고도 등 상세한 데이타에 관한 사항

설계에 관한 제한사항 및 요구사항 예를 들면 조종공간의 척도 물리적 환경조건 중량 등의 제한 또한 기타 요구사항

조종계통의 신뢰성과 운항승무원이 수행해야 할 역할 예를 들면 조종특성 조종내용 조종시간의 배분과 분담도 운항승무원의 제어분담과 상호관련성 등에 관한 사항

장착하는 조종계기에 대하여 예를 들면 기존의 계기류를 사용할 것인가 아니면 새로 개발할 것인가의 문제

보안 안전 계통의 신뢰성에 대하여 예를 들면 긴급 경보계 警報系 의 신뢰성이나 운항승무원에게의 정보 전달법과 처치방법 또는 공조조건

인간 기계 다이내믹스 의 평가 예를 들면 인간측면과 기계측면과의 기능특성이 적합하게 배분되어 있는가의 문제

이상과 같은 검토단계를 거치면 인간의 구조적 동작적 또는 그 외의 특성을 포함한 인간 모습의 청사진이 도면상에 나타나는데 여기에는 기계적 특성상의 필요조건 뿐만 아니라 인간측면의 필요조건도 구체적으로 객관적인 형태로 표현되어야 한다

제 장 인체측정과 시스템 운용

제 절 인체측정의 중요성

인간공학 분야에 대한 연구 목적 중의 하나는 인간 특성을 작업분야에 적합하게 맞추는 것인데 인간의 기본적 특성들은 몸의 움직임과 신체의 여러 부분의 크기와 형태에 관련되어 있다 현재 사용중인 선반에 장치된 조종물들은 운영자의 앉은 키가 어깨간이 이며 팔길이 는 를 모델로 하여 적합하게 설치되어 있다 그것은 그것을 작동해야 할 사람보다 기계가 더 쉽게 변화하도록 되어 있다 인체측정학은 안전벨트와 같은 구속장비가 없거나 또는 가지고 앉았을 때의 거리와 앉은 눈 높이에서 측정한 측정치와 몸무게 키 손발 크기 같은 인간 치수에 관련되어 있다 이런 정보로서 작업 표면과 조종물의 위치에 대한 최적의 높이 화물의 적하 등의 분야들에서 높이와 깊이 조종석 사이의 최소 무릎 공간 의자의 폭 팔걸이의 길이 머리받침 의 높이 구명 보트 와 의자의 쿠션 설계 유효 요구조건을 평가하는 것이 가능하다 생체역학은 살아있는 유기체 이런 경우 인간 의 연구에 기계적인 부분 의 과학적 적용을 전문으로 다룬다 연구분야는 그들이 적용할 수 있는 힘들과 신체부분들의 움직임을 연구하는데 예를 들어 어떤 힘이 조작기를 움직이는가를 아는 것 뿐만 아니라 조작기가 몸과 조작기 움직임 방향과 관련되어 어디에 위치하는가를 아는 것이 필요하다

자료수집은 중요한 단계의 하나이다 자료는 장비를 사용할 사람의 대표적이고 신뢰성있는 표본으로부터 수집되어야 하는데 이런 자료를 사용할 때 인간의 신체치수는 매번 변하기 때문에 자료수집의 날짜를 고려해야 한다 예를 들어 사람들은 일반적으로 과거 십년보다 키가 더 커진 것으로 알려져 있다 인간공학전문가는 언제 어떻게 이러한 변화가 설계시에 고려해야 할 요소가 될 수 있는지를 결정해야 한다

인간공학전문가는 인간의 차이점을 고려하여 설계 개념에 대해 심사숙고해야 한다 인종 人種 그룹간에는 신체적 치수에 차이가 있을 뿐 아니라 한 인종 그룹 예를 들어 남자에 의해 충족될 조종힘의 요구조건이 여자에게 너무 높을 수 있다 에서도 남자와 여자간에 차이가 있다 따라서 모든 사용자의 차이를 만족시키기 위한 단일 설계 해결책이 불가능하다면 조정의 폭을 넓혀서 사용자들의 편이를 도모할 수 있도록 해야 하는데 조종실 에서 과 의자의 조절이 하나의 좋은 예이다

제 절 조종공간과 기본설계

인체 계측

일반적으로 작업공간을 고려할 경우에 인체의 계측치를 중요시할 필요가 있다 전후 戰後 일본의 항공기는 대부분이 미국에서 설계 제조된 것이었기 때문에 부적절하다는 점이 지적되었다 예를 들면 일본인과 미국인은 신장 대비 앉은 키와 발 크기가 다르기 때문에 일본 운항승무원은 착석감이 나빴으며 스위치나 레버에 대하여도 상이한 습관으로 인하여 기기의 조작이 불편했는데 이러한 불편함을 없애기 위하여 인체계측이 필요하게 되었다

항공기의 조종석

항공기내의 공간이라 함은 전술한 바와 같이 늘 한정되어 있으며 그 범위 내에 필요한 기기를 배치하기 위해서는 설계상의 제한이 따른다 예를 들면 더글러스 항공의 에 의하면 조종석을 ㎝ 높임에 따라 기체의 중량이 ㎏ 증가한다는 결과에서도 조종석에 대한 검토의 중요성을 알 수 있다

제 절 계기의 표시와 배치

초기의 항공기나 글라이더 등은 고도 속도가 낮았기 때문에 직접 외계의 흐름이나 체감에 의존하여 조종할 수가 있었다 그러나 현대의 항공기는 속도 고도면에서 모두 비약적인 발전을 보였기 때문에 감각에 의존하여 비행한다는 것은 매우 곤란하며 위험성을 수반한다 그러므로 운항승무원의 감각기관을 보좌 또는 대행하는 계기류나 기계의 작동상황을 나타내는 계기류가 필요하게 되었다 이와 관련하여 조종실의 배치 설계 중 계기표시에 대하여 논하고자 한다

계기의 종류

현재 사용되고 있는 계기를 목적별로 분류하면 다음과 같다

가 조종계기

자기가 어떠한 자세로 어느 정도의 속도로 비행하고 있는가 하는 이른바 감각기관을 대행하는 것 자세계 고도계 속도계 선회계 승강계 등

나 항법계기

항공기의 진행 방향과 거리를 알 수 있는 계기로써 배로 말하면 나침반에 해당하는 것 레이다 콤파스류 방위거리 지시기 계기착륙 지시기 등

다 엔진 계기

엔진의 작동상황을 나타내는 것 회전계 온도계 연료계 각종 압력계 등

라 기체 계기

기체의 상황을 알기 위한 것 랜딩기어 올림 내림 지시기 플랩이나 트림위치 지시기 그 외에 전기계통의 계기류 등

마 보안계기

탑승자들의 안전과 보안상 필요한 것 산소계통의 각종 지시기 경보계통의 각종 지시기

바 그 외 특수한 계기 레이더 조준기 등

이상의 계기류는 대형기일 수록 그 수가 많으며 또한 성능이 향상될 수록 복잡화되는 경향이 있다 따라서 계기류의 신뢰성과 조종능력을 높이는 데는 이들의 표시법과 배치법이 중요한 관건이 된다

제 장 표시장치

제 절 표시장치의 개요

의 기능은 운영자에게 신속 정확하게 정보 예를 들어 비행의 상태에 대해 를 전달하는 것이다 정보처리과정에서 인간의 능력과 한계가 의 설계에 고려되어야 한다 시의적절하고 적합하고 적절한 정보의 양이 작업요구에 따라 운영자에게 나타나야 한다 운영자가 스트레스를 받거나 또는 피로하고 업무량이 지나치게 많을 때

특별하게 필요한 것보다 더 많은 정보를 제시하면 오히려 업무능력에 지장을 초래할 수 있다 이해를 돕기 위하여 고도계를 예로 들어 보고자 한다

년 미국 운송용조종사협회의 사고조사담당 이사인 의
제하의 자료에 의하면
고도계 를 잘못 읽어 발생한 사례를 소개하고 있다 이런 계기는 특히 지시계가 거의 영 일 때 피트 로 오독하기가 쉽다 에 의해 수행된 연구의 결과 문제점으로는 인간이 동시에 과 둘 다를 효과적으로 읽을 수 없음이 지적됐다 그것은 또한 고도계를 참조하는 회수가 매우 적다는 것을 보여주기도 하는데 그 고도계를 판독하는 시간은 교과서 판독 시간보다 거의 두배만큼 걸려 오독되는 예가 많은데 결국 다음과 같은 사고의 발생 요인으로 추정되고 있다

눈으로만 확인해야 하는 표시장치 는 동적 예 고도계와 자세지시계 또는 정적 예 신호 인 정보를 나타내는데 이러한 표시장치들은 정량적 예 고도계와 또는 정성적 예 착륙바퀴상태 정보를 제공하며 한계를 초과하는 경우에는 경고 예 엔진 화재 나 주의 예 오일 압력지시나 조명 를 나타내준다

제 절 표시장치와 감각체계

는 또한 촉각 또는 청각을 이용하는 장치도 있으며 특히 가시 可視 시스템이 크게 부가될 때 이런 는 인간 운영자에게 정보를 전달하는 데

사용된다 촉각 정보 전달은 더 낮은 가시 조건에서 적용된다 조종간 떨림 방법을 사용한 실속 경고가 좋은 예이다 청각채널 은 특별히 경고 와 같은 정보를 전달할 때 경보 용으로 적합하다 이런 이유 때문에 에서 때때로 발생하는 위급상황에 관한 정보를 운영자에게 제공하는 데에 청각 를 적용하는 경향이 있다 그러나 에서 청각 경고의 난잡한 사용은 성가심과 혼돈의 원인으로 알려져 있어 작업 성능에 영향을 주므로 이러한 의 설계에서 관련 인적요소 를 고려해야 하는 중요성을 과대강조해서는 안된다

제 절 표시장치의 설계

를 적절히 설계하고 배치시키기 전에 의 설계와 배치 둘 다 인간과 기계간의 대화의 효과에 크게 영향을 줄 수가 있으므로 다음 사항을 고려하여야 한다

가 어떻게 누구에 의해 어떤 환경에서 사용되는가
청각 는 일반적으로 전방향성이지만 시각 는 그렇지 않다
한 사람 이상이 를 보는 것이 필요한가
순환하는 조명은 시각 의 효과에 어떤 영향을 주는가
정보는 아날로그 또는 디지털 형식으로 나타나는가
는 기록 또는 주시하는 에 더 정확성을 제공하는 반면
계기는 수적인 값이 자주 또는 급격히 변할 때 더 좋다 고도계와 상승율 지시계
가 보여질 각도는 어떻게 되는가
시차 視差 문제가 있는가
보여주는 거리는 얼마인가 기호 문자 와 표시 크기들은 떨어져서 판독력을 제공하도록 확대되어야 할 필요가 있는가
대기 또는 비작동 상태에 있는 는 그 내용이 명확히 표시되어야 한다
애매함은 정신적 작업량을 증가시키고 실수를 유발케 한다
의심되는 정보는 운영자에게 계속하여 제공되어서는 안된다
밝기와 색 대비 對比 와 깜빡거림과 같은 요인들을 고려해야 한다

제 절 문자 숫자의 형태

문자와 숫자의 로 알려진 도 많은 연구의 주제가 되어 왔다 기계적 전기 기계적이고 전자적 는 주목할 가치가 있는 다양한 인간 공학적 문제들을 제시한다 제시된 정보는 읽기 쉬워야 하며 기호와 문자 는 쉽게 구별되고 확인되어야 한다 그리고 전체 단어들 또는 문자의 그룹들과 숫자들은 쉽게 이해할 수 있어야 한다 읽기 쉬움 은 형태 형식 예 대문자 또는 이탤릭체 크기 대조 공간과 같은 요인들에 의해 영향을 받는다

다이얼의 표시와 모양은 인간공학자들에 의해 고려되는 개의 부가적인 요소가 있다 정량적 정보를 제시하는 데 사용하는 크기의 수열 數列 은 정확하고 규칙적인 눈금 표시를 가지며 단일 단위계를 가져야 한다 또는 의 단위가 좋으며 단위로의 표기도 괜찮다 소수점은 피하고 만일 사용한다면 소수점 앞의 은 포함되지 않아야 한다 계기가 지시침에 의해 가려질 수 있는 디지탈 판독 장치로 되었다면 지시침의 설계에 주의해야 한다 눈금 스케일의 끝에 닿을 수 있는 지시침의 끝은 눈금을 가려서는 안된다 지시침과 크기의 표면 사이의 거리는 최소화되거나 제거되어야 하는 시차를 초래할 수 있다 만약 크기가 전자 에 나타난다면 그런 문제는 없다 일반적으로 나타난 정보의 크기 예 스케일과 圖像 는 보는 거리에 절대적으로 관련되어 있다 보는 거리가 멀수록 스케일 또는 아이콘의 크기는 더 커야 한다 설계시에는 조명 진동과 보는 각도와 같은 환경적 변화요인들을 고려해야 한다

제 절 전자적 표시장치

전자적 의 도입은 전자 기계식 초기의 제한요소를 극복할 기회를 제공하고 의 통합을 허용하며 패널 공간의 효과적인 사용과 융통성을 많이 부여했다 전자 는 일반적으로 조종실 에서 비행계기를 위해 정보 예 엔진 자료 뿐만 아니라 다른 자료 경고 포함 곳에 적용된다 전자 는 인간공학에 관련된 다양성을 보여주는데 여기에 포함되는 것은 조명과 조명대조 정보의 다른 부분들에 대한 색의 이용

브라운관에 문자 도형을 표시하는 컴퓨터 단말장치 주시를 오래하면 생기는 피로 효과 사용된 상징기호 스크린의 어디에 무슨 정보가 나타나는가 등이다 그리고 매우 분명한 이유는 아니지만 로부터 읽는 것이 인쇄된 종이에서 읽는 것보다 더 늦다는 것이다 같은 전자 는 일반적으로 편리하면서도 비용절감효과가 있으며 대조 對照 와 조명처럼 어떤 중요한 특성들을 운용자들이 충분히 제어할 수 있도록 한다

제 장 경고표시장치

제 절 경고표시장치의 형태

경고 는 의 안전을 유지하기 위하여 승무원의 즉각적인 조치를 필요로 하는 상태를 나타내며 표시색은 일반적으로 빨간색이다 주의 는 진전되거나 나빠지면 비상사태가 되는 상태를 의미하고 즉각적인 것은 아니지만 운용자의 적절한 주의를 요구하며 표시색은 주로 적색이나 황색으로 나타낸다 충고 는 일반적으로 정보만이 해당되는데 승무원의 조치를 필요로 하거나 그렇지 않을 수도 있으며 이러한 표시의 색깔은 파랑 흰색 또는 초록으로서 이와 같은 가지 기본 원칙이 의 설계에 적용되는데 다음과 같은 특성을 가져야 한다

승무원에게 경보를 발하고 그들의 주목을 끌어야 한다
상태의 본성을 알려줄 수 있어야 한다
필요하고 적합한 행동의 지침을 제공해야 한다

제 절 표시장치의 신뢰도

경고 표시장치에 추가로 고려되어야 할 사항이 있다 좋은 예로서 승무원이 항공기 엔진 하나가 고장났는데 그 엔진이 아닌 다른 엔진을 껐기 때문에 발생하였던 사고들이다 먼저 의 설계에서의 고려사항으로 시스템의 신뢰도가 포함되는데 이는 시스템이 거짓 경고를 하여 운용자를 성가시게 할 경우 신뢰도를 잃게 된다 둘째 신호의 과도한 출현은 운용자에게 시스템에 대한 경각심 반응을 줄이게 하고 불쾌

함을 주게 된다 마지막으로 다중의 음성경고는 특별히 심사숙고해야 한다 예 한가지 상태보다 더 많은 것에 대해 경보를 하는 데 사용되는 동일한 소리 이러한 경고음들은 주의를 끄는데는 효과적이지만 실수를 초래하거나 수정조치를 지연시킬 수가 있다 음성 메시지는 확인과 판단을 향상시키는 데 도움을 준다

표시장치의 신뢰도에 관한 사고의 예로서 년 월에 이 미국 공항을 이륙한 후 분만에 추락한 사고를 들 수 있다 에 기록된 속도와 고도는 항공기가 착빙 에 직면한 에 도달될 때까지 예정된 상승성능에 적합했는데 조종간의 떨림 이 발생되었을 때의 속도는 로 예상되었으나 에는 로 기록되어 대조적이었고 피치 자세는 도 상태였다 속도 측정을 위한 정압장치의 착빙방지가열기 를 작동하지 않아 가 누적되어 의 공기흐름을 차단했으며 잘못된 속도와 마하 경고를 제공한 것이었는데 운항승무원들은 마하 을 실속경고로 잘못 판단하여 항공기 기수를 위로 들어 올림으로써 실속과 스핀을 초래한 것이었다

조종실 에서 조언 주의와 경고는 다음 개의 범주로 나눌 수 있다

성능 안전한 비행절차 또는 운영적인 엔벨로프 로부터 분리에 대한 정보 예 실속 과속과 지상근접 보통 매우 긴급한 일이다
항공기의 비행 상황 에 대한 정보 예 착륙 바퀴와 플랩위치
항공기의 시스템상태에 대한 정보 계기 상에서 제한된 영역 과 신호를 포함한다
의사소통과 관련된 사항 예 과

제 장 조작기의 설계와 운용

제 절 조작기의 중요성

제어 또는 통제 는 운용자가 기계에 메시지나 명령을 입력하기 위한 방법으로서 메시지는 특정화된 정확성과 시간대안에서 전달되어야 한다 의 다른 형식들은 각기 다른 기능들을 수행하는데 이산된 정보를 전달하는데 사용되거나 예

의 선정 연속적인 정보 전달에 사용되기도 하며 예 온도 선택 시스템에 조종 신호를 보내거나 직접 를 조종하기도 하므로 예
의 경우 처럼 운용자 집단의 특성을 고려하여 설계하여야 한다

제 절 조작기의 형태

조종에 필요한 힘과 기능적 요구조건들은 채택되는 의 형태와 설계를 결정하는데 이러한 기능에 기초해서 을 어떻게 선정하는지 그 의 실례는 아래와 같다

기능 힘	의 형태
이산 기능 힘이 낮음	
연속적 기능 힘이 낮음	
높은 힘	

제어를 위한 다른 기본 요건 인간공학 관점으로부터 은 작업영역내에 있어야 하지만 에 맞는 최적위치표시가 최적이 아닐 수도 있다는 것을 기억해야 하는데 설계시 다음 사항이 포함되도록 하여야 한다

제어 표시 비율 제어 입력에 상응한 표시의 변화량과 운용자에 의해 영향받는 제어 변화량과의 비율

표시 요소 예 포인터 의 이동 방향 제어 이동 방향과의 관계

제어 저항 은 제어 운용의 속도와 정확성 제어 감각 제어 이동의 매끄러움 그리고 부주의한 운용을 제어하는 민감성을 제어한다 제어 예 형태 크기 색 분류 위치 는 용이하게 식별할 수 있어야 하며 선택의 오차와 시간을 줄여야 한다 제어설계원칙의 마지막은 부주의한 인간의 행동으로 부터 보호되어야 한다는 것인데 이는 추력 레버가 아이들 상태에 있을 때까지 역추진 레버가 작동될 수 없게 하는 제어를 상호 연결함으로써 과 같은 방법으로 이루어져 있어야 한다 일부의 경우 현행 조건에 맞지 않는 행동이 시각적 청각적 경고를 조작시킬 수도 있다 예 착륙장치를 접을 때 추력 레버를 닫는 것이 청각적 경고를 작동시키는 예

제 절 항공기 조종실 의 설계 및 운용

항공기 조종실내의 키보드 사용은 컴퓨터의 도래와 현대 항공전자시스템 발달의 결과로서 계속 증가해왔다 숙련된 타자수는 에서 타당 하나 정도 실수한다는 연구가 있다 조종실 승무원은 일반적으로 비숙련 타자수로 볼 수 있으며 그들은 악조건 약한 불빛이나 진동 하에서 키보드를 사용하게 된다 승무원이 키보드를 사용할 때는 타자속도보다는 정확성과 오류 발견이 더욱 중요하다 부적절한 작동예방을 위한 키 싸이즈나 키간의 장애 진동에 대비한 적당한 손받침대 등은 키보드 설계시 고려해야 할 사항이다

그 동안 조종실은 유압 전기 기압과 가압장치 등과 같은 서로 관계없는 시스템이 집중되어 있는 보편적 공간으로 간주되어 왔으며 각 시스템은 서로 다른 전문가들에 의해 설계되었고 관련된 제어 및 표시장치는 주로 해당되는 시스템의 특성에 따라 조종되어 왔다

최근 제작자 항공사 운항승무원 및 행정기관을 포함한 다양한 부문의 민간 군 그리고 항공기 설계 제작 그룹간의 협조로 승무원 시스템 설계개념이 발전되어 왔다 이 개념에는 조종실의 배열 비품 좌석 창 빛가리개 환경변수 소음 진동 빛 온도 기상 잡화 커피컵 홀더 식기 가방걸이 등이 포함되어 있으며 또한 그 시스템을 운

용하는 운용자의 특성을 포함하고 있다

조종실설계의 시스템 접근은 시스템공학으로 가능한데 이 활동의 목적은 시스템 기능간 상관관계를 개발하고 서로 다른 개별적 기능 효과를 평가하고 모든 시스템 기능을 하나의 효과적인 기능체로 통합하는 것이다 운용자 정비사 교관은 시스템의 요소로 간주되는데 이 접근방법은 인간 기계 복합체로서의 최종적인 생산물이며 조종실은 와 의 요소를 갖춘 하나의 시스템으로 간주된다

이 영국 부근에 위치한 공항 활주로 입구에 추락했다 순항고도로 상승중 번 엔진에서 일련의 압축기 스톨이 발생했다 스톨은 구조적 결함에 의한 것으로 번 엔진의 동요뿐만 아니라 동체 떨림과 함께 조종실에는 연기와 불꽃이 발생했다 번 엔진도 손상된 것으로 믿고 승무원은 스로틀을 감소시켰다 번 엔진의 써징 으로 발생한 떨림은 번 엔진의 스로틀 감소로 멈췄다 이것이 승무원들로 하여금 그 비상사태에 정확히 대처한 것으로 믿게 했다 그리고는 번 엔진을 정지시키고 착륙하기 위해 회항했다 활주로로부터 마일 갑작스런 동력 감소와 번 엔진의 화재 경고가 있은 후 항공기는 추락했다 영국 항공사고조사기관인 는 사고조사보고서에서 새 계기에 나타나는 정보와 승무원에게 주는 정보를 전송하는데 있어서의 효과를 재평가하도록 권고했으며 또한 엔진 계기 시스템이 승무원에게 시스템 비정상을 경고할 수 있는 메카니즘을 갖게 하는 주의장치를 포함시키도록 수정 보완되어야 한다고 권고한 바 있다

효과적인 설계를 위해 현대 시스템공학적 접근은 운용자의 능력과 한계를 적절히 고려하기 위한 것이다

인간공학적 접근은 배치 명세 및 조종실 치장과 같은 설계 의사결정에 영향을 미치는 작업 요건과 운용자 특성의 평가와 함께 시작되는데 설계자는 설계 선택사항을 제한할 수 있는 제약요소를 고려해야 한다 이 제약요소에는 항공기의 공기역학적 특성이 포함되는데 그것은 동체의 단면과 기수 형태와 관련된다 예를 들어 콩코드의 조종실 폭 는 공기역학적 요건에 의해 설계되었으며 의 와 비교하면 상대적으로 비좁은 공간이라 할 수 있다

계기에 대한 교차 확인 이 요구되거나 같은 나 제어장치를 두 운항승무원이 같이 사용할 때는 운항승무원석간 거리는 중요한 요소가 된다 조종석

에 앉기가 곤란하도록 그 간격이 너무 좁으면 조종석을 약간 바깥쪽으로 옮기면 되지만 이것으로 비행중 위험한 상태에 이르지 않도록 운항승무원과 제어장치가 제대로 정렬되도록 하여야 한다

표시장치 까지의 관찰거리는 조종실 배치에서 중요한 관점이다 대형 항공기의 경우 운항승무원 눈에서의 표준적인 관찰거리는 주 계기판과 머리 윗판과 측면 시스템판과 이다 표시장치 세부크기는 관찰자 눈으로부터 표시장치까지의 위치와 거리에 의해 결정된다

비행 계기판은 설계자가 많은 주의를 기울이고 있는 부분이다 오늘날 대부분의 항공기가 갖추고 있는 기본적인 자형 배치는 비행자세에 중요 요소가 되는 가지 기본 파라미터 즉 속도 자세 고도 기수 를 빠르고 정확하게 모니터하기 위함이다 시스템의 정량적 정보를 표시하는 계기판 엔진 계기판등 은 계기를 블럭으로 나누어 정렬시키는데 계기중의 하나가 틀리게 가리키면 블럭의 대칭이 깨짐으로써 승무원이 보다 신속하게 모니터할 수 있도록 한 것이다 연료 전기 기압 유압계통과 같은 제어장치와 표시장치를 적절히 배치한 도식적 형태로서 시스템을 나타내도록 한다 비행유도판은 대개 조종석 정면 에 장착되어 있는데 이는 제어렬

로 운항승무원이 상체를 구부리지 않고 계기판에 다다를 수 있도록 하기 위함이며 계기판독을 향상시킨다

가 하에서 쿠알라룸푸르 공항에 접근중 활주로 입구에 추락했다 사고 요인 중의 하나로서 그 항공기를 타회사로부터 했는데 소유하고 있는 다른 의 제어절차와 일부 다른 점이 있었다는 것이다 사고 항공기에 있던 절차교범에는 항공기가 양도되기 전 원래의 계기판 이용절차를 보완한 내용이 없었는데 이 사고의 사례는 계기판의 설계가 안전에 미치는 영향을 잘 설명해준다 하겠다

토글 스위치 는 작동시키기 위해 스위치를 전방으로 밈 이나 쓸듯이 스위치를 작동시킴 개념을 적용할 수 있다 개념은 수직 또는 수직에 가깝게 장착된 패널에 대한 모호한 문제를 나타내며 또한 기준 규격 이 재배치되어야 할 때는 융통성이 부족하여 신규 스위치 위치는 개념을 더 이상 적용하고 있지 않다 개념은 이런 어려움을 해결하고 있다 이러한 표준화의 결핍이 혼란을 야기하며 승무원의 실수 를 유발시켜 온 것

으로 알려져 있다

인 승무원 탑승 항공기에서 세번째 승무원은 별도 계기판 앞이나 측면으로 앉거나 전방을 보고 두 운항승무원 사이에 앉게 되는데 항공기 제작자들은 수년간 이 두가지 설계를 번갈아 바꾸어 왔다 시스템의 복잡성이 추가 계기장치를 요하는 기준에 까지 증가한다면 별도의 분리된 장치 가 요구되는데 인 승무원 탑승 항공기에서 머리위 계기판은 측면 계기판에 설치되어야 할 제어장치를 제공하기 위하여 설치된 것이다 일반적으로 머리위 계기판은 전면부에서 가장 자주 사용되는 항목을 포함해야 하며 후면부는 상대적으로 조작하기에 불편하기 때문에 덜 빈번히 쓰이는 계기를 배치하고 있다

좌석 설계의 일반원칙은 조종실과 승객 좌석에 동등하게 적용된다 그 원칙의 일부는 좌석 뼈대 둘레의 한쪽 엉덩이 부분을 통하여 체중을 분산하고 허벅다리 뒤의 과도한 압력을 피하기 위해 좌석 높이를 적절히 하는 것 등이다 척수 脊髓 열은 균형있게 유지 되어야 하고 적절한 요추 지지와 좌석 설계에 의해 상대적으로 자연적으로 허리를 구부릴 수 있도록 해야 한다 팔걸이 는 어깨 팔 몸통의 자유이동을 허용하면서 적절하게 팔을 지지해 주어야 한다 그리고 내구성 물질중량 연소성 구조적 통합성 신뢰성 공간 이용 허가 요건 비용과 같은 요소들을 고려해야 한다 좌석 제어 제지 계통 발걸이 등도 적절히 주의해야 한다

단원 인간 소프트웨어

모델에서 는 운항승무원 혹은 을 운영하는 인원을 말하며 는 를 제외한 항공법규 비행절차 관련 프로그램 점검표 등을 의미한다

모델에서는 매우 유동적일 뿐만 아니라 많은 변수를 잠재하고 있는 즉 인간이 중심이 되고 있으며 그리고 그 주위에는 등의 요소가 둘러싸고 있다 그림 의 가운데 운항승무원과 소프트웨어와의 관계는 운항승무원 혹은 기타 인원과 절차 지침서 점검표 기호 컴퓨터 프로그램과 같은 비 물리적인 것들과의 관계를 말한다 이 두 시스템의 관계가 명백하지 않기 때문에 두 시스템간에 문제가 발생하였을 때 문제해결에 보다 많은 노력과 연구가 필요하다

그림 의 모델

제 장 표준운영절차

제 절 이론적 근거

배 경

복잡한 인간 기계시스템 이란 단지 한 사람 이상의 사람과 몇 가지 하드웨어 구성품의 관계만을 의미하는 것이 아니라 그 이상의 연관성을 갖고 있다

복잡한 시스템을 성공적으로 운영하기 위해서는 인간 기계시스템의 운영개념 규칙 지침 문서 등 조직적 기반의 도움을 받아야만 한다 그러한 운영개념의 일관성 다시 말해서 일관성과 논리성이 복잡한 시스템의 효율성과 안전성에 영향을 미치는 매우 중요한 요소가 된다 항공기 운항이나 우주비행 원자력 개발 화학 공정 그리고 군사작전 등과 같은 위험성이 큰 업무에 있어서는 완벽한 절차가 기본적으로 확립이 되어 있어야 하며 절차를 지키지 않았을 때의 대가는 엄청난 것이라고 할 수 있다

안전성의 확보를 위해 표준운영절차는 운항승무원에게 지대한 도움을 줄 것이다 표준운영절차는 운항승무원에게 한 가지씩 차례차례 수행할 조작의 내용과 순서를 제공하고 조작을 통일시키지만 반면에 운항승무원의 역할을 축소시키고 업무의 질을 하락시킨다 더욱이 아무리 완벽한 절차도 완벽한 안전을 보장하지는 못하며 잘 만들어진 조작절차도 위반하는 일이 자주 발생한다는 점에 유의해야 한다

잘 설계된 절차의 기능은 주 임무가 효과적이고 논리적이며 오류를 줄일 수 있는 방법으로 수행될 수 있도록 확인하기 위해 부수적 임무와 행위의 진행을 지시하고 구분함으로써 운항승무원을 돕는 것이다

조종석내 절차의 또 다른 중요한 기능은 시스템 안의 각 행위자 즉 운항 승무원 객실 승무원 지상요원 혹은 그 밖의 사람들과의 협동심을 고취시키는 것이다 절차는 또한 감독기관 예를 들면 정부기관 이나 경영자로 하여금 항공사에 대한 품질관리의 한 형태로 사용되기도 한다

표준운영절차란 보통 서로의 경험이나 기술적 능력을 잘 알지 못하는 운영자들을 위해 제공되는 절차이다 항공사의 경우 표준운영절차에 대한 확신이 매우 강하기 때문에 심지어는 표준화를 잘해 놓으면 운항중에 운항승무원이 조종석을 비워도 다른 대체인원에 의해 항공기가 안전하고 순조롭게 운항될 수 있다고 까지 믿고 있는 경우도 있다

항공사간의 인수합병이 초대형 항공사를 탄생시켰으며 이에 따라 표준화 작업의 진행이 더욱 중요해졌고 비용이 많이 소요되고 성취하기도 힘들어졌다 일관성있고 명

확해야 할 지침서 절차 정책 이념 등의 표현이 점차적으로 어렵게 되었다 이는 운항승무원이 운항의 특정한 개념을 유도하면서도 자신이 속해있는 기업의 역사나 문화를 동일하게 공유하지 못하기 때문이다 더욱이 거의 모든 사람들이 표준운영절차의 고수가 모든 장비를 운영하는 유일한 방법이 아니라는 사실을 모른다는 것이다

어떤 주어진 임무를 확실한 안전성을 확보하여 수행하는 방법은 몇가지가 있을 수 있다 예를 들어 어떤 항공사에서는 운항승무원이 활주로에 진입하기 전에 모드조정판 의 침로 선택창에 활주로 자침로를 입력하게 되어 있다 또 어떤 항공사에서는 같은 창에 표준계기출발절차 에 지시된 혹은 예상되는 침로를 입력하도록 하고 있다 이와 같이 항공사간에 다소 차이가 있는 방법을 사용하고 있는데 두가지 방법 모두 각각의 그럴만한 이유가 있는 것이다

사고 기록

인간과 절차의 문제는 대체적으로 절차위반의 형태로 나타나며 절차를 위반했음에도 운영 관리에 아무런 영향을 주지 않았다면 그 문제는 미완의 상태로 남게되지만 그러한 절차위반이 표면화되면 사고나 준사고의 원인이 되는 것이다 년 과 는 사고유발요소를 보다 쉽게 이해하기 위하여 운송용 제트 항공기의 사고조사 기록을 연구하였다 그들은 년에서 년 사이의 건의 항공기 대형사고를 분석하였는데 그 결과 승무원 과실에 의한 건의 사고 가운데 기본적인 절차위반이 원인이 된 사고가 가장 많았다는 사실을 밝혀내었다 표 참조 에 의해 수행된 건의 터어보 제트 항공기 사고 분석에서도 유사한 결과가 나왔으며 절차에 따른 행동이 미흡하여 발생한 사고가 전체의 에 달하였다 두번째로 높은 사고원인은 운항승무원 의사결정 미숙이나 과실이었음 이러한 연구결과는 년 동안 발생한 건의 사고조사 결과에서도 분명히 밝혀졌다

첫 번째 사고는 미국 노스웨스트사의 항공기가 플랩과 슬래트 를 사용하지 않은 채 이륙하다가 추락한 경우이며 두 번째 사고는 델타항공사의 기가 역시 같은 원인으로 이륙 직후 추락한 사고이다 세 번째 사고는 유에스에어사의 기가 방향키 트림 을 부적절하게 사용하고 그 밖의 몇가지 이유로 이륙 활주중 활주로를 이탈한 사고이다

운항승무원의 표준운영절차 위반 이란 것은 어떤 면에서는 오독 이라고 할 수도 있다 우리는 먼저 그 절차가 운항 환경에 적합한 지의 여부를 재고해야 하

며 절차가 일관성 있고 논리적인가를 재고해 보아야 한다 무엇보다도 중요한 것은 운항승무원으로 하여금 절차를 위반하게 하는 그 무엇이 절차의 구성이나 수행방법상에 존재한다는 것이다

표 승무원 과실에 의한 건의 항공기 대형사고 분석 자료

은 인적요소 혹은 인간공학을 다음과 같이 정의하였다
인적요소 혹은 인간공학은 두 개의 단계 즉 미시적 인간공학 과 거시적 인간공학 으로 구별된다 미시적 인간공학은 직접적으로 인간 기계시스템에 초점을 맞추는 것으로써 조종계통 디스플레이 등이 이에 해당되고 이에 비해 거시적 인간공학은 전반적인 인간 기계 시스템에 초점을 맞추고 있으며 구조와 운영상 그리고 개별적인 부수적 시스템간의 영향에 관련된다

우리는 운항승무원이 조종석에서의 절차를 어떻게 수행하는지를 이해하기 위해 절차와 같은 미시적 인간공학 측면에서의 고려와 방침 혹은 정책 절차를 개발하고 숙련시키고 사용하는데 있어서 기본적 운영 개념등과 같은 거시적 인간공학 측면도 함께 논의하여야 한다

제 절 이론

정의

절차란 무엇인가 일반적으로 절차란 다음과 같은 가지 사항을 모호하지 않게 규정하기 위해 만들어 진다

- 임무가 무엇인가
- 임무를 언제 수행해야 하는가
- 임무를 누가 수행하는가
- 임무를 어떻게 수행하는가
- 임무가 어떠한 순서로 이루어졌는가
- 임무가 어떠한 형태의 환류 로 제공되는가

위에서 언급한 바와 같이 절차는 사용자의 운영이라는 기본 개념에 기초하고 있어야 한다 이러한 기본 개념은 장비를 효율적으로 운영하는 방법을 규정하기 위하여 작업방침이나 절차에 반영이 된다 절차와 운영 개념은 서로 연결되어 있고 이러한 연결고리를 조종석 운영의 원리 방침 절차 이론 이라고 한다 그림 참조 최근 실행 이라는 개념을 추가하여 이론 이라는 모델도 도입되어 있다

그림 계통도

원리와 방침

가 원리

조종석 절차의 개념에 대한 접근을 위한 초석은 운항원리

이다 이러한 운항원리는 항공사등에서 항공기 운항을 포함하는 항공사 업무를 어떻게 수행하고 있는지를 견주어 볼 수 있는 중요한 도구로 이용될 수 있다 항공사의 운항원리는 몇사람의 결정권자에 의해 막대한 영향을 받을 수 있으며 기업문화에 의해서도 크게 영향을 받는다 특정 항공사에 퍼져있는 고유의 기업문화와 운항원리는 분명히 나타난다 어떤 항공사의 운항원리가 무엇인가하고 질문하였을 때 이를 쉽게 대답하기란 어려울 것이다 그러나 절차 방침 훈련 내용 징계절차 등으로부터 추론하는 것은 가능할 것이다

최근 조종석의 자동화에 따르는 운항상의 문제로서 자동화된 조종석에서의 비상사태시 자동화장비의 사용 방법과 시기 그리고 누가 결정하는가에 대한 협의가 부족하여 운항원리에 대한 논란이 증가하고 있다

세계적으로는 미국의 델타항공사에서 처음으로 이와 관련된 운항원리를 제정하여 소속 운항승무원들에게 배포하였다

나 방침

운항원리와 경제적 요인 홍보 항공기의 교체 중요한 구조적 변화등이 결합하여 방침을 만들어 낸다 이러한 방침에 근거하여 가능한 한 일관성있게 절차를 제작할 수 있게 되며 결국 운항원리와도 일관성을 유지하게 되는 것이다

이론 구조에서 각각의 단계는 고정적인 것이 아니며 항공기 운영에 대하여 몇가지의 방침이 적용될 수도 있고 오직 한 가지의 원리만이 적용될 수도 있는 것이다 운영이 성숙해지면서 방침이 결정되고 추가될 수 있으며 원리 또한 변경될 수 있는 것이며 경우에 따라서는 절차에 영향을 주는 항공기 운항 절차가 방침을 조정할 수도 있다

잘 설계된 절차의 기능은 주요 임무를 효과적이고 논리적이며 오류를 줄일 수 있는 방법으로 수행할 수 있도록 하기 위해 부수적 임무와 행위의 진행을 지시하고 구분함으로써 운항승무원을 돕는 것이다

제 절 절차의 개발

절차 개발의 지침

가 절차운영의 결과에 대한 환류 가 관리자나 절차를 개발하는 사람에게로 전달될 수 있는 체계가 확립되어야 한다 이 환류 체계는 공식적으로 진행되어야 하며 보고내용은 면책되어야 하고 이에 대한 조치가 있어야 하며 최초 보고자에게 조치사항이 전달되어야 한다

나 자동화된 조종석의 절차를 개발할 경우 자동화장비를 이용하는 대부분의 임무는 매우 복잡하고 일련의 표준운영절차와 상호작용한다는 것을 알아야 한다

다 관리자는 기본적으로 자동화에 대한 원리를 개발해야 하며 이는 특히 자동화된 조종석을 운영할 경우 중요하다

라 절차를 개발하거나 신기술을 조종석에 적용할 경우 현재 사용하는 모든 절차나 방침을 신기술에 비추어 보고 재평가해야 한다

마 환류 체계에서는 운항승무원 평가프로그램까지도 포함하여 사용되고 있는 기술을 모두 관찰할 수 있어야 한다

바 운항승무원뿐만 아니라 관제사 지상 요원 객실승무원들에게도 절차가 알려질 수 있도록 주의를 기울여야 한다

사 절차는 운항형태의 특이성에 따라 조율되어야 한다 이러한 특이성을 무시하였을 경우 절차를 준수하지 않는 사례가 많아지게 된다

아 어떤 장비를 위한 절차를 만들 때 그 장비의 제한사항이나 성능을 염두에 두어야 한다 잘 설계된 장비는 필요로 하는 절차가 간단하게 되지만 그렇지 않을 경우 절차는 복잡해진다

자 관리자는 절차가 항공기 혹은 하부 시스템을 운영하는데 적합함을 보장해야

한다 항공기간의 차이가 모호하거나 별다른 차이를 볼 수 없거나 감지하기 힘들 경우 더욱 주의를 해야 한다

차 기체 제작자나 부품납품업자는 장비나 부품 제작시 일반적인 항공사 절차에 맞도록 하여야 한다 그리고 절차에 대한 지식정도가 인간공학적인 고려사항에 영향을 줄 수 있다

카 운항승무원에게 제공되는 모든 문서정보는 하나의 시스템으로 간주되어야 하며 하나의 시스템으로 제작되어야 한다 즉 개별적인 문서정보를 모아서 사용하면 않된다 구성의 명료성과 논리성 그리고 상이한 문서정보의 표준화 등은 매우 중요하다 익숙하지 않거나 자주 사용하지 않는 절차의 지침서나 점검표는 범례를 만들어 사용함으로써 시간을 절약할 수 있다

타 절차는 어떤 장비의 사용 목적에 적합하도록 신중히 만들어져야 한다 컴퓨터를 이용한 시스템의 절차를 수립할 경우에는 특히 주의를 필요로 하며 서로 다른 조종석 환경을 위해서는 그것에 적합한 절차가 기본적으로 수립되어야 한다

파 절차에는 외부와의 의사소통 도 반드시 포함하여야 한다 예상되는 의사소통 내용을 찾아내고 훈련하고 다른 절차와 마찬가지로 표준화시켜야 한다

하 자동화된 조종실을 운영함에 있어서 브리핑은 승무원간의 모호함을 감소시키고 가변적 상황을 줄여 주는 중요한 도구로 사용된다 예를 들어 한 사람이 기술적 요소를 과신할 수록 다른 사람은 더욱 브리핑을 강조하여야만 한다

거 만일 같은 절차가 완전히 다른 결과를 야기할 수 있다면 그 절차는 모호함을 제거하기 위하여 수정되어야 한다 간단히 말하자면 절차는 완전히 예상할 수 있는 결과를 도출하여야만 한다

너 업무부하가 높은 비행을 수행할 경우 안전과 관련된 정보교환을 위해 특히 주의를 기울여야 한다 은 간단하고 명확해야 하고 다른 승무원에게 필요한 정보만을 전송해야 한다 은 다른 승무원들이 기본적인 업무에서 벗어나지 않도록

주의를 분산시켜서도 안된다 마지막으로 절차는 다른 절차들이 변경될 경우 다시 검토되어야 한다

더 절차를 만들때 어떠한 절차도 주어진 어떤 시간에 승무원이 수행해야하는 총 과업양에 부과된다는 사실을 고려해야 한다 운항승무원은 과도한 업무에 노출되었을 때 절차의 수행에 매우 민감해지며 업무량이 비교적 적은 부분으로 업무를 이동시킴으로써 효과적인 운영이 될 수 있도록 노력해야 한다

러 조종실내의 문서화된 소프트웨어를 설계할 경우 절차가 지나치게 많은 항목을 포함하거나 중복되어 있는 상황을 찾아내어 중복을 해소할 수 있는 방법을 강구하여야 한다

머 절차와 점검표의 빈번한 변경은 승무원들로 하여금 시스템이 불안정하다는 결론을 내리게 하며 또한 새롭고 변화된 절차의 중요성을 감소시킨다 따라서 최근에는 매우 중요하고 긴급한 내용이 아닐 경우 이러한 절차나 점검표의 변경을 최소화해야 한다는 주장이 대두되고 있다

버 표준운영절차는 단순히 기계적인 절차만을 설명하는 것이 아니라 배경이 되는 논리적 설명이 추가되어야 한다 운영논리 시스템 제한 그리고 모델과의 연계에 대한 상세한 설명이 포함되어야 한다

서 다기종 운영시 표준화는 분명한 이점이 있으나 이러한 유형의 표준화가 부적절한 경우도 있다 그것은 어떤 기종의 조종석 절차에 다른 기종의 절차를 중첩시킴으로써 완전한 최적화를 이룰 수 없는 경우가 발생하는 것이다

어 다기종 운영의 표준화를 위해서는 가지의 접근이 요구된다

다기종운영의 원리 제정

다기종운영 표준화 포럼의 개설

다기종운영절차에 대한 개인적인 의견의 수렴

저 절차의 개발 훈련 점검 이행 최종 환류에 이르는 일련의 흐름이 조직적

기구에 의해 지원되어야 하며 절차가 변경되거나 보완된 경우 이들 절차를 면밀히 감독하여야 한다

절차 변경의 사유

이미 제정되어 시행되고 있는 절차도 경우에 따라서는 변경되어야 한다 변경되어야 할 사유가 있는데도 변경하지 않는다면 결과적으로 다른 문제를 유발하게 된다 절차의 변경을 유도하는 대표적인 가지 요인은 다음과 같다

가 새로운 장비 예

와 같은 새로운 장비가 도입되면 장비자체의 조작과 여러가지의 기능을 수행할 예를 들어 일 때와 이륙시의 혹은 모드에서의 비행 절차등이 개발되어야 한다 이전에 사용되지 않았던 새로운 장비의 도입은 참고가 될 역사적 배경이나 선례가 없기 때문에 절차를 개발하는 데 매우 힘들게 된다

나 새로운 규칙 예 객실에서의 금연

비록 금연규칙이 객실 내에서의 행위에 제한을 가하는 규칙이지만 조종석에서도 다양한 금연 경고등을 조작해야하기 때문에 운항승무원에게도 영향을 주었다 새로운 금연규칙에 의해 이제는 금연 경고등을 한 상태로 계속 유지하고 있다

다 예기치 못한 경험 예 고도 강하율 위반

항공사는 년 고도 강하율 위반으로 에 보고되는 경험을 하였다 평균 한 달에 건이 같은 이유로 보고됨 이에 대한 조치로 가 고도를 입력할 때 고도를 하고 손가락을 에 대고 있으면 가 고도를 역시 하고 에 손을 댐으로써 확인하도록 하였다 만약 서로의 이 다르면 에 재차 확인토록 절차를 조정하였다 새로운 절차가 시행된 후 에 보고되는 위반건수는 한 달 평균 건으로 줄어들었다

라 새로운 항로 예 쌍발 항공기의 운항 연장

이나 과 같은 쌍발 운송용 항공기를 장거리 해상 비행에 투입하기 위하여

일련의 특별절차가 개발되었다 예를 들어 이륙 후 비행의 어떤 특정 시간에
진입지점 에 도달하는 조건으로 장거리
해상비행이 인가되었다 이렇게 됨에 따라 대체공항의 선정을 위한 절차 역시 필요하게
되었다

마 새로운 경영관리 예 인수 합병

인수합병시 전형적으로 인수사는 인수대상 항공사의 절차에 자사의 기존 절차를 통합하여 표준화시킨다 따라서 인수된 항공사 소속의 운항승무원은 새로운 절차를 재교육받아야 하며 만약 새로운 기종이 인수 또는 합병되었다면 인수사는 절차의 동일성을 기하기 위해 중요한 절차를 수립할 필요성을 갖게 된다

바 새로운 절차 예 샌프랜시스코 국제공항 의 접근절차

샌프랜시스코 국제공항의 활주로 의
접근절차는 계기접근절차상에 모든 절차를 상세히 설명하기 위해 한 페이지의 분량이 필요하다 운항승무원들은 이에 대해 다음과 같은 의문을 갖게된다 만약 내가 다른 어떤 접근절차를 예상하고 혹은 준비하고 있다가 접근을 갑자기 허가받았다면 이 모든 설명을 살펴볼 시간이 있을 것인가

사 협조 관계 예 탑승구에서의 항공기의 후진

년대 항공사에서는 탑승구에서 견인차로 후진시키는 절차를 수행하기 시작하였다 이에 따라 조종석과 지상요원의 통화절차가 필요하게 되었다

아 운항환경의 변화 예 산악지방으로의 취항

운항승무원은 인수 합병시 새로운 항로나 새로운 환경에 직면케 된다 예를 들어 미국 델타항공사가 웨스턴 항공사를 합병하였을 때 웨스턴 항공사의 기존 노선과 취항공항을 함께 인수하였고 델타 항공사의 운항승무원들에게 미 서부지역 산악지방의 입출항 절차를 다시 숙달시켜야 했다

자 다기종 운영시의 표준화

예를 들어 한 항공사의 주기종이 이고 소수의 를 운영한다고 할 때
은 에 비해 운영시 비교적 적은 전기적 에너지가 방출되므로 두 기종을 동시

에 조종하는 것이 허용되었을 때 운항승무원은 지상에 있는 사람들에게 전기 에너지에 의한 피해가 없으므로 지상운항시 를 작동시키는 것이 허용된다 그러나 의 경우에는 그렇지 못하다 운항승무원은 두 기종을 조종하면서 을 조종할 때 의 절차와 혼동하지 않으려 고심하게 되며 이런 경우 주 기종의 절차를 우선적으로 고려하여 의 작동을 의 절차에 따르게 한다

카 마아케팅의 영향 예 일등석 승객에 대한 보다 나은 서비스

다음의 예는 마케팅에 대한 고려가 어떻게 절차에 영향을 주었는지의 예이다 일등석 승객의 편의를 위해 항공기의 탑승구를 을 사용하지 않고 항공기 왼쪽의 앞에서 두 번째 탑승구 을 사용한다 이유는 을 사용할 경우 항공기의 승객 모두가 일등석 구역을 통해 지나 다니기 때문이다

이밖에도 항공사의 새로운 규칙 예 의 사용 항공사의 새로운 정책 소음 규제 권고되는 운항방식의 변화 예 감지 및 회피절차 정비기록에 의한 절차 변경 예 타이어 마모 기록에 의한 사용 자연적 위험의 발생 예 화산 폭발 인위적 위험의 발생 예 테러리즘 등을 절차변경의 사유로서 볼 수 있다

제 장 문서화된 소프트웨어

제 절 문서화된 소프트웨어의 종류

문서화 라는 것은 문서 자료를 작성하는 것을 말한다 수행한 작업의 기록을 남기거나 어떤 시스템을 사용자가 적절하게 이용할 수 있는 지침을 제공하기 위해 또는 작업자의 훈련등을 위한 교제를 만들기 위해 그리고 작업의 진행을 점검하기 위한 점검표의 작성을 위해 문서화가 수행된다

운항승무원이 사용하는 문서화된 용구 소프트웨어의 종류는 차트 혹은 지도 계기접근절차 기상정보 항공고시보 기종 장비별 사용 지침서 등이며 비행중 운항승무원과 항공기간의 인터페이스는 주로 점검표 에 의해 이루어진다

이러한 문서화된 용구는 운항승무원에게 많은 양의 정보를 제공하며 가끔 이러한

문서화된 용구를 판독하고 이해하는데 운항승무원들이 어려움을 겪게 된다

다음 절에서는 운항승무원이 주로 사용하는 문서화된 용구 중 점검표를 중심으로 작성의 원칙과 문제점등을 설명하기로 한다

제 절 점검표

개 요

현대 항공기의 이용에 있어서 점검표의 설계와 사용은 큰 약점 중의 하나로 대두되고 있다 경항공기를 조종할 때 점검표에 의하지 않고 비행하는 것이 그리 놀라운 일이 아니었다 하지만 이러한 것이 잠재적 실패 의 요소가 되고 있다 이는 외부의 어떤 요소와 결합하여 질병을 일으키는 내재하는 병원체
와 유사한 것이다

운항승무원은 점검표를 사용치 않거나 잘못 사용하는 것에 대하여 관대하다 그러나 정확하지 않고 부적절한 점검표의 사용은 그 자체가 내재하는 병원체 즉 사고유발 요소가 되는 것이다

초기의 점검표는 본래 기억력을 보조하기 위해 개발되었다 현재 사용되고 있는 점검표와 유사한 형태를 갖추기 시작한 것은 차대전 이후이며 일반적으로 이륙전 점검 착륙전 점검등과 같이 임무의 종류에 따라 구분된 형태를 갖추게 되었다

점검표와 관련하여 뉴질랜드와 호주의 민간항공규정 에는 다음과 같이 규정하고 있다

가 비행점검체계

운항지침서 혹은 비행지침서의 조작절차나 제한사항을 철저히 따를 수 있고 기장조종사 혹은 그 밖의 승무원이 다음과 같은 과정의 절차를 점검할 수 있는 체계를 확립하여야 한다

가 이륙전 및 이륙 절차

나 비행중 절차

다 착륙 절차

라 비상상황에서의 절차

점검표는 운항하는 항공기에 반드시 탑재하고 언제든지 즉각적으로 사용할 수 있는 위치에 보관하여야 한다

는 점검체계가 정확히 수행되고 있는지 반드시 확인하여야 한다

점검표의 형식은 다음과 같은 방법 중 적절한 방법을 택하여 작성되어야 한다

가 지면에 표기된 점검표

나 두루마리식 점검표

다 기계식 점검표

라 음성 점검표

마 컴퓨터에 의한 점검표

점검표의 기능

일반적으로 점검표는 다음과 같은 목적으로 작성된다

가 운항승무원에게 조작절차를 환기시킨다

나 운항승무원의 정신적 육체적 상태의 저하를 극복할 수 있는 항공기 조작의 기본적 표준을 제공한다

다 계기를 점검하는 적절한 순서를 제공한다

라 조종석 내 외부의 운항에 필요한 요구조건을 순서에 따라 점검할 수 있는 절차를 제공한다

마 승무원 간의 상호확인 감독 이 가능하도록 한다

바 모든 승무원이 운항체제 안에서 역할을 지속함으로서 팀웍을 향상시킨다

사 승무원 협조의 최적화를 촉진시키고 조종석 업무량의 적절한 배분을 위하여 승무원 각자의 임무를 규정한다

아 승무원의 항공기 운항평가를 위한 도구로 사용될 수 있다

자 비상시 승무원의 기억을 되살려 주고 위급한 조치 사항의 실행을 확인하고 운항승무원간의 조작의 상이함을 최소화해주며 업무량이 많고 극도의 스트레스를 받는 상황에서 승무원간의 협조를 고취시켜 준다

점검표의 문제점

가 점검표 사용에 익숙해지면 운항승무원은 보다 많은 참조정보에 주의를 분배할

수 있고 보다 많은 정보를 처리할 수 있는 능력을 갖게 된다 그러나 업무부하가 극도로 고조되고 스트레스를 받는 상황에서 운항승무원은 실제 상태와 운항승무원이 예상하는 상태를 혼돈하여 인지하는 경우가 발생하게 된다

나 운항승무원이 점검표의 각 항목을 빠른 속도로 수행하는 상황에서는 정확도가 저하된다

다 표준 용어를 사용하지 않았을 때 정보전달에 문제가 발생할 수 있으며 운항승무원은 점검표의 용어가 성가시고 그 표현이 부적절하다고 생각하거나 항목간의 순서가 부적절한 경우 사용하는 단어의 숫자가 너무 많을 경우 표준 용어를 사용하지 않으려고 한다

라 수많은 점검표에서 어떤 항목을 수행완료하였다는 뜻으로
등의 애매한 대답을 하게 되어 있다 그러나 가능하다면 이러한 대답은 실제상태 혹은 숫치를 불러주는 것으로 수정되어야 한다 또한 항공기에 따라 장착된 장비가 상이하거나 기체 제작사가 서로 다를 경우 한 항공사에서 다양한 기종을 운영할 때 용어의 상이함으로 인하여 운항승무원이 혼돈을 일으킬 수 있다

제 장 자동화

제 절 개 요

옥스포드 사전에는 자동화를 계속되는 단계를 통하여 제품 생산을 자동으로 통제하는 것 즉 자동화 장비를 이용하여 정신적 육체적 노동력을 절약하는 것 이라 정의하고 있다

조종실 자동화 는 운항승무원이 기계에 대하여 수행해야 하는 어떤 임무 혹은 임무의 한 부분을 승무원의 선택에 따라 기계에 적절히 할당하는 것 이라고 정의할 수 있다 이러한 정의에는 감독 의사결정 등의 인간업무를 기계가 대신하는 경고 체계를 포함하고 있다

자동화의 시초는 항공기의 공기역학적 조종면을 제어하여 비행자세의 안정성을 확보

하는 데 목표를 두었다 세계대전 이후 전기 혹은 전자 증폭기가 진공 자이로를 대신하게 되었고 와 같은 항공보안시설의 등장으로 이러한 시설의 신호를 수신하여 항로비행이나 최종 접근시 자동화 장비를 이용할 수 있게 되었다

년대에는 반도체 기술을 도입하여 자동착륙이 가능한 자동조종장치와 비행통제시스템 이 출현하였으며 자동 스로틀
에 연계하여 동력과 비행경로를 함께 제어할 수 있게 되었다

와

의 출현은 단순히 자동화 항공역학적인 혹은 항법상의 유지를 위한 를 넘어서 운항승무원에게 항공기 조종에 관련된 조언을 제공함으로써 자동화된 지휘 통제 의 개념이 가능토록 하였다 이러한 자동화 원리는 감지 체제나 자동 비행장치와 연계된 차원 비행관리체제 등에 적용되어 민간 운송용 항공기에 널리 보급되었으며 공역의 효율적 사용을 위한 업무에도 확대 적용되고 있다

조종석에서의 업무량을 줄여 안전성과 효율성을 증대시킨다는 목적과 더불어 경제적 이유로 조종석내의 자동화를 언급할 때 중요한 변화요소로 다루어져야 한다 운항승무원의 업무는 조종에서 감시하는 일로 변화하고 있으며

와 같은 자동화장비는 이미 보편적으로 사용되고 있다

최근 개발된 항공기 예를 들어 등 는 진보된 형태의 자동화 장비를 장착하고 있다 컴퓨터를 이용하여 항법 및 항공기 시스템 운영을 자동화하였고 운항승무원은 항공기의 실질적 운영에서 더욱 소외되고 있다 다시 말하면 항공기의 조종과 운영의 모든 문제를 직접 수행하고 책임을 졌던 운항승무원들이 이제는 항공기 운항에 직접적으로 필요한 하드웨어와 소프트웨어의 복잡한 연결을 관리하는 것으로 업무의 변화를 가져왔다 그러나 이러한 기술적 진보는 새로운 형태의 오류를 발생시켰다 즉 의 복잡성에 대한 의문이 제기되고 있으며 비록 적절한 대책을 발견하기 힘들기는 하나 키보드의 정보입력을 생략할 수 있는 방법등이 요구되고 있다 더욱이 신세대 항공기는 운항승무원과 항공기간의 정보교환이라는 측면에서 급속한 혁신이 있었으며 교환되는 정보의 양도 매우 증가하였다

예를 들어 의 화면에는
개 이상의 점검표 항목이 전시될 수 있다
의 화면에는 다양한 정보를 결합하여 매우 단순화된 형태로 전시할 수 있으며 항공기의 가지 기본 상황 기본적인 항로통제 항법 엔진과 조종성능 총괄적 시스템 을

실현시킬 수 있다

제 절 자동화의 필요성

자동화의 필요성은 앞에서도 부분적으로 언급하였지만 다음과 같은 가지 이유로 정리할 수 있다

안정성 확보

사고 혹은 준사고 보고에서 인적요소에 기인된 사고 기록이 계속적으로 높은 비율을 보이고 있다 자동화는 이러한 인간오류의 원인을 줄이기 위하여 인간의 기능을 기계의 기능으로 대체하였다 하지만 그러한 장비는 인간이 감시해야 하므로 인간은 그저 감시하는 기능을 지닌 존재로 변화하였다 장비와 인간 사이의 관계에서 사고를 유발할 수 있는 잠재요소가 새롭게 생겨났으며 경우에 따라서는 자동화 장비가 사고요인을 제거하는 것이 아니라 형태만 바꾸어 주는 경우가 발생하였던 것이다

경제성

항법 체계와 전반적인 운항기술 연료의 관리 등의 발전을 통하여 경제성 추구라는 목적은 어느 정도 충족되고 있다 신뢰성의 확보와 정비의 용이성 또한 이러한 경제성 추구의 항목에 추가될 수 있으며 일반적으로 경제성의 추구가 신세대 항공기의 개발에 있어서 주요한 고려사항 중에 하나인 것으로 잘 알려져 있다

기술의 발달

자동화는 자동화에 응용할 수 있는 기술의 발전이 만들어 낸 결과로 볼 수 있다 특히 마이크로 프로세서 기술의 발전은 고속화 대형화된 민항기의 자동화를 가속시켰다 사고로 인한 비용은 급증하였고 인간의 한계는 잘 알려져 있으므로 이러한 기계적 도움을 필요로 한다는 것은 당연하다고 볼 수 있다 하지만 자동화의 이점들이 일찍이 알려졌다는 것은 크게 의미있는 것은 아니며 보다 중요한 것은 최근 인식하게된 여러 가

지 문제점들이다

업무량의 감소

업무량을 줄이고 승무원을 보조하려는 노력은 단 명의 운항승무원이 조종할 수 있는 대형 항공기의 개발을 가능하게 하였다 자동화는 조종석 업무량을 줄일 수 있는 유일한 방법으로 알려져 왔다 그러나 자동화로 육체적인 업무량이 줄어든 만큼 정신적인 업무량이 감소하지는 않았다 오히려 증가하였다는 견해가 대두되고 있다 실제 운항경험에 의하면 업무량이 비교적 높은 비행단계 예를 들면 매우 바쁜 공항으로의 접근 착륙 등 에서는 업무량을 항상 감소시키지 못한다는 견해가 발표되었다

조종실 공간의 효율화

조종실 공간의 효율화는 디지탈 시스템에 의한 소형화 다양성이 가능해진 각종 장비 예를 들면 등 의 사용으로 많은 진보를 이루었다 보다 많은 정보가 운항승무원이나 지상요원에게 제공되고 있다

제 절 자동화의 문제점

운항승무원의 업무를 기계적기능으로 대치하는 자동화는 이미 언급한 바와 같이 가지의 필요성을 가지고 진행되어 왔지만 다음과 같은 자동화의 문제점이 존재하게 된다

상황 인지의 실패

상항 인지의 실패는 운항승무원이 직면하고 있는 상황을 알아차리지 못했을 때 혹은 지각능력이 부족하거나 잘못됐을 때 일어난다

사례를 든다면 상업용 제트 항공기가 취항하기 시작한 직후 뉴펀들랜드 피트 상공을 비행하던 기가 자동조종 스위치를 끄고 동시에 나선강하 비행상태로 진입되었다 운항승무원은 항공기가 조종불능상태로 진입할 때까지 자동

비행장치의 스위치가 적절치 못한 위치에 고정되었다는 사실을 발견하지 못했고 대서양 상공 피트 지점에서 항공기를 정상상태로 회복시켰다

항공기에 대한 상황 인지의 문제와 더불어 운항승무원이 자동화 시스템의 능력과 한계에 대하여 잘 모르거나 특정 상황에서 시스템이 어떻게 작동되는지에 대한 잘못된 생각을 하였을 때 시스템의 상황 인지에 문제가 발생하게 된다

사례를 든다면 년 태평양 피트 상공을 비행하던 항공기의 번 엔진에 부분적인 동력 상실이 일어났으나 운항승무원은 아무런 조치를 취하지 않았다 잠시 후 자동비행장치에 의해 빗놀이 현상을 수정하려는 순간 항공기는 오른쪽으로 기울어져 거의 배면 비행 상태까지 경사가 졌으며 기수는 거의 수직으로 아래로 향하게 되었다 피트 상공에서 회복이 이루어졌으나 운항승무원들은 자신들이 자세지시계의 비정상 상태가 계기결함에 의한 것으로 착각하였다는 사실을 비로서 알게 되었다

자동화에 따른 방심

자동화된 항공기로 비행할 때 어떤 경우 운항승무원의 역할이 전혀 없기 때문에 주의를 기울이지 않고 권태롭거나 혹은 방심하게 된다 방심하는 경우 인간은 자동화시스템에 대한 과신을 하게 되어 경계심이 적어지거나 원하는 임무의 오차한계를 과도하게 높이게 된다는 것이다

자동 비행이 순조롭게 진행되는 상태에서도 운항승무원의 비행상태에 대한 이해와 참여가 있어야 한다는 것이 요구되고 있다 운항승무원은 통제 고리 안에 있어야 하며 장시간의 비행중 단순히 감시만 하는 일은 피해야 한다 아래 그림 에서 조작 감시의 기능과 업무량과의 관계를 나타내었다

항공기의 조종과 같은 현대적 시스템의 운영에 있어서 조작과 감시라는 두가지 기능이 함께 요구된다.
위 그림은 이러한 자동화의 두가지 기능을 수행할 때 업무량과 두가지 기능과의 관계를 도시하였다.

그림 자동화에서의 개 차원 조종과 감시

자동화에 따른 압박감

자동화에 따른 압박감은 시스템 구성요소가 증가함에 따라 나타나기 시작하였다 시스템을 구성하는 요소가 증가하면 그 구성요소중 어느 하나가 고장을 일으킬 수 있다는 사실이 시스템 전체의 신뢰도를 저하시킬 수 있다 따라서 어떤 운항승무원은 자동화된

과정을 수행하는 것을 꺼려한다 이는 훈련체계가 부적절하거나 관리에 대한 스트레스에서 기인한다고 볼 수 있다

운항승무원 역할의 변화

자동화된 항공기가 비상사태에 직면하였을 때 아주 기본적인 질문을 할 수 있다 누가 비상사태를 벗어나기 위한 조치의 책임을 질 것인가 운항승무원인가 아니면 기계인가 이러한 질문은 답변이 간단하지 않으며 단지 오랫동안 지속되어온 운항승무원의 자존심만이 관련이 되는 것은 분명 아니다 이런 의문은 조종 의 본질과 외관상 나누어지는 사람과 기계의 권한 보다 세련되고 자동화된 장비를 취급하는 운항승무원의 역할이 무엇인가에 대하여 다시 생각하게 한다

승무원과 인터페이스 설계

부적절한 인터페이스란 운항 조건의 변화 예를 들어 사용 활주로의 변경 에 적응할 수 있는 능력을 갖춘 시스템을 사용할 때 변화에 대처하기 위한 조치가 복잡하고 인간 기계시스템 인터페이스에 시간 소모가 많은 경우를 말한다 부적절한 인터페이스 설계는 자동화시스템으로부터 운항승무원에게 권한이 인계되는데 긴 시간이 필요한 것을 말하며 준비시간 부족으로 인하여 수행 혹은 실행의 질을 떨어뜨린다 이러한 부적절한 인터페이스와 부적절한 상황 인지가 동시에 일어날 경우 안전하지 못한 상황을 유발한다

운항승무원의 선발

운항승무원 선발에 있어서 운항승무원의 경력과 비행시간에 대하여 기준을 다시 확립할 필요가 있다 자동화가 운항승무원 선발을 용이하게 하였다는 주장도 있으나 실제로는 자동화되고 진보된 항공기의 운항승무원 선발절차는 더욱 주의를 기울여야 한다 인간과 기계의 역할 배당이 상호 관계에 근거하여 확실하게 이루어져야 한다 이러한 관련성의 중요한 영향은 운항승무원이 배당받은 과업을 충분히 수행할 수 있는 자격을 갖춘 자를 선발해야 한다는 것이다 조심성있고 체계적인 접근 방법을 사용하여 운항승무원 선발절차를 확립하면 선발후 훈련과정을 단축시킬 수 있고 운항의 안전성과 효율성을 동시에 증진시킬 수 있다

훈련과 절차

재교육과 수동조작에 의한 항공기 조종기술에 대한 필요성은 자동화된 항공기 조종에 익숙해진 운항승무원이 기본적인 수동비행기량을 상실하지 않았는지를 우려하는 마음에서 비롯된다 많은 운항승무원들이 이러한 기본 기량을 유지하기 위해 수동비행 조작을 연습하기로 결심한다 하지만 또 다른 운항승무원들은 기본 기량이 유지되지 않았다는 이유로 자동비행에서 수동으로의 전환을 꺼리는 경우도 있다 적절한 훈련과 절차 그리고 원칙이 필요하며 훈련과정에 대한 감독이 필요하다

이 밖에도 자동화에 대한 문제점으로 승무원간의 협력관계 변화 자동화에 대한 운항승무원들의 태도 직무 만족도 와의 문제 등이 거론되고 있다

단원 인간 인간

제 장 서 론

제 절 개요

의 개념

인간과 인간의 인적교류 에 대하여 좀 더 구체적으로 살펴보면 인간 은 모델에서 중심에 위치하여 융통성 이 있으면서도 가장 중요한 역할을 하고 있는데 업무과정에서는 업무와 관련한 주변의 다른 인간 과 교류 관계를 유지하면서 업무를 수행한다 이것을 인적교류 라고 하고 항공기 운항 측면에서 본다면 중추적 위치에 있는 인간 은 곧 기장 이 되며 업무와 관련한 다른 인간 은 또 다른 조종실 승무원 객실승무원 정비사 회사 경영자 및 관리자 항공관제 종사자 그리고 탑승하고 있는 승객이 되는데 는 기장과 그 주변에 업무와 관련한 종사자들과의 관계를 말한다

의 중요성

오늘날 운항승무원은 인체기관을 이용 항공기의 각종 기기를 직접 조작하는데 과학기술의 발달과 비행환경의 변화에 따라 항공기를 운항하는데 필요한 운항승무원들의 기능과 역할도 변화하고 있다 그런데 항공기의 설계 계기의 지시계통 및 경보계통이라든가 항공기 운용에 필요한 절차 교범 점검표 및 비행에 필요한 기초자료 같은 것은 가시적이기 때문에 인간 기계 와 인간 소프트웨어 관계의 현저한 변화를 지적하는 것은 비교적 용이하지만 인적요소 라고 하는 인적 측면의 구체적인 변화를 지적하기는 어려운 것이다 역사적으로 볼 때 운항승무원의 훈련은 조종기술이나 항

공기 계통에 관한 지식에 중점을 두는 반면 승무원 상호간 어떻게 의사소통을 하고 필요한 정보를 효과적으로 교환 활용하며 합리적인 의사결정 방법 등에 대하여 간과해 온 것이 사실이다

여기에서 민간항공기 중 정기운송용 사고 사례에서 인적 요소가 기인된 사고의 비율을 보면 아래와 같다

그림 인적요인에 의한 항공 사고율

그림 에서 보면 년에서 까지 년간에 일어난 것 중 밝혀진 항공기 사고 내용을 보여준 통계인데 최근에도 백만회 이륙 당 건이 발생한다는 것이다

그림 원인별 항공기 사고

이것을 원인별로 보면 그림 에서와 같이 건당 건은 인적 요인에 의한 사고로 분석되고 있다 결국 항공기 구조 탑재장비의 고장 악천후에 의한 사고 기타 관제상의 잘못으로 일어나는 사고는 감소한 반면 복합적인 인적 과실 로 인한 사고가 증가하고 있다는 것을 알 수 있다

그렇다면 운항승무원에 대한 여러 가지 교육과 항공기 설계가 잘못 되었다든가 절차의 미비 또는 기상조건에 잘못 대처해 왔다든가 하는 것에 대비하는 것도 중요하지만 인적 과실의 근본 요인이 무엇인지를 표면화시켜 예견할 수 있는 인간의 능력과 제한사항들을 고려하여 인적 요소에 의한 과실을 줄이고 사고를 예방하는 대책이 더 중요하다

안전과 교육

각종 사고조사 보고서에 의하면 년도 이후의 사고들은 대부분 기장 이 가용자원을 잘못 활용하였음을 알 수 있다 예를 들어 보면 한 운항승무원은 대단히 바쁜 반면 다른 운항승무원은 그렇지 않다는 것이다 동승한 승무원 이 한 문제 항법의 과실 기계적 결함 등 를 해결하는데 동참하지 않았다는 것이다 결국 운항승무원간의 업무의 분담 정보의 공유 조종업무에 관한 의사소통이 잘 이뤄지지 않아 사고로 진전되었다는 것이며 이러한 원인들은 연구기관에서 모의비행장치 로 실험한 결과에서도 같은 결과가 나타났다 또한 장기간 연구팀이 연구한 결과를 보면 항공업체의 사고 중 는 인적과실에 기인하는데 운항승무원에게 있었던 많은 문제들은 기술분야에는 별로 관계가 없고 의사결정을 잘못했다든가 의사소통이 제대로 되지 않았다든가 적절하지 못한 을 발휘했다든가 또는 상황을 잘못 판단하거나 자원관리를 잘못한 능력 관련 부분이 훨씬 많다는 것이다 항공업체의 동의를 얻어 의 한 워크샵 에서 자원관리훈련 의 필요성을 발표하게 되었고 이 필요성에 따라 대형 항공업체에서는 공식적인 훈련과정을 개설하기 시작하였다 운항승무원에게 잠재하고 있는 취약점에 초점을 맞춘 훈련 기법이야 말로 소위 인적과실에서 오는 사고의 원인을 사전에 방지하는데 크게 기여할 것으로 생각하고 있다 항공 안전에 있어서 인적요소 측면에 더욱 중점을 둘 필요성이 대두되면서 교육이 개발되었는데 운항승무원들이 보유하고 있는 역량을 최대한으로 발휘하는데 있어서 필수적으로 승무원으로서의 개인과 대인 활동에 관한 가치관과 행동의 지표를 학습하기 위한 것을 목표로 하고 있다 이 과정에서 학습한 자원 에 대한 관리의 원리를 모의비

행훈련장치 에서 적용해 보는 훈련기법이 이후에 개발되어 실시되고 있는데 이 훈련을 라고 하며 항공기 안전의 향상을 위하여 한 차원 높은 교육 훈련기법이라 할 수 있다

제 절 인간 의 특성

모델의 중심인 인간 과 주변에 위치한 다른 요소들과 상호 유기적인 협력관계를 증진시키는 것이 승무원 개개인의 결함을 보완할 수 있다는 것이다 이러한 상호관계를 잘 유지하기 위하여 중추적 역할을 하고 있는 인간의 특성을 이해하는 것이 대단히 중요하다 하겠다

육체적 현상과 요구

인간은 작업하는 장소에서 일을 하기 위하여 작업환경에 적합한 여건이 필요하고 생리적 요구를 충족하기 위한 음식물 물 및 산소등이 필요하다

정보수집

인간은 감각기관을 통하여 필요한 정보를 수집하여 외부상황에 적응하고 필요한 반응을 하게 되어 있는데 인간의 기억력이나 분별력은 이러한 외부 상황에 따라 그 능력이 감소한다

정보의 처리

정보가 수집되면 뇌 조직에 보내져서 처리되어 요구에 부응하도록 되어 있는데 인간의 정보처리에 대한 능력은 상당한 한계를 갖고 있다는 것이다 모든 수단을 동원하여 정보처리를 정교하게 처리한다 하더라도 실수 를 일으키게 된다

행동성

일단 정보가 수집되어 처리 되면 그 내용이 근육계통으로 하여금 필요한 반응을 일으켜 몸을 움직이게 한다든가 어떤 형태의 의사결정을 하게 한다 의사결정 과정에 여러가지 요소들이 실수 를 일으키게 하며 결정된 의사에 따라 행동하는 과정에서 환류 의 기능이 작동하는데 이 과정에서도 실수 가 발생한다

환경적 장해

온도 기압 습도 소음 밤낮 명암 등 모든 것이 직무수행과 인간의 안전성에 영향을 미칠 수 있고 고도 공중 및 유쾌하지 못한 직업환경도 운항승무원의 행동양식이나 업무수행 능력에 영향을 미치는 실수를 유발할 수 있는 잠재력을 갖고 있다

문화적 차이

운항승무원의 여러가지 문화적 차이를 알아보기 위하여

을 사용

한 개 국가 개 항공사 명의 운항승무원과 명의 객실승무원을 상대로 주로 지휘통솔관계 승무원 의사소통문제 스트레스 작업관 의 행동방식 그리고 자동화에 대한 태도 등에 관하여 실시된 설문조사에서 문화적 차이를 더 분명하게 보기 위하여 문화권의 운항승무원과 비 문화권의 운항승무원간 차이를 비교해 보면 다음과 같다

가 지휘체계 및 의사소통

타 승무원이 기장의 결정 사실에 대하여 부담없이 질문을 한다든가 어느 경우에라도 부기장이 항공기를 대신 조종할 수 있다 권한의 위임 든가 기장이 절대적 권한을 행사해서는 안된다든가 비행관리의 성공이란 기장의 비행숙련도에 의존하기 보다는 그것 이상의 요소가 있어야 한다는 것 등의 내용을 로 하였을 때

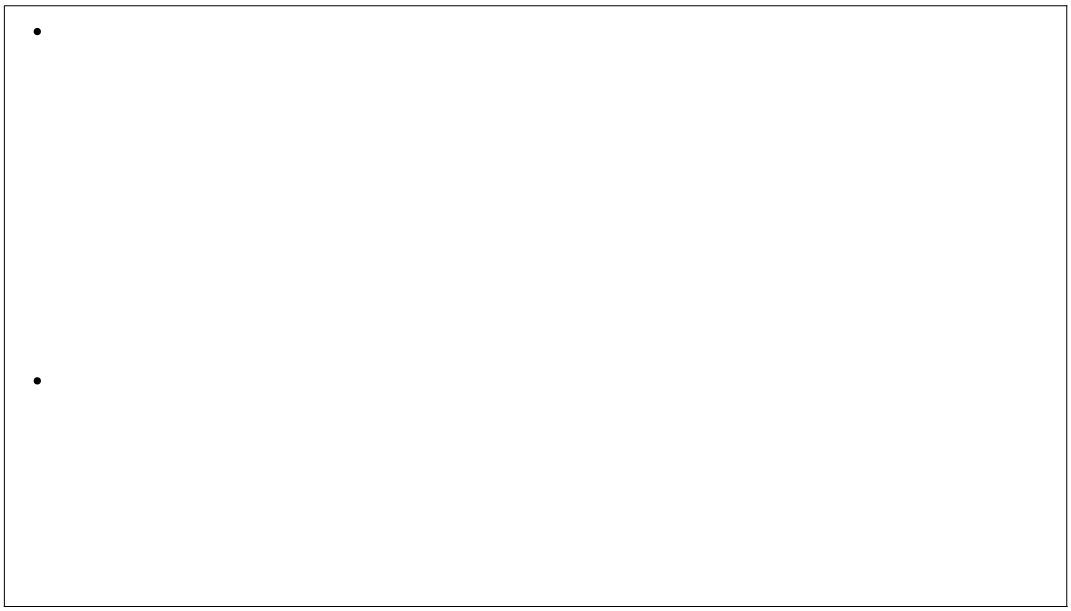
운항승무원들의 점수가 보다 높게 나타나고 있다 그림

그림

다음으로는 일은 반드시 말로 표현되어야 한다든가 자기 직무에 관계되는 것은 정보를 교환하고 과 승무원은 잘 협조하여야 된다는 내용을 정보교환 하였을 때 비 운항승무원쪽이 더 많은 점수를 주고 있음을 보여 주고 있다 개인주의적인 문화권 에서는 정보 교환 이 중요하지만 사람은 주장해야 할 경우에 말을 해야 할 책임이 있다고 보는 반면 집단문화권 에서는 자기 주장을 말한다는 것이 자연스러운 것이 아니므로 상의하달식 의사소통과 협조에 큰 가치를 두고 있는데 운항승무원의 관점보다 비 운항승무원의 관점의 비중이 큰 것을 알 수 있다

나 가치관 와 체면

그림 에서 작업에 임하는 여러 가지 태도와 가치관을 보여주고 있는데 문화권의 운항승무원은 인간은 평등하게 태어났다 는 평등주의 에 기초를 두고 있다고 보고 있다 다시 말해서 상위직으로서의 기장과 부하인 다른 와의 관계는 임시적이며 인위적인 특성을 가질 뿐 이라고 생각하고 있다



그림

의사결정을 하기 전에 서로 상의하는 지도자를 좋아하며 부하들을 항상 평등하다고 대우하는 지도자를 좋아한다 직설적이며 간결하고 편견없는 대화를 하는 편이고 어느 것이든 논리적으로 질문할 권리가 있다고 믿고 있으며 누구든지 의문이 있으면 으레 합리적인 해답을 구하고 마음에 들지 않으면 도전할 것이라고 기대하고 있다는 것이다

결국 문화권 사람들은 개인의 자율능력 에 대한 권리 책임과 의무에 찬성을 많이 하고 있다 반면 전세계적인 현상은 아니지만 비 문화권의 많은 운항승무원들은 불평등주의에 기초를 두고 있다고 보고 있다 전통적 계급제도 가 가족 씨족 직장 또는 모임 속에 그러한 직위가 생성되어 존재한다는 것이다 이러한 환경속에서 조성된 자연질서를 이해하고 순응하는 것은 당연한 책임이라는 것이다 그러므로 계급적 관계속에서의 의사소통은 자연히 관계질서를 존중하고 단체적 조화를 유지하기 위하여 간접적이며 조심성 있는 대화가 필요할 것이라는 것이다 결국 기장과 다른 승무원의 관계는 상급자와 하급자간에 형성되는 합법적 상하 차등관계와 같다고 보는 것이다



그림

체면이라 하면 사회적 위치와 일반적 관행에 비추어 자신에 대하여 타인으로부터 인정하는 품격같은 것이라고 말할 수 있는데 어느 문화권에 있거나 사람은 자존심 명예 그리고 존엄성에 많은 가치를 부여하고 당혹을 피하려고 하거나 자존심을 유지하려고 하고 각종 사회활동에서 자기의 표상 을 넓혀 가려고 한다 체면이라는 용어는 원래 중국에서 나온 것인데 문화적인 현상이 아니고 일반적인 개념에 속하는 것이다

체면이란 묘해서 사람이 교통 상호작용 이 이루어지는 곳에서 상호 체면을 위협하는 소지가 많다 이러한 경우 그림 에서 보는 바와 같이 계통의 운항승무원은 다른 사람의 체면보다는 나 자신 을 위주로 하고 기장과 간에는 신분의 차이를 느끼지 않으며 기장이 잘못했으면 스스로 책임을 지고 체면이란 위협받지 않는 것이라고 하는 반면 비 계통의 운항승무원은 다른 사람들의 체면과 우리 를 위주로 하고 기장과 간에는 신분의 차이가 엄격하고 기장이 잘못했으면 는 공동체의 일원으로서 난처하게 생각하며 기장의 태도를 바로 잡게 할 수 없는 것이 서로 부끄럽게 생각하기 때문이다

이상에서 본 바와 같이 인간은 어쩌면 인간은 실수할 수 있다 라고 한 바와 같이 인간의 특성상 항상 잠재적으로 실수 를 갖고 있다고 보아야 할 것이다 설상 가상으로 다국적 승무원 을 운용하고 있는 업체

에서는 조종실 구성원의 문화적 차이가 장점도 있지만 단점으로 작용하여 직무 수행능력을 저하시키는 경우가 많다고 보고되고 있다

제 장 승무원 자원관리

제 절 배경

인적요소 의

조종실 내에서의 승무원 상호간의 인간관계가 원만치 못하면 어떤 사태를 유발하는가에 대하여서는 다음과 같은 미국 보고서의 일부 내용이 몇 가지 교훈을 주고 있다 년 월 미국 근처에서 추락한 대형 여객기는 가 고장난 를 교환하고 있는 동안 발생하였는데 이 사고에 있어서 다음과 같은 사실이 발견되었다

가 접근이나 착륙의 통상절차 이행이 의 이상 지시에 의하여 소홀이 되었고

나 업무량을 줄이기 위하여 자동조종장치가 사용되었으나 항공기 조작 책임의 위임은 명확히 하지 않았으며

다 를 뺀 다음 잘못 끼웠고

라 부조종사는 걸려서 꼼짝하지 않는 를 다시 빼는데 여념이 없었으며

마 기장은 부조종사를 돕는 한편 문제를 다른 방법으로 해결해 보기 위해 다른 승무원에게 지시하는 등 주의가 분산되었고

바 승무원들은 약 분동안 고장난 지시등에만 몰두하는 바람에 그 밖에 대하여는 별로 배려를 하지 못하였다는 것이다

결론으로 기장은 항공기의 비행 상황을 항상 감시 하고 주관하는 기본업무를 망각하고 있었다는 것이다

공항에 착륙하려던 민간항공기 한대가 활주로에 도달하지 못하고 추락하였는데 이것도 먼저 서술한 사고와 같이 사소한 기계적 결함에 몰두하는 바람에 자기 항공기의 위치를 잃어 항공기는 착륙준비 을 채 갖추지 않는 상태에서 정상보다 나 높게 최종접근지점 을 통과했다 그 후 항공기는 조종실 업무를 너무 서둘러 승무원간에 업무를 분담해야 하는 수칙을 지키지 못하여 수평자세를 만든 후에도 공중에서 항공기 속도를 줄이기 위한 공기 저항판 가 되어 그것으로 인하여 속도가 급격히 감소하게 된 것을 승무원이 전혀 인지하지 못하였다 이 사고분석의 대부분이 수평자세 로 만든 전후의 사건들이 다루어지지만 이 사고는 기장이 비행장 접근 초기 단계에서 적극적인 비행관리 조종실내에서 승무원 관장과 임무 분담 을 잘하지 못함으로써 발생하였다는 것을 강조하고 있다

지금까지 기술한 사고에서는 몇 가지 공통점이 있으며 그 중에서도 가장 중요한 점은 운항승무원이 이용 가능했던 승무원 자원 을 효율적으로 이용하지 못하였다는 것이며 또한 이들 자원의 효율적인 활용만 이루어졌다면 이러한 사고는 미연에 방지되었을 것이라는 점이다 이 밖에 접수된 많은 보고서에서도 자원관리의 여러 가지 문제점들이 기술되어 있을 뿐 아니라 나 보고서에서 발견된 많은 문제점은 가 행한 모의비행장치에서 실험한 사례에서도 운항승무원이 필요한 정보 그 외 관련자료 이용 가능한 인적자원을 효과적으로 활용하지 못하여 운항의 안전과 효율성을 위태롭게 했다는 것이 증명된 바 있다

이러한 문제 해결을 위해서는 훈련을 통하여 효과적인 자원관리에 필요한 의사소통 통솔력 및 사회성 등에 관한 바람직한 능력을 개발하여야 한다는 것이다 년 월에 에서 열린 주최 워크샵 에서 자원관리 교육문제가 주제로 제기되었었는데 보고서 에 따르면 지휘와 통솔력 의 잠재능력의 평가와 개발을 촉진하기 위하여 활용하는 기술과 기준을 강화해야 한다고 제안하고 있으며 자원관리의 훈련은 비행훈련 초기에 시작하여야 하고 운항승무원으로 종사하고 있는 한 전 생애 퇴직시까지 를 통하여 계속되어야 한다고 하였다

훈련의 구체적인 목적으로서 다음과 같은 항목을 제안하였다

가 운항중에는 개개인 역활과 책임을 명확히 한다

나 회사내에 있어서 개개인 역활과 책임을 명확히 한다

다 운항승무원 상호간에 교차 하여 확인하고 유효 적절한 의사소통의 중요성을 인식하게 한다

라 다른 동료 운항승무원 항공관제 정비 운항관리 등의 인적자원은 이용가능하다는 사실을 인식하게 한다

마 자원관리는 기장 뿐 아니라 다른 운항승무원의 공동 책임임을 인식하게 한다

인적자원관리 교육의 방향

지금까지 보아온 것처럼 인간 은 개인 또는 으로서의 원만한 상호작용 이 비행안전과 비행능률에 가장 중요하다는 사실을 알고 있는 이상 이 문제를 소홀히 할 수 없다고 말하기에 이론 이 별로 없다 승무원 상호간의 협조관계와 능률을 증진시키기 위하여 교육에 많은 노력을 기울이고 있는 추세이지만 본 교육의 유효성에 대하여 체계적으로 연구되어 발표된 것은 아직 없다

다시 말해서 여러 사람들의 판단으로 자원교육이 특정 시기에 적어도 어떤 분류의 운항승무원에게 효과적이다라고 하고 있지만 전반적으로 이것이 가장 효과적이라는 확실한 증거는 아직 별로 없다 연구자료가 별로 없다는 것이 항공연구기관측의 전문적 지식이라든가 동기 가 부족한 탓이라기보다 오히려 운항승무원의 업무 수행능력에 대한 기록이 운항승무원으로서의 신분에 영향을 줄 목적으로 쓰여지지나 않을까 하는 예민한 반응 때문이라는 견해도 있다 교육기법을 개발함에 있어서 가장 필요로 하는 내용을 정한다든가 상대적 영향력을 평가하여 어떤 수준의 내용을 채택 유지하여야 바람직한 것인가를 고려할 수밖에 없다 총회결의문 에 의거 일련의 가 발간되고 있으며 에서 조종실 자원관리 및 에 관한 훈련자료을 기술하고 있는데 그 내용을 보면 훈련의 배경의 설명 훈련의 단계 교과과정의 개발기준 교과과정에 포함할 내용 훈련기법 훈련으로 얻어지는 효과 등으로 되어 있는데 이는 교육훈련의 지침을 마련하고 있을 뿐 구체적인 학습내용과 도달하고자 하는 목표가 없다

의 정신을 기초로 항공업체들은 운항승무원 구성원의 특성과 문화적 배경을 참조하여 항공사의 안전운항을 위한 인적자원관리 훈련기법을 설계 하고 개발하여 비행훈련과 병행하여 훈련을 실시하고 있는데 훈련목표를 효과적으로 달성시

키기 위하여 학술교육 실습 및 그리고 보강훈련 등 단계로 실시하고 있으며 이 가운데 운항승무원들을 대상으로 동승한 승무원 상호간 협력 증진 능력의 향상을 실시하고 있는 교육 훈련에 관하여 구체적으로 고찰코자 한다

제 절 및 교육 훈련 사례

학술교육

초기학술교육 단계에서는 사전 학습과 활동의 두 단계로 학습하게 되는데 사전 학습단계에서 에 입과하기 전에 배포된 책자로서 필요한 의 요소 를 예방하고 방지하기 위한 효과적인 의 운항의 직무성과를 높이기 위한 외부인적관계 등 이론 부분을 회사에서 근무하는 동안 자습하게 되며 에 참석하게 되면 소규모의 으로 편성되어 실험과 토론을 통하여 을 습득하고 의 가치관을 이해하도록 하고 있다 사전학습에서 준비하는 내용과 에서 학습하는 내용을 보면 다음과 같다

가

인적자원 관리 능력을 보다 효과적으로 연구하기 위하여 판단의 기준이 될 어떤 형식의 틀 을 만들어 라고 하고 가지 을 유형별로 설명하고 있다 궁극적인 목표는 개인의 태도가 다른 에게 어떠한 영향을 미치며 동시에 조종실 전체의 능력에 어떠한 영향을 미치는가를 이해하는 것이다

의 구성

에는 두 개의 상이한 척도가 있는데 그 하나는 직무에 관한 관심도 인데 비행임무 수행상태 경제적 운용 안전성 등이 포함되고 다른 하나는 인간에 대한 관심도 인데 직무를 수행해 나가는데 있어 접촉하게 되는 사람들을 말한다 여기에서 사람 이란 다른 정비요원 객실승무원 항공교통관제사 상급자 기타 비행에 관련되는 사람들을 말한다 인간에 대한 관심도를 종축으로 하고 직무에 대한 관심도를 횡축으로 하여 관심도를 에서 까지의

척도를 마련하여 은 관심도가 가장 낮고 는 가장 높은 것으로 정한다 그 다음 이 두 개의 축을 조립하면 아래 그림 과 같이 틀 이 생기게 된다

그림

관리법의 유형

직무와 인간의 관리법을 나타내는 다섯 가지 유형은 에 관하여 연구하고 이해를 증진시키는데 대단히 중요하다 의 틀은 하나의 도구로서 태도 행동양식 을 설명하는 수단에 지나지 않는다 이것은 심리학으로 인간을 평가하는 기준도 장치가 아니므로 사람을 보고 항상 어느 한 개의 만을 사용하는 것 같이 결정해 버리는 것은 잘못이다 사람은 상황에 따라 상이한 방법을 사용하든가 관심의 정도를 바꾼다는 것이다

결국 를 한 개의 유효한 틀로서 이용하면 인간의 행동양식 을 정리해서 고찰하거나 설명하는데 도움이 된다는 것이다 또한 그것에 의해서 인간의 행동배후에 있는 사고 방식이나 그 사고 방식 때문에 어떤 일이 발생하는가를 더욱 정확히 그리고 뚜렷한 형태로 이해할 수가 있다는 것이다 이라든가 라는 번호는 행동양식의 일반적 유형 을 나타내는 기호와 같은 것이다 그러기 때문에 한가지 형태에서 어떤 인간행동의 모든 특징을 설명하는 것은 무리한 일이라 하겠다

의 틀을 조종실 직무에 관련시켜 학습함으로써 여러 가지 새로운 조종실 운영 방법을 발견하게 된다 개념을 활용하여 조종실에서 행한 행동이 건전하지 않는가 또는

어느 정도 건전하지 못한가를 분간하게 되며 나아가서 그러한 행동을 보다 효과적인 것과 대체할 수도 있게 된다고 할 수 있다 가지 유형을 비교해 보면 다음과 같다

가 형의

직무나 인간관계 어느 쪽에 대하여도 별로 관심을 갖지 않는다 왜냐하면 관심을 표명한다면 필연적으로 다른 사람들로부터 주의를 끌게 되고 복잡한 일의 화근을 심는 것이 되기 때문이다

나 형의

원만한 인간관계를 최우선으로 한다 그 기본 이념은 다른 들이 기분좋게 만족하여 서로 따뜻하고 친밀한 관계에 있으면 모두가 협력해서 효율적인 운항을 하려고 하는 마음이 우러난다는 것이다 그러므로 주위의 사람들로부터 호의를 갖고 대해 주도록 하기 위하여 협력하는 것이다

다 형의

자기의 주위와 환경은 다른 들이 받아들일 수 있는 타당한 선에서 맞추려고 노력한다 마음만 먹으면 좀 더 잘할 수 있지만 적당한 선에서 만족해 한다 그러므로 조금만 진전이 있으면 그것으로 과업이 끝났거나 할 일을 다했다고 생각한다 무엇이든지 다른 와 의견의 차이가 있으면 타협이나 순응이나 또는 조정을 통해서 타협점을 찾아 문제를 해결하려 한다는 것이다

라 형의

직무에는 최대한의 노력을 경주하지만 다른 의 의견이나 태도 감정 등에는 거의 관심을 갖지 않는다 권위로서 주의의 사람들을 지시하고 지배하려 한다 그러므로 다른 가 지시대로 무엇이든지 이해하고 복종하지 않으면 직성이 풀리지 않는다 때로는 기장이 시키는 일만 하지 하고 요구하고 그 곳에는 그러나 라든가 그러면 이라든가 혹시 라는 등의 의문은 허용되지 않는 것이다 운항효율의 성패는 여하의 상황을 자기 주관하에 두어 인간적인 요인을 최소로 국한시키는데 있다고 생각한다

마 형의

전 의 관련과 참여와 헌신에 바탕을 두어 최고의 성과를 성취하겠다는 것이다

결국 상호 신뢰감과 존경심을 가지고 공통목적을 추구하고 달성시키고자 한다

나 능력의 개발

과 권한은 엄연히 다르다는 것을 확실히 해두는 것이 필요하다 그 차이는 은 함양되는 것이고 권한은 위임된다는 것이다 이 두 개의 관계가 함께 행사된다면 가장 이상적인 상황이 될 것이다 통상 기장은 자기의 권한을 직접 행사하면서 간접적으로는 법률에 의하면서도 회사 방침에 따라 다른 와 업무분담을 하면서 직무를 수행하고 있다 그러나 기장이외의 다른 들의 경우는 기장의 의사결정에 책임을 분담하는 것을 의미하므로 이란 전체의 능력에 크게 영향을 주고 있다 그러므로 개인의 효율성을 높이는데 직접 관계되는 을 어떻게 사용해야 할 것이냐는 각자가 항상 연구하고 함양하도록 해야 할 것이다 이를 위하여 각자의 능력과 조종실 전체의 능력 향상에 관련되는 요소 에 대하여 상세히 보기로 한다

문제의식

주의에서 일어나고 있는 모든 일에 문제의식을 갖고 주의깊게 관찰하고 상세히 조사하는 과정으로 개인의 내면적 특성을 뜻한다 우리는 다양한 훈련을 통하여 인적 과실 를 없애려고 하지만 과실은 불가피한 것으로 알려져 있다 그러나 라고 하는 행동특성에 의하여 그 를 초기단계에서 발견함으로써 과실을 감소시킬 수가 있다는 것이다 가 활발히 이루어지려면 항상 질문이 적절하고 자료를 수집하면 유효한 것인가를 조사해 보고 정보는 최신의 것으로 유지하되 정확성을 검토해야 한다는 것이며 이렇게 되면 인적 자원을 최대한으로 활용할 가능성이 높아지는 것이다

신념의 표명

자기의 입장이나 생각을 분명히 하면서도 보다 나은 생각이 타인으로부터 제시되면 그것을 인정하는 의무를 뜻한다 자기의 제안이 적절치 못하다고 판명되면 체면에 집착함이 없이 이를 받아 들인다는 의무이기도 하다 가 활발히 이루워지기 위하여 의견의 발표는 솔직성과 개방성을 바탕으로 하여야 하고 반드시 관심사를 이야기하며 다른 사람의 의견을 적극적으로 구해야 할 것이다

갈등 해결

감정 의견 가치관 행동 등에 있어서 차이가 생기면 사실이든 상상이든간에 논쟁이나 분쟁으로 발전할 수가 있는데 감정만으로도 갈등이 생길 수 있다 갈등이 생겼다고 반드시 부정적이거나 비건설적인 것은 아니며 갈등이 어떻게 해결되느냐에 달려 있다 한편 잘 대처하면 갈등은 오히려 보다 깊은 생각 보다 좋은 문제의 포촉방법 그리고 보다 나은 방법으로 해결되는 방향으로 발전시킬 수가 있다 결국 잘 해결
됨으로써 더 이해하고 존경할 수 있게 된다는 것이다 갈등에 잘 대처하기 위하여 차이를 일으키는 저변의 원인을 찾아 누가 옳은가 라기 보다 무엇이 옳은가 에 초점을 두어야 할 것이다

의사결정

운항과정에서 이루워지는 의사결정은 대단히 다양하다 일상적인 것으로부터 특수한 것 중대한 결과를 초래하는 것으로부터 그렇지 않는 것까지 다양하며 상의하지 않고 혼자서 결정할 수 있는 경우도 있고 중대하거나 복잡해서 남으로부터 여러 가지 의견을 들어보지 않으면 좋은 결과를 얻을 수 없는 경우도 있다 지휘권의 확립 없이는 팀을 운용할 수 없으므로 의사결정은 기장 이 해야 하지만 의사결정을 하기 위하여는 대단히 다양하고 복잡하지만 다른 의 지지가 필요하다 결정에 임해서 충분한 정보와 개방적인 정보교환에 입각한 최선의 의사결정은 기장의 권한을 축소하는 것이 아니고 오히려 성공할 확률이 높고 다른 로 부터 존경을 받을 수 있다는 것이다 건전한 의사결정을 하기 위하여 결론에 임해서는 건전하고 안전한 결정을 하도록 하며 확신이 서면 자기의사를 바꾸고 항상 다른 의 이해와 지지속에서 결심한다는 신념을 가져야 한다

논평

수행한 업무에 대하여 어느 정도 이해하고 있으며 수행한 결과에 대한 정도를 측정하고 문제가 된 사항이나 잘못되었던 점을 노출시켜 원인을 검토해 보는 과정을 말한다 에는 여러 가지 방식이 있는데 그 중의 한가지 개인에 대한 이 있다 어떤 사람의 행동을 직접 관찰한 사람들이 그 사람이 행동 근거가 되었다고 생각되는 이론 또는 기본적 사고방식와 행동이 다른 사람들에게 어떠한 영향을 미쳤는지를 본인에게 설명해 주는 것이다 유익한 를 하려면 계획과 결과를 검토할 때는 건설적으로 하여야 하고 에 대한 은 학습을 목적으로 해야 하며 개선을 위한 지표를 제시하고 증진시켜 나갈 수 있어야 한다

다 조종실에서의

승무원들은 서로를 바라보고 을 그 상대방의 성격 으로 생각할 지 모르나 개의 형은 결코 인간성의 특징을 구분하는 것이 아니라 그것은 승무원의 어떤 특정한 태도나 행동양식으로 나타나는 기본적이 사고방식을 구분하는 표시에 불과한다 그러므로 현실에 대한 당사자의 사고방식을 나타낸 것이다

많은 사람들에게 있어서 그러한 기본적인 사고방식은 그 사람의 인생관 이 되어 버린다 그러므로 무슨 일이 생기면 평소 흔히 사용하는 방법으로 대처하고 반응하려 하는 것이다 이와 같이 인생관이 되어버린 상태를 되어 있다고 본다면 예를 들어 형에 오랫동안 반응해 온 사람은 을 가졌다고 설명할 수가 있는데 가지 요소 를 적용하여 가지 을 좀 더 구체적으로 보면 다음과 같다

나는 스스로 결정을 내리지 않고 타인에게 의뢰한다 의사결정 나는 무관심하고 대개는 타인의 의견과 행동에 따르고 타인과 다른 의사표시는 하지 않는다 신념의 표명 갈등이 일어나면 나는 중립을 지키거나 또는 갈등속에 휩쓸려 들지 않으려 한다 갈등 나는 타인의 결정 사실 생각 등을 아무 생각 없이 그대로 받아들인다 문제의식 타인이 정보를 요구하면 제공하고 가급적 은 하지 않는다 논평

나는 우호적인 관계를 위하여 가급적 타인에게 결정을 맡긴다 의사결정 나는 다소 이견이 있더라고 타인의 의견 생각 행동을 수용한다 신념의 표명 갈등이 일어나지 않도록 노력하지만 일어나면 모두의 기분에 맞추어 사이좋게 한다 갈등 나는 모두가 찬성하는 사실 결정 생각 등을 추구하고 다른 와 서로 맞서지 않고 모두에게 용기를 북돋우어 준다 신념의 표명 그리고 남의 장점은 적극적으로 칭찬하나 단점에는 되도록 언급하지 않느다 논평

나는 완전하지는 않지만 타인이 받아들이기 쉬운 실행 가능한 결정을 찾는다 의사결정 내 의견이나 생각을 우선 타인에게 자연스럽게 던져 보고 행동함으로써 타인과 타협하거나 남과 대차가 없도록 한다 신념의 표명 갈등이 일어나면 모두가 수용할 수

있는 해결책을 찾는다 갈등　나는 사실을 대체로 액면 그대로 받아 들이고 모순이 뚜렷해지면 조사해 보지만 사실　결정　생각 등을 일단 확인을 하되 그 객관성에 대하여는 깊이 추구하지 않는다 문제의식　나는 비공식적이거나 간접적 방법으로 피상적인 을 한다 논평

나는 스스로 판단을 내리는 것이 중요하다고 생각하며 결정이 타인에 의하여 이루어지는 경우는 거의 없다 의사결정　비록 타인의 견해을 부정하는 한이 있더라고 자기가 옳다고 느끼는 의사　생각　행동 등을 관철한다 신념의 표명　갈등이 일어나면 그것을 묵살하든가 자기 입장을 관철해야 한다 갈등　나는 어떤 상황에서도 자신의 통제하에 두고 타인이 과오를 범하지 않도록 하기 위하여 자기나 타인의 사실　결정　생각을 깊이 조사해 본다 문제의식　나는 타인의 어떠한 작은 결점이나 실책도 놓치지 않고 지적하고 문책한다 논평

나는 건전한 결정을 내리는 것을 중요시 하며 동시에 주위의 이해와 참여를 구한다 의사결정　나는 관심사나 신념을 표현해야 한다고 생각하며 타인의 의견　생각　행동을 구하고 납득이 가면 언제나 자기 생각을 바꾼다 신념의 표명　갈등이 일어나면 그 이유를 밝히고 근본 원인을 찾아내서 해결하려 한다 갈등　나는 적극적으로 자료를 수집하고 확인하고 타인의 생각　결정　사실 등의 건전성과 객관성을 끊임없이 재검토한다 문제의식　나는 운항중에 을 적절히 하고 운항이 끝난 후에도 을 해서 타당성　객관성은 물론 학습의 기초가 되도록 한다 논평

라　외부 인적 관계 및 협조

지금까지는 에 영향을 주는 의 다양한 역학 관계를 다루어 왔으나 이번에는 운항의 안전 및 효율에 영향을 미치는 다양한 외부 과 그들과의 협력관계에 대하여 이해하고 의 효율에 어떠한 영향을 미치는가를 고찰해 볼 필요가 있다　여기에서 란 를 중심으로 객실승무원　정비사　항공교통관제사　회사경영자　관리자 및 승객 등을 말한다

간의 갈등

우리는 훌륭하게 서로 협력하고 있기 때문에 갈등 같은 것은 없습니다 라고 말하는 경우가 있습니다 그러나 갈등을 외부로 표현하지 않으려고 하거나 참고 견디고자 하고 있거나 양자 중 하나일 것이다 견해에 차이가 있으면 갈등은 필연적으로 생기며 갈등의 정도가 더 심화된다는 것이다 왜냐하면 자기가 속해 있는 에 대한 충성심이 있고 중심으로 주관을 강화시켜가는 과정에서 객관성을 잃을 가능성이 크며 지고 오면 의 배반자요 이기고 오면 영웅이 된다는 단체심리가 발동된다는 것이다 그러나 간에 갈등이 생기지만 갈등이 해결되는 경우와 해결되지 않는 두가지 경우가 있다

가 해결형 갈등처리

형 처리 형

부담이나 편견없이 솔직성을 발휘하여 최선의 공동목표을 찾아가는 것이다 극히 드믄 일이지만 질적으로 높은 문제 해결형이다

형 처리 형

정확성을 다소 잃는 일이 있어도 쌍방이 수락할 수 있는 방법을 위하여 서로 타협하고 접근하는 것이다 결과를 얻기 위하여는 무엇을 주어야 한다는 해결형이다

형 처리 형

우리는 모두 좋은 관계를 유지해 왔는데 서로가 마음을 거슬리는 토론은 하지 맙시다 라는 발상으로 인간적인 관계를 유지하면서 결정의 질 에선 별 관심없이 해결하는 형이다

나 해결할 수 없는 갈등처리

갈등은 불가피하며 일단 일어나면 어쩔 수 없다는 것이다 그렇기 때문에 승리하든가 제 자에게 중재하는 수밖에 없다는 처리 형태인데 결국 문제를 해결할 수 없다는 생각이다

힘의 대결 형 형

상대방의 사정을 고려하지 않고 어떤 수단을 동원하더라도 최고의 결과를 쟁취하려고 전념하는 것이다 상대방의 약점을 찾거나 약점을 이용한 공격을 하는 형태이다

외부인사의 재정에 맡기는 형 형

스스로의 노력과 책임을 포기하고 제 자에게 재정을 맡기는 형태인데 판정의 기준을 권위자 또는 조정자 교범 같은 것에 맡겨 해결이 어렵게 되는 것이다

운명 에 맡기는 형 형

어짜피 중요한 일이 아니므로 라는 식으로 문제를 운명에 맡겨 처리하자는 것이다 동전 을 던져 그것으로 결론을 내자는 것이다 결국 운명에 동의는 하지만 문제가 해결된 것은 아니다

형의 특성

외부의 영향을 받지 않는 상황에서는 유유한 태도를 유지하고 규정이나 지시에 따라 행동하며 비교적 자기 일에 열중한다 그러나 외부의 영향을 받거나상황이 달라지면 외부에 대항해서 단결하게 되어 극히 주관적으로 되며 작은 것에 집착하여 큰 것이나 잠재적 인 것을 놓친다는 것이다 그리고 상대방을 극복하기 위한 비정상적인 대책을 세우게 된다 토론의 장이 벌어지면 승패식의 행동이 점차 고조 되어 결국 공격과 반격이 교환되고 당신이 무엇이라 하든 이것으로 결정하겠어요 라는 압도식 형태에 이르게 된다

협조

투쟁형이나 단절형으로 간의 관계가 일단 교착 상태가 되면 안전운항에 지대한 영향을 미친다는 것을 인식하고 형의 행동을 일으키게 한 원인등을 파악하여 대책을 수립하고 상호간의 최고의 공통목표을 포착하고 이에 대한 새로운 계획을 수립하여 문제 해결형의 관계를 구축할 노력이 필요하다 결국 타협 평화공존 조정 고립화 등 형은 운항효율에 큰 문제가 있다는 것을 깊이 인식하여 건설적인 관계 수립이 필요하다 하겠다 무엇이 옳은가 에 초점을 두는 해결 방식이야말로 외부와의 관계에서 이해와 존경은 물론 최대한의 협조관계가 유지될 것이다

마

는 가정과 직장 환경에서 벗어난 곳에서 실시하며 사전 학습에서 습득한 지식을 확실히 이해시키고 소기의 학습 성과를 달성시키기 위하여 참가자 스스로 활동에 참여하고 공헌하는 것을 학습하도록 계획하고 있다 이 의 구성과 운영 및 목표에 대하여 보면 다음과 같다

구성과 운영

참가자들은 특별한 원칙 없이 편성되며 대개 명 단위로 개조 또는 개조로 편성된

다 에서는 학습과 능력개발이 주로 이나 활동을 통하여 촉진되는데 명확한 목적과 시간 계획이 짜여져 있는 과제를 성취함에 있어 최선이라고 생각하는 방법을 자기들끼리 결정해 가는 것이다 이들 과제를 통하여 참가자들은 의 개념과 유형을 상세히 배우고 또 개인 팀 집단적 문제 해결에 적용되는 방법 등을 학습하게 된다 그리고 운영자 라고 칭함 의 역할은 학습을 촉진하는 역할을 하기 위한 운영을 담당하는데 있는 것이지 해답을 가르쳐주는 것은 아니다 는 교사 처럼 지식을 전달하거나 토론을 주도하는 것이 아니고 학습과제에 대한 보충설명이나 참가자의 질의에 응하는 것이다 최고의 학습성과가 얻어질 수 있도록 하기 위하여 에서 개발한 학습방법 을 사용하는데 간단히 소개하면 아래와 같다 문제 를 해결하는데 있어서

가 행동을 선택하는데 필요하고 적합한 이론 을 정립하고
나 행동 즉 과제에 착수한다
다 행동한 내용을 논평 해 보는데 그 행동이나 방법이 가져온 결과 정도 난이도 등을 조사하여 이론의 선택이 잘되었는지 못되었는지를 검증하고
라 논평의 내용을 일반화 시키고
마 이론의 유효성이 입증되면 그것을 적용해서 성과를 올리는 것이다

학습목표

의 활동에서 학습하고자 하는 내용은 다음과 같다

가 이론을 학습하고 소망스러운 조종실 를 확인한다
나 개인의 행동방법을 하는 일의 가치를 확인한다
다 자신의 에 관해서 이해를 증진시킨다
라 솔직성과 개방성을 바탕으로 하는 의사소통을 습관화한다
마 기장권한의 적절한 행사법의 이해를 증진시킨다
바 상승적 업무수행 방법이 안전의 기여도를 이해한다
사 를 향상시키는데 유효한 를 체험적으로 학습한다
아 부서간에 내재하는 문제가 안전을 저해하게 되는 이유를 이해한다
자 외부인과의 건설적인 관계수립 요인을 이해한다
차 자원관리에 있어서 높은 풍토적 기준의 중요성을 인식한다

실습 및

두 번째 단계로 실시하는 것이 훈련인데 실습과 을 목적으로 마련된 것으로서 실제 항공기 운항 에 있었던 여러 가지 사례들을 모의비행장치 에서 실습해 보는 승무원 훈련으로서 의사소통 자원관리 및 통솔력에 초점을 맞추고 있다 훈련 내용 을 소개해 보면 다음과 같다

가 의 기본요소

의 구성

실제 비행업무를 수행할 때와 같은 승무원 편조로 훈련이 이루워져야 하며 업무분담 역시 승무원 현재 직분 에 맞도록 운용토록 한다

현실적 상황 부여

현실적으로 발생하는 문제 그리고 현실적 운항 상황 을 부여하는 훈련으로 현실적 시간 으로 진행한다 상황을 부여하는 내용 은 계획된 전 비행구간 에서 실시할 수 있도록 짜여진다

훈련의 자유분위기

교관은 참석자에게 합격 불합격으로 판정해서는 안되며 가 진행되는 동안 간섭없이 운영을 하여 승무원이 여러 가지 의사결정을 해 본 경험을 바탕으로 스스로 학습하도록 한다 의 개념은 승무원으로 하여금 교관의 간섭없이 사용할 수 있는 자원을 충분이 이용하고 창의력을 발휘하도록 하는 것이다

교관의 개입 없는 훈련

는 교관 개입 없이 계획된 시간을 끝까지 사용해야 한다 그리고 잘못을 지적하고 교정을 해주는 것보다는 자기 경험을 통해서 교정하고 학습하도록 하는 것이 효과적이다

에 의하여 행한 훈련을 녹화하였다가 훈련이 끝나면 그 내용을 보면서 를 실시한다

나 훈련의 단계

훈련이 시작되기 전에 교관은 승무원에게 와 교관의 역할을 설명한다 그러면 비행승무원은 각자 임무에 대하여 으로서 서로 하고 상황처리를 실제 비행임무 수행시와 같이 하도록 설명한다

비행전 준비

비행전 절차계획 및 은 훈련목적에 맞도록 준비되어야 한다 예를 들면 악기상 상태에서의 최선의 선택 부적절한 연료 탑재의 적절한 조치 등을 볼 수 있도록 계획 자료를 준비한다는 것이다 기타 비행전 준비 사항으로는 조종실 준비 이륙비행자료 등 여러 가지가 포함된다

비행구간

비행훈련 구간을 이륙 상승 순항 그리고 접근착륙 등 전 구간이 포함된다

은 훈련중 승무원의 업무수행 상황에 대하여 실시하고 그 중 을 포함해야 한다 개선의 여지가 있는 상황이 반드시 강조되어야 하며 개인으로서 또는 으로서 행한 활동상황에 대하여 교관의 를 받는다 로 녹화한 활동을 분석 검토하여 상호 을 함으로써 진정한 자기의 이 어떤 것인지를 체험하게 한다

다 구성

목적

를 작성함에 있어서는 그 목표를 정립하여야 한다 예를 들면 항공업체에서 어떤 운영상의 문제가 여러번 반복해서 일어났다면 그러한 문제들을 에 포함시킬 뿐 아니라 회사가 특별히 고려할 문제 고질적인 사례 가 있다든가 하기 또는 동절기 운항 관련문제라든가 특수한 비행장 운영문제라든가 여러 가지 특수조건의 운항문제들을 이 훈련에 포함한다

작성

작성시 아래 내용을 구체적으로 포함시켜야 한다

가 출발지점 항로 그리고 목적지

나 여러 가지 도착절차 갑작스런 활주로 변경에 따르는 절차도 포함

다 대체 공항으로 가기 위한 비행절차

라 전 비행구간을 운항하기 어려운 비정상 및 비상절차

마 비행에 영향을 주는 악기상 상태

바 항법장비의 부분 또는 전부 이상상태

현실성

운영시간은 현실적인 것과 같아야 되고 실제상황같이 운용되어야 한다 교관은 관계자 객실사무장 정비사 기타 비행에 관련되는 사람의 역할을 할 수 있도록 하여야 한다 또한 는 운용 지휘통솔력 신념표명 승무원 협조 그리고 의사소통 관계 등 여러 가지 내용을 발전시키는 요소를 포함하여야 한다

정기 보강훈련

가 훈련방향

자원관리 교육과정 내용이 아무리 효과적으로 편성되어 있어도 강의 그리고 모든 내용 일시적이며 단기적인 것은 별로 효과가 없다 비효율적인 승무원 협력관계를 일으키는 태도 및 기준을 개선하려면 일생을 두고 노력을 해야 한다는 것이다 다시 말하면 단기 훈련으로 장기간 형성된 관습을 고쳐 보겠다는 것은 불가능하다는 것이다 또한 은 모든 훈련과정에 포함시키고 개념이 실제 운항 못지 않게 강조되어야 할 것이다 그러므로 은 회사의 조직 문화와 불가분의 일부분이어야 한다는 것이다

은 회사의 경영관리자나 기장들의 인사를 위한 교육과정으로 생각하고 있는 것이 보통인데 이러한 생각은 잘못된 것이라고 할 수 있다 훈련은 전 승무원을 배경으로 할 때 가장 효과적이기 때문이다 과거의 운항승무원 교육은 승무원 직위에 따라 분리 운영되었었는데 순전히 기술적인 훈련이라든가 승급훈련에서 요구하는 기준을 충족하는데는 필요하였지만 훈련에서는 그것이 별로 적절치 않다

본 보강훈련은 장기간에 걸쳐 실행하여야만 소기의 목적을 달성할 수 있으며 나아가서 본 훈련은 객실승무원과 조종실 요원 합동으로 인적요소에 관련된 문제들을 논의하고 운항관리사 정비사 기타 지상요원들과 함께 개념을 보강해 나가는 것이 효과적이라 하겠다

나 형의 은 실행가능한가

지금도 본 교육을 이수한 많은 사람들 가운데에는 일상적으로 항공기 운항중에 그것들을 실현해 간다는 것은 불가능한 일이라고 말하는 사람이 있다 형인 사람이 보기

에는 그것은 지나치게 이상적이다"라고 말할 것이고 형의 사람은 그것은 불가능하다 라고 할 것이고 형의 사람은 그것은 무리한 목표이다"라고 할 것이며 형의 사람은 남에게 너무 신경을 쓰며 모두가 같이 한다는 것은 권위를 손상시킨다 라고 생각할 것이다 여기서 한가지 분명히 해야 할 것은 이러한 비판의 배후에 있는 근본적 생각은 나는 내 나름대로의 방식이 좋으며 자기 자신을 변혁시키는 노력은 하고 싶지 않다 특히 다른 방법으로 사용하다가 알지도 못하는 영역으로 끌려 갈지도 모르니까"이다 이러한 의견에 대한 해답은 본론에서 이미 결론이 도출된 것이다 본 책자에서 모든 사례는 형의 을 보다 안전하고 보다 효과적 운용을 기할 수 있다는 가치관을 인정하고 있다 항공계는 선구자 들에 의하여 창시되고 그들에 의하여 산업으로 발전해 왔음을 부인 할 수 없다 선구자는 지금도 필요로 하고 있으며 개척자 만이 변혁을 가져온다는 것을 알아야 할 것이다

단원 인간 환경

제 장 내부적 환경

제 절 온도

항공기 내부의 온도조절은 아주 중요한 일 가운데 하나이다 이는 탑승객과 승무원 간에 조건이 다른 경우가 발생할 수 있으므로 주의해야 한다 다시 말해서 식사준비를 하면서 일을 하고 있는 객실승무원과 좌석에 앉아있는 탑승객과는 신체적 조건이 다를 수 있으므로 신체에 적합한 온도는 차이가 있을 수 있다 그리고 온도는 체내에 수분 손실과 직접적으로 관련되어 있다 인체는 환경조건의 변화에도 불구하고 체온을 유지할 수 있는 적응력이 있지만 보통 섭씨 도 이하의 온도와 섭씨 도 이상의 온도에서는 불쾌감을 느낀다

섭씨 도에서 앉아서 독서를 하는 경우 시간당 리터 차 운전을 하는 경우 시간당 리터 걷는 경우에는 시간당 리터로 땀으로 배출되는 체내 수분 차이를 보여 주고 있다

항공기 조종실내에 있어서 기내 온도 조절은 아마도 승무원과 관련된 가장 중요한 환경분야일 것이다

운항승무원의 임무는 조종석에 앉아서 수행되기 때문에 온도조절에 관한 고려사항이 많은 것은 아니지만 휴식을 위한 조종실외에서의 활동과 객실 승무원에 대해서는 고려되어야 한다

일하는 승무원 즉 기내 주방 에서 음식을 준비하는 등 특별히 활동량이 많은 승무원은 좌석에서 앉아 있는 승객이 최적이라고 생각하는 온도 분포에서 매우 더운 것을 느끼게 될 것이다

담요를 덮은 상태로 쉬고 있는 승객과 기내 주방에서 일하고 있는 승무원이 짧은 소매로도 땀을 흘리고 있는 것을 발견하는 것은 자연스럽다 문제는 오븐과 뜨거운 컵에서 나오는 열이 기내 주방으로부터 과다하게 방사되어 종종 악화시키는 것이다 하지만 기내 주방에서 멀리 떨어진 곳에서 환경적 온열 조건에 있어 기본적인 차이는 능동적이고 수동적인 승무원들간에 나타난다 이러한 차이는 비행중 보충해야 할 물의 양에 그대로 반영이 된다 승객은 시간당 리터의 물이 필요한 반면 매우 활동적인 승무원은 거의 승객의 배가 필요하게 된다

이러한 수분요구는 수분 손실율과 관계가 있는데 육체적 활동 기온 상대습도에 따라 다양하다 수분 손실은 다른 방법으로도 발생되지만 수분 손실에 대한 활동의 영향은 발한률 로서 판단하게 된다

제 절 습도

고고도로 비행하는 항공기의 새로운 환경요소에는 매우 낮은 상대습도가 있다 이는 공기 중에 매우 낮은 수분 함유량 때문이다 그리고 상대습도는 탑승객에게도 달려있다 몇 시간 비행하고 나면 상대습도는 나 떨어지게 된다 난방이 되는 방인 경우 여름에는 정도 겨울에는 이면 대체로 쾌적감을 준다 이보다 낮은 상대습도에서는 바이러스나 박테리아가 더 오래 살아 남아 있는 것이 관찰에 의해 밝혀졌다 그리고 이하 또는 이상이면 건강에 좋지 않다고 한다 상대습도가 이하가 되면 건조해져서 눈 코에 상당한 불쾌감을 주게 되고 감기와 같은 질병 감염에 대한 저항성을 떨어뜨린다 개인적으로 신체에 수분 부족현상을 막기 위해 커피나 술을 마시는 것을 삼가해야 한다 그리고 탑승기내의 낮은 상대습도를 높게 하기 위해서는 항공기 운영에 따른 문제점을 내포하게 된다

예를 들어 의 경우 상대습도를 에서 로 올리기 위해서는 시간당 약 의 물이 필요하게 된다

항공기가 상승함에 따라 공기는 건조하게 되어 기내의 상대습도는 환기율 승객 탑승율 기온 기압의 다량성으로 보통 내에 있게 된다 이것은 제트 항공기 운항에 가장 경제적인 고도에서 매우 낮은 수분 함량에 기인한다

승무원의 업무중 부상 및 질병에 관한 조사에서 승무원은 다른 근로자에 비해 호흡기 질병의 예상된 정도가 배나 되는 것으로 보고되었다

또한 낮은 습도는 피부에 해로운 영향을 주고 노화 효과를 촉진시킨다 적절한 수분이 비행중 보충된다면 전체 몸의 탈수현상은 예방될 수 있다 비행중 상대습도는 가습기의 장착으로 높일 수 있으나 많은 양의 물과 필요 장비는 무게를 증가하는 문제를 야기시킨다

고도 피트에서 승객탑승율이 일 때 의 기내 습도를 에서 로 증가시키려면 시간당 의 물이 필요하게 된다

또한 필요이상으로 높은 상대습도는 전자장비에 좋지 않은 영향을 주고 장시간에 이

르러서는 항공기의 각종 자재가 습기의 흡수로 인해 기능이 떨어질 수도 있다

제 절 기압

항공기를 자주 이용하는 사람들은 항공기의 이륙이나 착륙시에 귀가 일시적으로 멍멍해지고 심하면 두통까지 뒤따르는 경험을 한 두번쯤은 겪었을 것이다 또한 항공기가 순항 비행중 심하게 흔들리는 요란현상 의 경험도 겪었을 것이다 이러한 경험등은 우리가 평상시 지상에서만 생활하다가 고공이라는 환경에 노출됨으로써 발생되는 것이다 이러한 환경에서 우리의 몸도 고공환경에 적응하려는 생체변화가 일어나게 된다

객실기압도 보통 이상에서 비행하는 경우 내지 로 조절된다 여압장치는 급격한 감압에 위험을 가지고 있으며 의식을 유지할 수 있는 시간 은 비행고도에 따라 다르며 그리고 남 여간에도 차이가 있음이 밝혀졌다

제 절 소음

민간 고정익 항공기의 주된 소음원은 기체와 엔진에서의 경계층 난류로 부터 발생된다 그리고 이것은 전진 속도와 공기 밀도의 증가에 따라 증가하게 된다 더욱이 에어콘과 여압장치 그리고 유압계통도 소음 발생에 한몫을 하고 있다

일반적으로 항공기내에서 발생하는 소음은 주파수대가 광범위하고 동체의 측면보다는 중심선을 따라 데시벨 정도 감소하는 현상을 보인다

에 의한 실험에서 조종실은 동체표면을 따라 흐르는 공기의 상호작용에 영향을 받게 되는데 이러한 것은 방풍유리 나 조종실 상층부를 개조함으로써 소음수준을 현저하게 감소시켰다 그 결과 소음이 에서 로 떨어지고 대화를 방해하는 소음수준은 로 감소되었다

또한 방풍유리에 와이퍼를 제거하여 소음수준은 대화를 방해하는 소음수준은 을 감소시켰다 그리고 소음수준이 약 증가할 때 인지되는 소음수준은 배 실제강도는 배나 증가함을 나타내었다

광범위하게 보면 소음의 영향은 생리학상 혹은 심리학적으로 묘사된다 소음에 장기간 노출되면 인체의 청각기관에 손상을 입게 된다 그러나 이러한 환경을 극복할 수 있는 정도는 개인간의 차이가 있다 더욱이 소음은 지속적이거나 한시적이며 다양한 주파수를 가지고 있음으로 어떤 국가들은 소음수준 노출시간에 대한 제한사항을 규정하고 있다

장거리용 항공기인 경우는 라디오를 수신하고 있어야 하므로 승무원들이 소음에 노출되는 중요한 요인이 되고 있다 그러나 자동호출장치 가 개발됨에 따라 많이 해소는 되었지만 항공기내 소음환경에서 장기간 근무하며 나이가 들어감에 따르는 청력손실 이상의 청력손실을 호소하는 항공기 운항승무원이 많이 있게 된다 음성통신의 경우 이는 항공기 안전과 직접적으로 연관되어 있으며 소음은 신호를 정확하게 수신하는데 방해가 된다

그리고 규명하기는 곤란하지만 심리학적인 측면에도 소음은 영향을 주게 된다 젊은 세대들은 팝음악을 즐겨 듣지만 인체의 귀는 소음과 음악을 구분하지는 못한다 즉 심리적인 측면에서는 기쁨을 가져다 주는 음악도 인체 청각기관에는 소음과 같은 조건으로 받아들여지게 된다는 것이다 통신상에서의 소음은 항공기 운항승무원을 당황하게 하고 긴장하게 하며 메시지 전달내용을 반복해야 하는 등의 부담이 업무의 피로를 증가시키게 된다 소음은 항공기 운항승무원 뿐만 아니라 객실 승무원에게도 마찬가지이며 객실승무원들은 탑승객과의 대화에서 소음에 의한 피해를 받게 된다

청력손실을 방지하기 위하여 항공기 승무원들은 소음의 피해를 알고 소음수준을 최소화하고 소음에 노출되는 것을 가급적 줄이는 것이 바람직하다 항공기 운항승무원이나 객실승무원 모두 임무중이 아닌 경우에는 조용한 곳에서 휴식을 취하여야 하며 조종실 라디오 소리를 너무 크게 하지 말아야 한다 그리고 헤드폰이나 귀마개를 사용하여 소음에 노출되는 수준과 시간을 감소시켜야 한다

제 장 외부적 환경

제 절 시차 時差

현대 항공 우주 과학의 발달로 여객 항공기의 규모가 커지고 더 높이 더 빠르게 날을 수 있는 대형 고속의 항공기가 장거리 노선에 주역을 이루고 있음은 주목할 사실이

다 그런데 장거리 해외 여행시 야기되는 생체리듬의 부조화 현상 즉 시차병 증후
가 반갑지 않게 우리에게 적잖은 문제를 야기시키고 있어서 운항승무원에게는 특별히 신체환경 극복이 무엇보다도 중요하다

여러 시간대 의 장거리 해외여행으로 야기되는 시차병증후는 사람과 나이에 따라 다소 다르나 흔히 나타나는 상태들로는 불면증 피로감 소화불량 공복감 신경과민 두통과 집중력 저하 등이 나타날 수 있다

일상생활속에서의 밤과 낮에 의한 생활리듬이 항공기 운항승무원의 경우 항공기 운항에 따른 시각대가 달라지기 때문에 인체 바이오리듬과 생활리듬이 다르게 되어 피로를 유발하게 된다 우리 인체는 시간을 늦추는 것보다 시간을 앞당기는 것이 우리의 바이오리듬을 더 심하게 자극하기 때문에 서에서 동쪽으로 가는 경우가 동쪽에서 서쪽으로 비행하는 경우보다 더 심하게 피로가 나타나며 시간의 시각차를 회복하는데 하루가 소요된다고 주장하는 연구 결과도 있으나 항공기 운항승무원 각자가 시차를 극복하기 위한 노력이 건강 유지와 피로방지에 중요하다고 할 수 있다 그리고 현지 시각에 맞게 행동하는 것이 시각차에 의한 피로를 보다 빨리 회복하고 현지 적응을 빨리하는 방법이라고 말할 수 있다

제 절 전자파

전파의 응용범위가 확대되고 우리 주변에서 전파 응용 장치의 사용이 두드러짐에 따라서 우리는 전파라는 것에 대해서 이제는 관심을 가져야 할 때가 되었다 전파의 주된 이용은 정보의 전달과 에너지의 전송이다 이 뿐만이 아니라 그 응용분야 하나하나를 든다면 이루 헤아릴 수가 없다 이와 같은 전파 자원은 잘 사용하면 인류에게 많은 도움을 주지만 그릇되게 사용하면 감당하기 어렵게 된다 전파 자원을 악용하는 것은 어느 정도 전파의 성질을 잘 알고 있어야 가능하겠지만 전파에 대하여 전혀 모르는 이유만으로 사전에 예방할 수 있는 것까지 포함하여 자신들도 모르는 사이에 전파로 말미암아 피해를 받지 않토록 하는 것이 매우 중요하다고 볼 수 있다

인체에 영향을 미치는 전자파는 크게
및 로 분류하는데 와
는 자계 와 전계 를 는 단위 견적당의 출력을 측정하여 유해정도의 기준으로 삼는다 와 는 자계와 전계에 의해 인체에 유도되

는 전류가 흐르는 것이 문제가 되는데 반해 는 인체의 조직의 온도를 상승시키는 것이 문제가 된다

이러한 전자파에 의한 전류가 인체에 미치는 영향이 해롭다는 것은 밝혀져 있으나 어떻게 해서 해롭다는 것은 완전히 밝혀지지 않고 있지만 다음의 두가지 학설이 많은 설득력을 얻고 있다 그 중 하나는 전자파의 파장과 세포의 크기가 연합될 때 공진

현상이 일어나고 이 공진은 전자파 에너지의 전달을 최대화시켜 유해할 수도 있고 측정 가능한 생체현상을 유발시킨다는 학설이다 측정 가능한 생체현상이란 전자파에 의해 세포막을 통과하는 칼슘이온의 이동이 방해되는 현상을 말한다 다른 학설은 세포막 사이의 변화된 칼슘이온의 흐름이 암에 대항하여 싸우는 능력을 감소시킨다는 것으로 얇은 세포막의 낮은 전도성 으로 말미암아 미세한 유도전류와도 세포막 사이에는 높은 전압이 형성되어 화학적 평형을 방해한다는 것이다

제 절 구름

공기중의 수증기가 승화해서 수직으로 대기중에 떠있는 것을 구름이라고 한다 구름은 대기중에 방생하는 물리적 현상중의 하나이므로 운량이나 운형을 정확하게 측정한다는 것은 기상환경 변화를 예상하는 중요한 사항이다

구름의 겉모양을 운형이라고 한다 운형에는 국제적으로 통일된 분류법이 있어서 종류로 분류하고 있다 항로상을 비행하면서 운항승무원은 지상을 볼 수 있는지 또는 운상 비행이므로 지형 판단을 할 수 없는가는 매우 중요하다 그리고 운량에 의한 하늘상태를 다음과 같이 의 가지로 구분하고 있다

제 절 시정

시정은 대기의 혼탁정도를 나타내는 척도중의 하나다 어떤 방향의 시정이라고 하면 주간에는 그 방향의 하늘을 배경으로 한 검은 목표를 확인할 수 있는 최대거리를 말하며 여기에서 말한 확인이란 목표의 존재를 볼 수 있을 뿐 아니라 목표의 모양을 식별할 수 있음을 말한다

미국식 시정과 식 시정은 주간에는 동일하나

야간에 대하여는 정의상 약간의 차가 있다 미국식에서는 목표로 선정된 등화가 식별되는 최대거리가 야간 시정이 되나 식에서는 주간과 같은 밝기라고 시정했을 때의 가시최대거리를 말한다 따라서 식은 주야간의 시정이 연속적이나 미국식은 주야간의 경계에서 불연속적이더라도 무관하게 정의하고 있다 시정은 메타 단위로 관측하여 통보된다 까지는 마다 이상은 마다 구별지어 관측통보한다 이상인 때는 로 통보하게 되어 있다

제 장 문화적 환경

제 절 문화적 환경의 목적

전통적으로 운항승무원의 역할은 삼차원의 환경에서 적당한 정확성으로 일련의 조작을 통하여 항공기를 조종하는 기술을 갖고 있어야 한다는 것이다 여기서 강조되는 것은 사람을 다루는 기술이다 새로운 과학기술을 이용한 신형 항공기의 등장으로 이러한 기술 등은 자동화에 의해 점차적으로 대체되는 추세이다 운항승무원의 역할도 점차적으로 바뀌어 가고 있다 이러한 역할의 변화와 더불어 운항승무원도 새로운 기술과 지식을 습득해야 할 것이고 더욱 중요한 것은 그 임무수행 방식을 한 차원 올려야 한다는 것이다

새로이 요구되는 기술은 의사소통과 비행의 관리에 관한 것이 될 것이다 새로운 지식은 컴퓨터화와 항공기 구조를 이해하는데 있다 끝으로 그리고 아마도 가장 중요한 것은 신형 항공기를 조종하는데는 보다 높은 수준의 팀웍과 조정이 요구된다는 것이다 이러한 인간관계 기술을 개발하려면 우선 사람을 이해할 줄 알아야 하는데 이는 분명 어려운 요구이다 이 장에서는 인간관계 기술을 문화적인 관점에서 접근해 보고 또한 한국의 문화와 여러 가치관들 뿐만 아니라 회사가 고용하고 있는 외국 인력의 문화와 가치관을 고찰해 보기로 한다 이러기 위해서는 다음의 사항을 검토해야 할 것이다

- 문화의 정의와 가치의 근원
- 가지 문화적 차원과 이것이 팀웍 의사소통 정보처리 스트레스 상황 인식에 어떤 관계가 있으며 의사 결정 과정에 어떠한 영향을 미치는가
- 팀웍과 조정을 강화하여 보다 효과적으로 임수를 수행하도록 하는 몇가지 도구들

제 절 문화적 환경의 정의

네델란드의 심리학자인 게르트 호프스테데 는
에 있는 동안 문항으로 구성된 질문서 하나로 전 세계의 거의 모든 나라에 걸쳐서 철저한 연구조사를 시행했다 이 모든 나라들은 미국에 본사를 둔 대기업 에 의해 대표된 것이다 이 회사는 여러 나라에 걸쳐서 동일한 직업과 유사한 연령 그리고 성별에 따른 구성을 갖고 있다는 장점이 있어서 이론상으로는 국적만이 다른 것이었다 따라서 연구조사 결과에서의 차이점은 나라 별 문화의 차이에서 온 것이라고 생각할 수 있었다

년에 호프스테데는 이렇게 진술했다 문화란 한 단체와 다른 단체의 구성원들을 구별짓는 정신의 집단적인 프로그래밍 이다 문화의 차이는 나라와 나라 사이 뿐만 아니라 나라 안에서 지역 사회계층 세대 성별 직업 조직 사이에서도 존재하며 우리가 실재를 인지하는 방식에 영향을 주고 제약하며 문화 때문에 우리는 실재의 어떤 국면을 선택하고 그에 의미를 부여한다 문화는 가치 체계를 포함하고 우리의 우선순위에 영향을 끼치므로 우리의 의사결정에 영향을 미친다

이러한 정의 중에서 유의할 사항은 의사결정 과정의 대부분이 실재 그 자체가 아니라 우리의 가치관과 실재를 인지하는 방식에 영향을 받는다는 것이다 그러면 여기에서 우리의 가치관은 무엇에서 그리고 어디에서 기원하는가를 생각해보는 것이 타당할 것이라고 생각된다 대부분의 한국 사람들에게 있어서는 최초의 그리고 가장 강력한 가치의 근원은 가족에서 온다 가장 영향력이 강한 것은 부모 형들 아주머니 할아버지 또는 형성기간중에 가장 접촉이 많은 사람들이다 이들이 바로 중요한 연장자인 것이다

초기의 학교 환경 선생님들과 읽은 책의 유형 도 또한 강한 영향을 끼친다 종교적인 가르침에 노출된 사람은 학교 부모 또는 종교 서적을 통해서든 간에 이러한 가치관을 성인이 되어서도 채택하는 경향이 있다

세번째의 가치원은 우리가 성숙할 때 우리 자신의 가치관을 제련시킬 수 있을 때 온다 이러한 것에는 대학교 훈련소 군대생활 최초의 고용주 특히 과장 부장 기장 교관 등이 있다 우리가 취직할 때 쯤은 이러한 기본적 내지는 부차적 가치원들이 서로 통합되어 우리 자신의 가치관을 형성시키는 것이다

우리의 가치관이란 우리가 간직하고 지키기로 한 다른 사람의 가치관일 수가 흔하다고 말할 수도 있겠다 따라서 선생은 자기가 맡고 있는 학생에게 긍정적이고도 일관된

가치관을 전수하는 것이 아주 중요하다

한국사람들은 일반적으로 가족에 대한 가치관이 강한 집단주의적인 사회에 살고 있다 연상자에 대한 존경이 가정에서나 직장에서 행해지고 있는 것을 볼 수 있다 권위와 직위에 대한 존경도 또한 널리 행해지고 있어서 상사에 대한 호칭이 여러가지이다 한국사람은 대결보다는 화해를 선호하고 사업상 거래에서 의견일치와 조화를 추구하는 편이다

상사와 부하의 견해가 서로 다른 경우가 흔하지 않다 자존심과 체면에 손상이 가지 않는 방향으로 노력한다 관용과 양해가 객관성에 기초를 둔 법적 또는 합리적 주장보다 더 중요시 된다

제 절 문화적 환경의 종류 및 대책

는 여개국에 걸쳐서 직업관련 가치관에 대해 체계적인 연구를 했는데 이 연구에서 그는 문화적 비교를 허용하는 네개의 차원을 제안했다 이 네개의 차원들은 모두 일반 개념들로서 일반 개념들이 모두 그렇듯이 모든 사람에게 적용될 수는 없다 그의 연구가 항공분야를 목표로 한 것은 아니지만 의 통찰력은 에도 유용하다 네개의 차원은 다음과 같다

○ 권력거리
○ 불확실성 회피
○ 개인주의
○ 남자다움

여기서 주의해야 할 것은 옳다 그르다라고 하는 가치판단적인 것이 아니라 단순히 상이한 문화 상이한 세계 모델간에 비교만을 허용할 뿐이라는 것이다 각 차원은 강점과 약점이 있으며 상황에 따라 적절하거나 부적절하게 된다

권력거리

권력거리는 사람들이 자신과 상사 사이에 권력의 차이가 클 때 얼마나 마음이 편한

지를 측정하는 수치이다 마찬가지로 상사가 이러한 권력의 불평등하에서 그 마음이 얼마나 편한지를 측정하기도 한다

필리핀과 같은 문화는 이 수치가 높으며 따라서 권력의 불평등이 큰 상황을 기꺼이 감수하려는 경향이 크다 호주와 같은 문화는 이 수치가 낮다 그래서 상사와 부하는 서로 동료같이 대하고 가깝게 지내는 경우가 많다

하급 승무원들은 기장과 의견 대립으로 인해 초래되는 결과를 두려워 하기 때문에 소신있는 조치가 요구되는 상황인데도 아무 말을 하지 못하는 경우가 많다 기장은 지시일변도이어서 효과적인 의사소통과 팀웍을 방해한다

상급 승무원은 하급 승무원을 열등한 존재로 여겨서 자신의 영역에 침범하는 것을 달가워하지 않는다 부하를 믿지도 않고 그 능력을 인정도 하지 않는 이러한 마음가짐은 효과적인 팀웍에 부정적으로 작용한다

불확실성 회피

애매하고 불확실하고 잘 모르는 상황에 봉착했을 때 사람들이 느끼는 초조함과 불안감을 측정하는 수치이다

일본이나 그리스처럼 이 수치가 높은 문화는 규칙이나 규정에 크게 의존함으로써 불확실성을 피하려고 하는 경향이 강하다 엄한 행동규범을 수반한 이러한 규칙들은 경직되고 융통성이 없으며 아량이 없는 행동을 유발한다 덴마크와 같이 이 수치가 낮은 문화는 상황을 보다 유연하게 대처하여 불확실성을 인생의 하나의 사실로 받아 들인다

상황에 관계없이 규칙과 규정에 지나치게 의존하는 융통성이 없는 마음가짐을 갖게 되고 규칙과 규정의 적용 그 자체에 대해서도 반론이 생길 수 있다 상사의 공격적인 행동이 허용되고 장려되는 상황은 팀웍과 의사소통에 심한 제약을 가할 수도 있다

한편으로는 불확실성 회피가 높으면 위험부담을 적게 하려고 하며 정식 내지는 표준적인 것만 하려는 경향이 강하다

개인주의

개인주의는 한 문화가 지각하고 있는 개인의 중요성에 대한 단체의 중요성을 비교 측정한 수치이다

미국처럼 고도의 개인주의적인 문화는 한 사회나 단체에 대한 사회적 의무보다도 개

인의 동기와 성취에 더 많은 가치를 부여한다 개인이 주체의식의 기본이다 대만과 같은 나라에서의 사람들은 이 수치가 비교적 낮기 때문에 사회제도에 기초한 주체성을 갖고 마을이나 단체의 일원으로서 존재하기를 선호한다 미국이나 유럽항공사들의 승무원들이 흔히 갖고 있는 생각은 개인의 결정이 단체의 결정보다 언제나 더 좋다는 것이다 이런 생각은 팀웍을 저해한다

종업원은 우리이고 고용주는 저들이라는 마음가짐은 종업원들이 자신들의 이익을 지키려고 투쟁하는 분위기를 조성한다 유념해야 할 것은 은
를 의미하는 것으로서 조종실의 경계를 넘어서까지 영향을 미친다는 것이다

남자다움

호주나 이탈리아처럼 남자다움을 중시하는 문화는 결단성 직접성 야심 등과 같은 것에 가치를 부여한다 그들의 신조는 크고 빠른 것이 아름다운 것이고 물질적인 성공이 중요하며 독립심이 이상적이라는 것이다 스웨덴과 같은 여성적인 문화는 야심적이며 경쟁적일 필요가 없어서 물질적인 성공보다는 삶의 질에 더 많은 가치를 둔다

개인적인 결정이 단체 결정보다 언제나 더 좋다는 생각이 문제점이다 위의 개인주의 참조

조종실내에서 자기가 제일 남자답다는 자만심이 또한 문제점이다

이러한 네가지 문화적인 경향사이에는 상호작용이 있다 예를 들어 권력거리가 큰 나라 필리핀 는 개인주의가 낮은 경향이 있고 전자가 낮은 나라는 후자가 높은 경향이 있다 의 연구에 의하면 이런 결합은 미국이나 유럽의 항공사와 비교해서 승무원들간의 의사소통이 덜 개방적이 된다는 것이다

일반적으로 한국사람은 권력거리가 크고 남자다운 성격이 강하고 불확식성 회피는 중간내지는 약한 쪽이며 개인주의 성향이 낮다 좋은 성향이다 나쁜 성향이다라는 것은 없다 모든 성향이 강점과 약점이 있는 것이다 우리가 추구해야 할 것은 어디에 우리의 강점과 약점이 있는가를 아는 것이다

권력거리가 크면 상사와 부하는 서로 서로를 다른 종류의 사람이라고 생각한다 권력을 잡고 있는 사람은 될 수 있는 대로 자신이 힘이 있는 사람이라고 보이도록 노력한다 자리가 높을 수록 특권과 혜택이 많이 따라온다 이는 한국 사회에서 연장자와 고관을 의식하고 공경하는 것과 밀접한 관계가 있다 한편 부하는 상사가 겸손한 자세를

갖기를 기대한다

남자다움이 강하다는 것은 여성을 대우하는 방식에서도 관찰될 수 있다 남자들은 중요한 결정을 내리고 여자들은 커피를 나른다 어떤 가정에서는 여자는 남자가 식사를 끝마친 다음에야 식사를 하는 집도 있다

불확실성 회피 성향이 약한 문화는 될 수 있는대로 규칙이 적어야 한다 이런 문화에서는 법적 서류가 없이 계약을 하는 것이 마음이 편하다 남아 일언이 중천금이라는 속담에서 보다시피 말로 한 약속이 계약서보다 더 중요시되기도 한다 이런 태도는 모든 것을 낱낱이 계약서로 문자화해서 서명한 후에야 합의가 성립되는 경우와는 대조적이다

한국사람은 소속감을 갖기를 좋아하므로 팀 환경에서는 일을 잘한다 단체정신이 개인주의보다 더 중요하므로 개인적인 일보다는 단체의 관심사에 우선순위를 기꺼이 부여한다 일의 만족감은 동료로부터 존경을 받고 동료와 부하와의 원만하고 조화스러운 관계를 유지하는데서 온다

제 장 항공교통관제와 인적요소

항공교통관제 시스템과 인적요소

항공교통관제 시스템의 목표는 항공교통을 안전하고 질서있고 그리고 신속하게 소통시키는 것으로 시스템은 일종의 커다란 인간 기계 시스템으로 볼 수 있으며 이러한 시스템에서 인간은 시스템의 임무를 완수하기 위하여 기계와 상호작용을 하는 역할을 하고 있다

시스템의 목표를 초기에는 안전 질서 신속에만 국한할 수 있었지만 항공부문의 여건이 다변화하고 인간 삶의 질이 향상되면서 연료절약 소음감소 기본환경침해 방지 원가효율증진 공명정대 민원해소 등도 시스템의 목표가 되어 있으며 한편 항공교통관제사들이 현행의 시설 장비를 활용하여 의 관련 규정 정책 목적을 완수할 수 있도록 보장해 주는 것도 시스템의 부수적인 목표가 되고 있다

사람의 실수는 피할 수 없다 는 것을 부인할 사람은 없다고 본다 그것을 항공교통관제시스템에서 자동화시키거나 설계하기란 쉬운 일이 아니지만 시스템 설계자는 사람의 실수를 예방하는데 도움이 되어야 한다 즉 인적요소를 제대로 적용 활용하여 인간 실수의 결과를 예측하고 그것이 시스템에 나쁜 영향을 미칠 요소라면 그것을 제한시킬 수 있도록 하는 것이 시스템 설계자들이 인적요소와 관련되어 하여야 할 임무인 것이다

인간과 기계

에서 대부분의 인적요소 문제는 새로운 것은 아니지만 인간의 기본적인 능력과 한계에서 유래한 것으로 인적요소는 항공교통의 수요증가나 기술발전과 같은 변화에 적절히 대응할 수 있어야 한다 기술발전의 이점을 최대한으로 확보하기 위해 인간에게 인간 능력 이상의 임무를 요구하는 일이 있는데 인간이 기술 발전에 지장을 주지 않도록 하기 위하여 인간과 기계가 상호 잘 조화되어야 하므로 인적요소의 목표를 인간의 능력 한계가 시스템의 특성 설계와 잘 조화되게 하는 것으로 삼고 있다

이런 인간과 시스템의 조화가 성공적으로 완수되도록 하기 위하여 인적요소에 관한 광범위한 자료를 정확하게 적용하는 것이 무엇보다 중요하다

인적요소는 인간이 어떻게 관련된 정보를 인지하고 숙지하고 배우고 이해하고

해석하고 분석하고 기억하고 사용하느냐에 대한 지식과 어떤 시스템내에서 인간의 능력과 그 효과를 측정하는 방법에 대한 지식을 응용하는 것이기도 하며 인적요소는 관제사와 시스템이 서로에게 영향을 미칠 수 있는 여러 방면에 대하여 고찰하는 것이며 어떤 사태의 주요 요인이 시스템 구조에 의한 것인지 아니면 관제사의 조치에 의한 것인지 그 여부를 확인하는 것이기도 하다

인적요소에 대한 지식은 시스템과 인간과의 상호작용을 이해하고 계량화하는데 적용되기도 하고 어느 한 쪽이 상대에게 어떻게 적응해야 하는 방법을 제시해 주기도 하면서 인간과 시스템이 서로 틀리기는 하지만 어떻게 상대와 조화되어야 하는지의 방법을 제시하여 의 효율성과 안전이 관제사에게는 피해가 없이 제대로 달성될 수 있도록 하는 것이기도 하다 따라서 인적요소 지식은 인간이 시스템에 미치는 영향과 시스템이 인간에게 미치는 영향 모두에게 적용되는 것이다

관제사는 시스템이 어떻게 설계되고 작동되어 왔는가를 이해함으로써 시스템과 상호작용하여 관제사의 전문적인 지식이 제대로 발휘되도록 할 필요가 있는데 에 인적요소를 적용하는 기본적인 이유는 바로 안전을 향상시키고 사고를 예방하는 데 기여하는 것이다

모델

그림 의 모델

모델은 년 가 만든 모델로서 인적요소의 주요 작용요소와 그 상관관계를 설명하는 것으로 항공기 조종 분야에서와 같이 분야에서도 활용되는데 그림 의 중앙에 있는 은 인간 즉 대표적으로 관제사를 나타내는 것이고 는 분야의 각종 규정 절차나 기호 부호 등을 나타내며 는 분야의 기계적인 부문 즉 관제장비 항행시설 등을 나타내며 는 분야의 근무 환경 즉 관제실 내부와 외부의 근무환경 등을 의미하는 것이고 은 역시 중앙에 있는 인간과 같은 것이지만 동료 관제사를 나타내기도 하지만 한편 관제 서비스를 받고 있는 운항승무원이 되기도 한다

이러한 각 요소간의 관계가 잘 조화되면 의 목적이 제대로 달성되어 안전이 향상되고 사고가 예방되는 것이지만 상호관계에 문제가 있다면 그것이 바로 관제사의 과실로 나타나서 사고와 직결될 수도 있기 때문에 이런 모델을 이용하여 각 요소간의 문제 범위를 찾아내고 그 근원을 추적하여 관련된 문제점을 해결하는 것이 이 모델을 이용하는 목적이기도 하다

모델은 인간과 시스템간의 서로 다른 측면과의 주요 상호관계를 포함하기는 하지만 그러나 제 의 제 의 상호관계도 있기 마련인데 예를 들면 관제사가 실제 눈으로 보고 있는 것이 어느 정보를 나타내고 있는 것 과 관계가 있을 수 있고 그 시스템이 어느 임무 에 얼마나 적합한지 그것이 불빛 때문에 안 보이는지 그리고 관제사가 운항승무원 과 통화를 한 후에 무엇인가 보기를 기대하는 것 등이 제 의 제 의 상호관계가 되는 것이다

의 발전

제 차 세계대전 이후에 항공교통량이 어느 정도는 있었지만 제 차 세계대전 전까지는 그것을 전세계적으로 규제할 필요를 느끼지 못했으나 기술이 발전함에 따라 지상의 관제장비 뿐아니라 항공기 설계와 제조 부문에도 영향이 크게 미치게 되었다 지상에는 대량의 항공기를 처리할 수 있는 비행장이 건설되고 에 관한 규정들이 필요하게 되자 년 한 국제회의 에서 정부들이 모여 국제민간항공을 안전하고 질서있게 발전시

주 시카고회의에서 미 영 호주 등 개국이 모여 시카고협약을 제정하고 설립을 의결함

키기 위하여 필요한 원칙들과 규제에 관하여 협정안을 제정한 후 국제민간 항공기구 가 탄생하였는데 는 항공규칙 과 항공교통업무규칙 규정을 제정하였다

이 지구상의 공역이 비행정보구역 으로 나뉘어져 그 당해국에서 항공교통업무 를 제공하여야 할 책임을 갖게 되었는데 각 은 또 관제공역 과 비관제공역으로 나뉘어 있다

업무는 관제공역내에 있는 항공기에게 제공되는 것으로 의 제 의 목적은 항공기간의 충돌을 방지하는 것이고 제 의 목적은 항공교통을 질서있고 신속하게 소통시키는 것이며 추가로 항공기가 안전하고 효율적인 비행을 하도록 필요한 정보를 제공하고 비상상태에 있는 항공기를 지원하는 것 등도 의 한 목적이 된다

관제공역은 다시 관제구역 과 관제권 으로 나뉘는데 를 크게 셋으로 분류하면 지역관제 접근관제 그리고 비행장관제 로 분류하는데 항공기가 이륙하면 그 항공기에 대한 관제권은 비행장관제탑 에서 접근관제소

로 넘어가고 다시 항로관제를 맡고 있는 항로관제소 로 넘어갔다가 다시 그 역순으로 목적지에 착륙하게 된다

의 미래

최근 전세계적으로 항공교통은 놀라운 증가추세를 보이고 있는데 항공기는 대형화 고속화하면서도 경항공기의 수도 크게 증가하고 있어 가 보다 다양한 여러 형태의 항공기를 취급하게 되었다

항공기나 지상의 장비가 더욱 발전하고 시스템이 보다 집중적이고 생산적으로 이용되고는 있지만 항공교통량이 시스템의 최대 용량에 근접하고 있는 것이 문제로서 전세계적으로 많은 지역에서 향후 항공교통량이 머지 않아 현행 시스템의 용량을 초과할 것으로 예상되어 이에 대비하기 위하여 공역을 더욱 세분화하게 되면 상호협조와 연락업무가 증가하게 되어 오히려 비생산적이 되므로 이를 해결하기 위한 방안으로 관제사에게 대한 원활한 자료제공 수동작업을 자동화로 교체 자료 취급과 전달의 자동화 문제해결이나 의사결정과 같은 인간의 인식작업에 자동화를 보조수단으로 사용하고 교통흐름을 원활히 하도록 사전 계획의 전략적 수립 등의 방안으로 대응하고 있다

때때로 시스템이 용량이 초과하게 되어 소통관리가 강요되기도 하는데 항공교통소통관리 는 오늘날 이나 관제섹타간에 항공교통의 소통계획을 조정하기 위하여 교통량이 분주한 지역에서는 일반적 업무가 되어 있다

이 비록 시스템이 용량 초과되는 것을 방지하기 위한 기본 전략적 수단이기는 하지만 교통흐름을 계획하는 데는 관제사의 경험과 그 지역에 대한 지식을 필요로 한다 의 목적은 비행중인 항공기를 관제하는데 있는 것이 아니라 지상에 있는 항공기의 지연을 최소화하도록 이륙순서와 항로를 조정하는데 있다

그 외에 다른 요소도 가 당면하고 있는 어려운 환경을 더욱 악화시킬 수도 있으며 교통량이 증가함에 따라 관제사 인원수가 늘어나야 할 필요가 있는 경우에도 관제사의 인원수가 늘어나지 않는 때가 있다 새로운 기술을 도입하였지만 항공기간의 적정분리기준이 좁아진다면 이럴 때도 관제사의 수는 늘어나야 하겠으며 관제사나 운항승무원이 선택하는 활주로나 이륙로 또는 접근방법이 소음감소절차 때문에 사용되지 못하는 경우 등이다

항공교통관리 기법은 계속 변화하고 있는데 새로운 와 위성통신방법이 새롭게 소개되고 있고 레이다와 정보처리성능도 개선되고 있고 충돌방지시스템이 개발되어 운용되고 있고 이륙공항과 착륙공항간을 어느 항로를 따라 비행하던 것을 직선항로로 가도록 추진하고 있고 세기에 대비한 미래의 항공항행시스템 이 연구개발되고 있다 물론 그러한 기술적 진보 다음에는 안전 효율성 비용효과 그리고 인간능력과 한계에의 적합 여부가 고려되어야 한다

이런 발전이 절차와 규정 근무환경 그리고 관제사의 역할을 바꾸게 하는데 여기서 인적요소 문제가 간과되지 않도록 하여야 하며 에서 안전문제는 결코 절충되어서는 안되며 오히려 어떤 변화가 있더라도 안전은 유지되고 증진되어야 한다

항공정보 전달

의 목적은 비행의 효율성을 증진하고 항공기간의 충돌을 예방하고 여타 위험 가능성을 피하는 것인데 이를 달성하기 위한 요소로는 각 항공기와 그 탑재장비의 제원 항공기관제 상황 및 관제서비스의 품질 해당 법규 규칙과 절차 항공교통관제 수단 관제사 운항승무원의 지식 기능과 경험 항공교통량 밀집도와 혼잡도 각 항공기에 대한 정보 및 지상장비 지형 기상 등과 같은 환경요소 등을 들 수 있다

항공기에 대한 정보는 양적인 것과 질적인 것 가지가 있는데 양적인 정보는 위치

고도 속도 기수방향 기동력과 같은 것으로 일반적으로 계량화하여 표현 전달될 수 있어 레이다 스코프 같은 것에 표시되는 것이며 질적인 정보로는 자료의 신뢰도 유효성 확실성과 같은 것으로 통상 표시되지는 않고 그 정보가 특히 최근 정보로 변환되는 주기 정확성 정밀도 그리고 과실 또는 실수 등의 기준으로서 어떻게 지각되고 처리되는 지에 달려 있다

경험이 풍부한 관제사는 저급의 정보라도 인식하고 조정하는 방법을 배운다 질적인 정보는 종종 항공기들이 서로 얼마나 가깝게 안전하게 비행할 수 있는가를 결정하는 기준이 되기도 하며 기준치나 활주로 방향과 이용도와 같은 다른 요소가 수용한계에 영향을 미친다고는 하여도 대부분의 환경에서 의 수용능력을 정하는 기준이 된다 일반적으로 항공기가 레이다 포착범위를 벗어나 해양에 있을 때보다 최종 접근로상에서 레이다관제를 받는 항공기에게 관제 분리치를 더 적게 적용할 수 있는 것이다

제 장 관제 업무 공간

인간공학 적용

인간공학적 이용이 에 관하여 가장 전통적인 인적요소의 적용이었다 업무능력은 업무공간의 제원과 설계 그리고 그것을 통제하는 장비와 시설이 항공교통의 수요에 맞는 지에 달려 있다 관제사는 그 시스템과 상호작용을 하면서 인간 기계 상호관계를 이용하여 항공기를 관제하는 것이므로 의 모든 요구에 맞추도록 하기 위하여 그 업무공간도 인간공학적 원리에 따라 정확히 설계되어야 한다

설계접근 방식은 사용자를 위주로 하는 방법이 기술적인 접근방식보다 활용면이나 운용면에서 더 적합하고 효율적이다

업무공간은 뿐아니라 그리고 가 모두 포함된다 만약 현행의 업무공간이 인적요소 권고사항 수행을 불가능하게 하는 문제가 있다면 그런 문제점에 가장 알맞는 해결방안을 택하여야 하지만 문제점이 클 경우 인적요소에 관한 만족스러운 해결방안이 없을 지도 모른다

예를 들면 비행진행 을 모두 수용할 공간이 충분하지 않거나 표시 정보가 불빛 때문에 안보이게 되거나 한다면 이러한 문제점들은 시스템을 좀 더 과감히 변화시켜서라도 해결하여야 한다

건물

근무장소에 대하여 인간공학적 원리를 폭 넓게 적용하는 것이 환경적인 것으로 여기에는 근무장소가 있는 건물이 포함되어 있는데 예를 들면 공항내에 있는 근무장소는 관제사와 운항승무원간의 대화를 소음이 방해하지 않도록 방음장치가 제대로 되어 있어야 하며 주차장이며 화장실 휴게실 매점 등과 같은 편의시설이 근무장에 가깝게 위치하여 관제사가 근무중 잠시 쉬는 시간 동안 그 편의시설을 이용하는데 많은 시간을 허비하지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다

근무장의 공간은 장비의 수리등 정비를 하는 동안 업무에 대한 방해가 최소로 되도록 할만한 공간이 마련되어야 하는데 예를 들면 부피가 큰 정비용 장비가 쉽게 출입이 가능케 하는 등이다

근무장의 진입 구역과 근무장 자체는 벽과 천장이 방음장치를 갖추어야 하며 바닥에는 카페트를 깔아서 근무장에 출입할 때 생기는 소음이 근무에 지장이 없도록 해야 한다

방 배치

관제실 공간도 역시 환경적인 요소로서 관제실 공간은 관제사 보조관제사 조장 기타 지원 요원이 최대로 많을 경우에 모두 수용할 수 있을 만큼의 크기여야 하며 훈련 학생관제사를 감독하는 실무관제사들에게도 방해가 되지 않을 만큼의 공간과 비상시나 장비가 고장시에 추가되는 업무를 수행하는데 지장이 없도록 넉넉한 공간이 마련되어야 한다 안전에 관한 장비는 항상 접근이 용이해야 하며 그 주위에는 장애물이 없도록 하는 것이 좋은 예의 하나이다

근무장은 방문객이 자주 드나드는 곳이므로 근무실 배치가 관제근무 자체에 방해가 되지 않도록 방문자에게 업무 현황을 보여주고 설명해 줄 수 있는 별도의 방을 마련하여 의 일반 현황을 전시하거나 관제실과 격리시켜 방음처리를 한 발코니를 관제실 주위에 만들어 관제업무가 방해를 받지 않도록 하는 것이 필요하다

근무 구역

관제사 개인별 근무공간은 담당업무와 임무에 따라 근무구역별로 구분되어 있는데 근무구역 설계시에는 환경과 부분이 포함되어야 하며 각 근무

위치에는 정보 통신장비 자료입력장치가 포함되고 각 위치별로 맡고있는 업무에 필요한 시설을 모두 포함해야 하고 각 장비는 시계거리와 접근성 등이 인간공학적 요건에 적합하도록 하여야 한다

어떤 시설을 옆의 동료 관제사와 함께 이용하도록 설계된 것이라면 이 역시 인간공학적 요건이 만족되도록 하여야 하는데 예를 들면 만약 두 관제사가 하나의 자료입력장치를 함께 사용한다면 두 사람 모두에게 같은 거리에 있도록 하고 하나의 를 같이 사용한다면 시계각도와 거리가 만족할만 하여야 한다

일반적으로 사용되는 벽에 붙이는 는 이것을 필요로 하는 모든 근무위치에서 보아 명확해야 하고 편안하게 전면에서 볼 수 있어야 한다 어떠한 근무구역에서도 관제사가 필요한 정보를 보는데 그 시계가 막혀서는 안되며 모든 위치에서 불빛이나 반사광에 의한 방해가 없도록 해야 한다 교통량이 많은 곳 예를 들면 시간대별 연중 일자별로 교통량이 크게 변화하는 곳에서는 업무를 분리하거나 합치거나 근무위치를 늘리거나 감소시키면서 관제사수를 조절할 수 있어야 한다 이는 한 관제사가 책임지는 구역의 크기를 늘리거나 줄일 수도 있고 여러 구역을 합치거나 나눌 수도 있다 근무조장은 관제사수가 얼마이든 모든 구역을 눈으로 확인할 수 있도록 그 인원수나 근무장의 배열이 적절히 설계되어야 한다

관제탑

관제탑에서는 관제사가 근무에 필요한 정보를 모두 눈으로 명확히 볼 수 있어야 한다 출발하거나 최종접근로상의 관제중인 항공기와 해당 활주로며 관제탑 바로 밑의 계류장과 유도로상의 항공기 이동도 볼 수 있어야 하므로 관제사의 시야는 다른 관제사나 관제탑 내의 장비 건물기둥 또는 공항 건물 등에 의하여 차단되지 않도록 해야 한다

관제탑의 근무공간은 관제정보의 흐름이 쉽고도 명확하게 진행될 수 있도록 설계되어 접근 출발 감시 지상이동통제 등으로 업무가 분담되어 있는 교통량이 많은 관제탑내에서도 관제권 이양이나 정보전달이 순조롭게 이뤄져야 한다 비행기록 은 해당 관제사에게 정확하게 전달되도록 하고 그 을 전달할 때는 지정장소를 정하여 그곳에 놓으면 인수 관제사가 그 을 제대로 가져갈 수 있도록 한다 관제탑 공간이 비록 제한되어 있기는 하나 진열판은 항공기가 동시에 최대로 운항할 때의 항공기수 만큼은 진열할 수 있는 공간이 있어야 한다

관제장비와 인체측정학

그림 와 그림 은 레이다 스코프 관제석의 측면도 로서 인간과 기계의 상관관계를 나타내는 주요한 예로서 관제사의 신체 크기에 적합하게 인간공학이 적용되어야 함을 의미하는 것이다 레이다 스코프의 높이도 관제사가 관제하는 동안 육체적 피로를 최소가 되게 하는 위치에 맞춰져야 하고 손으로 조정하는 레이다 취급장치도 관제사가 쉽게 만질 수 있는 위치에 설치하여야 하고 자주 사용하는 장치는 가까운 위치에 두도록 해야 한다 이 때 고려해야 할 것으로는 관제량이 많으면 의자를 앞으로 당겨 앉는 관제사가 많으므로 이에 대한 대비도 해야 한다

취급장치도 관제사들이 손으로 만지기에 부드럽고 촉감이 좋도록 알맞는 크기로 적정 위치에 배열하고 콘솔의 관제사 앞쪽에는 관제사들이 피곤하면 팔을 걸칠 수 있도록 나무로 만든 팔걸이도 마련하여 콘솔 쇠붙이의 차거움도 예방하는 것 등이 관제사의 인적요소를 배려하는 좋은 예가 될 수 있다

그림 패널 개 콘솔의 크기 그림 패널 개 콘솔의 크기

주 이는 서양인의 인체에 맞는 것으로 동양인의 인체는 차이가 있을 수 있음

주 관제사가 레이다 스코프 를 주시할 때는 눈을 수평에서 ~ 정도 아래로 내려다 보는 것이 적합한 것으로 보고 있다

의자는 관제사의 눈높이를 조정해 주는 것이므로 높낮이가 조정가능하여야 하고 관제사의 피로를 최소화하기 위하여 쿳숀이 있고 등받이를 갖춘 것이 좋으며 이동이 쉽도록 바퀴가 달린 것을 갖추되 너무 쉽게 미끄러지지 않도록 해야 하며 팔걸이도 조정이 가능한 것으로 준비하여 관제사 개인마다 서로 틀린 신체에 적정하게 조절할 수 있도록 배려하여야 하며 의자의 크기도 정관제사와 보조관제사간의 간격을 고려하여 적합하도록 하여야 한다

장비 배치

장비배치는 관제사 관제사간 상호교류를 원활히 하도록 하기 위함인데 조장이 조원 관제사들의 업무를 총괄적으로 감독하기 위하여 필요한 장비를 조장석에 갖추어서 어느 조원을 급히 지원하여야 할 때 조장석에서도 지원이 가능하도록 하는 것이 필요하다

관제실내 장비배치는 관제사들의 주의를 산만하게 되지 않도록 해야 하고 근무중 자리를 옮겨 움직일 때도 방해가 되지 않도록 해야 하며 관제탑의 경우 공항지상 감시장치 스코프나 기상자료화면 등은 수시로 참조하는 것이므로 관제석에서 보기 쉽도록 적정수의 를 관제석에 가까이 배치해 주는 것도 필요하다

같은 관제실 내의 조명은 그 밝기가 크게 차이가 없도록 하여 어느 한 곳의 너무 밝은 조명 때문에 관제사들이 갑작스런 눈부심으로 업무에 지장을 받지 않도록 해야 한다

물리적 환경

가 장 식

근무장 장식은 전체적인 관점에서 적절한 시야가 확보되도록 하여야 하며 바닥은 매트를 깔되 빛나지 않도록 하고 그것이 닳아도 빛나지 않는 것이 좋다 벽이며 바닥 그리고 장비나 가구의 색갈은 흰색은 너무 밝으므로 베이지색이나 약한 갈색 아니면 약한 회색이 좋다

근무장이 클 경우 천장이 낮으면 중압감을 주기도 하고 공기흐름이 방해를 받게 되고 근무장 전체에 조명을 균일하게 하기 어려우므로 어느 정도는 천정을 높게 하는 것이 필요하다

나 조 명

관제탑은 실내에서 유리 창문을 통하여 공항이나 그 주위의 상공을 보아야 하므로 낮에는 자연채광으로 조명이 밝을 수밖에 없으나 햇빛에 의한 눈부심이나 직사광선으로 관제구역에 대한 시계가 방해를 받아서는 안된다 보통 눈부심을 막는 방법으로는 가지로서 전체 조명을 줄이는 방법과 시설을 조정하는 방법이 있다

관제탑 지붕 천장을 바닥보다 좀 나오게 하여서 유리창에 어느 정도 각도를 주는 방법이 있는데 비가 올 경우 유리창에 비가 묻거나 흘러내리는 것 때문에 시계를 방해하는 것을 줄이는 방법이다 물론 이것은 관제탑 직상공에 대한 시계는 방해가 된다 관제탑 유리창을 코팅하거나 휠타를 씌우거나 차양막을 설치하거나 관제탑 바닥을 약간 어두운 색으로 도색하는 방법도 있다

장비나 가구의 배열도 적절히 하여야 한다 야간에는 조명이 있는 실내에서 창밖의 어두움 속으로 공항이나 항공기를 관찰하여야 하므로 실내조명은 꼭 필요한 조명만 하도록 하고 전등 이 창이나 장비 표면에 비쳐서 생기는 반사빛 등으로 시계가 혼란을 입지 않도록 주의하여야 한다

레이다실에서는 종일 레이다 스코프를 주시하고 장비조작이나 스트립 작성 전화이용 항공지도 이용 등을 해야 하므로 이에 꼭 필요한 조명만 하여서 관제사가 레이다 스코프를 보다가 다른 주위를 볼 경우 눈의 동공 크기가 크게 변화하면 다시 레이다 스코프를 보고 근무하는데 지장이 있으므로 이러한 장애가 없도록 하여야 한다

다 온도와 습도

대부분의 관제사는 근무중에 별로 움직이지 않으므로 공기의 환류가 적절히 되도록 하여야 한다 관제탑내에서는 시계가 장애를 받는 경우 장소를 옮기면서 항공기를 찾아보는 경우도 있고 서서 근무하는 관제사도 있다 많은 시설에서 근무장 온도를 ℃로 조절하고 있지만 지역에 따라 외부 온도와의 차이를 고려하여 근무장 온도를 관제사들의 만족도에 따라 적절히 조절하는 것이 좋다 재래식 장비 중에는 컴퓨터 장비의 성능상 관제실 온도를 너무 낮게 조정하는 경우가 있는데 이는 새로운 장비를 도입해서라도 개선하여야 한다 최근엔 개인 컴퓨터도 실내온도에서 잘 작동되고 있음을 감안하여 관제사들에게 너무 낮은 온도를 강요하여 이것이 관제사들의 건강에 피해를 주는 일이 없도록 하여야 한다

주 관제실의 전등 빛은 백색이 좋은 것으로 보고 있다 약한 청책은 분위기가 차갑고 약한 핑크색은 분위기를 좀 따뜻하게 느끼게 한다

실내 습도는 나 그 보다 약간 높게 조절하는 편이 좋다 관제사들의 업무가 계속 말을 하는 것이므로 습도가 너무 낮으면 기관지를 건조하게 하여 호흡기 계통 건강과 운항승무원이나 타관제사와의 대화에 지장을 주게 되어 좋지 않고 습도가 너무 높으면 공기가 답답하고 옷입은 것이 부담을 느끼게 하므로 이 역시 좋지 않다

공기의 환류는 분당 미터 정도의 흐름으로 신선한 공기가 공급되도록 하고 장비 배치등이 공기의 환류에 크게 지장이 없도록 하는 것이 바람직하며 공기의 환류는 소음을 발생시키는 송풍기등으로 하지 않도록 주의해야 한다

라 소음

소음이 심하면 관제사의 통화에 방해를 가져오고 무선이나 전화로 운항승무원이나 타관제사와 통화시 배경소음으로 전달되므로 서로 깨끗한 발음을 들을 수 없어 듣는 사람의 신경을 자극케 하고 정보를 오해하게 할 수 있으므로 소음은 최대한으로 줄이도록 노력해야 한다

이상적인 통화를 위하여는 시에 주변 소음보다 적어도 이상은 소리가 커야 하며 시스템의 음성경고 음은 주변소음보다 적어도 이상 되어야 한다

관제사가 명 이상 있는 곳에서는 외부 스피커를 이용하는 것은 삼가야 하고 통풍장치소음 장비운용소음 등이 있다면 커튼이나 특수방음장치등을 이용하여 소음을 최대한으로 줄여야 하고 관제사도 다른 관제사에게 소음이 되도록 큰 목소리를 내지 않게 주의하여야 하는데 근무장내의 소음기준은 정도 이하 수준에서 유지되도록 하여야 한다

시각

시각 는 의 모든 요소가 합쳐진 것으로서 보는 사람 즉 관제사 조명 장비조도 조절 과 정보내용 이 같이 혼합된 것이지만 그 중에서도 와 가 가장 깊은 관련이 있으므로 시스템은 인간의 시각적 능력과 정보처리 이해능력에 맞도록 설계되고 제작되어야 한다

가 시야

모든 는 관제사들이 보기에 깨끗하고 명확하게 정보를 보여줄 수 있어야 하

며 그 의 거리나 위치 가 그 정보를 이용하는 관제사에게 불편이 없이 이용될 수 있도록 배치되어야 한다

나 전면과 배경 정보

교통상황을 좀 더 명확히 하는 방법으로 정적인 정보 즉 항로 해안선 제한구역 거리표시 등과 같은 배경정보 표시와 항공기와 같이 이동하는 것을 나타내는 동적인 전면정보표시를 서로 그 밝기를 달리하면 항공기와 같은 이동 정보를 좀 더 명확히 보이게 할 수 있으며 동적정보와 배경정보의 밝기 비율은 정도 로 하는 것이 좋다

다 색 상

색상으로 각 정보를 구별하도록 지원되는 시스템을 이용시 농도가 옅은 색을 이용하는 것이 일반적인데 농도가 짙은 단색은 특별히 중요하면서도 임시적으로 표시해야 할 정보에 한하여만 사용하는 것이 좋다 예를 들면 농도가 짙은 파란색 은 채색론적 변이의 문제가 생기므로 사용치 않는 것이 좋고 모든 색상은 서로 구별이 가능하도록 명확한 차이와 적정한 밝기를 가져야 하며 이러한 색상 구분은 항공신체검사 제 종에서 정한 색각검사에 합격한 관제사라면 누구나 쉽게 식별이 가능한 것으로 해야 한다

라 부호와 문자 수자

부호와 문자 숫자의 크기나 그 간격은 에서 정보와 배경과의 밝기비율 전체적인 조명 부호와 문자 숫자 제정방법 인지가 쉽도록 하기 위한 인간공학 적용 그리고 최저시각기준 등이 조화되어 만들어져야 한다

관련 정보를 부호나 문자 숫자로 축약하여 적은 공간에 많은 정보를 표시하고 중복을 피할 수 있도록 하는 방법은 관제분야에서 많이 이용되고 있는 것으로 ↑ 표시는 항공기에게 상승하라는 지시를 의미하는 것으로 이용되는 것이 그 한 예라 할 수 있으며 에서 는 을 는 를 의미하는 것 등이다 이런 부호와 문자 숫자는 현대의 장비에서 세로 크기가 정도 는 되어야 하겠고 필요에 따라 크게 확대 조절이 가능하면 좋다 가로간격은 세로크기의 정도는 되어야 하고

주 통상 권고되는 최대 허용치는 정도임
주 이하인 경우 구별이 거의 어렵고 이상은 너무 차이가 나서 곤란함
주 문자 숫자의 가로크기는 정도를 문자사이는 정도를 권하고 있는데 이는 그 정보와 사람 눈의 간격이 정도를 기준으로 한 것임

문장행간의 수직 간격은 문자 크기의 보다 적지 않도록 간격을 주고 한 행에서 한 단어의 간격은 한 문자 폭의 두 배는 되도록 해야 한다

마 기타 인적 한계

인간은 시각적 한계를 가지고 있는데 매우 작은 부분을 약어 형식으로 색상을 이용한다던지 서로 다른 색상으로 작은 부호를 구별하는 것은 불가능한 것이 그 한 예인데 전체 조명이 의 색상 외관을 바꾸게 하므로 전체조명이 너무 밝거나 어두워서 전시되는 정보를 제대로 인식하기가 어렵게 해서는 안된다

입력 장치

정보입력장치로는 와 가 있는데 관제사에게 업무량을 지나치게 유발하거나 실수가 쉽게 발생되도록 설계되어서는 안된다 여기에는 무엇보다도 유용성과 적합성 그리고 효율성이 적절하여야 하며 관제사가 수시로 자료를 하는데 이용이 쉽고 간편하여야 한다 최근에는 항공기 조종 형식의 관제시스템 정보입력장치로 개발되어 있는데 설계 발전형태의 좋은 예이다 교통량이 많아 두 손을 가지고도 부족한 경우를 경험한 관제사가 많은데 이럴 때 발 스위치 를 통신장비의 송신 스위치로 사용하면 관제사들에게 큰 도움이 될 것이다

통 신

지금까지는 정보의 대부분이 대화로서 관제사와 운항승무원간 관제사와 관제사간에 전달되었지만 앞으로는 관제사가 직접 참여하지 않은 상태에서 항공기와 지상 시스템간에 인공위성과 컴퓨터간에 자동적으로 송수신될 것이다

는 항공기별로 서로 다른 탑재통신장비에 대하여 관제업무를 제공하여야 하며 관제사는 항공기가 보내 오는 모든 종류의 정보를 이해하고 종합 분석 후 의사결정을 할 수 있어야 한다

애매성과 실수가능성을 피하도록 하기 위하여 메세지의 내용이며 형식 대화

주 다른 예로 문자 와 숫자 의 형태 문자 와 숫자 문자 와 숫자 의 형태의 혼동 등을 들 수 있다

어휘 순서 등이 계속 표준화 되어 왔는데 알파벳 발음법 등이 그 좋은 예가 된다

발음상의 혼란과 유사성은 항공기 호출부호가 비슷한 경우 등에서 실수가 유발되고 있으므로 사전에 이러한 혼동이 없도록 조치하여야 한다 동일 지역내에서 비행하는 항공기의 호출부호는 서로 매우 다르게 부여하여 관제사나 운항승무원이 서로 혼동이 없어야 한다

통신은 관제사와 운항승무원에게 대한 훈련을 통하여 개선할 수 있다 특히 대화시 양쪽 모두나 또는 어느 한 쪽이 영어를 모국어로 사용치 않을 경우에는 명확하고 천천히 발음하는 것이 항상 중요하다

목소리는 친밀하게 해야 하는데 운항승무원 중에는 자기가 예상했던 목소리의 관제사가 아닌 다른 관제사가 응답해 오면 혼동을 일으키는 경우도 있으며 관제사도 대화하고 있던 운항승무원이 아닌 다른 운항승무원이 갑자기 대답하면 혼동을 일으킬 수도 있다

메세지의 앞부분이나 뒷부분이 가끔 짤리는 경우가 있는데 이는 통신장비 사용법이 익숙치 않거나 업무가 매우 바쁜 경우에 일어날 수 있는 경우가 대부분인데 운항승무원이나 관제사가 모두 주의해야 한다 정보가 확실치 않거나 완전하지 않은 경우 반드시 재확인을 통하여 명확히 해야 함을 항상 명심하여야 한다 인간의 속성 중에 인간은 상대방이 실제로 말한 것보다는 말하리라 예상한 것을 들으려는 속성이 있는데 이 또한 주의하여야 한다

과 의 연구에 의하면 조종사들에 가장 적합한 기계조립 의 속도는 분당 단어 영어 로 분당 단어 미만은 비행에 오히려 지장을 줄 수 있다고 본다

관제사 기량

용의 와 조종장치 근무공간이 임무에 사용될 때 총체적으로 적합해야 한다는 것이 중요하다 관제사는 를 계획하고 그 계획을 시행하고 의사 결정을 하고 문제점이 있다면 이를 해결해야 하고 미래예측도 할 수 있어야 하며 관련된 정보라면 그 형태가 어떠하든 이해할 수 있어야 하고 이용가능한 보조물이 있다면 그 형태가 어떻든 그것도 기억해야 하며 모든 상황에 맞는 정확한 조치방안을 숙지하고 있어야 한다

인적요소는 관제사가 따라야 할 사고 과정과 장비의 변화가 그 사고과정에 영향을 미치게 하는데 장비를 교체하는 경우 그 새로운 장비특성의 변화에 완전하게 익

숙하게 되기까지 기존장비에 대하여 관제사들이 갖고 있는 사고 도 변화해야 하는데 여기에 관제사의 인적요소에 미치는 영향으로 의 안전성과 효율성이 떨어지게 하지 않도록 장비와 절차가 이런 사고과정을 너무 많이 또는 너무 빨리 변화시키지 않도록 하여야 한다 새로운 시스템을 도입하는 국가는 시행착오를 최대한으로 줄일 수 있도록 이미 그와 유사한 시스템을 도입하여 운영하고 있는 국가로부터 장비 도입운영에 필요한 사항을 배우는 것이 좋은 방법이다

정보의 분류

정보는 주로 에 관계되는 것으로 인간 기계간의 상호작용 을 통하여 인간 에 의하여 도입되는 것으로 는 의 종류에 따라 매우 다양하게 정보를 획득하고 있으며 관제사는 이런 정보를 모두 이해해야 하며 그러기 위해서는 교육이 계속 뒤따라야 한다

정보는 대화로서 얻어지는 것이 일반적이고 항공기에 관한 비행계획정보 이동정보 비행예정정보 등으로 구성되어 있으며 정보의 많은 부분이 보고지점 통과시간 다음보고지점 통과예정시간 등으로 는 현재 전세계적으로 전환기에 들어섰다고 볼 수 있다 재래의 가 자동화나 인공위성을 이용한 로 전환하고 있기 때문이다 어느 시스템에서는 재래의 종이 비행계획 이나 관제사 운항승무원간 직접 대화 통신을 하고 있지만 어느 시스템에서는 전자 비행계획 이나 자동수신 비행자료를 이용하고 있다 그러나 그런 시스템이라도 그 시스템이 고장나는 경우에는 관제사가 즉시 개입하여 항공기가 공중 충돌되지 않도록 수동관제업무를 수행하여야 한다 그러기 위하여는 시스템 고장에 대비하여 관제사가 최신의 정보를 계속 확보하여 유지하고 있어야 한다

제 장 항공교통관제의 자동화

자동화의 이유

시스템에 자동화를 도입해야 할 이유는 많다 항공기의 위치 비행계획과 그 목적 고도 속도 비행진행에 관한 자료를 정확하고 자세하게 그리고 신뢰성있게 최신의

자료로 제공하기 위함인데 이는 상에 항공기의 전시효과를 개선하고 자동화를 통하여 문제를 해결하고 미래예측과 의사결정 부문의 개선으로 완수될 수 있도록 정보의 수집 저장 편집 종합 전시 및 통신은 에 필수적 과정으로 이것들이 모두 자동화가 가능한 것이다

공역은 한정되어 있지만 항공교통은 점점 증가하고 있어 이에 대처하기 위하여 재래적인 시스템에서는 관제사의 수를 계속 늘려야 하고 관제사도 업무가 쉬운 방법으로 개선되기를 바라고 있고 최첨단 기술이 관제부문에 계속 도입되고 있어 경제적인 를 위하여는 자동화가 필수적이다 에 자동화를 도입하는 데는 가지가 부문이 있는데 하나는 데이타 뱅크로서 지상 시스템과 항공기에 필요 장비를 설치하는 부문이고 하나는 위성을 이용한 항행과 그 감시체제를 갖추는 부문이다

그러나 자동화는 관제사의 능력을 보조하고 확대하여 주는 것이어야지 그것을 교체하는 것으로 설계되어서는 안된다

자동화의 목표

자동화 시스템을 제대로 도입하면 효율성 확보 안전성 개선 과실 예방 신뢰성 증진 등을 확보할 수 있으며 이런 목표를 달성하기 위하여 교통 형태 교통 밀도와 항공기 기종 와 지상장비 통신과 항행수단 에 따라 다른 형태의 수단이 취해질 수 있다

그 주요 가지 방법으로는 근무방식에 큰 변화 없이 정보를 추가 제공 예 비전문업무를 부분 자동화 또는 완전 자동화 예 종이 비행계획 내용을 교차확인하기 위하여 나 레이다를 이용하여 를 송신 근무 방식을 근본적으로 바꾸기 위한 정보 제공 예 레이다나

그리고 공 지 통합 시스템으로 차원 충돌방지를 위하여 정보처리 및 문제점 해결 전문 시스템 활용 등으로 전문업무의 자동화 예 교통소통계획 충돌방지 또는 에서의 우선순위 지정 가 있다

대부분의 자동화 시스템에서 인간은 그 시스템의 주체가 되는데 기계가 사람을 도와주게 되는 것이지 사람이 기계를 도와주는 것이 아니다 인간 기계간의 원만한 조화 문제는 그 시스템 개발 초기부터 검토되어야 하는데 그렇지 않을 경우 그 시스템의 효율성이나 안전이 저하되어 그 시스템이 원래 의도한 것과는 전혀 다르게 사용되거나 전혀 사용할 수 없게 되기 때문이다

시스템을 가장 유용하면서도 효과적으로 운용되도록 하기 위하여는 시스템이 각종

정보를 제대로 정리하고 상황을 인지하여 유지하면서 조치계획을 수립하고 전략을 세워 시행하는데 있어 항공교통관제사들이 자연적으로 접근할 수 있도록 하여야 한다

제한 사항

시스템에서 사람의 역할은 명확히 설명되어야 하며 다음과 같은 여러 가지 제한사항이 극복되어야 한다

가 사람의 전문지식은 일정 수준으로 계속 유지되어야 한다 아무리 좋은 시스템일지라도 고장은 날 수 있으므로 고장이 난 경우에는 효율성이 떨어지더라도 안전은 유지되도록 해야 한다 여기서 관제사는 시스템이 고장나면서 업무량이 크게 늘어나기는 하지만 기계의 도움이 없이도 교통량을 제대로 처리할 수 있어야 한다
자동화 시스템이 고장나도 관제사는 자기의 관제 책임하에 있는 항공기가 착륙하거나 아니면 타관제구역으로 가기까지는 그 항공기를 계속 안전하게 관제하여야 하므로 자동화 관제 시스템이 고장나면 그에 맞게 수동관제시스템이 작동되어야만 시스템 고장으로 인한 항공위험을 예방할 수 있게 된다

나 충돌예방과 같은 전문업무를 자동화할 때 특히 사람의 전문기술이 중요하다 전문 기술은 사용하지 않으면 점차 쇠퇴하는 경향이 있으며 전문기술은 정기적인 훈련을 통하여 계속 유지될 수 있다

다 관제사가 관제하면서 머리 속에 교통상황을 연상하는 것은 계속 되어야 하는데 관제를 하면서 관제사가 직접 관제 장면을 머리속에 연상하지 않고 교통상황을 자세하게 이해하려고 하지 않을 때는 시스템 고장시 그 관제장면을 기억해 내기가 어렵게 된다

라 관제사의 업무량은 최저기준과 최고기준을 정하여 그 범위 내에 있도록 해야 한다 교통량이 너무 적으면 지루하고 주의력이 떨어지고 기술도 쇠퇴하게 되어 위험요인이 될 수 있고 최고기준의 업무량을 초과하게 되면 관제사는 더 이상 안전을 확보할 수 없게 된다는 것을 인식해야 한다

마 어떤 상황에서는 자동화가 업무량을 추가시키는 경우도 있게 된다 와 같

은 복잡한 업무에서 업무량을 수량화하는 방법중에 만족할 만한 것은 없다 업무량은 쉽게 파악하기가 어려운 여러가지 변수에 의해 결정되는데 예를 들면 항공기 대수 교통상황의 복잡성 같은 것이다 어떤 업무가 줄어서 생기는 시간을 타 업무에 이용할 수 없는 것이 있는데 예를 들면 자료입력장치가 자동화되었다고 하여 의사결정하는 시간이 늘어나는 것이 아닌 예로서 자동화가 되었다 하여도 사람의 확인이 필요한 것이 있기 때문이다

바 업무에 대한 만족은 계속 유지될 수 있도록 하여야 하며 이는 특히 문제 해결과 의사결정 미래예측과 계획수립에 중요하다

사 관제사는 자동화 시스템을 이해하고 신뢰하여야 한다 자동화 시스템이 언제는 믿을만 하고 언제는 신뢰할 수 없는지를 알아야 하는데 이런 것이 바로 관제사의 기량이 되는 것이기도 한데 예를 들면 어떤 상황에서 이 울린다는 것등을 알고 있어야 한다

아 관제사들간의 업무 분담은 애매함이 없이 명확해야 하지만 시스템의 계획기능과 실제수행기능이 분리되어 있다면 시스템 고장시에 타분야의 주기능을 서로 수행할 수 없게 되므로 서로의 업무를 잘 알고 있도록 해야 한다

자 정보는 사람이 시스템에게 시스템이 사람에게 서로 주고 받는 것이므로 인간 기계간의 협조관계는 주의 깊게 구분되어야 한다 정보가 어디에서 나왔는지 예를 들면 관제사냐 시스템이냐 운항승무원에게서냐를 아는 것이 필요한데 인간 기계 협조관계가 단지 정보교환만으로 구성되어 있는 것은 아니므로 자동화된 결정과정과 관제사의 조치간에는 어떤 저해요소도 있도록 해서는 안된다

차 시스템을 먼저 개발하고 나중에 인간이 그 시스템을 사용하는 방법을 제정하는 것은 잘못된 것이다 왜냐 하면 관제사가 시스템 개발과정에 참여하는 것이 필요하기 때문인데 관제사 업무의 특성이나 속성 그리고 인적요소에 관한 사항이 충분히 감안되어야 하기 때문이다

자동화 적용

자동화 도입의 초기단계에서는 자료의 수집 저장 요약 정보표시 등에 적용되고 좀 더 발전하면 여러 정보를 계산하고 검증하고 예측할 수 있는 단계가 되어 문제 가능성을 제시하게 되는데 아직 문제를 해결하지는 못한다 한 단계 더 발전하면 기본 시스템과 인공지능과 전문 시스템이 혼합되어 관제사에게 의사결정이나 문제해결 미래예측과 계획수립 부분에까지 지원해 준다 이는 인간이 할 수 있는 것보다 더 많은 자료를 빠르게 빈번히 더 신뢰성 있게 처리해 주어 관제사가 짧은 시간에 많은 일을 하도록 도움을 주기는 하지만 그 시스템이 일단 고장났다 하면 관제사가 사용할 수 있는 정보는 더 적어지고 의사결정은 빈약하게 되고 속도는 늦어지고 어느 업무는 생략되기까지 하므로 자동화의 문제점 중 그 하나가 바로 자동화 시스템이 고장시 인간이 그 시스템을 대리하여 어느 범위까지 처리할 수 있느냐는 것이다 자동화가 많이 되면 될수록 자동화시스템이 고장시 관제사가 그 업무를 대응해 내기가 더욱 어려워지는 것이다

팀 임무

자동화는 에 있어 상호작용에 영향을 미치게 되므로 확인과 감독방법에 따라 변화가 가능하다 수동관제 시스템에서는 검토하고 확인하는 것이 공개적이어서 조장이나 동료 관제사 등이 한 관제사가 하는 업무를 볼 수 있고 개인 능력을 판단할 수도 있고 업무가 많아지면 도와 줄 수도 있으며 문제점이 있으면 주의를 환기시켜 줄 수도 있는데 자동화 시스템에서는 그러한 협조가 매우 어렵게 되는데 그것은 다른 사람에게 즉시 관찰될 수 없다는 데 있다 만약 개별적인 감독이나 확인이 필요한 경우에는 다른 형태의 지원이 있어야만 한다

조장은 여러 관제사를 감독할 수 있지만 개개 관제사의 항공기 관제에 직접 관여하기란 더 이상 가능하지 않게 되었다 자동화 시스템을 이용하는 팀의 역할과 기능은 수동시스템의 것과 차이가 있는데 자동화가 잘된 시스템에서의 관제사는 타관제사나 운항승무원 보다는 장비와의 관계를 원만히 하여 업무를 제대로 할 수 있게 되었다 말하는 것은 점점 줄어가고 자동장치를 이용하여 키를 누르는 것이 많아졌다 이것은 감독 협조 평가 훈련과 같은 전통적인 팀 임무의 운영 가능성과 개발문제에 영향을 미친다

만약 가 컴퓨터의 의사결정을 수용한다면 관제사 개인의 능력이 어떠한 가를 평가하기가 어렵게 되지만 관제사의 기능과 지식이 계속 유지되는 가를 평가할 수 있는 수단은 있어야 하므로 이 때 모의관제훈련장치가 적합하게 이용되는데 이는 운항승무원에게 모의비행훈련장치와 같은 격이 된다

표준화

자동화에 의해 제기되는 문제는 특히 통신분야의 표준화에 관계된다 관제사와 운항승무원간의 메세지는 그 형식이며 단어며 순서가 표준화되어 왔으나 지상 차량과의 통신과 같은 다른 분야의 통신은 표준화가 제대로 되어 있지 않고 있다

음성통신은 모든 사람들이 국제적으로 사용하려는 표준언어 표준형식 표준순서와 표준응답을 사용할 때 가장 안전한 것이다 실수와 오해를 일으키는 통신은 제외되어야 하고 최근 자동화 형태가 경직되고 신축성이 없을지 몰라도 자동화는 원칙적으로 사람이 할 수 있는 것보다 메세지 형태나 내용 그리고 언어에서 더 신축성이 있어야 하며 이는 안전을 위하여 얼마나 많은 표준화를 해야 바람직한가 하는 문제를 제기하게 된다 자동화는 항공교통을 관제하는데 현재까지는 가장 좋은 방도로 제시되고 있는데 자동화 시스템은 인간의 신축성을 위축시키고 표준화를 강요할 수도 있다

인간 기계 상호작용과 인간실수

인간 기계 상호작용은 주로 와 연결로 구성되어 있다 전통적으로 대부분의 정보는 기계가 사람에게 시각적 에 의해 전달하여 왔고 인간이 기계에게는 입력장치와 조정장치로 전달하여 왔다 자동화는 인간 기계간의 상호작용을 통하여 정보전달방식을 변화시키는데 사람이 말하는 것을 키보드 입력과 같이 어떤 정보는 전혀 전달되지 않게 하거나 정해진 정보의 형태도 바꾸기도 하는데 그것은 메세지를 입력시 발생할 수 있는 인간의 실수 가능성을 제거케 하기 위함이다 말의 실수는 종종 발음상의 혼동에서 생기는데 소리가 너무 비슷하여 명확하게 구별이 될 수 없는 경우 등이다

시각적인 실수와 오독 은 글자나 숫자가 서로 비슷하게 보이거나 데이타의 행이 서로 혼동하게 하여 실수하게 하거나 데이타의 형태가 비슷하게 보이거나 각종 키에 표시된 시각적인 라벨표시가 실수를 일으키게도 한다

인간의 실수가 모두 동일하지는 않지만 그 일반적인 양태는 종종 예상할 수가 있는데 그것은 입력방법의 선택이나 전시된 정보의 형태와 내용에 대한 의사결정이 종종 인간실수로 연결될 수 있기 때문이다 어떤 상황에서 누가 특별한 실수를 한다고는 예상하기 어렵지만 시스템이 변화되면 새로운 실수가 발생할 가능성이 있으므로 이런 신종 실수가 방지되어야 한다는 것을 명심해야 한다

어떤 형태의 자동화 지원이던 인적요소를 적용하는데 가장 중요한 요소중의 하나가 바로 이런 종류의 인간실수를 인식하는 것인데 자동화로 인한 시스템 변화의 결과로서 발생할 수 있는 실수가 항공위험을 초래할 수 있으므로 주의하여야 한다

제 장 항공교통관제사 선발과 훈련

선 발

를 안전하고 효율적으로 수행하기 위하여 우선 그 업무를 수행할 수 있는 항공교통관제사를 선발하는 것이 필요한데 선발절차가 좋아야 초기 단계부터 부적격자를 제외시킬 수 있고 훈련경비도 절약할 수 있다 모델의 각 요소에 의하여 어느 정도 영향을 미치기는 하나 선발과 훈련은 와 가장 관련이 많은 것이다

선발을 효율적으로 하기 위하여 우선 일반인들에게 직업에 대한 특성과 업무 그리고 장단점에 대하여 알리는 것부터 시작하여야 한다 각종 직업에 관한 서적이나 관련 기관에서 관제사 직업에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있도록 하여 많은 인원이 선발에 참여할 수 있도록 하는 것이 중요하다

시 험

응시자가 업무를 효율적으로 수행할 수 있는가는 시험을 통하여 확인할 수밖에 없는데 이 때 그 응시자의 능력과 지식 인성 적성 등에 대하여 평가하여야 한다 시험은 표준화시키는 것이 우선 중요하다 응시자의 일반적 지능 공간개념 추리력 수리력 업무친숙도 언어구사력 손재주 인성 적성 부문을 점수화하여 선발하여야 하며 그 시험의 문장 작성이나 각 부문별 점수와 총점과의 상관관계를 조화시켜야 하는 어려움이 있어 주의하여야 한다

필기시험에 일단 합격한 자에 대하여는 실기시험과 면접시험을 통하여 인적요소에 관한 부문을 평가할 수 있어야 한다 업무는 어느 직업보다도 다른 사람들과의 관계가 원만하고 친절해야 하고 남의 요구를 만족시켜줘야 하는 서비스 직업이므로 그런 인성을 소유하고 있는지를 확인하여야 한다 이 선발 시험은 자격증 시험과는 다른 각도에서 접근되어야 한다 자격증 시험은 주로 에 관한 지식과 인적요소에 대한 일반

지식을 평가하는 것이나 관제사 선발시험은 상당히 그 폭이 넓고 그 평가 내용도 다양하여야 한다

관제사의 선발 시험에 관하여는 그 선발기준 선발방법 평가요소 등을 응시자들이 사전에 알 수 있도록 하여 그에 대한 준비를 효율적으로 할 수 있게 하는 것도 중요하다

기타 자료

관제사 선발 기준중 그 자격 요건으로 최저와 최고의 연령 체중 키 병력 시력 청력 정서적 안정성 학력 등도 포함되어야 한다 신체조건은 우선 항공신체검사 제 종에 적합하여야 하며 여기에서 간질 지나친 흡연 음주 그리고 마약 등의 습관성 약품 섭취자는 적합치 않다 관제사 직업은 수십 대의 고속 대형항공기를 동시에 관제하므로 신체상의 결함으로 사고가 발생시 수조원의 재산과 수천명의 인명에 피해를 입힐 수 있기 때문이다

응시자가 이전에 항공 관련 지식이 있다던지 다른 사람에게 를 가르쳤다거나 군 관제사나 보조관제사 경력이 있다거나 하여 어떤 이점이 있을 것이라는 편견은 가질 필요가 없다 그런 이점에 대한 기대가 어긋나는 일이 종종 있기 때문이다

그런 경험을 가진 응시자는 대개 나이가 많은데 세가 넘은 자에 대하여 교육훈련을 성공적으로 시킬 수가 없는 경우가 있기 때문이다 경험이 있는 자는 관제사로서의 능력보다는 긴급 상황을 처리하는데 도움이 된다고 보면 좋다

면접시험에서는 응시자와의 대화를 통하여 지나친 사투리 억양 등이 없이 명확히 말로 표현 할 수 있는 지와 다른 구성원들과의 협조 관계 등을 확인하여야 한다

훈 련

관제사 훈련의 목적은 관제업무를 안전하고 효율적으로 수행하고 해당국가의 관계법규와 국제 규정에 의거한 관제사가 갖추어야 할 경험 지식 기법 등을 익히는 것으로서 관제사의 업무는 적시에 적합한 의사결정을 해야 하고 앞으로의 상황을 예측하고 관련정보는 우선 순위를 정하고 종합 분석할 수 있도록 훈련되어야 한다

훈련이라는 것은 관련 사항을 배우고 이해하고 기억하고 재생하고 분석하고 의사결정하고 시행하는 능력을 높이기 위하여 훈련하는 것이다 동기부여가 잘 되어야 하고 훈련을 효율적으로 받아드리는 자세를 갖도록 하는 것도 중요하다

훈련에서는 학습원칙과 관련하여 인간의 정보처리 이해능력의 한계도 알아야 하며 서로 다른 상황에 대응하기 위하여 업무량에 맞는 인간의 한계와 부적합함이 어느 정도는 극복될 수 있도록 훈련되어야 한다

훈련 내용과 교육

훈련은 훈련내용과 교육과정으로 나눌 수 있는데 훈련내용은 몇 개의 단계로 이뤄진다 처음에는 기초 원리와 연습으로 시작하여 각 단계별로 점점 복잡하게 되는데 각 단계별로 평가를 통해 훈련 성과를 파악하여 다음 단계의 훈련에 참고하여야 한다

교육방법은 여러 가지를 들 수 있지만 초보 지식도 모의관제훈련을 활용하면 효과가 높다 교육 받는 학생의 수준을 비슷하게 구성하는 것이 좋은데 이미 에 관한 지식과 경험이 있는 사람들은 그 단계보다 높은 단계에서 시작토록 하는 것이 좋다 관제실무절차와 관제기법습득은 컴퓨터 등을 이용하여 학생 스스로가 훈련을 할 수 있도록 하는 것도 효율적이다

직무교육은 모의관제장비를 이용할 뿐아니라 실제 관제사의 긴장을 극복하기 위한 과정과 교관의 감독하에 학생관제사가 실제 관제경험을 쌓는 단계도 거치도록 한다 학생 관제사에게 교육훈련시키는 업무도 특성화시켜 효과를 높여야 한다

교육훈련요령 교과과정 기법개발 및 전수요령 평가분석요령 등을 별도로 교육훈련 받은 자를 교관으로 양성하여 전문적인 교육훈련이 되도록 하는 것이 중요하다

훈련기간이나 형식에 따라 관제사에게 자격을 부여하는 정책이 나라마다 다르기는 하지만 관제장비가 고장시의 대응능력이나 효율적인 관제능력을 갖추도록 하는 것 등은 모두 같으며 시스템이 고장시 관제사가 그 어려운 상황을 원만히 처리해야 하므로 관제사에 대하여 위기대처능력 등의 기량유지를 위하여 정기적인 훈련을 실시하여야 한다

운항승무원은 기량유지를 위하여 연간 최저 얼마의 시간을 어느 부문에 대하여 지상교육과 실기 항공기 훈련을 받고 평가도 받도록 하며 노선마다 기장으로서의 자격을 갖추었는지를 심사도 받도록 하는 등 운항승무원관리를 국가가 세심하게 감독하고 있듯이 도 이런 유형의 기능유지훈련과 심사를 하여야 한다 숙련된 관제사가 숙지하고 있어야 할 사항으로는 항공교통관제 수행절차 관련 모든 정보의 의미 수행 업무 관련 법규 절차 및 내규 관제 통신장비의 제원과 통신방법 관련 인적요소 내용 관제권 이양과 인수 관제사간 상호 협조 장비 고장이나 성능저하시의 판단요령 항공기의 특성과 기동성 그리고 기상 제한구역 소음예방 등의 에 관련된 모든 사

항을 들 수 있다

훈련의 장점

아무리 잘 되어 있는 자동화 장비라 하더라도 사람이 개입하지 않으면 기능이 제대로 발휘되지 않는다 관제사가 알고 있어야 할 사항과 해야 할 사항과 적시적소에 말을 해야 할 사항이 있는데 이것을 위하여 훈련이 있는 것이다 훈련은 권고된 인적요소의 절차와 규정에 따라 실시되어야 하는데 관제사 수용능력에 맞게 개별적으로 신축성 있게 적용되어야 하며 인적요소에 관한 기본 이해를 바탕으로 관제사가 특히 인적 오류 및 과실과 관련한 인간의 능력과 제한성에 대하여 통찰력을 갖도록 훈련되어야 한다

관제사는 관제업무를 효율적으로 수행하는 방법을 배워야 한다 훈련의 목적은 관제사에게 를 계획하고 비정상 상황에 원활히 대처할 수 있는 방법을 가르치는 것인데 관제사에게 관제기술 지식 그리고 요령이나 습성등을 배워 주고 그것을 오랫 동안 숙지하고 활용할 수 있도록 하기 위한 것이기도 하다 따라서 재교육이 필요한데 기술과 지식은 자주 활용치 않으면 퇴보되거나 잊혀지게 되기 때문이다

훈련에서는 어떤 요령은 계속 장려되고 어떤 것은 하지 못하게 하거나 예방되어야 한다 관제사는 많은 교통량을 제대로 잘 처리할 수 있다는 자신감을 갖는 것이 중요한데 업무량이 너무나 많아 부담이 되어서는 안된다 교통량이 많지 않더라도 관제사는 항상 관제석을 지켜야 하고 비정상 사태를 즉시 인지할 수 있도록 사주경계를 게을리 해서는 안되며 생리문제 등으로 부득이 자리를 이탈할 경우에도 업무를 대신할 관제사에게 필요한 사항을 표준 절차에 따라 인계하여 업무의 공백이 없도록 하여야 한다

훈련과 시스템 변화

시스템에 어떤 변화가 있다 하더라도 관제사의 업무 지식과 기술은 계속 유지되어야 하고 그 변화 환경을 적절히 수용하여 항공기 운항승무원에게 불안감을 주거나 안전유지에 문제가 되지 않도록 대처하여야 하며 관제사 자신도 그 변화 환경에 조속히 적응하여 시행착오가 없도록 하여야 한다 좀 더 좋은 시스템이나 다른 장비를 도입하여 이용하기 전에는 그에 관한 장비특성 이용방법에 대한 지식뿐 아니라 숙련 경험 등이 제대로 갖추어져 있어야 한다

관제사에 대한 인적요소 관련 교육시 의 효율적 수행을 위한 관련 법규 규정 절차 지시 일정 계획 및 연습 동료 관제사나 운항승무원과의 상호 연락과 협조 절차 인적 과실의 인식과 예방 및 기계와의 원만한 조화 유지 관제사별 교육진도 확인과 특별 훈련 관제전문지식 습득 및 동기부여를 위한 전문기술 수용 등에 관한 사항을 포함시켜야 한다

제 장 인적요소에 영향을 미치는 사항

중요성 인식

인적요소에서 전통적으로 강조되는 것으로 아직까지 가장 영향을 많이 끼치는 것으로는 관제사 각자가 수행하는 업무 와 장비 그리고 그 업무 수행의 안전성과 효율성에 관한 시스템 종류의 효과에 관한 것이 있다 시스템의 종류에는 이용가능한 시설과 장비 업무공간 입력장치 통신장비 컴퓨터와 인간 기계 특성이 포함되지만 에서는 그 외의 다른 종류의 인적요소도 고려되어야 한다

인간의 특성 은 기계와 같이 뚜렷하게 나타내 보이지 않는데 인간 특성의 한 분류는 내에서 일하는 사람들에게 대한 의 영향과 관련된 것이어서 이 분류에서는 의 절차나 환경 그리고 그 조건하에서 생기는 변화에 영향을 받는 문제가 포함되며 여기에는 시스템내에서 생기는 영향이 관제사에게 미치는 효과로서 분석되고 그 시스템을 보완하여 바꿀 수 있는 스트레스 지루함 자기만족 그리고 인간오류와 같은 문제가 포함된다

두번째 분류로는 환경에서 비교적 독립되어 있는 기본적이고도 일반적인 인간 특성과 관련된 것인데 이 분류에는 작업장에서의 인간 개인특성에 대한 감시업무와 같은 특정 업무상의 인간 능력과 인간의 정보처리 생각 의사결정과 기억특성이 포함된다

는 그러한 속성을 변화시킬 수는 없지만 그 장점을 활용하고 그 단점을 피하여 그것에 적응해야 하는데 인과관계의 작용 방향이 항상 동일한 것이 아니므로 어느 특정 문제점에 대한 가장 성공적인 해결방안이 다를 수도 있다는 점을 인식하는 것이 인적요소 문제를 해결하는데 있어 중요하다

스트레스는 요소 어느 것에나 관계가 있는 것이지만 주로 문제 쪽에 관련된다 관제사들에게 있는 스트레스 관련 질병은 다양하고 각 국가마다 꼭 같지 않다 관제사들에게 직업 때문에 발생하는 과도한 스트레스는 높은 직무 요구도 시간 제한이나 책임성 또는 적절치 못한 장비와 같은 직업의 특성과 관계가 있다 가끔 그것은 근무조건 관리자와 관제사간의 관계 악화 관제사 기량에 대한 부적절한 평가 업무과실에 대한 책망 과도한 근무시간 부적절한 훈련 장래 기대에 대한 실망 일반 대중의 에 대한 인지도 부족과 공정치 못한 경시 경향과 같은 환경적인 영향 또는 의 관계에서 생겨났다

스트레스를 유발하는 원인으로는 가지가 있다고 본다 하나는 수면 패턴을 방해받고 집안일이나 사회생활에 영향을 미치는 교대근무이고 나머지 하나는 현대의 생활 방식인데 업무에 거의 관계 없이도 각 개인에게 스트레스 관련 증상을 유발하는 현상이다 스트레스 증상을 보이는 관제사는 실제근무에서 열외시켜야 하는데 이는 큰 사고의 원인이 될 수 있기 때문인데 의 안전과 효율성을 위험에 처하게 할 수는 없기 때문이며 스트레스 문제가 쉽게 해결되기 어렵기 때문이기도 하다

작업공간과 직무설계를 잘 하고 근무시간과 업무패턴을 사리에 맞게 하고 행정관리 지원을 합리적으로 하고 관제사 개개인에 대한 건강과 복지에 관심을 기울여 이런 스트레스를 예방하는 것이 가장 좋은 방법이다 스트레스는 여러 다른 문제의 원인이 되기도 하므로 주어진 환경 속에서 스트레스를 예방하거나 줄이는 것은 무엇보다도 그 스트레스의 발생원인에 대한 정확한 진단에 따라 다르다

다음과 같은 가능성도 검토되어야 하는데 어떤 관제사에게 배당된 업무가 그런 업무를 하고 있는 다른 관제사보다 과중하다면 그 업무는 직무설계와 책임 재배정을 통하여 그 업무를 줄여 주어야 하며 업무량이 타관제사의 업무량보다 크게 많지도 않은데 어느 관제사에게 크게 부담이 될 정도라면 일단 그 개인을 업무량이 적은 곳으로 옮기도록 하는 것이 좋다

만약 근무시간이나 근무 휴식 사이클과 같은 직무조건이 그 자체보다도 관제사 개개인에게 피할 수 없는 스트레스를 준다면 그 근무시간이나 근무 휴식 사이클을 조정하거나 다른 스트레스의 발생이 감소되는 방안으로 조정하는 것이 바람직하다 가끔 근무배정이나 교대패턴이 가정적인 문제를 일으키거나 수면방해를 일으킨다면 이것도 적절히 바꿀 필요가 있다

스트레스를 경감시킴에 따라 미치는 영향에도 관심을 가져야 한다 그렇게 하는데도 의학적이거나 인도주의적 이유가 명백하여야 하며 관제사의 인사이동을 줄인다던지 채용과 훈련경비를 낮춤에 따라 발생하는 비용이익이 생길 수 있다 안전이나 업무수행상의 이득이 있을 수도 있으나 스트레스 상태가 항공 사고나 준사고와 밀접하게 연관이 있는 것은 아니며 스트레스를 줄이는 이유가 업무수행과 안전에 국한되는 것만은 아니다 에서의 스트레스에 관한 연구가 광범위하게 수행되어 왔지만 아직 계속 문제가 되어 제대로 풀리지 않은 문제가 많이 남아 있다

권 태

권태는 사항으로서 스트레스와 비교하여 볼 때 에서는 큰 문제는 아니다 물론 권태가 종종 문제가 되고는 있지만 그 원인과 결과가 모두 잘 이해되고 있는 것은 아니다 권태는 업무가 적을 때 나타나는 것이 보통인데 그 해결책은 업무량을 늘리는 것이다 권태는 업무가 일상적으로 반복되어 특별한 노력이 필요 없을 때 업무에 대하여 적극적이지 못하거나 흥미가 없을 때 발생하기도 하는데 그 해결방안은 업무수행이 제대로 되도록 직접 계속 감독하는 것이다

권태는 기능과 경험이 많아지면 증가하는 경향도 있다 이럴 때는 해당 관제능력을 여러 등급으로 정하여 좀 더 높은 등급의 능력이나 기능을 갖추기 위한 훈련을 시킴으로써 권태를 방지할 수 있다 훈련내용에 지나친 반복이 없는 한 권태는 훈련기간 동안 크게 생기지 않는데 그것은 직무요구 업무량을 관제사의 능력에 맞춰서 조절할 수 있기 때문이다

숙련된 업무일지라도 특별한 관심이 없이 수행될 수 있는 것이라면 숙련된 직무능력이 있다고 하여 권태가 안 생기는 것이 아니라 그런 환경에서 권태를 못느끼도록 하는 노력이 숙련된 직무능력을 어느 정도 감소시킬 수가 있게 된다

상식적으로 권태가 안전과 관련되어 있을 것으로 보이지만 항상 그런 것은 아니다 자동화의 많은 분야에서 권태를 증가시키는 영향을 제대로 고려하지 않고 있는 것이 문제이므로 이를 주의하여야 한다

권태를 방지하거나 경감시킬 수 있는 방안으로는 관제사들에게 가능한한 자기 업무량을 스스로 조정할 수 있도록 많은 자유를 제공하거나 업무수행에 필요한 충분한 기량을 갖추도록 인원 배정을 계속 조정하고 관제사들이 숙련등급을 높히는데 필요한 업무공간 장비 및 직무를 설계하고 그 숙련업무를 활용할 기회를 부여하고 그리고 권태

가 단체활동에서는 크게 문제가 되지 않으므로 관제사들이 관제업무를 혼자서 하는 것이 아님을 확신시켜 주는 방안 등이 있다

자신감과 자만심

신속한 문제해결과 의사결정이 필요한 직무에서 자신의 능력에 대한 자신감은 필수적이다 에서는 결단력이 없는 사람은 설 자리가 없다고 하듯이 자신감은 과신과 자만심을 불러 일으킬 수가 있는데 만약 어느 직무가 개인의 한계를 테스트해 보지 않는다면 어려움도 아무 것도 아닌 것으로 보이며 모든 문제를 예측할 수 있는 것으로 보이는데 이것이 자만심을 유발하는 것이다 자만심은 비교적 높은 수준의 업무와 직무 스케쥴의 조정 그리고 어렵지만 도전해 볼만한 문제를 제시하여 훈련하고 평가함으로써 어느 정도는 감소시킬 수가 있다

실수 방지

관제사가 실수를 가능한한 적게 하도록 하기 위하여 시스템 근무공간 인간 기계 상관관계 직무의 설계 업무요구량 예측 기능과 지식을 업무에의 결부 그리고 채용조건 명시 등에 노력하여야 한다 이것의 성공 여부는 시스템 계획과 설계 형성단계에서 인적요소를 적절히 고려하느냐에 달려 있는데 인간이 실수하기 쉬운 존재인 것과 같이 관제사도 여전히 실수하기 쉬운 존재로서 그들이 경험이 많고 기능이 숙달되어도 실수 가능성이 있는 것은 마찬가지다

인간의 실수를 방지하기 위하여 모든 노력이 강구되어야 하지만 모든 인간의 실수가 방지될 수 있다는 가정하에서 시스템의 안전을 예상한다는 것은 단정하기가 어렵다 어느 정도 실수는 발생할 것이므로 시스템이 그 정도의 실수는 허용할 수 있도록 설계되어 안전을 유지할 수 있도록 하는 것이 중요하다

많은 종류의 실수가 직무와 업무분석이나 입력장치 통신장비 인간 기계 상호작용의 특성 그리고 요건에서 예상된다 인간이 실수를 할 때 정상적인 사람이면 곧 바로 수정하는 것처럼 실수를 인정하고 있는데 가끔 팀운영 환경에서 동료 관제사가 다른 관제사의 실수를 감지하여 자동적으로 예방할 수도 있다

말로 대화하는데 있어 실수가 발생하는 것은 주로 음성 혼돈 생략 잘못된 기대감 표준화되지 않은 정보배열순서 때문인데 정보를 나타내는 자료의 한 줄이나 한 블럭에

서 오류가 있을 수 있고 글자나 모양이 오해되도록 서로 완전히 구별이 잘 안되는 경우 등인데 명확하지 않은 표시 와 조정장치의 불일치 조치후 확인 지연

조정장치간의 관계에서도 실수가 발생하는 원인이 되고 있다

관제사가 실수할 수 있는 것은 인간 기계 상호작용 설계에서 허용된 범위내에 있어야 한다 에서 발생하는 인간의 실수는 사고나 준사고 보고서에 기록된 근거에 의거 종합되고 분석될 수밖에 없다고 하지만 실제 관제업무 현장에서 관제사들이 경험하고 있는 실수는 비록 사고나 준사고로 발전되지 않아 보고가 되지는 않고 있지만 실제로 실수는 어느 정도 발생하고 있다

이런 종류의 실수는 비록 동료 관제사들에게까지 들어내 놓고 알려지지 않은 경우도 있으며 실수한 관제사가 스스로 즉시 수정하여 다시 원상태로 되돌려진 경우와 실수는 분명한데 사고나 준사고로 발전되지 않는 경우에 자칫 관제사가 자만에 빠질 수도 있음을 무시해서는 안된다 다행히 그것이 허용된 범위내의 실수라면 문제가 될 수 없겠지만 그러한 실수를 자주 허용하고 그런 실수가 발생하게 되는 원인을 분석하여 개선해 나가지 않는다면 언젠가는 큰 사고로 발전될 수도 있으므로 개개인 관제사의 작은 실수라도 통계를 내서 전문가들이 문제의식을 갖도록 하는 것도 중요하다

피 로

요소에서 중요한 문제가 관제사가 과로하고 피로하게 되면 판단의식이 흐려져서 업무의 안전과 효율성이 위태로워진다는 것이다 안전과 업무수행 그리고 직업적 건강과 복지 측면에서 피로라는 것은 받아들여져서는 안되는 사항인데 관제사는 업무시간이 과도하거나 비합리적인 업무 요구로 과로해서는 안되므로 관제사들의 피로방지는 관리적인 측면의 의사결정에 중요한 영향을 미치게 한다 해결방안으로는 업무를 분담시키거나 근무조 구성을 재조정하던가 근무시간을 줄이던가 근무 휴식 사이클을 개선하던가 추가훈련의 실시 컴퓨터 추가 지원 현대 첨단장비 보강 등을 들 수 있다

근무조는 근무시간 동안 적절히 휴식을 취할 수 있도록 구성되어야 하며 관제사가 쉬는 시간 없이 관제업무를 계속 할 수 있는 최대시간을 정하여 관제사들의 긴장감과 피로 그리고 생리적 문제를 해결해 주어야 하는데 근무가 복잡한 관제부서의 최대 연속 관제시간은 시간 정도로 하는 것이 좋다

주 시간 근무 후 휴식시간으로 통상 분 분 정도의 휴식이 필요하다

휴식은 환경에서 벗어나 취하여야 하며 관제석 뒷자리에 앉아 있거나 근무장내에서 휴식을 취하는 것은 휴식으로 볼 수 없이 계속 근무를 하는 것으로 간주되는데 지원이 필요시 언제든지 즉시 근무자리로 돌아가야 하기 때문에 계속 긴장하고 심신을 쉬게 할 수 없기 때문이다 관제사가 휴식시간 동안에는 어떤 업무라도 맡끼지 않아야 하는데 교통량이 적고 관제 업무가 많지 않아 어느 정도 지루하더라도 휴식은 여전히 필요함을 인식하여야 한다 업무가 적어 바쁘지 않다고 하더라도 그것이 진정한 휴식시간으로 대체되어서는 안된다

근무시간중에는 식사를 위한 시간을 배려해 주는 것이 필요하다 최대근무시간은 교통량에 따라서나 실제근무는 하지 않으나 대기하는 시간을 포함하느냐에 따라서나 여러 정책적 요소에 따라 다르게 조정되어야 한다 근무시간이 어디에서 끝나는가도 분명치 않는 경우가 있는데 예를 들면 야근근무 후에 피로에 지친 관제사가 교통이 복잡한 아침 출근시간에 자동차로 귀가하는 경우에는 특히 그렇다

휴식시간과 식사시간이 있더라도 교통량이 많지 않은 경우를 제외하고는 시간 이상을 계속 근무하는 것은 권고할 만한 것이 못된다 법에 정해진 시간의 근무를 해야 하는 관제사는 휴식시간을 좀 더 오래 계속 갖기 위하여 근무시간도 길게 잡길 바라고 있어 비번일을 여러 날 연속으로 잡는 것을 선호하지만 여러 날 연속 근무를 할 경우 그로 인한 피로의 누적 때문에 권장할 만한 것이 못된다

근무는 일반적으로 야간에도 해야 하므로 여러 날 연속으로 야간근무를 하는 것보다 교대 근무조 운영이 좋다는 데는 의견이 분분하다 근무조는 뒤로 돌려야 하는데 예를 들면 오늘 오전 근무를 하면 내일은 오후 근무를 하는 식으로서 오후 근무를 한 후 다음날 오전 근무를 하는 형식은 충분한 휴식이 안되어 좋지 않다

관제사는 연령도 고려되어야 한다 특히 일근을 하다가 교대근무를 하게 되면 나이가 많은 관제사는 더 쉽게 피로를 느끼게 된다 정년에 가까운 관제사는 야간근무를 안시키는 것이 좋으며 모든 관제사에게 권할 것은 못되지만 필요하다면 나이가 들어갈수록 그 능력에 맞는 업무를 하도록 직무를 재배치하는 것이 바람직하며 경험이 많으면 나이가 들더라도 어느 정도는 보상이 되겠지만 계속 높은 수준의 노력이 요구되는

주 야간 근무조의 경우에는 좀 더 길어질 수 있으며 주당 최대근무시간으로 외국에서는 시간 정도가 적합하다고 보고 있다

주 연속 일까지는 야근 근무가 허용될 수 있으나 그 이상은 바람직하지 못하며 그것은 피로 회복 리듬이 크게 깨지지 않도록 하기 위함이다

업무는 그들을 더욱 피로하게 만들게 한다

업무상 필요 사항

기계는 오랫 동안 작동되어도 별 무리가 없이 제대로 작동되지만 사람은 그렇지가 못하다 기계는 일상적이고 기술도 필요 없고 특별히 요구되는 것도 없이 반복적인 업무에 무한정으로 작동될 수 있지만 사람은 이에 적합하지가 않다 기계는 과로하지도 않고 싫증을 느끼지도 않고 정신이 산만해지거나 졸리지도 않고 끝도 없이 일을 하지만 인간은 아무런 문제 없이 오랫 동안 효과적으로 일을 계속 할 수가 없다 기계는 다른 기계와 다르게 보이질 않지만 관제사는 동료나 다른 사람들로부터 좋은 평판과 존경을 받고 싶어하는 것 등이 다르다

개인적 차이점

관제사간의 개인적 차이점은 의학적 차이나 체력 능력 적성 그리고 성격의 차이를 모두 포함하는 것으로 선발된 관제사에 대한 교육과정에서 관제사간의 개인차를 감소시켜 개인적 차이점으로 인하여 업무의 안전과 효율성이 크게 영향을 받지 않도록 해야 한다 그러나 개인적인 차이점이 있더라도 능력이 뛰어난 관제사는 그 장점이 최대한 활용되어야 하고 약점이 있는 관제사에 대하여는 그 단점이 보완되도록 하는 형식의 것이 되어야 한다

기타 인적요소 견해

는 사람이 어떻게 생각하고 의사결정하고 이해하고 기억하는가의 인간의 기본적 인식 능력을 고려하여야 한다 업무와 직무는 이러한 능력안에서 설계되어야 하고 교육훈련은 이것을 최대화시키도록 시행되어야 한다 사람은 가치가 있고 의미가 있다고 인식하는 방법으로 그 인식 능력을 훌륭하고 현명하게 활용할 수 있어야 한다

관제사의 근무 조건은 다양하지만 최대근무시간 근무조 교대근무 그리고 최대 관제업무시간에 관하여 정기적으로 검토하고 개선점을 찾아야 하며 근무공간 설계가 업무가 수행되는 동안 시력이나 혹은 앉은 자세 등에서 직업병의 폐혜가 없도록 하여야 하고 의학적인 관점에서 관제사들이 조기 퇴직하는 것에 항상 대비하여야 하며 최근

여성의 분야의 참여를 제대로 준비하는 것도 필요하다

교통량이 매우 빠르게 증가하고 있다 국가적인 경제조건이며 연료가격 그리고 안전하게 여행하려는 항공승객의 인지도와 같은 에 간접적으로 영향을 미치는 사항들 때문에 의 예상 증가율은 추측하기가 어렵다 그럼에도 불구하고 모든 부문에서 항공교통이 실질적으로 오랜 기간 동안 증가되리라 예상되어 지금의 시스템의 대부분이 교체되거나 확장되거나 더욱 개선되어야 하는데 그것은 현 시스템이 그렇게 많은 교통량을 대비하여 설계된 것이 아니기 때문이다

인공위성을 이용한 정보 데이타 링크 색채 코팅 인공지능 그리고 음성직접입력 방식과 같은 기술혁신을 수용하기 위하여 는 에 가장 유용하고 적합한 형태가 무엇인지를 확인하기 위하여 평가되어야 하며 인적요소를 그러한 변화의 결과와 구별해야 한다든지 나 통제 종합 인터페이스 통신 이해 기억 근무조 역할 태도 규범 및 풍조와 같은 와 관련된 문제를 해결하는 것이 필요하다

시스템의 성공적 운용을 위하여는 시스템이 인적 제한요소를 제대로 고려하여야 하며 예를들면 사람의 기억이나 주의집중력이 관제사들의 능력을 초과하거나 또는 너무 낮게 평가한 가운데 고려하여서는 안된다

주 협약 부속서 의 항공신체검사 제 종의 기준에는 여성 관제사가 임신한 경우 에의 근무제한을 하고 있지 않으며 거의 모든 회원국이 이와 다른 국내 규정을 따로 갖고 있지 않고 있다 그러나 임신한 경우 정신적 육체적 부담을 고려하여 근무시간의 변경 난이도 업무량이 적은 근무 배정 등의 배려가 필요하다

연 습 문 제

교통 구성요소 가운데 가장 핵심이 되는 요소는

가 인간 나 교통수단 다 시설 장비 등 환경 라 교통관련 법규

항공분야에서 인적요소 란

가 항공기의 성능을 극대화하기 위한 것이다
나 인간의 능력과 주변 제요소와의 상호관계를 최적화하기 위한 것이다
다 항공기 사고발생시 보다 정확한 원인을 규명하기 위한 것이다
라 인체의 생리 및 심리가 행동에 미치는 원인을 규명하기 위한 것이다

의 모델에 해당하는 것은

가 인간 인간
나 환경 소프트웨어
다 소프트웨어 기기
라 환경 기기

교육 훈련 목적에 해당하지 않는 것은

가 지도력 향상
나 의사소통 원활화
다 승무원 상호간 협력 증진
라 승무원의 생리 관찰

항공교통에서 인적요소에 대한 교육 훈련의 목적에 해당하지 않는 것은

가 인적과실에 의한 사고예방
나 항공기 운항의 효율성과 능률성 제고
다 인간의 능력 극대화
라 항공기 사고조사의 효율화

항공기 사고발생 원인에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 요소는

가 인적요소 나 기기요소 다 환경요소 라 법규요소

인간의 행동특성을 가장 잘 설명한 것은

가 인간의 행동은 주변환경과 상황에 따라 유동적이다
나 인간의 행동은 심리과정을 거치지 않고 행동한다
다 정확한 반복동작이 가능하다
라 동일한 정보에 대하여는 항상 같은 행동반응을 일으킨다

인간의 행동반응에 가장 크게 영향을 미치는 요소는

가 생리 나 심리 다 기기 라 환경

인간의 행동과정은

가 정보수집 → 지각 → 인지 → 판단 → 의사결정 → 행동
나 정보수집 → 판단 → 인지 → 지각 → 의사결정 → 행동
다 의사결정 → 인지 → 정보수집 → 판단 → 지각 → 행동
라 인지 → 판단 → 지각 → 정보수집 → 행동 → 의사결정

모델에서 소프트웨어 요소에 해당하는 것은

가 항공생리 나 심리 다 적성 라 항공법규

대기에 대하여 틀린 설명은

가 혼합가스로 질소 % 산소 % 기타가스 %로 구성되어 있다
나 대기층을 바다에 비유한다면 우리는 수면에서 사는 것이다
다 기압은 수은기둥을 ㎝ 올리는 힘이다
라 물속으로 들어갈 때마다 기압씩 증가한다

고공에서 산소 공급이 필요한 이유는

가 지표에서는 산소가 %인데 상승할수록 산소%는 줄어든다
나 지표에서는 산소가 %인데 상승할수록 산소%는 올라간다
다 고공으로 상승할수록 기압이 증가해 산소분압이 증가한다
라 고공으로 상승할수록 기압이 증가해 산소분압이 감소한다

기압고도가 되는 높이는

가 나 다 라

순환기의 대상작용으로 의식을 유지할 수 있는 최고 고도는

가 나 다 라

저산소증에 가장 민감한 인체 기관은

가 심장 나 신장 다 간 라 뇌

다음 중 틀린 설명은

가 성인 회 호흡량은 평균 cc이다
나 공기 가운데 산소가 % 포함되어 있다
다 산소해리곡선은 자 형태이다
라 인체는 산소를 저장할 수 있다

저산소증에 대한 설명 중 틀린 것은

가 저산소증에 빠져도 본인은 전혀 모를 수 있다
나 과호흡증과 구별이 잘 안된다
다 시야 협소나 시력 장애는 저산소증과는 무관하다
라 산소가 전혀 없는 상태에서의 유효의식시간은 ~ 초이다

에서의 유효의식시간은

가 ~ 분 나 분 다 ~ 분 라 ~ 분

과호흡증에서 문제가 되는 가스는

가 나 다 라

다음 설명 중 틀린 것은

가 과호흡시 가장 흔한 증상은 현기증이다
나 감압증은 질소가스 때문에 발생한다
다 가속도와 저산소증과는 관련이 없다
라 변압증은 우리 몸에 가스가 있는 부위에서 생긴다

다음 중 맞는 설명은

가 비행전 참외를 먹는다
나 비행에서 상승시 발살바법을 한다
다 코감기에 걸렸어도 발살바만 되면 비행에는 문제가 없다
라 하강시 윗쪽 치아 여러 개가 아프면 부비강통이 의심된다

감압증에 대한 설명 중 틀린 것은

가 사이다 뚜껑을 열 때와 똑같은 현상이다
나 가장 흔한 증상은 관절통이다
다 단순한 관절통은 하강 후 % 산소의 흡입으로 치료될 수 있다
라 예방법으로 고공으로 상승시 신체 활동을 늘린다

양성가속도 상황하에서 발생할 수 있는 현상이 아닌 것은

가 의식상실 나 다 라 점상출혈

양성가속도에 대한 내성을 감소시키는 요소가 아닌 것은

가 체온증가 나 저혈당증 다 위팽창 라 과환기

서서히 양성가속도를 증가시켰을 때 먼저 나타나는 현상들의 순서로 올바른 것은

가 몸무게 증가 의식상실
나 몸무게 증가 의식상실
다 몸무게 증가 의식상실
라 몸무게 증가 의식상실

삼반규관의 기능 중 틀린 설명은

가 각가속도 감지 나 각감속도 감지
다 구심가속도만 감지 라 이상만 감지

평소보다 활주로 폭이 넓은 활주로에 착륙을 시도하려 할 때 다음 사항 중
어떤 상황이 나타날 수 있는가

가 할 수 있다
나 할 수 있다
다 활주로의 폭은 별로 문제가 되지 않는다
라 유도등이 설치되어 있기 때문에 조심할 사항이 아니다

같은 양의 가속하에 지속적인 등속원 운동에 노출되면 어떤 느낌을 받는가

가 상하수직운동 나 좌우선회운동
다 수평후진운동 라 수평직선운동

비행착각 상황에서 이를 극복하는 방법 중 옳지 않은 것은

가 머리를 가급적 에 고정한다
나 주변 참조물을 대조하기 위하여 가능한 시계비행한다
다 계기비행으로 들어간다
라 시계비행과 계기비행을 번갈아 반복하면서 회복한다

지속적으로 상승하다가 수평비행시 느끼는 감각은

가 상승감 나 강하감 다 선회감 라 수평직선 비행감

정신작업 끝에 나타나는 급성피로에 대하여 다음 중 잘못된 설명은

가 일시적 정신공백 의 상태가 바탕이 된다
나 피로가 쌓임에 따라 이러한 공백은 더 자주 빈도 나타나고 길이도 길어진다
다 정신공백의 증가는 주관적인 피로의 느낌과 비례한다
라 정신적 피로는 육체적 피로보다 회복이 어렵다

비행피로의 예방을 위해 그리 중요치 않은 것은

가 휴식과 근무시간의 적절한 안배
나 정당한 보수와 양질의 급식
다 신체적성 체력증강
라 밤샘 음주 담배 등의 절제

일중리듬 실조 신체장해 에 영향을 주는 중요한 요소는

가 연령 나 비행방향 다 질병 라 가 와 나

운항승무원의 시차증을 예방관리하는 대책으로서 타당한 조치는

가 운항 및 지원부서의 관련자 모두가 문제의 중요성을 인식한다
나 숙박지에서는 피로를 예방하기 위해 되도록 실내에서 안정을 취한다
다 긴 야간비행 후 목적지에 도착하면 현지시간에 관계없이 바로 취침해야 한다
라 일중리듬의 골짜기에 맞추어 임무를 개시함이 좋다

운항승무원이 되고자 하는 강한 동기부여 에 관하여 옳은 설명은

가 운항승무원이 되기를 갈망함은 그 자체가 바로 의욕의 강함을 의미한다
나 강한 의욕은 과긴장상태를 초래하여 역효과를 낼 수도 있다
다 동기부여와 훈련을 성공적으로 수료하는 가능성 훈련수료율 과는 무관하다
라 동기부여는 어려서부터 서서히 이루어 진다

운항승무원에게 요구되는 능력과 특성으로 가장 중요한 것은

가 강한 의욕 나 경쟁심 다 특출한 학습능력 라 정서안정

정보처리과정 중 중앙처리 단계에서 방어적 오류란 다음 어느 경우를 말하는가

가 한 생각에 골몰하여 다른 주의를 못함
나 긴장상태가 지난 후 경계심 해이
다 유리한 정보만 선택 또는 유리하게 해석
라 다른 스위치를 잘못 조작

과오를 그 형태에 따라서 분류한 항목에 해당되지 않는 것은

가 중복 나 탈락 다 수행 라 대상

운항승무원 과오의 분석 결과 가장 중요한 비율을 점하는 것은

가 능력부족 지식 기량 정신불안정 나 경험부족 지식 경험 훈련
다 주의부족 라 나 와 다

작업수행 능력에 있어 인간이 기계보다 우월한 점은

가 반응의 속도가 빠르다
나 돌발적인 사태에 직면해서 임기응변의 대처를 할 수 있다
다 인간과 다른 기계에 대한 지속적인 감시기능이 뛰어나다
라 고장검색을 신속히 할 수 있다

최근 숙련 운항승무원에 의한 사고를 예방하기 위해서 이루어지는 각종 교육은 다음과 같은 것을 중요시하고 있다 다음 중 해당되지 않는 것은

가 적절한 휴식 나 승무원간의 책임 분담
다 주요 계기의 모니터링과 교차확인 라 조작의 합리적인 우선순위 결정

구술언어 중 독백의 특성과 거리가 가장 먼 것은

가 논점의 정리 나 내용의 일관성 다 문법규칙의 준수 라 암시

대인지각의 대 기전에 해당되지 않는 것은

가 동일시 나 반사 다 부사 라 고정관념화

세계보건기구에서 규정한 건강의 개념 중 알맞은 것은

가 신체적 정신적 사회적 안녕상태
나 정신적 육체적 안녕상태
다 신체적 사회적 안녕상태
라 정신적 사회적 안녕상태

질병의 발생원인 중 삼원론에 해당되지 않는 것은

가 병인 나 인간 다 환경 라 사회

차적 예방에 속하는 것은

가 건강증진 나 조기발견 다 조기치료 라 악화방지

차적 예방에 속하는 것은

가 건강증진 나 특수예방 다 조기발견 라 악화방지

차적 예방에 속하는 것은

가 건강증진 나 특수예방 다 조기발견 치료 라 악화방지 재활

우리나라 암사망 중 가장 빈도수가 많은 암유형은

가 뇌암 나 폐암 다 위암 라 간암

항공종사자 신체검사기준 중 종에 해당되는 자격은

가 자가용조종사 나 항공교통관제사 다 항공정비사 라 항공기관사

항공종사자 신체검사기준 중 종에 해당되지 않는 자격은

가 운송용조종사 나 사업용조종사 다 항공기관사 라 항공교통관제사

운송용조종사의 신체검사기준 중 세 이상의 제 종 신체검사 유효기간은

가 개월 나 개월 다 개월 라 개월

항공종사자 신체검사기준 중 세 미만의 제 종 신체검사 유효기간은

가 개월 나 개월 다 개월 라 개월

식생활에서 가장 이상적인 단백질 섭취량은

가 %미만 나 %미만 다 %미만 라 %미만

식생활에서 가장 이상적인 지방질 섭취량은

가 %미만 나 %미만 다 %미만 라 %미만

비만여부를 나타내는 체질량지수 를 구하는데 사용되는 값은

가 신장 체중 나 신장 허리둘레
다 허리둘레 피부두께 라 피부두께 체중

비만증에 걸려있는 사람은 정상체중인 사람에 비해 고혈압이 발생할 확률이 얼마나 높은가

가 배 나 배 다 배 라 배이상

알콜섭취시 혈중 알콜농도는 개인마다 차이가 나는 이유 중 관계가 없는 것은

가 신장 나 체중 다 음주속도 라 성별

스트레스의 생리적 반응 중 첫단계인 경고반응시에 나타나는 것 중 거리가 가장 먼 것은

가 두통 궤양 나 신진대사율 항진
다 심장박동율 증가 라 혈당치 상승

스트레스를 쉽게 받는 형 성격 특성 중 거리가 가장 먼 것은

가 급한 성격 나 경쟁적 노력
다 화낼 대상이 많다 라 적당한 업무추진

스트레스 대처를 위한 조직관리 방안 중 거리가 가장 먼 것은

가 정기적인 신체검사 나 긴장이완 훈련
다 자기인식 증대 라 직무평가 도입

다음 중 모델에서 소프트웨어 분야에 포함되지 않는 것은

가 나
다 비행절차 라 점 검 표

표준조작절차 수립의 목적에 해당되지 않는 것은

가 안전성 확보를 위한 절차
나 경험이나 기술이 부족한 운영자를 위한 절차
다 조작의 내용과 순서를 통일하기 위한 절차
라 경제적인 운항을 하기 위한 절차

년 과 의 연구결과 항공기 사고원인 가운데 가장 많은 비중을 차지하고 있는 요인은 무엇이었는가

가 운항승무원의 표준조작절차 위반
나 운항승무원의 부적절한 조치
다 운항승무원의 무능력
라 운항승무원의 부적절한 교차점검

조종석 운영의 이론에 포함되지 않는 내용은

가 원리 나 방침 다 절차 라 실행

절차개발지침에 해당되지 않는 것은

가 절차 운영 결과에 대한 환류가 관리자나 개발을 하는 사람에게 전달될 수 있어야 한다
나 관리자는 기본적으로 자동화에 대한 원리를 개발해야 한다
다 절차를 개발할 때 현재 사용중인 절차나 방침을 신기술에 비추어 재평가해야 한다
라 환류체계에서 승무원 평가 프로그램은 제외시켜야 한다

다음 중 절차개발지침으로 옳지 않은 것은

가 절차는 장비의 사용 목적에 적합하도록 신중히 만들어져야 한다
나 절차에는 외부와의 의사소통도 반드시 포함하여야 한다
다 절차는 완전히 예상할 수 있는 결과를 도출해야 한다
라 은 다른 사람의 주위를 분산시킬 수 있어야 한다

다음 중 절차의 변경사유에 해당되지 않는 것은

가 새로운 장비의 사용 나 새로운 규칙의 제정
다 새로운 경영 관리 라 새로운 인원 고용

다음 중 절차 변경사유에 해당되지 않는 것은

가 인위적인 위험의 발생 테러리즘
나 자연적 위험의 발생 화산폭발
다 권고되는 운항방식의 변화
라 경영자의 변화

점검표 사용의 목적이 아닌 것은

가 운항승무원에게 조작절차를 환기시킨다
나 계기를 점검하는 적절한 순서를 제공한다
다 승무원간 상호 확인감독이 가능하도록 한다
라 승무원의 항공기 운항평가를 위한 도구는 아니다

점검표에서 수행완료하였음을 나타내는 가장 적절한 방법은

가 실제상태 혹은 수치로 표시 나
다 라

다음 중 자동화의 필요성이 아닌 것은

가 안전성 확보 나 기술의 발달
다 정보의 정확성 제고 라 경제성 추구

자동화의 문제점에 해당되지 않는 것은

가 상황인지의 실패 나 운항승무원 권한의 강화
다 자동화에 따른 압박감 라 자동화에 따른 방심

다기종 운영의 표준화를 위해 요구되는 사항이 아닌 것은

가 다기종 운영의 원리 제정
나 다기종 운영의 표준화 포럼 개설
다 다기종 운영 절차에 대한 개인적인 의견의 수렴
라 다기종 운영에 따른 편제의 다원화

다음 중 절차를 제정함으로써 명확하게 규정되지 않는 것은

가 임무의 결과 나 임무 수행자
다 임무 수행 방법 라 임무 환류 형태

직무와 인간관계에 대한 개인의 생각이나 자세에 대하여

가 상황에 따라 달라짐으로 항상 변한다
나 다른 사람에게 반사적 행동을 하지 않는다
다 지금까지 받아온 교육의 질에 따라 좌우된다
라 바꿀 수 있고 다른 것과 대체될 수도 있다

조종사 능력 향상 요소 중 논평 이란 무엇인가

가 효율성의 질을 평가하기 위해 주어진 상황을 검토해 보는 것이다
나 서로의 경험을 주고 받는 것이다
다 문제점을 연구하고 해결하는 것이다
라 타인의 결점에 대하여 주의를 환기하는 것이다

상 형의 사람이 갈등에 처하면 어떻게 대처하나

가 쌍방의 오해의 실마리를 찾는다
나 각자 역할이 잘 정립되어 있으면 갈등은 없다고 생각한다
다 자기의 고정관념을 버리고 해결을 위하여 노력한다
라 자기신념보다는 타인 의견을 지지한다

문제의식 에 대하여 가장 올바르게 표현한 것은

가 다른 사람의 행동 생각 제안에 일단 의심을 갖는다
나 각자의 생각이나 행동이 옳은 것인가 확인하고 유효한 것인가를 조사해 본다
다 자신의 생각과 행동을 조사해 보는 과정이다
라 기량이 뛰어나고 대로 한다면 문제의식은 필요하지 않는다

형의 가 자기의사를 표시할 때

가 타인의 입장을 주의 깊게 재검토 하도록 강요하는 방향으로 한다
나 자기입장을 지지하는데 객관적 자료에 의존한다
다 흑백논리로 입장을 관철한다
라 자기주장을 승화시켜 타인의 신뢰감을 얻는다

형의 가 의사를 소통할 때

가 개인적으로 관심있는 의사를 소통한다
나 타인의 참여를 위하여 적절한 문제를 제시한다
다 항상 분명하게 토의에 임한다
라 관련된 문제는 논의하지만 깊이 있고 상세한 이야기는 하지 않는다

간의 관계가 일단 교착상태에 빠지면

가 타협하여 질이 낮더라도 해결해야 한다
나 평화공존식으로 해결하면 스스로 협조관계가 구축된다
다 무엇이 옳은가 에 초점을 맞추어 해결하면 건설적인 관계가 구축된다
라 우리가 옳다 고 주장하여 반드시 이겨야 한다

간 갈등이 심화되는 이유는

가 자기가 속한 에 충성심이 있기 때문이다
나 중심의 주관이 더 강해지기 때문이다
다 배반자와 영웅관계가 있기 때문이다
라 이상 전부이다

사람은 환경조건의 변화에도 불구하고 체온을 유지할 수 있고 적응력이 있지만 보통 몇 도에서 불쾌감을 느끼는가

가 도이하 또는 도이상 나 도이하 또는 도이상
다 도이하 또는 도이상 라 도이하 또는 도이상

항공기 승객은 시간당 리터의 물이 필요한 반면 매우 활동적인 승무원은 승객의 몇 배의 물이 필요한가

가 배 나 배
다 배 라 배

상대습도가 어느 정도 될 때가 인체에 가장 나쁜가

가 이하 또는 이상 나 이하 또는 이상
다 이하 또는 이상 라 이하 또는 이상

항공기의 전자 장비에 가장 나쁜 영향을 주는 것은 다음 중 어느 것인가

가 온도 나 기압
다 소음 라 상대습도

일반적으로 항공기가 보통 상공을 비행할 경우 여압장치에 의해서 객실내의 고도는 대개 얼마 정도인가

가 나
다 라

항공기의 소음 을 감소시킨 것은 다음 중 어느 것인가

가 나
다 라

장거리 항공기 여행으로 인한 시차병 증후 중 해당 되지 않는 것은

가 불면증 나 피로감
다 소화불량 라 동맥경화

항공기 운항중 시차 가 인체에 미치는 영향은 어느 때 가장 심한가

가 북쪽에 남쪽 으로 비행중
나 동쪽에서 서쪽 으로 비행중
다 서쪽에서 동쪽 으로 비행중
라 남쪽에서 북쪽 으로 비행중

전자파 중에서 인체조직의 온도를 상승시키는 것은 어느 것인가

가 나
다 라

문화적 환경의 구분은 가지로 구분하는데 해당되지 않는 것은

가 권력거리 나 이기주의
다 개인주의 라 남자다움

가지의 문화적 환경 중에서 어느 상태가 가장 좋은 문화적 환경이라고 생각하는가

가 권력거리는 작고 개인주의가 큰 문화
나 권력거리는 크고 개인주의가 작은 문화
다 권력거리와 개인주의가 같은 문화
라 위 모두 맞다

모델에서 가 의미하지 않는 것은 어느 것인가

가 관제 부호 나 관제사 또는 운항승무원
다 표준 출발 절차 라 항공교통관제규정

인적요소에서 극복되어야 할 제한사항이 아닌 것은 어느 것인가

가 전문지식은 계속 유지되어야 한다
나 연상관제는 계속되어야 한다
다 관제사는 자동화 시스템을 신뢰하여야 한다
라 시스템을 먼저 개발하고 인적요소는 후에 검토한다

피로에 관한 설명중 틀린 것은 어느 것인가

가 관제사는 피로에 익숙되어 있어야 한다
나 최대연속관제시간은 시간을 권하고 있다
다 근무시간중 식사시간을 주어야 한다
라 관제업무도 연령에 알맞게 직무설계되어야 한다

관제실 내부의 적정 온도는 얼마가 가장 적합한가

가 ℃ ℃ 나 ℃ ℃
다 ℃ ℃ 라 ℃ ℃

관제실 환경에 대한 설명 중 틀린 것은 어느 것인가

가 장비나 가구의 색상은 검정색이 제일 좋다
나 관제탑은 주간에 자연채광으로 조명한다
다 실내 습도는 나 그 보다 약간 높게 한다
라 통풍장치나 장비운용 소음은 최대한 줄인다

관제사의 시각적 한계에 관한 설명중 틀린 것은 어느 것인가

가 동적정보와 배경정보의 밝기 비율은 이 좋다
나 농도가 짙은 파란 색은 구별이 쉽다
다 색상은 항공신체검사 제 종 기준이면 가능해야 한다
라 관제부호의 세로 크기는 이상이 좋다

관제사의 인적 한계에 관한 설명중 틀린 것은 어느 것인가

가 레이다 관제실 실내 조명은 균일해야 한다
나 관제실 소음 기준은 정도가 적당하다
다 관제정보 시계는 차단되지 않아야 한다
라 관제실 공기의 환류속도는 분당 가 적정하다

관제통신에서의 실수를 방지하기 위한 설명 중 틀린 것은 어느 것인가

가 항공기로부터의 모든 정보를 이해하여야 한다
나 항공기 호출부호는 서로 매우 다르게 부여한다
다 운항승무원이 말하리라 예상한 것만을 듣는 연습을 한다
라 알파벳 발음법을 준수한다

영어가 모국어가 아닌 자가 관제통신시 취할 태도는 어느 것인가

가 보통 대화 속도로 발음한다
나 명확하고 천천히 발음한다
다 방언이나 억양을 심하게 써도 좋다
라 정보가 확실치 않아도 바쁘면 재확인을 생략한다

관제업무 자동화의 목표가 아닌 것은 어느 것인가

가 효율성 확보 및 과실 예방
나 안전성 개선 및 신뢰성 증진
다 시스템 고장시 관제사 업무량 증대
라 의사결정 및 미래예측에 도움

관제사 선발시 평가 항목이 아닌 것은 어느 것인가

가 공간 개념
나 기호 식품
다 언어 구사력
라 추리력 및 종합 분석력

관제업무 공간에 대한 설명 중 틀린 것은 어느 것인가

가 방음장치는 크게 문제가 되지 않는다
나 화장실 휴게실 매점 등의 편의시설을 갖춘다
다 불빛 반사광 차폐시설이 없도록 한다
라 관제사의 주의력을 산만하게 하도록 장비를 배치하지 않는다

참 고 문 헌

국내문헌

건설교통부 교통안전공단 한국항공진흥협회 항공기 안전 및 발표회
건설교통부 한국항공진흥협회 제 회 비행안전과 세미나
건설교통부 항공국 제 차 전세계 비행안전 및 인적요소 심포지움 뉴질랜드 참가 결과보고서
건설교통부 항공국 제 차 아시아 태평양지역 항공국장회의 결과보고서
건설교통부 제 차 정기총회 보고서
공군본부 의무감실 항공생리학 교본
공군항공의학적성훈련원 항공생리학 교본
교통안전공단 조종사를 위한 인적요인 자가관리
김 맹선 국제민간항공협약 및 부속서 동화기술
김 칠영 조종사를 위한 인적요인 자가관리 교통안전진흥공단
김 칠영 조종사를 위한 교육훈련에 관한 고찰 한국항공운항학회지 제 권 제 호
박 항배 비행피로 항공우주의학
윤 승중 사고분석 한국항공운항학회지 제 권 제 호
임 희남 인간공학 영설출판사
한국항공의학협회 비행과 인체

국외문헌

인적요소 개념
운항승무원 훈련 과
운항요원 인적요소 훈련
제 차 전세계 인적요소 세미나 보고서 레닌그라드
조종석 자동화
인간공학
항공사고조사 관련 인적요소
항공교통관제 인적요소
제 차 전세계 인적요소 심포지움 보고서 워싱턴
기구 및 관리 인적요소
인적요소
항공기 정비 검사 인적요소
제 차 전세계 인적요소 심포지움 보고서 오클랜드

大島正光 山本重美 横堀 榮 航空醫學 醫學書院
黑田 勳 飛行と こころ 鳳文書林

목 차

제 Ⅰ 부 공통부문

단원 인적요소의 개요

제 장 항공에서의 인적요소

제 절 항공안전과 인적요소
제 절 항공기운항과 인적요소

제 장 인적요소의 개념과 배경

제 절 인적요소의 개념
제 절 인적요소의 이론배경
제 절 인적요소의 적용배경

제 장 인적요소의 구성

제 장 인적요소 교육·훈련과 기준

제 절 인적요소 교육·훈련과정과 방법
제 절 인적요소 교육·훈련의 기준

단원 항공생리

제 장 항공생리

제 절 대기권 물리
제 절 호흡과 혈액순환
제 절 저산소증과 과호흡증
제 절 변압증
제 절 가속도
제 절 비행착각

제　장　비행피로

제　절　피로의 발생과 증상
제　절　육체적 피로와 정신적 피로
제　절　비행과 피로
제　절　비행피로의 예방

제　장　일중 리듬 실조

제　절　개일리듬　일중리듬
제　절　장거리비행과 일중리듬의 교란
제　절　시차중의 관리

단원　　항공심리

제　장　비행심리 적성

제　절　인성과 적성
제　절　동기와 의욕
제　절　운항승무원의 선발
제　절　교육·훈련

제　장　인적과오

제　절　과오의 발생원
제　절　정보처리의 과정과 과오
제　절　과오의 분류
제　절　과오의 극복
제　절　운항승무원 과오의 분석

제　장　긴급사태하의 인간행동

제　절　긴급상황에서의 생리적　심리적 반응
제　절　긴급사태시 인간행동의 분석
제　절　긴급사태시 생체기능
제　절　긴급사태에 대한 대응

제　장　의사소통

제　절　의사소통의 개념
제　절　정보교환으로서의 의사소통
제　절　개인간 상호작용으로서의 의사소통
제　절　상호이해로서의 의사소통

단원　　직무와 신체조건의 적정성

제　장　직무와 건강

제　절　운항승무원의 개인건강
제　절　건강위험요인
제　절　조종과 임신

제　장　스트레스 관리

제　절　정의
제　절　스트레스 반응
제　절　스트레스 관리

제 Ⅱ 부　운항승무원

단원　　인간　시설장비

제　장　조종실 내부의 배치와 인간공학적 조명

제　장　인체측정과 시스템운용

제　절　인체측정의 중요성
제　절　조종공간과 기본설계
제　절　계기의 표시와 배치

제　장　표시장치

제　절　표시장치의 개요
제　절　표시장치와 감각체계
제　절　표시장치의 설계
제　절　문자　숫자의 형태
제　절　전자적 표시장치

제　장　경고표시장치

제　절　경고표시장치의 형태
제　절　표시장치의 신뢰도

제　장　조작기의 설계와 운용

제　절　조작기의 중요성
제　절　조작기의 형태
제　절　항공기 조종실의 설계 및 운용

단원　　인간　　소프트웨어

제　장　표준운영절차

제　절　이론적 근거
제　절　　이론
제　절　절차의 개발

제　장　문서화된 소프트웨어

제　절　문서화된 소프트웨어의 종류
제　절　점검표

제　장　자동화

제　절　개요
제　절　자동화의 필요성

제 절 자동화의 문제점

단원 인간 인간

제 장 서론

제 절 개요
제 절 인간 의 특성

제 장 승무원 자원관리

제 절 배경
제 절 및 교육·훈련 사례

단원 인간 환경

제 장 내부적 환경

제 절 온도
제 절 습도
제 절 기압
제 절 소음

제 장 외부적 환경

제 절 시차
제 절 전자파
제 절 구름
제 절 시정

제 장 문화적 환경

제 절 문화적 환경의 목적
제 절 문화적 환경의 정의
제 절 문화적 환경의 종류 및 대책

제 Ⅲ 부　항공교통관제

제　장　항공교통관제와 인적요소

제　장　관제업무공간

제　장　항공교통관제의 자동화

제　장　항공교통관제사 선발과 훈련

제　장　인적요소에 영향을 미치는 사항

부　록　연 습 문 제

제Ⅰ부　공통부문

단원　　인적요소의 개요

단원　　항공생리

단원　　항공심리

단원　　직무와 신체조건의 적정성

제Ⅱ부　운항승무원

단원　　인간　　시설장비
단원　　인간　　소프트웨어
단원　　인간　　인간
단원　　인간　　환경

제Ⅲ부　항공교통관제

제　장　항공교통관제와 인적요소
제　장　관제업무공간
제　장　항공교통관제의 자동화
제　장　항공교통관제사 선발과 훈련
제　장　인적요소에 영향을 미치는 사항

부 록

판 권
소 유

航空과 人的要素

Human Factors in Aviation

초판 인쇄　　년　월　일
초판 발행　　년　월　일

감　　수　건설교통부 항공국
　　운항
발 행 처　사단법인 한국항공진흥협회
발 행 인　박 종 권
편 집 인　한 인 구
인　　쇄　평진문화사

등 록　　제　　호
주 소　서울 마포구 공덕동　　지방행정회관　　호
　　~
　　내선번호
　　우

잘못된 책은 교환해 드립니다　복제 및 복사 금함

《정가　　원》

建設交通部 航空局 監修

航空과 人的要素

Human Factors in Aviation

社團法人 韓國航空振興協會

머 리 글

오늘날 과학기술의 급속한 발전으로 항공산업은 더욱 첨단화되고 있으며 이와 더불어 항공운송은 세계 각지를 연결하는 고속운송수단으로 그 역할이 더욱 증대되고 있습니다 그 동안 항공운송은 사고의 발생률이 다른 교통수단에 비해 현저히 낮게 나타나고 있었으나 향후 수요의 폭증에 따른 운항회수의 증가로 사고의 발생빈도가 높아져 갈 것으로 예상되며 또한 항공기의 대형화로 단 한번의 사고로도 인명과 재산의 피해가 심대하여 항공사고방지를 위한 제도적 강화와 노력이 과거 어느 때보다도 더 크게 요구되고 있습니다

국제민간항공기구 는 전세계 항공기사고의 이상이 항공기운항에 관련된 실무요원의 인적과실에서 비롯된 것임을 지적하고 개년 사업계획을 수립하여 항공기의 안전운항에 주된 영향을 미치는 조종사와 관제사 그리고 정비사 등 항공종사자의 인적요소 에 대한 광범위한 연구와 교육훈련을 위한 프로그램 개발에 노력하여 왔으며 전세계 및 지역별로 항공안전과 인적요소에 관련한 세미나를 개최하여 인적요소의 중요성을 인식시키고 이와 관련한 교육훈련과정에 필요한 지식과 정보를 전파하는데 앞장서고 있습니다 미국과 캐나다 등 항공선진국들도 항공안전에 있어서 인적요소가 갖는 중요성을 깊이 인식하고 인적과실에 의한 항공안전저해요소를 제거하기 위해 각종 연구와 교육훈련 프로그램의 개발에 많은 노력을 기울이는 한편 의 권고에 따라 인적요소에 관한 사항을 항공종사자 자격시험에 포함시키는 등 항공안전을 위한 활동을 더욱 강화하고 있습니다

이러한 시점에서 건설교통부 항공국의 안전운항에 대한 큰 관심아래 학계와 업계 관련단체 군 및 정부기관에서 항공의 인적요소에 관한 연구와 교육훈련에 많은 지식과 경험을 쌓아오신 권위있는 전문가들이 함께 모여 본 교재를 발간하게 되었음은 매우 뜻깊은 일이라 하겠습니다 본 교재는 항공운항에 가장 핵심적인 역할을 하는 운항승무원과 항공교통관제사를 주 대상으로 하였으며 항공정비등 기타 분야는 단계적으로 증보할 계획입니다

이 교재의 내용은 총 부로 구성되어 있습니다 제 부는 공통부문으로 인적요소의 개념 항공생리 항공심리 그리고 직무와 신체조건의 적정성에 관한 내용을 수록하였으며 제 부는 운항승무원 부문으로 인간 시설장비 인간 소프트웨어 인간 인간 인간 환경의 단원으로 구성하였고 제 부는 항공교통관제사부문으로 항공교통관제사의 인적요소에 관한 제반내용을 담았습니다 교재에서 다루어지는 용어들은 의 교육훈련지침에서 사용되는 표준용어를 사용하였으며 용어의 풀이는 각 단원을 공부하면서 충분히 이해할 수 있도록 서술하였습니다 또한 연습문제를 권말 부록에 실어 복습과 응용에 활용할 수 있도록 하였습니다

아무쪼록 본 교재가 항공종사자의 교육 및 평가에 효과적으로 활용되어 항공안전의 도모와 나아가서는 항공운송의 발전에 기여할 수 있기를 기대합니다

끝으로 항공안전을 이룩하고자 하는 투철한 사명감으로 과중한 본업이 있음에도 불구하고 많은 시간과 노력을 할애하여 교재 편찬에 힘써주신 편찬위원 여러분과 협회 편집진 그리고 감수를 맡아주신 건설교통부 항공국에 진심으로 감사드립니다

한 국 항 공 진 흥 협 회
상근부회장 박 종 권

추 천 사

년 형제의 최초 비행 이래 항공기가 계속 대형 고속화 되어 온 가운데 우리의 항공운송산업도 항공인 여러분들의 부단한 노력으로 어려운 여건을 극복하면서 이제 세계 위권을 바라보는 급속한 발전을 이루어 나가고 있습니다

앞으로 우리 항공운송산업이 세계 일류의 대열에 합류하기 위해서는 서비스의 고급화가 시급하다고 할 것이며 그 중에서도 이용자가 신뢰할 수 있는 안전확보를 위한 각종 사고 예방이 최우선 과제라 하겠습니다

그 동안 항공사고가 항공기를 운영하는 종사자들의 인적요소 에 의하여 발생한 것이 대부분인 것으로 밝혀지고 있어 인적요소에 대한 인식이 크게 증대되어 왔으나 국내에는 아직 이 부문에 대한 종합적인 연구가 없었을 뿐 아니라 개괄적 내용에 대한 지침서 조차 없는 실정이었습니다만 이번에 이 분야 전문가를 포함한 항공인들이 각고의 노력으로 개론서격인 항공과 인적요소 를 발간하게 된 것은 이 분야의 개척자적인 시도로서 매우 뜻있는 일이 아닐 수 없습니다

이것이 우리나라 항공안전에 크게 기여할 뿐만 아니라 항공종사자가 되고자 하는 분들의 수험준비나 항공종사자 여러분의 교육훈련에도 좋은 교재로 믿어 의심치 않아 감히 추전하는 바입니다

끝으로 본 교재의 편찬과 감수 그리고 편집과 발행에 수고해 주신 분들에게 심심한 감사를 드리며 앞으로도 항공 관련 인적요소 부문의 발전을 위하여 계속 협조해 주실 것을 기대하는 바입니다

건 설 교 통 부

항공국장 손 순 룡

편찬위원

강 현철　교통안전공단 조사연구부 선임연구원

김 영준　공군사관학교 군사과학대학원 교수

김 우태　초경량항공기협회 이사

김 정현　한양대학교 의과대학 내과학교실 교수

김 칠영　한국항공대학교 운항학과 교수　운항학과장

민 태형　공군 항공의학적성훈련원 원장

박 춘식　대한항공 학술교관팀장　교관

박 항배　한국항공우주의학협회 회장　한양대학교 의과대학 예방의학교실 교수

변 순철　아시아나항공 안전관리실 과장

양 한모　한국항공대학교 항공교통학과 교수　학생처장

윤 병인　아시아나항공　·　교관

이 승배　한국항공진흥협회 기획부장

이 용호　한국항공우주의학협회 부회장　인하대학교 의과대학 항공산업의학센터 소장

조 동술　대한항공 교육지원팀장　교관

최 영일　건설교통부 항공국 운항과 항무담당

홍 순길　한국항공대학교 항공교통학과 교수　항공산업정책연구소장

감수기관 : 건설교통부 항공국

운항과장　김 맹선

항무담당　최 영일

항무주임　문 길주

편찬위원

강 현철　교통안전공단 조사연구부 선임연구원

김 영준　공군사관학교 군사과학대학원 교수

김 우태　초경량항공기협회 이사

김 정현　한양대학교 의과대학 내과학교실 교수

김 칠영　한국항공대학교 운항학과 교수　운항학과장

민 태형　공군 항공의학적성훈련원 원장

박 춘식　대한항공 학술교관팀장　교관

박 항배　한국항공우주의학협회 회장　한양대학교 의과대학 예방의학교실 교수

변 순철　아시아나항공 안전관리실 과장

양 한모　한국항공대학교 항공교통학과 교수　학생처장

윤 병인　아시아나항공　·　교관

이 승배　한국항공진흥협회 기획부장

이 용호　한국항공우주의학협회 부회장　인하대학교 의과대학 항공산업의학센터 소장

조 동술　대한항공 교육지원팀장　교관

최 영일　건설교통부 항공국 운항과 항무담당

홍 순길　한국항공대학교 항공교통학과 교수　항공산업정책연구소장

감수기관

건설교통부 항공국

운항과장　김 맹선

항무담당　최 영일

항무주임　문 길주

편 찬

강 현철 교통안전공단 조사연구부 선임연구원

김 영준 공군사관학교 군사과학대학원 교수

김 우태 초경량항공기협회 이사

김 정현 한양대학교 의과대학 내과학교실 교수

김 칠영 한국항공대학교 운항학과 교수 운항학과장

민 태형 공군 항공의학적성훈련원 원장

박 춘식 대한항공 학술교관팀장 교관

박 항배 한국항공우주의학협회 회장 한양대학교 의과대학 예방의학교실 교수

변 순철 아시아나항공 안전관리실 과장

양 한모 한국항공대학교 항공교통학과 교수 학생처장

윤 병인 아시아나항공 · 교관

이 승배 한국항공진흥협회 기획부장

이 용호 한국항공우주의학협회 부회장 인하대학교 의과대학 항공산업의학센터 소장

조 동술 대한항공 교육지원팀장 교관

최 영일 건설교통부 항공국 운항과 항무담당

홍 순길 한국항공대학교 항공교통학과 교수 항공산업정책연구소장

감 수

김 맹선 건설교통부 항공국 운항과장

최 영일 건설교통부 항공국 운항과 항무담당

문 길주 건설교통부 항공국 운항과 항무주임