

헬리콥터 조종실 설계를 위한 육군 헬리콥터 조종사 인체측정 및 분석*

Anthropometric Measurement and Analysis of Helicopter Pilots for Designing a Helicopter Cockpit

조자영¹, 정기효², 정정림³, 박지은³, 이원섭²,
엄주호⁴, 이정효⁴, 강병길⁴, 김희은³, 박세권⁵, 유희천²

¹연세대학교 의류과학연구소, ²포항공과대학교 기계산업공학부,
³경북대학교 의류학과, ⁴한국우주항공산업, ⁵공군사관학교

한국형 헬리콥터 개발을 위해 수요군인 한국 육군 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정 정보가 필요 한 실정이다. 본 연구는 한국형 헬리콥터 조종실의 인체측정학적 설계를 위해 한국 육군 헬리콥터 조종사의 인체를 측정하고, 한국 일반인 및 미국 육군과 인체크기를 비교 분석하였다. 한국 조종사 인체측정은 신뢰수준(95%)과 표본오차(2%)를 고려해 설정된 표본에 대해 조종실 설계와 관련된 인 체변수를 ISO7250의 표준절차에 근간하여 측정하였다. 한국 육군 조종사의 인체크기는 한국 일반인 과 유사한 것으로 나타났으나, 인체크기 산포는 한국 일반인이 더욱 큰 경향을 보였다. 그리고, 평균 적으로 하체 길이 및 두께 관련 인체변수는 미국 육군이 한국 육군 조종사보다 큰 것으로 분석되었 으나, 상체 길이와 관련된 인체변수는 한국 육군 조종사가 미국 육군보다 큰 것으로 나타났다. 본 연구의 한국 육군 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정자료는 한국형 헬리콥터의 조종실 개발 시 유용 하게 활용되고 있다.

Keyword: 헬리콥터 조종실, 인간공학적 설계, 인체측정학적 설계, 인체측정자료

1. 서론

인간공학적 조종실 설계는 인간공학적 전문 지식을 적용하여 비행 안전, 임무 수행도, 조종 안락 감, 조종사 건강, 공간 효율 측면에서 최적화를 목 표로 한다. 이러한 설계 효과는 인간공학적 조종 실 설계 시 인체측정학적 특성, 생체역학적 특성, 인지적 특성, 그리고 인간 오류 특성 등을 종합하 여 반영함으로써 이루어진다. 예를 들어, 인체측정 학적 특성인 인체 크기는 조종실 계기판 배열 설 계에 사용될 수 있으며, 여유 공간은 조종석과 계 기판 및 조종간 사이 공간 설계에 적용될 수 있다.

특히, 대상 인구의 인체 측정 자료는 헬리콥터 조종실 설계와 같은 인체측정학적 제품 설계 시 필수적이다. 헬리콥터 조종 시 오조작은 비행 안

전 사고와 직결되기 때문에 인간 오류 특성을 고 려한 설계가 요구된다(Javaux, 2002). 또한, 조종석 과 스위치 등이 조종사의 신체에 적합하지 않으면 신체 부위의 통증 및 조기 피로를 유발할 수 있어 인체측정학적 특성을 조종실 설계에 반영함이 필 요하다. 따라서, 인체측정학적 기법을 적용하여 설 계된 헬리콥터 조종실은 비행안전사고 예방과 더 불어 조종 전투력 향상 효과를 가져올 수 있다.

한국형 헬리콥터 조종실의 인간공학적 설계를 위해서는 수요군 조종사를 대상으로 한 인체 측정 분석을 거쳐, 이를 바탕으로 한 조종실 설계 및 설계 적합성 평가가 이루어져야 한다. 한국인의 인체특성은 외국인들과 상이하기 때문에 한국형 헬리콥터 조종실은 한국인의 인체특성에 적합하도 록 설계되어야 할 것이다. 기술표준원 주관으로 시행된 Size Korea 사업(산업자원부 기술표준원, 2007)을 통해 한국인에 대한 방대한 인체측정자료 가 확보되어 있으나, 조종사는 일정한 선발 요건

* 본 논문은 2006년 KHP 위탁연구과제의 지원을 받아 수행되었습니다. 본 내용은 주요 방산기밀자료임으로 무단으로 사진 촬영 및 복제·복사 를 할 수 없으며, 업무상 관련 없는 자에게 누설을 금합니다.

에 부합하는 신체 건강한 사람들로써 일반인들과는 인체특성이 상이할 것으로 사료되어 이에 대한 인체치수 특성 분석이 필요하다. 또한 미국 육군과의 인체 크기 비교는 한국형 헬리콥터 조종실 설계 시 참고 자료로 활용할 수 있을 것이다.

본 연구는 한국형 헬리콥터 조종실의 인체측정학적 설계를 위해 한국 육군 헬리콥터 조종사의 인체를 측정하고, 한국 일반인 및 미국 육군과 인체크기를 비교 분석하였다. 한국 육군 헬리콥터 조종사의 인체 측정을 위해, 조종실 설계에 필요한 인체 측정 항목을 설정하고 신뢰수준과 표본오차를 고려하여 표본의 크기를 결정하였으며, Martin식 표준측정방법을 이용하여 측정하였다. 측정된 한국 헬리콥터 조종사의 인체 특성 분석 자료는 한국 일반인 및 미국 육군의 자료와 비교 분석되었다.

2. 한국 육군 헬리콥터 조종사의 인체 측정

2.1. 인체측정항목 선정

인체측정의 다양한 항목 중 조종실 설계에 반영하기 위해 필요한 인체측정항목을 선별하고 각 인체측정 변수의 중요도를 결정하였다. 인체측정항목은 연구자들의 협의를 통해 기술표준원 Size Korea의 인체측정 방법과 US Army 인체 측정 방법(Gordon et al., 1988)에서 제시된 공통 항목 중 조종실 설계와 관련된 인체 변수를 선정하였다(표 1). 또한, 설계 연관성을 기준으로 인체 측정 변수의 중요도를 3등급(높음 H, 보통 M, 낮음 L)으로 구분하였다.

표 1. 헬리콥터 조종실 설계 관련 인체측정항목 예시

분류	측정 항목	중요도*
높이	앞은어깨높이 (Acromial height)	H
	앞은오금높이 (Popliteal height)	H
	앞은넙적다리높이 (Thigh clearance)	L
	앞은무릎높이 (Knee-height)	H
	앉은키 (Sitting height)	H
	앉은 눈높이 (Eye height)	H
	키 (Height)	M
몸무게	몸무게 (Weight)	M

* 높음, M: 중간; L: 낮음

2.2. 표본 크기 결정

한국인 인체측정 데이터를 대상으로 표본 결정 모수인 남녀 통합 비율, 유의수준, 정밀도를 조정하고 표본 크기 시뮬레이션을 시행하여 최종 표본 크기를 결정하였다. 20대에서 40대의 한국인 인체 측정 자료(남성 1,800명, 여성 1,839명)에 현행 육군 헬리콥터 조종사 성별 비율을 적용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 정밀도(k)를 0.01, 0.02, 0.05로 달리하고 유의수준을 0.05로 하여 표본 크기를 시뮬레이션한 결과, 인체변수와 정밀도에 따른 표본 수가 그림 1과 같이 도출되었다. 높은 정밀도(k=0.01)를 사용할 경우 표본 크기가 지나치게 커져 0.02 수준이 적정한 것으로 판단되었다. 인체 변수 별로 요구되는 표본 크기가 상이하여 설계 관련 중요도가 높은 인체 변수들 중에서 가장 큰 값을 표본 크기로 설정하였다.

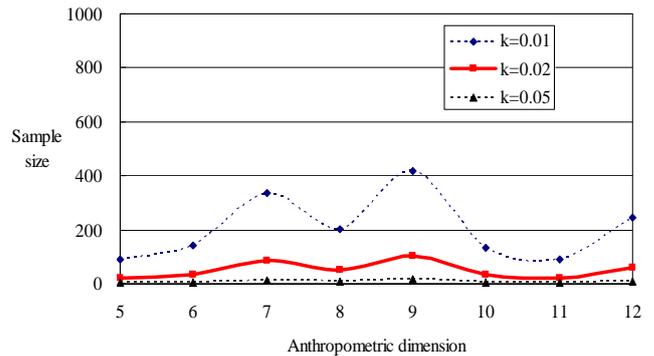


그림 1. 인체변수 및 정밀도별 요구 표본 수 예시

2.3 인체측정 방법

2.3.1 인체측정 대상자

인체측정 대상자로서 한국 육군 헬리콥터 조종사가 인체 측정에 참여하였다.

2.3. 인체측정항목 및 측정 기준점

인체측정항목은 2.1에서 제시한 바와 같이 조종실 설계와 관련된 21개 변수로 하였으며, 측정에 필요한 측정 기준점은 ISO 15535에 준하여 설정하였다. 표시된 기준점은 그림 2와 같이 어깨점(A), 겨드랑 앞점(B), 겨드랑 뒷점(C), 복장뼈 가운데점(D), 배꼽수준허리 옆점(E), 배꼽수준허리뒷점(F), 발기고랑점(G), 무릎뼈 위점(H) 등이다.

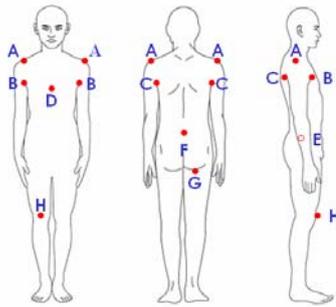


그림 2. 신체 부위별 측정 기준점 예시

2.3.3 계측 절차 및 실험 환경

인체측정은 인체측정 전문가가 육군 헬리콥터 조종 관련 부대를 방문하여 수행하였으며, Martin 식 인체계측기와 보조용구를 사용하여 헬리콥터 조종실 설계 관련 인체측정 항목을 ISO7250에 준하여 측정하였다. 계측 절차는 표 2와 같이 실험 설명, 실험복 착의, 기준점 표시, 인체 계측, 실험복 탈의, 전산입력의 순으로 진행되었다.

표 2. 인체계측실험 프로토콜

순서	내용
실험설명	- 측정 목적과 내용 설명 - 피험자 기본 정보 입력
실험복착의	- 피험자 탈의 및 측정복 착의
기준점표시	- 측정 기준점 표시
인체계측	- 인체 항목 계측
실험복탈의	- 측정 기준점 제거 및 측정복 탈의
전산입력	- 계측치의 전산입력 - 측정오류 및 이상치 점검

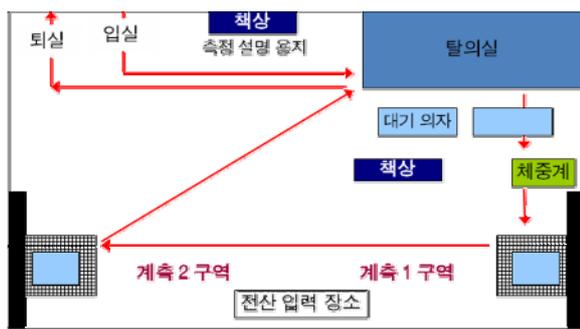


그림 3. 측정실 구조

인체계측실의 내부는 그림 3과 같이 배치되어, 계측 1구역에서는 선 자세에서 측정되는 항목을 측정하며, 계측 2구역에서는 앉은 자세에서의 측정 항목이 계측되었다. 실험자는 모든 측정항목에 대해 2회 측정하였으며 평균값을 자료로 사용하였다.

2.3.4 측정치 전산 입력

자료 입력 단계에서 측정 오류 또는 이상치 여부를 최종 검토하기 위해 측정치 입력 프로그램을 개발하였다. 계측값의 점검 범주는 크게 세 가지로 구분하여, SizeKorea에 제시된 20~40대 남녀 인체 측정 자료를 기준으로 하여 표준편차 3배 이내 정상치, 표준편차 5배 이내이면 주의, 그리고 표준편차 5배 초과이면 이상치로 분류하였다.

3. 인체측정치 분석 결과

3.1 한국 육군 헬리콥터 조종사와 미국 육군의 인체측정치 비교

한국 육군 헬리콥터 조종사와 미국 육군의 인체측정치를 비교한 결과, 미국 육군이 둘째, 두께 및 팔·다리 길이가 크고 한국 헬리콥터 조종사는 상체 길이가 유의하게($\alpha = 0.05$) 큰 것으로 파악되었다. 즉, 미국 육군의 두께 변수(예: 가슴두께)와 팔 길이변수(예: 어깨엄지손가락끝수평길이), 하체 길이변수(예: 앉은엉덩이무릎수평길이)가 더 큰 반면, 한국 헬리콥터 조종사는 앉은 키, 앉은 눈높이 등의 상체 길이가 더 컸다.

미국 육군의 인체 크기 산포는 한국인 헬리콥터 조종사보다 더 큰 것으로 파악되었다(그림 4). 이에 따라, 미국 육군의 최소 인체 크기는 한국 헬리콥터 조종사의 최소보다 작고, 최대 인체크기는 더욱 큰 경향을 보였다.

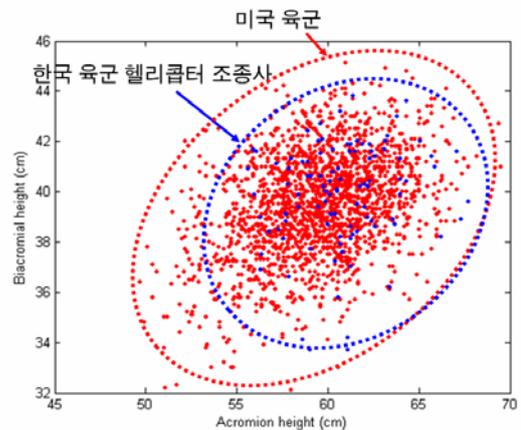


그림 4. 한국 육군 헬리콥터 조종사와 미국 육군 산포 비교 예

3.2 한국 육군 헬리콥터 조종사와 한국 일반인과 인체측정치 비교

한국 육군 헬리콥터 조종사와 한국 일반인의 인체 크기는 대체로 유사한 것으로 분석되었다. 단, 엉덩이너비, 넓다리두께, 엉덩이오금수평길이, 오금높이는 통계적으로 유의한 차이가 있어 헬리콥터 조종사의 하체 크기가 일반인보다 더 큰 것으로 파악되었다. 그러나, 육군 헬리콥터 조종사의 산포는 일반인보다 작은 경향을 나타냈다.

4. 결론

본 연구는 육군 조종사의 인체 특성을 고려한 한국형 헬리콥터 조종실 설계를 위해, 한국 육군 헬리콥터 조종사를 대상으로 인체측정을 실시하고 그 측정치를 미국 육군과 한국 일반인과 비교하였다. 이를 통해 확보된 한국 육군 조종사의 인체특성은 한국형 헬리콥터 조종실 설계에 유용하게 활용되어 비행 안전, 조종 안락감 및 조종사 건강을 향상시킬 수 있을 것으로 예상되며, 관련 군수 장비 및 의복 설계에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 산업자원부 기술표준원 사이즈 코리아
<http://sizekorea.ats.go.kr> (검색일 2007. 9. 1)
- Gordon, C.C., Bradtmiller, B., Churchill, Y., Clauser, C.E., McConville, J.T., Tebbetts, I.O., Walker, R.A., 1988. *1988 Anthropometric Survey of U.S. ARMY Personnel: Methods and Summary Statistics* (Technical Report NATICK/TR-89/044), US Army Natick Research Center: Natick, MA.
- Javaux, D. (2002). Human error, safety, and system development in aviation. *Reliability Engineering and System Safety*, 75, 115-119.
- Montgomery, D., and Runger, G. (2003), *Applied Statistics and Probability for Engineers* (3rd ed.), Hoboken, NJ: Wiley.