

헬리콥터 조종실 설계를 위한 헬리콥터 조종사 인체측정 및 분석*

정기효¹ · 조자영² · 정정림³ · 박지은³ · 이원섭¹ · 엄주호⁴ · 이정효⁴
강병길⁴ · 김희은³ · 박세권⁵ · 유희천¹

¹포항공과대학교 산업경영공학과 / ²한국봉제기술연구소 / ³경북대학교 의류학과
⁴한국항공우주산업 / ⁵공군사관학교 산업공학과

Anthropometric Analysis of Korean Helicopter Pilots for Helicopter Cockpit Design

Kihyo Jung¹, Jayoung Jo², Jeongrim Jeong³, Jieun Park³, Wonsup Lee¹, Joocho Uem⁴,
Jounghyo Lee⁴, Byunggil Kang⁴, Heeun Kim³, Seikwon Park⁵, Heecheon You¹

¹Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH, Pohang, Gyeongsangbuk-do 790-784

²Marketing Support Team, Korea Sewing Technology Institute, Daegu, 702-813

³Department of Clothing and Textiles, Kyungpook National University, Daegu, 702-701

⁴KHP Program Division, Korea Aerospace Industries, LTD, Sacheon, 664-802

⁵Department of Industrial Engineering, Korea Air Force Academy, Cheongwon, 363-849

ABSTRACT

To design the cockpit of Korean helicopter, anthropometric data for Korean helicopter pilots as a target population is necessary. The present study measured the body sizes of Korean helicopter pilots to design the cockpit of Korean helicopter, and compared the measurements with those of Korean civilian and the US Army. The sample size was 100 which determined by a statistical analysis. Anthropometric measurements were collected for 100 samples (male = 94, female = 6; age group = 20~40) of Korean helicopter pilots by applying standard measurement protocol. To compare three anthropometric data, Korean civilian and US Army data were controlled by considering age group (20~40) and gender ratio (male: female = 9:1) of Korean helicopter pilots. The average body sizes of Korean helicopter pilots were mostly similar to those of Korean civilian, however, lower limb related variables (hip breadth, popliteal height and thigh clearance) and shoulder-to-elbow length were significantly greater (1~7%) at $\alpha=0.05$. Furthermore, the average body sizes for Korean helicopter pilots regarding lower limb length and thickness were significantly smaller than those of the US Army (1~12%); however, the average body sizes for Korean helicopter pilots regarding upper body related variables (sitting height, sitting eye height, and acromial height) and hip breadth were significantly greater (0.7~1.9%). Lastly, size variability for Korean helicopter pilots was significantly smaller than those of Korean civilian and the US Army. Anthropometric data for Korean helicopter pilots of the present study was applied to design and evaluate a Korean helicopter cockpit.

Keyword: Korean helicopter pilot, Anthropometric measurement, Helicopter cockpit design

*본 논문은 2006년 KHP 위탁연구과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

**본 내용은 주요 방산기밀자료임으로 무단으로 사진 촬영 및 복제·복사를 할 수 없으며, 업무상 관련 없는 자에게 누설을 금합니다.

교신저자: 유희천,

주 소: 790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31, 전화: 054-279-2210, E-mail: hcyou@postech.ac.kr

1. 서 론

조종사에 대한 인체측정자료는 조종 안락감 및 임무 수행 효율성이 향상된 인간공학적인 비행기 조종실 설계에 활용되고 있다. Roskam(2002)과 Roebuck et al.(1975)은 비행기 설계 대상 조종사 집단에 대한 인체크기 정보를 적용한 조종실 설계 방법 및 일부 설계변수(예: design eye point 위치, cyclic control 위치)에 대한 설계 치수를 제공하고 있다. 또한, MIL-STD-1333B (Department of Defense, 1987)는 헬리콥터 조종실의 인간공학적인 설계 지침과 더불어 US Army 인체측정자료(Gordon et al., 1988)를 적용하여 도출된 헬리콥터 조종실에 대한 권장 설계 치수를 제공하고 있다. 이와 같이 설계 대상 인구 집단에 대한 인체측정자료의 설계 적용은 조종사의 인체크기에 적합한 조종 공간을 설계할 수 있게 한다.

한국인 조종사의 인체크기에 적합한 헬리콥터 조종 공간을 설계하기 위해서는 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정이 필요하다. 우리나라에서는 2004년 Size Korea 인체측정 사업(기술표준원, 2004)을 통해 한국 일반인(약 20,000명)에 대한 방대한 인체측정자료가 확보되었다. 그러나, 군인의 인체크기 특성은 일반인과 상이하다고 알려져 있어(Wickens et al., 1998) 군용 헬리콥터 설계 시 일반인에 대한 인체측정자료의 적용 시는 신중을 기해야 하며, 한국 일반인과 군인의 인체크기 특성 분석에 대한 선행적 연구가 필요하다. 따라서, 한국형 헬리콥터 조종실에게 적합한 헬리콥터의 인체측정학적 설계를 위해서는 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정자료의 확보가 필요하다.

본 연구는 한국형 헬리콥터 조종실의 인체측정학적 설계를 위해 한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기를 측정하고 한국 일반인 및 US Army 인체측정자료와 비교 분석하였다. 이를 위해, 통계적 분석을 통해 결정된 한국인 헬리콥터 조종사 대표 표본 100명에 대해 표준화된 인체측정 방법을 적용하여 인체측정이 이루어졌다. 그리고, 측정된 한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기는 한국 일반인 및 US Army 인체자료와 비교 분석되었다.

2. 인체측정 방법

2.1 측정 변수

측정 대상 인체변수는 기존 문헌 및 헬리콥터 조종실 설계를 고려하여 21개 변수로 선정되었고, 표본크기 결정 시 인체변수의 중요도 특성을 고려하기 위해 인체변수의 설계

적용 중요도가 3등급으로 결정되었다. 먼저, 측정 인체변수는 비행기 및 작업공간의 인체측정학적 설계 및 평가 연구(Bittner, 2000; Kim and Whang, 1997; You et al., 1997; Zehner et al., 1999; 이종선과 송영웅, 2002)에 활용된 인체변수를 참고하여 헬리콥터 설계 시 필요한 인체변수 분석을 통해 표 1과 같이 4가지 신체부위(신체 전반, 몸통, 상지, 하지)에서 총 21개 변수 선정되었다. 예를 들면, 앉은키는 헬리콥터의 설계 근간이 되는 design eye point(DEP) 설계와 관련이 있으며, 앉은키는 머리 여유공간 설계 및 분석과 연관이 있다. 또한, 본 연구는 인체측정 표본크기 결정 시 인체변수의 중요도 특성을 반영하기 위해 선정된 인체변수의 설계 적용 중요도가 전문가들(인간공학 전문가: 2명, 헬리콥터 개발팀: 2명, 조종사: 1명)의 토의와 검토를 통해 3등급(높음, 중간, 낮음)으로 설정되었다. 표 1을 예로 들면, 오금 높이는 조종석 의자높이의 설계와 관련이 높아 높은 중요도 등급을 가지나 가슴두께는 조종실 설계와 연관성이 상대적으로 낮아 낮은 중요도 등급을 가진다.

2.2 표본크기

통계적으로 대표성 있는 인체측정 표본크기를 결정하기 위해 그림 1에 나타난 것과 같이 세 가지 정밀도 조건에 대한 인체변수별 요구 표본크기가 분석되었다. 통계적 표본크기 분석에는 식 1의 공식(Montgomery and Runger, 2003)이 활용되었으며, 표본크기는 유의수준 95%에서 세 가지 정밀도 조건(1%, 2%, 5%)에 대한 표본크기 분석을 통해 결정되었다. 정밀도는 표본 오차(sampling error)를 나타내는 척도로서, 2% 정밀도는 평균 키가 170cm일 때 표본 오차가 3.4cm 정도가 됨을 의미한다. 표본크기 계산에는 헬리콥터 조종사 집단의 구성 특성(연령대=20~40대, 남녀 비율=9:1)을 고려하여, 연령대 및 성별로 제시된 한국 일반인(기술표준원, 2004)에 대한 기술통계자료(표본크기, 평균, 표준편차)를 통합한 평균과 표준편차 정보가 활용되었다. 두 인구 집단의 평균 통합은 식 2를, 두 인구 집단의 표준편차 통합은 식 3을 각각 적용하여 이루어졌다. 위팔수직길이를 예를 들어, 위팔수직길이(단위: mm)에 대한 기술통계값이 집단 A(n=344)는 평균=342.6, 표준편차=15.6이고 집단 B(n=336)는 평균 339.4, 표준편차=15.1인 경우, 통합된 평균과 표준편차는 식 2와 3를 적용해 341.0과 15.4로 계산된다.

인체측정 표본크기는 상기 세 가지 정밀도 조건에 대한 표본크기 분석과 인체변수의 설계 적용 중요도를 고려하여 100명으로 결정되었다. 먼저, 세 가지 정밀도 조건에 대한 표본크기는 그림 1에 나타난 것과 같이 정밀도 수준이 높아 질수록 증가하는 것으로 분석되었다. 그림 1을 예로 들면,

표 1. 헬리콥터 조종실 설계 및 평가를 위한 인체변수 및 중요도

| 분류 | 순번 | 인체변수 | 중요도 |
|-------|----|---------------------------------------|-----|
| 신체 전반 | 1 | 키(Stature) | 중간 |
| | 2 | 몸무게(Weight) | 중간 |
| | 3 | 앞은키(Seating height) | 높음 |
| | 4 | 앞은눈높이(Eye height) | 높음 |
| 몸통 | 5 | 앞은어깨높이(Acromial height) | 높음 |
| | 6 | 어깨너비(Biacromial breadth) | 중간 |
| | 7 | 가슴둘레(Chest circumference) | 낮음 |
| | 8 | 가슴두께(Chest depth) | 낮음 |
| | 9 | 앞은엉덩이너비(Hip breadth) | 높음 |
| | 10 | 허리둘레(Waist circumference) | 낮음 |
| 상지 | 11 | 팔꿈치손끝수평길이(Elbow-to-fingertip length) | 높음 |
| | 12 | 팔꿈치사이너비(Forearm-to-forearm breadth) | 중간 |
| | 13 | 위팔수직길이(Shoulder-to-elbow length) | 높음 |
| | 14 | 어깨엄지손가락끝수평길이(Thumb-tip reach) | 높음 |
| 하지 | 15 | 앞은엉덩이무릎수평길이(Buttock-knee length) | 높음 |
| | 16 | 앞은엉덩이오금수평길이(Buttock-popliteal length) | 높음 |
| | 17 | 발직선길이(Foot length) | 낮음 |
| | 18 | 무릎높이(Knee height) | 높음 |
| | 19 | 오금높이(Popliteal height) | 높음 |
| | 20 | 넙다리둘레(Thigh circumference) | 낮음 |
| | 21 | 앞은넙다리높이(Thigh clearance) | 낮음 |

위팔수직길이에 대한 표본크기는 정밀도 수준이 높아짐에 따라 4명(정밀도=5%), 27명(2%), 110명(1%)으로 증가하는 경향을 보인다. 본 연구의 인체측정 표본크기는 정밀도 수준별 표본크기 분석 결과와 인체변수의 설계 적용 중요도를 고려하여 정밀도 2% 수준에서 중요도가 높거나 중간인 인체변수의 표본크기 중에서 가장 큰 표본인 100명으로 설정되었다.

$$n = \left(z_{\alpha/2} \times \frac{s}{k \times \bar{x}} \right)^2 \tag{식 1}$$

단, α = 유의수준,
 z = 표준정규분포,
 s = 표준편차,
 k = 정밀도,
 \bar{x} = 평균

$$\bar{X} = \frac{(\bar{X}_1 \times n_1) + (\bar{X}_2 \times n_2)}{n_1 + n_2} \tag{식 2}$$

단, \bar{X} = 통합된 평균,
 \bar{X}_i = i 번째 인구 집단에 대한 평균,
 n_i = i 번째 인구 집단의 표본크기

$$s = \sqrt{\frac{(\bar{X}_1^2 + s_1^2) \times n_1 + (\bar{X}_2^2 + s_2^2) \times n_2}{n_1 + n_2} - \bar{X}^2} \tag{식 3}$$

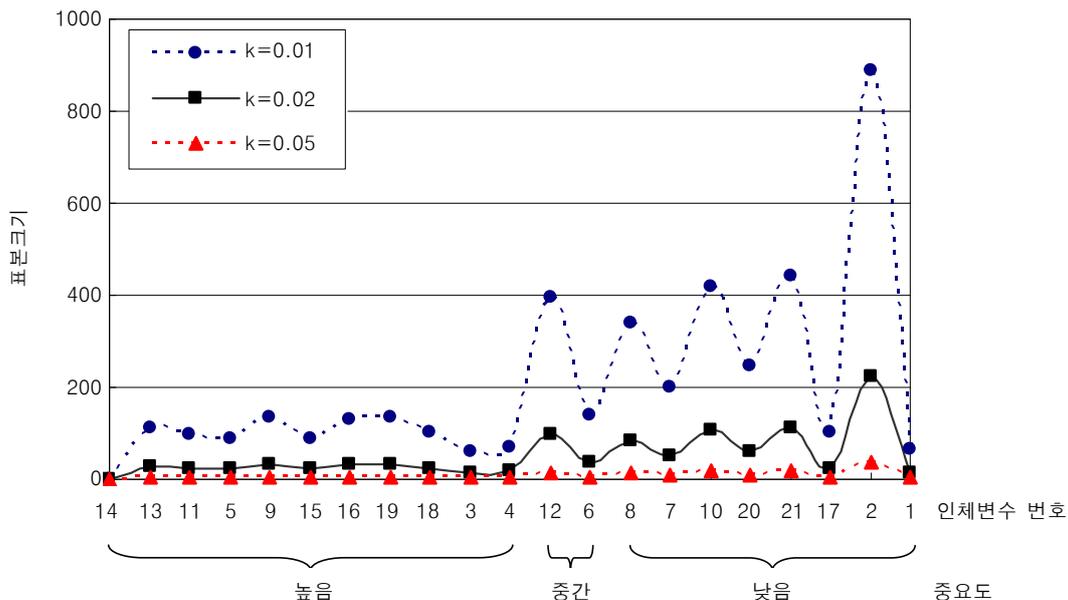


그림 1. 정밀도 조건별 표본의 크기 분석(인체변수 번호는 표 1과 동일)

단, \bar{x} = 통합된 평균,
 s = 통합된 표준편차,
 \bar{x}_i = i 번째 인구 집단에 대한 평균,
 s_i = i 번째 인구 집단에 대한 표준편차,
 n_i = i 번째 인구 집단의 표본크기

2.3 측정 대상자

본 연구의 인체측정에는 한국인 헬리콥터 조종사 100명 (남: 94명, 여: 6명)이 참여하였다. 인체측정은 연구진이 헬리콥터 부대에 직접 방문하여 실시되었으며, 통계적 분석을 통해 결정된 표본크기 100명에 대해 측정이 이루어졌다. 인체측정에 참여한 조종사의 평균 키는 172.4cm(표준편차=54.5)로 나타났고, 평균 몸무게는 72.4kg(표준편차=9.3)으로 분석되었다.

2.4 계측 절차 및 환경

본 연구의 인체측정은 표준 인체측정 절차 및 도구를 사용하여 수행되었다. 먼저, 인체변수 측정을 위한 기준점(landmark)은 기존 연구(Gordon et al., 1988; 한국산업표준, 2005)를 참고하여 그림 2에 나타난 것과 같은 8개 부위로 정의되었다. 그리고, 인체측정 환경은 측정의 용이성을 고려하여 2개 구역(선 자세 측정 구역, 앉은 자세 측정 구역)으로 구분되었으며, Martin식 인체계측기와 보조도구(예: 의자, grid system)를 이용하여 측정이 수행되었다. 그리고 계측 절차는 실험 설명, 실험복 착의, 기준점 표시, 인체계측, 실험복 탈의, 전산 입력의 순으로 진행되었다. 마지막으로, 인체측정 값은 측정의 정확성을 위해 측정 항목별 2회 계측

한 값의 평균이 사용되었으며, 2회 측정 값의 차이가 0.2cm 이상이면 재측정되었다.

2.5 전산 입력 프로그램

본 연구는 인체측정 및 기록의 인적 오류를 최소화하기 위해 그림 3과 같이 개발된 인체측정자료의 전산 입력 및 오류 점검 프로그램이 활용되었다. 개발된 프로그램은 한국 일반인(20~40대) 인체측정자료의 평균과 표준편차에 근간하여 입력된 계측 값의 적절성을 세 가지 유형(정상 범위: 표준편차 3배 이내, 경계 범위: 표준편차 3~5배 이내, 이상 범위: 표준편차 5배 초과)으로 판별하여 화면에 표시해준다. 계측 요원은 판별된 입력 값의 유형에 근간하여 측정 및 입력의 정확성을 검토하였다.



그림 3. 인체측정치 전산 입력 및 오류 점검 프로그램

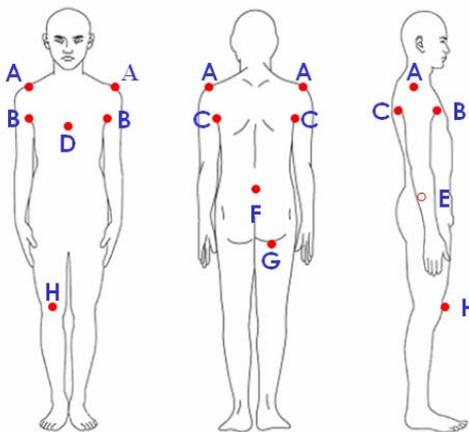


그림 2. 신체 부위별 측정 기준점
 (A: 어깨점, B: 겨드랑 앞점, C: 겨드랑 뒷점, D: 복장뼈 가운데점,
 E: 배꼽수준허리 옆점, F: 배꼽수준허리뒷점, G: 볼기고랑점,
 H: 무릎뼈 위점)

3. 인체 측정 결과

본 연구에서는 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정을 통해 표 2에 나타난 것과 같은 기술통계 정보(평균, 표준편차, 최소, 최대, 백분위수)가 파악되었다. 표 2를 예로 들면, 앉은눈높이에 대한 평균 인체크기는 81.1cm(표준편차=3.1)로 나타났고, 인체크기의 범위는 최소 74cm에서 최대 89cm로 분석되었다. 또한, 앉은눈높이의 백분위수는 인간공학적 설계 및 평가에 주로 활용되는 4개 백분위수(1st, 5th, 95th, 99th; 표 2 참조)에 대해 요약되었다.

한국인 헬리콥터 조종사의 평균 인체크기는 한국 일반인

표 2. 한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기 특성(단위: cm, kg)

| 신체 부위 | 순번 | 인체변수 | 평균 | 표준 편차 | 최소 | 최대 | 백분위수 | | | |
|-------|----|--------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | | | | | | 1 st | 5 th | 95 th | 99 th |
| 신체 전반 | 1 | 키 | 172.4 | 5.5 | 162.0 | 186.0 | 162.0 | 163.9 | 182.1 | 185.6 |
| | 2 | 몸무게 | 72.4 | 9.3 | 49.1 | 94.5 | 50.4 | 56.2 | 89.0 | 93.4 |
| | 3 | 앉은키 | 92.8 | 3.0 | 86.6 | 100.0 | 87.0 | 88.0 | 98.4 | 99.6 |
| | 4 | 앉은눈높이 | 81.1 | 3.1 | 74.0 | 89.0 | 74.1 | 76.4 | 86.7 | 88.5 |
| 몸통 | 5 | 앉은어깨높이 | 60.8 | 2.6 | 55.6 | 67.7 | 55.8 | 56.3 | 65.8 | 67.5 |
| | 6 | 어깨너비 | 39.8 | 2.2 | 33.7 | 43.8 | 33.7 | 35.0 | 42.6 | 43.7 |
| | 7 | 가슴둘레 | 99.2 | 6.1 | 81.3 | 113.4 | 81.8 | 88.1 | 108.9 | 113.1 |
| | 8 | 가슴두께 | 19.1 | 1.8 | 14.4 | 23.4 | 14.7 | 16.3 | 22.3 | 23.3 |
| | 9 | 앉은엉덩이너비 | 37.6 | 1.8 | 31.9 | 41.6 | 32.7 | 35.1 | 40.8 | 41.5 |
| | 10 | 허리둘레 | 83.7 | 6.9 | 57.7 | 96.2 | 63.2 | 71.2 | 94.0 | 96.0 |
| 상지 | 11 | 팔꿈치손끝수평길이 | 48.4 | 4.3 | 39.7 | 49.5 | 39.7 | 42.8 | 48.6 | 49.5 |
| | 12 | 팔꿈치사이너비 | 45.8 | 2.0 | 35.3 | 60.0 | 36.9 | 41.0 | 55.8 | 58.6 |
| | 13 | 위팔수직길이 | 34.8 | 1.5 | 31.9 | 39.0 | 32.1 | 32.6 | 37.2 | 38.6 |
| | 14 | 어깨엄지손가락끝수평길이 | 76.3 | 3.2 | 66.2 | 83.8 | 68.2 | 71.8 | 81.2 | 83.5 |
| 하지 | 15 | 앉은엉덩이무릎수평길이 | 57.5 | 2.4 | 49.4 | 62.5 | 50.9 | 53.4 | 61.0 | 62.4 |
| | 16 | 앉은엉덩이오금수평길이 | 47.5 | 2.1 | 41.8 | 52.2 | 42.5 | 43.8 | 50.4 | 52.0 |
| | 17 | 발직선길이 | 25.1 | 1.1 | 21.5 | 28.1 | 21.5 | 23.3 | 26.8 | 27.7 |
| | 18 | 무릎높이 | 51.7 | 2.3 | 45.8 | 57.6 | 45.8 | 47.9 | 55.3 | 56.8 |
| | 19 | 오금높이 | 41.2 | 1.9 | 36.4 | 45.8 | 36.4 | 37.9 | 43.9 | 45.5 |
| | 20 | 넙다리둘레 | 57.1 | 3.6 | 48.4 | 66.0 | 48.8 | 51.3 | 63.5 | 65.9 |
| | 21 | 앉은넙다리높이 | 16.2 | 1.3 | 13.3 | 19.2 | 13.3 | 14.2 | 18.4 | 19.0 |

보다 큰 경향을 보였으나, 한국 일반인과 비교가 가능한 인체변수 18개 중 하체 관련 3개(앉은엉덩이너비, 오금높이, 앉은넙다리높이)와 위팔수직길이만이 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다($\alpha=0.05$). 두 인구 집단의 인체측정 기준점이 동일한 인체변수 18개에 대해 한국인 헬리콥터 조종사의 평균 인체크기는 그림 4에 나타난 것과 같이 한국 일반인보다 1~7%(1~2.7cm) 정도 큰 경향을 보였다. 그러나, 인체변수 18개 중에서 앉은엉덩이너비($t(112)=-6.3, p<0.001$), 오금높이($t(114.5)=-2.7, p=0.01$), 앉은넙다리높이($t(114.6)=-5.1, p<0.001$), 그리고 위팔수직길이($t(116.6)=-3.6, p<0.001$)에서만 한국인 헬리콥터 조종사의 평균 인체크기가 한국 일반인보다 유의하게 큰 것으로 분석되었다.

한국인 헬리콥터 조종사의 평균 인체크기는 그림 4에 나타난 것과 같이 US Army와 비교할 수 있는 19개 인체변수 중 14개에서 US Army 보다 유의하게 작은 것으로 나타났으나, 앉은상체길이와 관련된 3개 변수(앉은키, 앉은눈높이, 앉은어깨높이)와 엉덩이너비는 US Army보다 유의하게 큰 것으로 분석되었다($\alpha=0.05$). 한국인 헬리콥터 조

종사에 대한 하체크기, 둘레, 두께 관련 14개 인체변수는 US Army보다 약 1~12%(0.6~5.8cm) 정도 유의하게 작은 것으로 분석되었다. 그러나, 한국인 헬리콥터 조종사의 앉은상체길이 관련 변수인 앉은키($t(119)=-5.9, p<0.001$), 앉은눈높이($t(116)=-7.2, p<0.001$), 앉은어깨높이($t(116)=-4.7, p<0.001$), 그리고 앉은엉덩이너비($t(123)=-3.7, p<0.001$)는 US Army보다 유의하게 큰 평균 인체크기(1.3~2.3cm; 0.7~1.9%)를 가지는 것으로 나타났다.

한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기 산포는 한국 일반인 및 US Army보다 유의하게 작은 것으로 분석되었다($\alpha=0.05$). 한국인 헬리콥터 조종사는 한국 일반인과 비교할 수 있는 인체변수 18개 중 11개 변수에서 한국 일반인의 인체크기 산포보다 유의하게 작은 것으로 나타났다. 또한, 한국인 헬리콥터 조종사는 US Army와 비교할 수 있는 인체변수 19개 모두에 대해 US Army보다 인체크기 산포가 유의하게 작은 것으로 파악되었다. 그림 5를 예로 들면, 한국인 헬리콥터 조종사의 앉은어깨높이와 어깨너비에 대한 인체크기 산포는 US Army보다 작은 경향을 보인다.

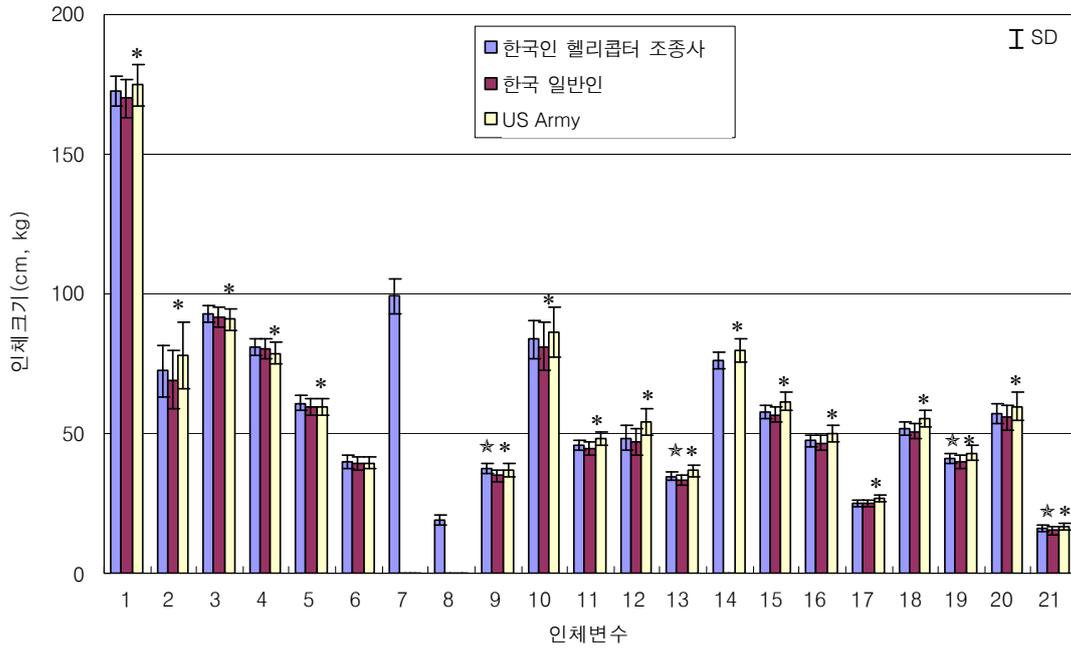
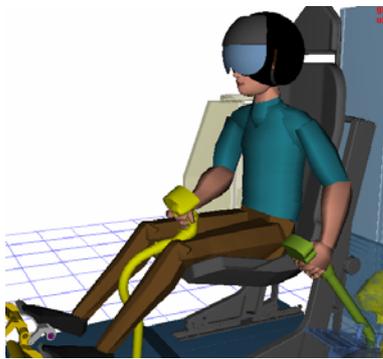


그림 4. 한국인 헬리콥터 조종사, 한국 일반인 및 US Army에 대한 평균 인체크기 비교(인체변수 번호: 표 1 및 표 2와 동일, ★: 한국인 헬리콥터 조종사와 한국 일반인 차이가 $\alpha=0.05$ 에서 유의; *: 한국인 헬리콥터 조종사와 US Army 차이가 $\alpha=0.05$ 에서 유의)



(a) 기본 조종 자세 평가



(b) 전방 시계성 평가

그림 5. 한국인 헬리콥터 조종사의 인체측정자료를 적용한 헬리콥터 조종실 설계(예)

4. 토 의

본 연구는 한국형 헬리콥터 설계를 위해 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정자료를 확보하였다. 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정은 통계적 분석을 통해 결정된 100명의 표본에 대해 이루어졌다. 또한, 인체측정은 헬리콥터 조종실 설계 및 평가 적용을 고려하여 4개 신체부문(신체 전반, 몸통, 상지, 하지) 21개 인체변수에 대해 수행되었다. 본 연구의 인체측정결과는 한국형 헬리콥터 조종실의 인간공학설계 및 평가에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

한국인 헬리콥터 조종사는 일반인 중에서 선발되며, 지속적인 군사 훈련을 받기 때문에 일반인보다 하체 관련 인체변수(앞은엉덩이너비, 오금높이, 앞은넙다리높이)가 큰 것으로 추정된다. 인구 집단의 인체크기는 직업적 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Wickens et al., 1998). 예를 들면, 역도 운동 선수는 체격조건이 좋은 사람으로 선발되며, 지속적인 역도 훈련을 수행하기 때문에 일반인의 인체크기와 차이가 있다. 본 연구의 한국인 헬리콥터 조종사의 경우에도 선발 및 각별한 체력 관리를 하기 때문에 한국 일반인과 차이를 보이는 것으로 해석된다.

한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기는 US Army와 상이한 것으로 나타나 한국형 헬리콥터 개발 시 한국인 헬리콥터 조종사의 인체측정자료 적용이 중요한 것으로 파악되었

다. 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 앉은상체 관련 인체변수의 평균 인체크기는 US Army보다 유의하게 큰(앉은키=1.9cm, 앉은눈높이=2.3cm, 앉은어깨높이=1.3cm) 것으로 분석되었다. 한편, 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 나머지 인체변수(상지, 하체, 그리고 두께와 관련된 변수)의 평균 인체크기는 US Army보다 유의하게 작은 것으로 나타났다. 따라서, 한국인 조종사와 US Army의 인체크기가 상이하기 때문에 한국형 헬리콥터 개발 시에는 한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기 적용이 필요하다.

본 연구를 통해 측정된 한국인 헬리콥터 조종사에 대한 인체측정자료는 한국형 헬리콥터 개발에 유용하게 활용되고 있다. 우리나라는 한국형 헬리콥터 사업(Korean Helicopter Program, KHP)을 통해 다목적 헬리콥터를 개발하고 있다. 본 연구를 통해 측정된 한국인 헬리콥터 조종사의 인체크기 정보는 그림 6에 예시한 것과 같이 한국형 헬리콥터 조종실의 인간공학적 설계 및 평가에 유용하게 활용되고 있다.

참고 문헌

기술표준원(2004). 제5차 한국인 인체치수조사사업 보고서. 산업자 원부.

이종선, 송영웅(2002). 한국인 조종사의 대표적 인체모형군 생성. *대한인간공학회*, 21(1), 15-26.

한국산업표준(2005). *인체측정 데이터베이스 구축을 위한 일반적 요구사항*. 기술표준원 (KSA ISO 15535).

Bitner, A. C. (2000). A-CADRE: Advanced family of manikins for workstation design. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomic Society 44th annual meeting*, San Diego, California, 774-777.

Department of Defense (1987). *Aircrew Station Geometry for Military Aircraft* (MIL-STD-1333B), Washington.

Gordon, C. C., Bradtmiller, B., Churchill, Y., Clauser, C. E., McConville, J. T., Tebbetts, I. O. and 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.

Kim, J., and Whang, M. (1997). Development of a set of Korean manikins. *Applied Ergonomics*, 28(5), 407-410.

Montgomery, D. and Runger, G. (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers* (3rd ed.), Hoboken, NJ: Wiley.

Roebuck, J. A., Kroemer, K. H. E. and Thomson, W. G. (1975). *Engineering Anthropometry Methods*, John Wiley & Sons, New York, USA.

Roskam, J. (2002). *Layout Design of Cockpit, Fuselage, Wing, and Empennage: Cutaways and Inboard Profiles*, DAR Corporation, Kansas, USA.

Wickens, C. D., Gordon, S. E. and Liu, Y. (1998). *An Introduction to Human Factor Engineering*, Longman, Amsterdam.

You, H., Bucciaglia, J., Lowe, B. D., Gilmore, B. J. and Freivalds, A. (1997). An ergonomic design process for a US transit bus operator workstation. *Heavy Vehicle Systems, A Series of the International Journal of Vehicle Design*, 4(2-4), 91-107.

Zehner, G. F., Kennedy, K. W. and Hudson, J. A. (1999). Anthropometric accommodation in the T-38. *Safe Journal*, 29, 22-28.

● 저자 소개 ●

❖ 정 기 효 ❖ khjung@postech.ac.kr

포항공과대학교 산업공학과 석사
 현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정
 관심분야: 디지털 환경 기반 인간공학적 제품 설계 및 평가, 사용자 중심 제품 설계, 사용성 평가, 직업성 근골격계질환 예방 및 통제

❖ 조 자 영 ❖ cgy5104@empal.com

연세대학교 의류환경학과 박사
 현 재: 한국봉제기술연구소 마케팅지원팀 팀장
 관심분야: 인간공학적 의류 설계, 스마트 의류 및 텍스타일 개발, 감성의류소재 설계

❖ 정 정 립 ❖ limi2101@lycos.co.kr

경북대학교 이학석사
 현 재: 경북대학교 의류학과 박사과정
 관심분야: 쾌적성 의류 설계, 의복 착의 평가, 기능성 의복 설계 및 평가

❖ 박 지 은 ❖ jepark0329@hanmail.net

경북대학교 이학석사
 현 재: 경북대학교 의류학과 박사과정
 관심분야: 의복 착의 평가, 기능성 의복 설계 및 평가, 3차원 인체계측

❖ 이 원 섭 ❖ mcury@postech.ac.kr

한동대학교 산업정보디자인학부 학사
 현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 통합과정
 관심분야: 인간공학적 제품 설계, 3차원 스캐닝, 3차원 인체 모델링, 공학디자인, 경험디자인

❖ 엄 주 호 ❖ accent1@koreaero.com

중앙대학교 기계공학과
 현 재: 한국항공우주산업 연구원
 관심분야: 조종사 좌석 설계, 사용자 중심의 장비 설계, 가상환경을 통한 사용자 편의성 분석

❖ 이 정 효 ❖ leolee12@koreaero.com

동의대학교 기계공학과

현 재: 한국항공우주산업 연구원

관심분야: 조종실 공간 설계, 사용자 중심의 장비 설계,
가상환경을 통한 사용자 편의성 분석

❖ 강 병 길 ❖ kawk67@koreaero.com

한국항공대 항공기계공학과

현 재: 한국항공우주산업 연구원

관심분야: 항공기 조종실 형상설계, 사용자 중심의 장비 설계,
조작기 위치 분석, 가상환경을 통한 사용자 분석,
작업부하 분석

❖ 김 희 은 ❖ hekim@knu.ac.kr

일본 나라여자대학교 생활환경학 박사

현 재: 경북대학교 의류학과 교수

관심분야: 인간공학적 의류제품 설계, 쾌적성 의류 설계,
의복 착의 평가

❖ 박 세 권 ❖ parksk@afa.ac.kr

미국 펜실바니아 주립대학교 산업공학과 박사

현 재: 공군사관학교 산업공학과 교수

관심분야: Human Factors in Aerospace, Psychophysiology,
Fatigue/Stress Assessment

❖ 유 희 천 ❖ hcyou@postech.ac.kr

미국 펜실바니아 주립대학교 산업공학과 박사

현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 부교수

관심분야: 인간공학적 제품설계 기술, 사용자 중심의 제품설계,
가상 환경 기반 인간공학적 제품 설계 및 평가,
사용성 공학, 근골격계질환 예방 및 통제

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2008년 08월 20일

논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2008년 11월 28일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2008년 11월 28일