JESK J Ergon Soc Korea 2025; 44(4): 411-420
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2025.44.4.411
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Comparative Study of Korean and American Anthropometric Data for the Ergonomic Improvement of SEMI S8

Seung Nam Min[1], Sanghyun Kim[1], Seung Hyeon Oh[2], Hak Seok Kim[2], Dong Joon Kim[3]

[1]Dongyang University, Department of Smart Safety System, Dongducheon-si, 11307
[2]Korea Occupational Safety & Health Agency, Safety Certification Department, Ulsan, 44429
[3]Gimcheon University, Department of Industrial Safety, Gimcheon-si, 39528

SEMI S8의 인간공학 기준 개선을 위한 한국인과 미국인의 인체치수 비교 연구

민승남[1], 김상현[1], 오승현[2], 김학석[2], 김동준[3]

[1]동양대학교 스마트안전시스템학부
[2]안전보건공단
[3]김천대학교 산업안전학과

Corresponding Author
Dong Joon Kim
Gimcheon University, Department of Industrial Safety, Gimcheon-si, 39528
Email : djkim@gimcheon.ac.kr

Received : April 02, 2025
Revised : April 17, 2025
Accepted : August 20, 2025

Copyright@2025 by The Human Factors & Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: This study aims to evaluate the suitability of SEMI S8 ergonomic standards for semiconductor equipment design by comparing them with recent anthropometric data from South Korea and the United States.

Background: SEMI S8 provides ergonomic guidelines for semiconductor manufacturing equipment based largely on outdated U.S. military and Western population data. However, national anthropometric differences—particularly between Asia and the West—can significantly impact safety, reachability, and comfort in equipment use. With Korea's growing semiconductor industry, localized ergonomic adaptations are urgently needed.

Method: Anthropometric data used in SEMI S8 were compared with updated datasets from Korea (SizeKorea, 2024) and the U.S. (Garrett, Gordon et al., CDC 2008). Analyses focused on 5th percentile females and 95th percentile males across standing, seated, and reach dimensions. Differences were calculated to evaluate deviations in physical compatibility with SEMI S8 values.

Results: Korean and U.S. anthropometric values both deviated from SEMI S8 standards. Korean females showed an average increase of 53.8mm in standing dimensions compared to SEMI S8, while U.S. females required a 29.8mm increase. Korean males were on average 43.2mm smaller in standing dimensions than SEMI S8, while U.S. males were 32.8mm smaller. Similar trends were found in seated and reach dimensions. Notably, both countries exceeded SEMI S8 vertical reach values in most cases, but forward reach differences varied by sex and nation.

Conclusion: The findings demonstrate that SEMI S8 standards do not fully reflect the current anthropometric profiles of either Korea or the U.S. National customization of ergonomic design standards is necessary to mitigate musculoskeletal risks and ensure usability.

Application: This study provides quantitative evidence supporting country-specific

ergonomic adaptations in semiconductor equipment design, contributing to safer and more efficient workplaces in global manufacturing environments.

Keywords: SEMI S8, Anthropometry, Ergonomic design, Semiconductor manufacturing equipment, Workplace safety

1. Introduction

4차 산업혁명에 따라 스마트 혁신의 물결은 인공지능(AI)의 출현과 딥러닝 기술의 급속한 발전에 의해 촉진되었다. 이러한 기술 발전은 인간의 인지 기능을 대체하기 시작했으며, 산업 생태계에 구조적인 변화를 일으키고 있다. 이와 같은 변화의 양적·질적 성장을 뒷받침하는 핵심 산업으로 반도체 산업이 중요한 역할을 하고 있다. 또한, 코로나19 팬데믹은 감염병 확산을 방지하기 위한 수단으로 디지털 기기의 활용을 가속화시켰고, 이는 반도체가 디지털 기술 제조에 있어 핵심 부품임을 부각시켰다(KB Financial Group Research Institute, 2023).

한국의 경우, 반도체 산업(전자관 및 반도체 제조업 부문)에서 최근 5년간(2015~2019년) 산업재해 발생 추세를 분석한 결과, 종사자 수는 감소한 반면, 산업재해와 사망자는 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다(Ministry of Employment and Labor, 2020). 연간 산업재해 건수는 약 400건 수준에서 유지되었으나, 사망자는 2015년 8명에서 2019년 18명으로 증가하였으며, 연평균 14.4명의 사망자가 발생하고 있다. 특히, 50인 이상 사업장에서 사고 발생 비율이 높은 것으로 나타났고, 협착, 낙상, 충돌 등의 전통적인 재해 유형이 빈번히 발생하고 있다. 또한, 반도체 산업 특성상 유해화학물질을 많이 사용하는 공정이 포함되어 있어, 화학물질 노출과 관련된 산업재해 및 직업병의 증가 추세도 확인된다. 그 중에서도, 과도한 신체활동으로 인한 재해는 2015년 전체 재해의 3.5%에서 2019년 4.2%로 증가하였다.

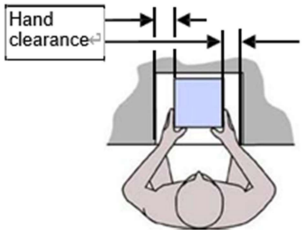
이처럼 반복적이고 과도한 움직임으로 인해 발생하는 근골격계 질환(musculoskeletal disorders; MSDs)의 근본 원인은 작업자와 장비 간 상호작용의 부족에 기인한다. 반도체 제조 장비로 인한 MSDs를 예방하기 위해, Lu와 Chang (Lu and Chang, 2000)은 다음과 같은 인간공학적 접근을 제안하였다: (1) 기본적인 위험요인을 식별하기 위한 인간공학 체크리스트, (2) 근골격계 위험요인의 평가, (3) 반도체 장비 제조 시 인간공학 가이드라인인 SEMI S8의 준수이다.

국제적으로도 반도체 제조 공정에서의 안전성 평가가 이루어지고 있다. Chan 등(Chan et al., 2019)은 반도체가 사물인터넷(IoT) 기술의 핵심임을 강조하면서, 미국과 유럽 등 주요 지역의 규정을 준수하고, 반도체 장비 및 자재에 관한 국제표준(SEMI)에 대한 이해가 반도체 장비의 국가 간 안전 확보를 위해 필수적이라고 주장하였다. 미국 산업안전보건청(OSHA) 또한 반도체 장비의 안전성을 위해 SEMI 가이드라인의 준수를 의무화하고 있다(OSHA, 2023). 이 중 SEMI S8은 인간공학을 중심으로 다루는 가이드라인이다. 추가적으로 Saw 등(Saw Bin et al., 2010)은 개발도상국의 반도체 공장에서 인간공학적 연구를 수행하였으며, 소음 자극, 목과 허리 통증, 두통 등의 문제를 개선한 결과, 작업 환경과 직무 만족도가 향상되었다고 보고하였다.

SEMI S2(반도체 제조 장비의 환경·보건·안전 가이드라인)는 장비 설계 시 SEMI S8(반도체 제조 장비의 인간공학 설계 가이드라인)의 인간공학적 준수를 입증하는 문서 작성을 요구한다. SEMI S8에서는 각국의 요구사항에 맞춰 인체치수를 조정해야 한다고 명시되어 있으나, 실제 산업 현장에서는 SEMI S8에서 제시된 표준 치수를 그대로 사용하는 경우가 많다(SEMI, 2018) (Table 1). 이러한 일률적인 적용은 국가 간 인체치수 적합성에 차이를 유발할 수 있으며, 작업자의 도달 거리 부족 등으로 인해 반도체 장비 조작 시 인간 오류 발생 가능성을 높일 수 있다.

SEMI S8 문서에서 참조된 인체치수 데이터 출처를 검토한 결과, 해당 기준은 Pheasant (1988), MIL-STD-1472D (U.S. Department of Defense, 1989), SAE J833 (SAE, 1989) 등 30년 이상 지난 과거 자료에 기반하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 인체치수는 시간의 흐름에 따라 변화할 뿐만 아니라, 국가 및 인종에 따라 뚜렷한 차이를 보이므로, 반도체 장비 설계 시에는 최신의 국가별 인체 특성을 반영한 기준 마련이 필요하다. 이에 본 연구는 SEMI S8에서 제시하는 인체치수 기준의 적절성을 검토하고, 최근 조사된 한국 및 미국의 인체치수 데이터를 비교 분석함으로써, SEMI S8의 인간공학적 개선 방향을 제안하는 것을 주요 목적으로 한다.

Table 1. Examples of dimensions presented in SEMI S8

Section	Indicator	Acceptance criteria metric units (US customary units)	Reference pictogram	Actual/Conforms?
3.5	Minimum hand clearance on either side of the cassette, measured from the side of the cassette to the nearest adjacent object.	Minimum 76mm (3 in.)		Measurement ——— Conforms? Yes No N/A ☐ ☐ ☐

2. Methods

2.1 Anthropometric data sources for establishing SEMI S8

SEMI S8에서 사용된 인체치수 데이터는 전문가 집단에서 수행한 연구를 바탕으로 구성되었으며, 공식적인 투표 절차를 거쳐 최종적으로 승인된 후 적용되었다. 이러한 인체치수 데이터의 특정 적용 가능성 여부는 최종 사용자에게 명확하게 책임이 부여되어 있다. 이들 데이터는 문헌(Garrett, 1971; Gordon et al., 1989; ISO, 2023; McDowell et al., 2008)에 기반하고 있다(Table 2).

Table 2. Selected body dimensions for females and males for making SEMI S8 guideline (mm)

Criteria	5th percentile female (Asian)	95th percentile male (U.S.)
Standing dimensions		
Stature	1,471	1,895
Eye height	1,356	1,763
Shoulder height	1,206	1,572
Elbow height	894	1,214
Knuckle height	676	831
Seated dimensions		
Seated height	780	973
Eye height	660	843
Shoulder height	510	645
Elbow height	165	287
Buttock-knee length	470	650
Popliteal height	350	521
Knee height	434	632
Reach distances		
Standing vertical grip reach	1,712	2,134
Forward grip reach	580	787

2.2 Extraction of anthropometric data for comparing SEMI S8 guidelines with anthropometric data from Korea

본 연구에서는 한국의 최신 인체치수 데이터를 기반으로 SEMI S8 기준과의 비교를 수행하였다. 비교 대상 데이터는 한국인의 체형 및 인체치수 변화를 반영한 인간공학적 설계 기반 마련을 목적으로 수행된 '제8차 인체치수조사(2020년~2024년)'의 데이터를 활용하여 분석하였다. 본 연구에서는 해당 조사에서 수집된 성인 남녀의 주요 인체 측정 항목을 바탕으로 반도체 장비에 대한 인간공학적 시사점을 도출하고자 하였다.

2.3 Analysis

SEMI S8 기준과의 차이를 분석하기 위해, 한국의 인체치수 데이터를 SEMI S8에서 제시된 기준값과 비교하였다. 두 집단 간의 차이는 다음의 계산식을 통해 산출하였다:

Difference Value = (each anthropometric size$_x$ − SEMI S8$_y$)

$_x$: Anthropometric size of Korea or U.S.

$_y$: Anthropometric size from SEMI S8

3. Results

3.1 Anthropometric data of SEMI S8 and each country

SEMI S8 기준과 한국의 인체치수 데이터를 비교 분석하였다. 그 결과, 한국 여성(5백분위) 인체치수는 대부분 SEMI S8에서 제시된 수치보다 크게 나타났으며, 남성(95백분위) 치수 역시 대부분 항목에서 SEMI S8 기준보다 큰 경향을 보였다(Table 3).

Table 3. Descriptive statistics of SEMI S8 and anthropometric data by country

Criteria	SEMI S8[1)]		U.S.[2)]		Korea[3)]	
	5th percentile female (Asian)	95th percentile male (U.S.)	5th percentile female (U.S.)	95th percentile male (U.S.)	5th percentile female (Korea)	95th percentile male (Korea)
Standing dimensions						
Stature	1,471	1,895	1,525	1,870	1,550	1,859
Eye height	1,356	1,763	1,421	1,753	1,433	1,731
Shoulder height	1,206	1,572	1,242	1,546	1,249	1,521
Elbow height	894	1,214	932	1,167	945	1,156
Knuckle height	676	831	632	775	695	792
Seated dimensions						
Seated height	780	973	803	977	833	988
Eye height	660	843	698	860	715	860
Shoulder height	510	645	515	653	531	654
Elbow height	165	287	189	291	213	303
Buttock-knee length	470	650	541	669	515	626

Table 3. Descriptive statistics of SEMI S8 and anthropometric data by country (Continued)

Criteria	SEMI S8[1)]		U.S.[2)]		Korea[3)]	
	5th percentile female (Asian)	95th percentile male (U.S.)	5th percentile female (U.S.)	95th percentile male (U.S.)	5th percentile female (Korea)	95th percentile male (Korea)
Popliteal height	350	521	441	548	368	474
Knee height	434	632	469	602	465	589
Reach distances						
Standing vertical grip reach	1,712	2,134	1,812	2,334	1,764	2,172
Forward grip reach	580	787	623	831	610	773

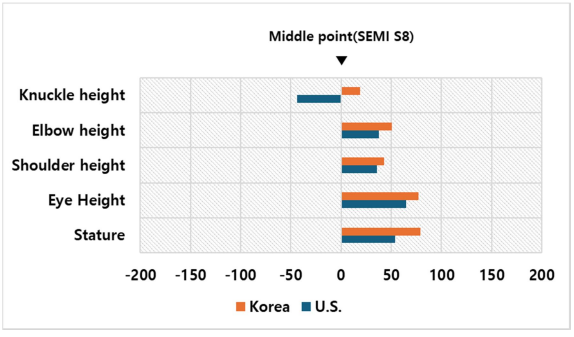
1): SEMI S8 (2018); 2): Gordon et al., (2014); 3): Sizekorea (2024)

3.2 Comparative anthropometric data between SEMI S8 and other countries

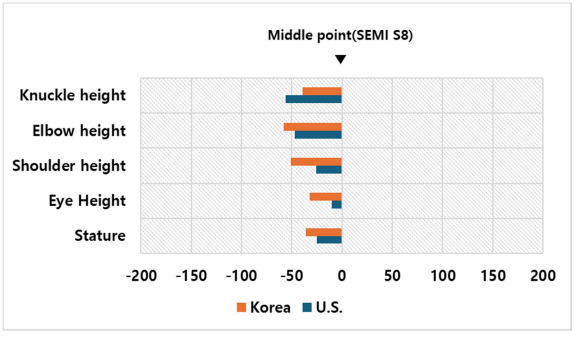
3.2.1 Standing dimensions

SEMI S8 기준과 한국의 서 있는 자세(standing posture)에서의 인체치수를 비교한 결과, 유의미한 차이가 나타났다(Figure 1). 먼저, 여성(5백분위)의 경우, SEMI S8에서는 신장이 1,471mm로 제시되어 있으나, 한국 여성의 신장은 1,550mm로 79mm 더 컸다. 마찬가지로, 눈높이는 SEMI S8의 1,356mm에 비해 한국은 1,433mm로 77mm 높았다. 어깨 높이는 43mm, 팔꿈치 높이는 50.8mm, 무릎 높이는 19mm 각각 더 높게 나타났다. 이에 따라 한국 여성(5백분위)의 경우, 인간공학적 설계 시 평균적으로 53.8mm의 증가 폭을 고려할 필요가 있다.

남성(95백분위)의 경우, SEMI S8에서는 신장이 1,895mm로 제시되어 있지만, 한국 남성은 1,859mm로 36mm 더 작았다. 눈높이 또한 SEMI S8의 1,763mm에 비해 한국은 1730.9mm로 32mm 낮았다. 이외에도 어깨 높이는 51mm, 팔꿈치 높이는 57.8mm, 무릎 높이는 39.1mm 더 낮게 나타났다. 따라서 한국 남성(95백분위)의 경우, SEMI S8 기준을 적용할 때 평균적으로 약 43.2mm의 감소를 고려하여 설계할 필요가 있다.



5th percentile female



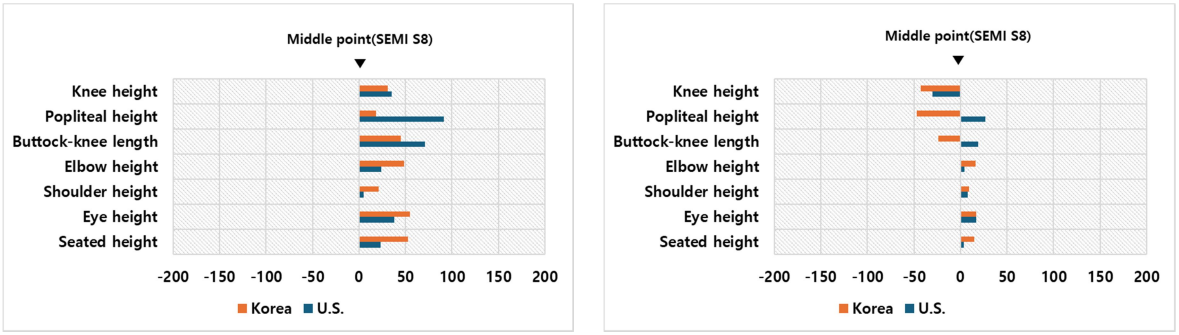
95th percentile male

Figure 1. Differences of standing dimension by country

3.2.2 Seated dimensions

SEMI S8 기준과 한국의 앉은 자세 인체치수를 비교한 결과, 여러 항목에서 유의미한 차이가 나타났다(Figure 2). 여성(5백분위)의 경우, 앉은 키는 SEMI S8 기준 780mm에 비해 한국에서는 833mm로 53mm 더 컸다. 눈높이 또한 660mm에서 715mm로 55mm 높았으며, 팔꿈치 높이는 48.4mm, 엉덩이-무릎 길이는 44.7mm, 정강이 높이(popliteal height)는 18mm, 무릎 높이는 31mm 각각 더 높은 수치를 보였다. 반면, 어깨 높이는 SEMI S8보다 21mm 낮았다. 이에 따라 한국 여성(5백분위)의 경우, 인간공학적 설계 시 평균적으로 약 38.7mm의 증가를 고려할 필요가 있다.

남성(95백분위)의 경우, 앉은 키는 SEMI S8 기준 973mm에 비해 한국은 987.98mm로 14.98mm 더 컸다. 눈높이는 843mm에서 859.94mm로 16.94mm 증가하였으며, 어깨 높이는 8.88mm, 팔꿈치 높이는 16.26mm 각각 더 높게 나타났다. 그러나 엉덩이-무릎 길이는 23.59mm, 정강이 높이는 47mm, 무릎 높이는 42.82mm 각각 더 짧았다. 따라서 남성(95백분위)의 경우 평균적으로 약 14.27mm의 증가를 고려하되, 일부 항목(엉덩이-무릎 길이, 정강이 높이, 무릎 높이)은 별도의 인간공학적 조정이 필요하다.

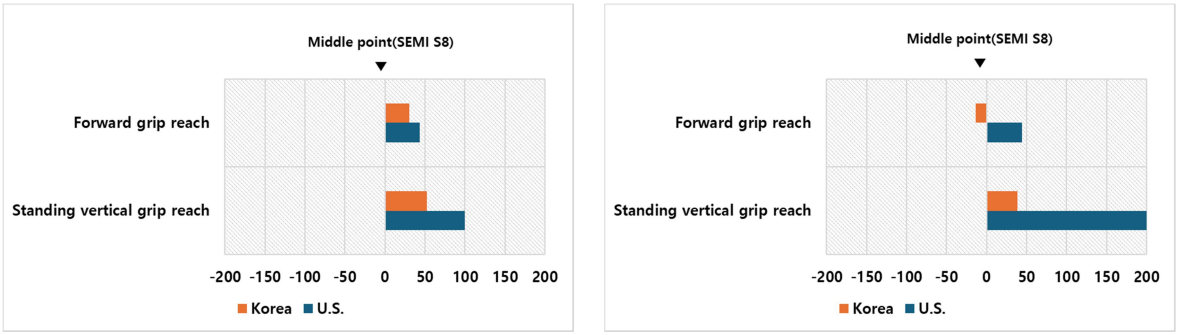


5th percentile female 95th percentile male

Figure 2. Differences of seated dimension by country

3.2.3 Reach distance

SEMI S8 기준과 한국의 도달 거리 치수를 비교한 결과, 여러 항목에서 유의미한 차이가 나타났다(Figure 3). 여성(5백분위)의 경우, 서서



5th percentile female 95th percentile male

Figure 3. Differences of reach distance by country

수직으로 손이 닿는 최대 도달 거리(standing vertical grip reach)는 SEMI S8에서 1,712mm로 제시되어 있으나, 한국은 1,764mm로 52mm 더 길었다. 앞으로 뻗는 도달 거리(forward grip reach) 역시 SEMI S8의 580mm에 비해 한국은 610mm로 30mm 더 길었다. 이에 따라 여성(5백분위)의 경우, 평균적으로 약 41mm의 증가를 고려한 인간공학적 설계가 필요하다.

남성(95백분위)의 경우, 서서 수직 도달 거리는 SEMI S8 기준 2,134mm에 비해 한국은 2,172mm로 38mm 더 길었다. 반면, 앞으로 뻗는 도달 거리는 SEMI S8의 787mm에 비해 한국은 773mm로 14mm 짧게 나타났다. 따라서 남성(95백분위)의 경우, 평균적으로 약 12mm의 증가를 고려할 수 있으며, 항목별로는 별도 조정이 요구된다.

4. Discussion

본 연구는 SEMI S8에서 제시된 인체치수 기준을 재검토하고, 반도체 장비 설계 시 국가별 근로자에게 인간공학적으로 적합한 기준을 적용하기 위한 방법론을 제안하고자 하였다. 연구 결과, 서 있는 자세에서 한국 남성(95백분위)의 인체치수는 SEMI S8보다 평균 43.2mm 작았으며, 미국은 평균 32.8mm 작았다. 이러한 차이는 인간공학적 설계에 있어 중요한 영향을 미친다. Shiao 등(Shiao et al., 2004)의 연구에 따르면, 여성 근로자는 목, 어깨, 허리 등의 불편함을 호소하는 경우가 많으며, 반도체 산업에서는 일반 전자산업에 비해 근골격계 질환(MSDs)의 발생률이 더 높다고 보고되었다. Rajabalipour Cheshmehgaz 등은 반자동 조립 작업에서 부적절한 자세가 누적적인 근골격계 손상 위험을 높인다고 하였으며(Rajabalipour Cheshmehgaz et al., 2012), 이는 인간공학적 설계의 필요성을 강조한다. 따라서 서 있는 작업 자세에서 자연스럽고 인간공학적인 동작이 가능하도록 하려면, 국가별 인체치수 데이터를 기반으로 장비를 설계하는 것이 필수적이다. 인체치수 특성에 따라 장비의 물리적 치수를 조정함으로써 작업 환경의 편안함과 안전성을 높이고, 전반적인 작업 효율도 향상시킬 수 있다.

앉은 자세에서도 유사한 고려가 필요하다. 한국 남성(95백분위)의 앉은 자세 관련 인체치수는 SEMI S8 기준보다 평균 8.1mm 작았다. 반면 미국은 평균 7.0mm 더 컸다. 장시간 잘못된 자세로 고정된 채 앉아 있을 경우, 복부 근육 이완으로 소화 기능 저하, 심장 기능 감소, 특정 부위에 압력이 집중되어 근골격계 부담이 증가할 수 있다(Dalton et al., 2024; Wachsler and Learner, 1960). 따라서 좌식 작업 공간을 설계할 때는 단순 치수뿐 아니라 의자 및 작업면의 높이, 깊이 등 전반적인 자세 지지 설계가 함께 고려되어야 한다.

본 연구의 도달 거리 결과는, 국가 간 인체치수 차이가 작업 공간 설계에 직접적인 영향을 미친다는 점을 보여준다. 한국의 경우 남성(95백분위)의 도달 거리가 SEMI S8 기준보다 평균 14.27mm 더 길었다. 미국은 일반적으로 SEMI S8보다 도달 거리가 큰 경향을 보였다. 이러한 결과는 작업 공간 내에서 컨트롤 패널 및 조작부의 위치를 설정할 때, 단순한 신장뿐 아니라 신체 비율이 더 중요한 변수임을 시사한다. 특히 SEMI S8은 5백분위 여성 기준을 '아시아 여성'으로 정의하고 있으나, 실제로 한국의 5백분위 여성 인체치수는 SEMI S8보다 큰 것으로 나타나 기준의 수정이 필요함을 보여준다. 또한, 95백분위 남성의 경우 신장은 SEMI S8보다 작지만 앉은 키는 더 큰 경향을 보여, 전신 신장이 아닌 부위별 신체 비율이 설계에 더 중요한 요소가 될 수 있음을 시사한다.

산업 현장에서 반복적인 팔 동작이 도달 거리 한계를 초과할 경우, 작업자는 근골격계 부담이 가중되며 피로 누적과 작업 효율 저하로 이어질 수 있다. 특히 서 있는 자세와 앉은 자세 간 도달 거리 차이를 고려하지 않고 동일한 공간에 작업대를 설계할 경우, 작업자의 신체 조건에 맞지 않아 효율 저하와 MSDs 위험이 증가할 수 있다. 또한, 장시간 고정된 부적절한 자세는 복부 근육 이완, 소화기계 및 심혈관 기능 저하, 특정 부위 압박 증가 등 다양한 건강 문제로 이어질 수 있다(Dalton et al., 2024; Wachsler and Learner, 1960). 따라서 도달 거리를 포함한 작업 공간 설계 시에는, 국가별 인체치수 차이를 반영한 설계가 필요하며, 이를 통해 신체 부담을 줄이고 생산성과 안전성을 동시에 확보할 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로, 반도체 장비를 설계·제작하는 국가들은 해당 산업 종사자의 인체 특성을 반영한 국가별 인체치수 데이터를 반드시 고려해야 한다. 작업자에게 맞춘 인간공학적 조정을 설계에 통합함으로써, 보다 쾌적하고 작업자 친화적인 작업 환경을 조성할 수 있다. 인간공학적으로 잘 설계된 작업 공간은 작업자의 편안함을 높일 뿐만 아니라, 산업재해 위험을 줄이고 근로자의 건강과 삶의 질을 향상시키는 데 기여할 수 있다.

또한, 본 연구 결과는 단순한 인체치수 차이뿐만 아니라, 신체 비율의 차이가 반도체 장비 설계에 실질적인 영향을 미칠 수 있음을

시사한다. 예를 들어, 한국 95백분위 남성은 SEMI S8 기준보다 전체 신장은 작지만 앉은 키는 더 큰 경향을 보여, 신장 대비 앉은 키 비율이 설계 시 고려되어야 할 요소임을 보여준다. 이와 같이 각 신체 부위 간의 비율은 조작부의 위치, 작업면의 높이, 의자의 깊이 등 작업 공간 내 요소의 배치를 결정하는 데 영향을 줄 수 있다. 따라서 향후 설계 기준 수립 시, 국가별 인체치수뿐만 아니라 신체 비율 특성까지 반영하는 정밀한 접근이 필요하다. 본 연구에서는 신체 비율에 대한 정량적 분석까지는 수행하지 않았지만, 인간공학적 설계의 실효성을 높이기 위해 이러한 요소를 포함한 후속 연구가 필요하다.

5. Conclusion

SEMI S8은 특정 국가 및 인종의 인체치수를 기반으로 제정된 기준이므로, 이를 다국적 반도체 생산 현장에 그대로 적용할 경우, 국가별 인체치수 차이가 충분히 반영되지 않는다면 실효성이 떨어질 수 있다. 따라서 이러한 차이를 고려한 맞춤형 인간공학 설계 지침의 적용이 필수적이다. 본 연구는 SEMI S8과 국가별 인체치수를 비교함으로써, 반도체 장비 설계 시 국가 특성 반영의 필요성을 강조하였다. 다만 본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫째, 본 연구에서 활용한 인체치수 데이터는 일부 국가에 국한되어 있어, 향후 연구에서는 보다 다양한 국가와 지역의 데이터를 포함할 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 주로 이론적 비교와 분석에 초점을 맞추었으며, 실제 산업 현장에서 이러한 인체치수 차이가 근로자의 피로도나 생산성에 미치는 영향을 실증적으로 평가하지는 않았다. 향후 연구에서는 반도체 산업 내 여성 및 고령 근로자의 비중 증가와 같은 노동시장 변화도 함께 고려하여, 보다 폭넓은 계층을 수용할 수 있는 인간공학적 설계 전략을 수립할 필요가 있다. 또한, 인체치수 차이가 실제 작업 효율이나 산업재해 발생률에 어떤 영향을 미치는지를 분석함으로써, 보다 포괄적이고 실용적인 반도체 장비 인간공학 지침 수립에 기여해야 할 것이다.

References

Chan, G., Mak, S., Tsang, K. and Lee, C., "Safety and EMC compliance with fabrication equipment in semiconductor industry: challenges and solutions", *Proceedings of the 2019 IEEE Symposium on Product Compliance Engineering*, (pp. 1-6), Austin. TX., 2019. doi:10.1109/SPCE47297.2019.8950802

Dalton, J.F., Fourman, M.S., Rynearson, B., Wawrose, R., Cluts, L., Shaw, J.D. and Lee, J.Y., The L3 Flexion Angle Predicts Failure of Non-Operative Management in Patients with Tandem Spondylolithesis. *Global Spine Journal*, 14, 1944-1951, 2024. doi:10.1177/21925682231161305

Garrett, J.W., The adult human hand: some anthropometric and biomechanical considerations. *Human Factors*, 13, 117-131, 1971. doi:10.1177/001872087101300204

Gordon, C., Churchill, T., Clauser, C., McConville, J. and Tebbetts, I., *Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Summary Statistics, Interim Report for 1988*, 1989.

Gordon, C.C., Blackwell, C.L., Bradtmiller, B., Parham, J.L., Barrientos, P., Paquette, S.P., Corner, B.D., Carson, J.M., Venezia, J.C., Rockwell, B.M., Mucher, M. and Kristensen, S., *2012 Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics*. U.S. Army Natick Soldier Research, Development and Engineering Center, 2014.

ISO, *ISO 14738-Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*, 2023.

KB Financial Group Research Institute, *Analysis of the effect of changes in the semiconductor market environment on the domestic semiconductor equipment industry.* KB Financial Group Research Institute, 2023.

Lu, C. and Chang, C., "Ergonomics and Safety Checklist Evaluation for Semiconductor Manufacture Workers", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44 (pp. 41-43), 2000. doi:10.1177/154193120004402911

McDowell, M.A., Fryar, C.D., Ogden, C.L. and Flegal, K.M., *Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2003-2006: (623932009-001)*, 2008. doi:10.1037/e623932009-001

Ministry of Employment and Labor, *Safety and Health Practice Guide: Electronic Product Manufacturing (Electronic Tube or Semiconductor Device Manufacturing)*. 2020.

OSHA, *Semiconductors - Standards | Occupational Safety and Health Administration* [WWW Document]. URL https://www.osha.gov/semiconductors/standards (retrieved March 11, 2025).

Pheasant, S., *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, 1988. doi:10.1201/9781315375212

Rajabalipour Cheshmehgaz, H., Haron, H., Kazemipour, F. and Desa, M.I., Accumulated risk of body postures in assembly line balancing problem and modeling through a multi-criteria fuzzy-genetic algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 63, 503-512, 2012. doi:10.1016/j.cie.2012.03.017

SAE, J833_198905: Human Physical Dimensions - *SAE International*, 1989.

Saw Bin, W., Richardson, S. and Yeow, P.H.P., An Ergonomics Study of a Semiconductors Factory in an IDC for Improvement in Occupational Health and Safety. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16, 345-356, 2010. doi:10.1080/10803548.2010.11076849

SEMI, S00800 - SEMI S8 - *Safety Guideline for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing Equipment*, 2018.

Shiao, J., Guo, Y.L. and Chen, C.J., Musculoskeletal disorders in microelectronic workers. *Epidemiology*, 15, S159, 2004.

U.S. Department of Defense, *MIL-STD-1472 D Human Engineering Design Criteria Military*, 1989.

Wachsler, R.A. and Learner, D.B., An Analysis of Some Factors Influencing Seat Comfort. *Ergonomics*, 3, 315-320, 1960. doi:10.1080/00140136008930493

Author listings

Seung Nam Min: msnijn12@dyu.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Hanyang University
Position title: Professor, Department of Smart Safety System, Dongyang University
Areas of interest: Usability, Workplace safety, Risk assessment

Sanghyun Kim: heinrich@dyu.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology
Position title: Professor, Department of Smart Safety System, Dongyang University
Areas of interest: Workplace safety, Risk assessment

Seung Hyeon Oh: lessmore@kosha.or.kr
Highest degree: MS, Department of Safety and Health, Ulsan University
Position title: General Manager, Safety Certification Department, Korea Occupational Safety & Health Agency
Area of interest: Workplace safety, Certification

Hak Seok Kim: kimtur@kosha.or.kr
Highest degree: BS, Department of Mechanical Engineering, Kyungnam University
Position title: Senior Manager, Safety Certification Department, Korea Occupational Safety & Health Agency
Areas of interest: Workplace safety, Certification

Dong Joon Kim: djkim@gimcheon.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Hanyang University
Position title: Professor, Department of Industrial Safety, Gimcheon University
Areas of interest: Workplace safety, Usability evaluation, HMI, Biosignals