

Clean Room Wear의 Prototype 제시를 위한 비교 착용실험

이 경 화

가톨릭대학교 생활과학부 의류학전공 조교수

Comparative Wearing Test for Suggesting Prototype of Clean Room Wear

Kyong-Hwa Yi

Assistant professor, Dept. of Clothing & Textiles, The Catholic University of Korea

ABSTRACT

This study is to develop the well-fit clean room smocks by wearing test of 2 available clean room smocks and a revised smock. 20 female subjects individually participated in the wearing test. The test procedure consisted of a rating on fit and adaptability and comparative test according to clean room smock types.

The summaries of results are as follows:

1. The results of fit and adaptability rating on different clean room smocks showed that the revised type proved the most effective from a viewpoint of fitness and adaptability.
2. As far as the result of comparative test are concerned, most of the subject assessed the revised type is the most comfortable. As for freedom of movement, it is disclosed that the subjects prefer the revised type too.

Key words : 클린 룸 웨어, 착용실험(clean room smock, Wearing Test)

I. 서 론

1997년도 국민체위조사에서 사용된 20대 남자와

여자의 인체 계측치 중 클린 룸 웨어의 사이즈 스펙의 설정이나 패턴 제작과 직접, 간접적으로 상관이 있다고 판단되는 계측항목의 성별에 따른 평균값과

* 이 논문은 1998년도 학술진흥재단 자유공모과제인 "Clean Room Wear의 치수 적합성에 관한 연구"의 일부를 출판한 것임

표준편차 값을 제시한 결과, 남녀 평균값의 차이 값은 드롭치를 제외한 전체 항목에서 남자의 계측치 평균값이 큰 것으로 나타났다(이경화, 2000). 체형 특성 상 남자의 경우 가슴둘레와 엉덩이둘레와의 치수에 거의 차이가 없는 형이었으나, 여자의 경우는 엉덩이둘레-가슴둘레의 값이 7.4cm로 나타나 엉덩이와 가슴둘레의 차이 값이 보다 큰 체형임을 알 수 있다.

그러나 현행 클린 룸 웨어는 서로 다른 체형 특성을 지닌 남자와 여자를 동일 집단으로 간주해 치수 규격을 제시하고, 패턴을 제작하고 있어 문제점이 큰 것으로 사료된다. 클린 룸 웨어는 작업복이긴 하지만, 작업특성에 따른 필요로 인해 머리, 목, 소매, 발목 등의 설계 시 치수 적합성이 크게 요구되는 특성이 있다.

현재 클린 룸 웨어의 치수체계는 S, M, L, XL, 2XL, 3XL, 4XL, 5XL의 8단계로 구성되어 있으나 남자 작업자는 2XL, 여자 작업자는 M치수를 주로 착용하는 것을 알 수 있으며, 전체 치수체계 8개 호칭 중 M, L, XL, 2XL의 4개 호칭이 차지하는 비율은 전체 구성원의 90%에 해당하고 있는 것으로 나타났다. 또한 남자 작업자와 여자 작업자의 작업복도 구분되어 있지 않고, 일반적인 의류 치수체계와 달라 작업자의 치수 선택 시 혼동이 야기될 수 있다(이경화, 1999). 이 결과로 볼 때 현재와 같은 8개 호칭을 모두 생산하는 것은 생산 비용면에서 경제적이지 못할뿐더러 대부분의 클린 룸 웨어 착용자가 여성이므로, 착용빈도가 낮은 남성을 위해 넓은 범위의 치수 체계를 설정하고 이에 대한 패턴 제작 및 의복 구성을 할 경우 여성들의 치수 부적합 문제가 상당히 클 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구 결과(이경화, 1999)에서 지적된 바와 같이 착용감과 치수 적합성 평가 결과에 따른 불만사항을 참고해서 클린 룸 웨어를 디자인한 후 새롭게 설정된 치수 규격(이경화, 2000)에 따라 1종의 여자 작업자용 클린 룸 웨어를 제작하였다. 이와 같이 제작된 실험용 클린 룸 웨어를 현재 반도체 생산공정에서 착용되는 기존의 클린 룸 웨어 2종을 대상으로 비교 착용실험을 행하였고, 이를 통해 본 연구에서 개발된 실험복이 기존

의 클린 룸 웨어보다 치수 적합성과 동작 적응성, 착용감 측면에서 우수한 최적 prototype임을 확인하는데 연구의 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 실험 내용

본 연구의 착용실험의 내용은 다음과 같이 구성되었다.

1) 클린 룸 웨어 유형별 치수 적합성 및 운동 기능성 평가

3종의 클린 룸 웨어 각각을 착용한 후 각 유형에 대한 치수 적합성 및 운동기능성을 평가하기 위해 설문지를 평가 도구로 활용하였다. 설문지의 내용은 클린 룸 웨어의 각 신체 부위별 치수 적합 정도와 신체 부위별 운동 기능성에 대한 만족 정도, 기타 전체적 만족감 정도와 유형별 디자인 만족 정도를 묻는 문항으로 구성하였으며, 20명의 착용자가 직접 평가하였다.

이외에도 전문 패널단 10명이 세 유형의 클린 룸 웨어를 착용했을 때의 외관을 평가하였으며, 이 때 사용한 문항은 착용자 대상 치수 적합성 평가 문항과 동일하였다.

2) 클린 룸 웨어의 비교 평가

세 유형의 클린 룸 웨어에 대한 치수 적합성, 운동 기능성, 디자인, 착탈 용이성 등의 측면에서 가장 좋은 유형을 선택하기 위해 비교평가를 하였다. 이 평가도 설문지를 통해 이루어졌고, 이 비교평가를 통해 운동기능성, 디자인, 착탈 편의성 등이 우수한 클린 룸 웨어의 유형을 선정하였다.

2. 실험 대상자 및 전문 평가단(panel)

Rohrer지수 상 보통 체형에 포함되는 건강한 성인 여자 20명을 대상으로 클린 룸 웨어 유형에 따른 치수 적합성과 운동 기능성을 평가하였다. 실험에 참가한 실험 대상자는 치수 적합성, 운동 기능성과

관련된 평가를 직접 행해야 하므로, 의류에 대한 전문 지식이 있는 의류학 전공학생 중에서 선정하였다. 선정의 기준은 1997년도 국민 체위 조사 보고서 상에서 제시된 평균과 표준편차를 고려하였고, 로러 지수의 백분율 값 중 25%이상, 75%이하의 범위에 포함되는 대상자를 선정하였다.

실험 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

전문 평가단(panel)은 클린 룸 웨어를 착용한 상태에서 치수 적합도에 대한 외관 평가를 하기 위해 구성하였으며, 의류학 전공 대학원생 이상의 전문가 10명을 선정하였다.

<표 1> 실험 대상자의 신체적 특성 단위:cm, kg

부위		연령	평균	SD
높이 · 길이 항목	키		162.3	3.7
	어깨길이		12.9	1.1
	등길이		37.7	3.1
	소매길이		52.4	2.4
	밑위앞뒤길이		65.6	3.9
	머리길이		21.4	1.2
둘레 항목	머리둘레		53.9	1.3
	목둘레		24.2	1.1
	진동둘레		35.1	2.8
	가슴둘레		82.3	4.3
	허리둘레		65.9	4.1
	엉덩이둘레		89.4	4.0
너비	넓적다리둘레		52.8	3.7
	앞폭		31.7	1.4
	뒤폭		34.4	2.4
몸무게(kg)			49.7	4.1

3. 실험 기간 및 환경 조건

본 실험은 2000년 3월 21일부터 3월 24일까지 실시하였다.

실험 환경의 조건이 착용감 평가에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 반도체 생산 공정의 실내 환경 기후와 동일하도록 평균 기온 22±2℃, 평균 습도 60±10% R.H.의 실내에서 실험을 실시하였다.

4. 실험의 구성 및 순서

실험의 구성 순서는 아래와 같다.

먼저, 실험 대상자는 브리프, 원피스형 슬립을 착용한 상태에서 기준점과 기준선을 표시한 상태에서 계측하였다. 직접 계측에 필요한 계측 용구는 줄자, 체중계를 사용하였으며, 보조용구로 허리둘레 표시용 고무줄, 기준점 표시용 스티커, 기록용지를 사용하였다.

착용감 및 외관검사, 운동기능성의 평가를 위해 3종의 실험용 클린 룸 웨어를 각각 착용한 상태에서 준비된 설문지를 작성하였다. 클린 룸 웨어의 운동기능성 평가를 위해 반도체 생산공정 상 있을 수 있는 동작 중 예비 실험을 통해 세 동작을 선정하였으며, 이 때 클린 룸 웨어의 착용순서는 무작위로 선정하였고, 각 실험복으로 갈아입는 사이에 10분간 휴식을 하였다. 마지막으로 클린 룸 웨어 비교 평가를 위해 세 유형의 클린 룸 웨어 중 가장 좋은 실험복 유형을 선정하기 위해 설문지 조사를 시행하였다.

5. 실험복

기존 반도체 생산공정에서 착용되고 있는 두 종의 클린 룸 웨어 유형 즉, 방진모 부착형 클린 룸 웨어(이하 기존 A형이라 칭함)와 방진모 분리형 클린 룸 웨어(이하 기존 B형이라 칭함) 및 선행 연구 결과 문제점으로 지적되었던 착용자의 불만사항과 설문 조사 결과에 따라 디자인을 변형하고 새로운 치수 체계를 사용해 제작된 클린 룸 웨어(이하 개선형이라 칭함) 총 세 유형을 실험복으로 사용하여, 치수 적합성과 운동 기능성에 대한 평가 및 비교 평가를 실시하였다.

착용감 평가에 사용된 클린 룸 웨어의 형태, 유형별 소재 특성 및 디자인 특성은 <표 2>와 같다.

실험복의 제작을 위해서 선행 연구 결과(이경화, 1999)의 클린 룸 웨어 착용감과 치수 적합성 평가 결과에 따른 불만사항을 참고해서 클린 룸 웨어를 디자인한 후 새롭게 설정된 치수 규격(이경화, 2000)을 제시 하였다. 본 실험복의 기본 원형은 임원자식 길 원형과 바지 원형을 기초로 하였으며 소매 원형은

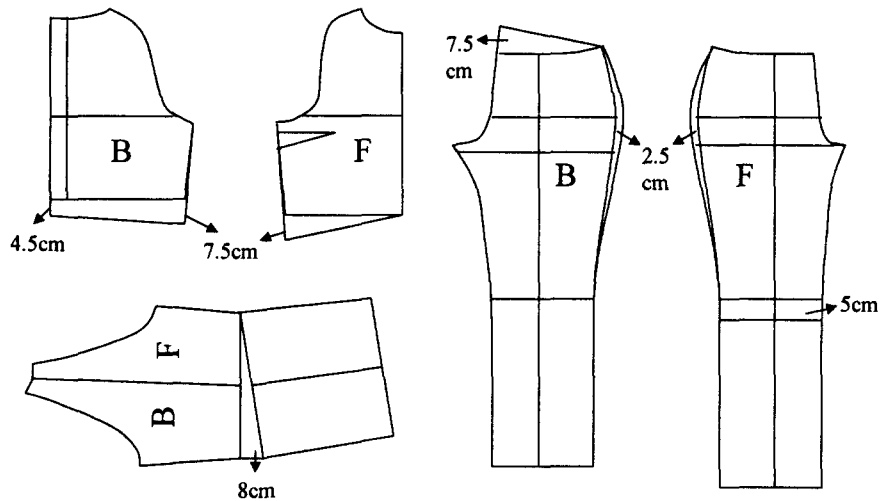
라글란 슬리브 형태로 선정하였다. 제작된 실험복 패턴은 동작에 따른 신체 증가량에 대한 연구결과(장경진, 1996)를 참고해 상의와 하의 패턴을 연결하여 사용하였고, 소매의 패턴도 수정 보완하였다. 본 실험복에서 사용한 패턴에서의 동작에 따른 여유량은 다음의 <그림 1>에 제시하였다. 또한 실험복의 구체적 디자인의 특성을 보면, 팔꿈치와 무릎 부위, 뒷길의 중심선에 action pleats를 주었으며, 패턴 제작을 위해 사용한 인체 기본 치수 및 참고 부위 치수는 현행 클린 룸 웨어의 치수 규격이 여성의

체위에 맞지 않으므로 손실 함수를 이용해 여성의 체형에 보다 적합하도록 조정하였다. 특히, 기존의 클린 룸 웨어의 목둘레, 손목, 발목 등의 조임방법이 고무밴드를 삽입한 형이라서 활동 시 답답함을 느끼는 것으로 나타났으므로 실험복의 조임 부위는 모두 메리야스직製の 편물을 사용하였다.

세 유형의 클린 룸 웨어 중 기존형 A, B는 현재의 치수 체계 중 M size를 구입하여 착용시켰고, 본 연구 모형인 개선형의 클린 룸 웨어는 현재의 생산업체 스펙을 따르지 않고 새롭게 제시된 치수 체계

<표 2> 클린 룸 웨어의 유형별 소재 특성 및 디자인 특성

유형	소재 특성	디자인 특성
기존 A형 (방진모 부착형)	<ul style="list-style-type: none"> · 폴리에스터/탄소도전사 · 조직: 2/1 twill · fabric count: 190×96 · fabric thickness: 0.244mm 	앞지퍼가 있고, 손목에는 고무단(메리야스직), 발목에는 고무밴드로 단처리하였으며 허리에 끈을 넣어 조이는 형식으로 좌측 가슴에 속주머니. 스탠드 칼라 스넵, 라글란 슬리브, 허리 전체를 줄로 조임.
기존 B형 (방진모 분리형)	상동	고무밴드가 들어간 결소매와 고무단(메리야스직)의 안소매의 이중소매로 구성되어있고 안단이 있는 옆지퍼형으로 좌측가슴에 명찰고리가 있으며, 속옷이 비치는 것을 막기 위해 무릎까지 안감을 덧댄 형태. 스탠드 칼라로 매직테이프, 라글란 슬리브, 허리조임은 양옆 고무줄임.
개선형 (방진모 분리형)	상동	옆지퍼여밈, 양옆 허리조임, 라글란 슬리브, 메리야스직의 스탠드 칼라, 뒤중심에 액션플리츠, 무릎과 팔꿈치에 액션플리츠, 좌측 가슴에 명찰꽂이와 속주머니(휴대 전화 삽입가능), 손목 발목은 고무단, 속이 비치지 않도록 토르소형 안감 덧댐. 방진모의 네크라인이 고무단임.

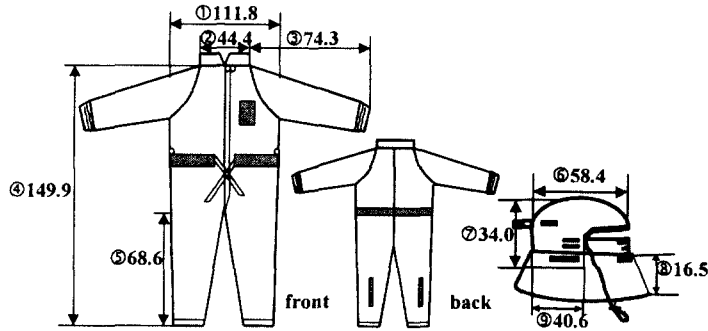


<그림 1> 실험복 패턴 각 부위별 여유량

에 의해 제작하였다.

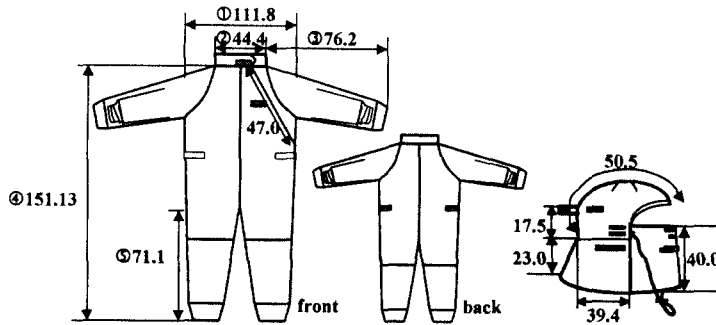
실험복의 각 부위별 치수는 <그림 2>와 같고, 실험복에 사용된 클린 룸 웨어의 치수규격과 참고 부위 치수는 <표 3>에 제시하였다. 새로운 치수 규격

은 국제적 통일을 위해 ISO 치수 체계에 준해 신장과 가슴둘레를 기본 치수로 하고 이외 화장을 첨가시켜 치수 적합도를 향상시키고자 하였다. 이외에도 클린 룸 웨어의 제작에 필요한 다른 계측 부위의



방진모 분리형(기준 A형)

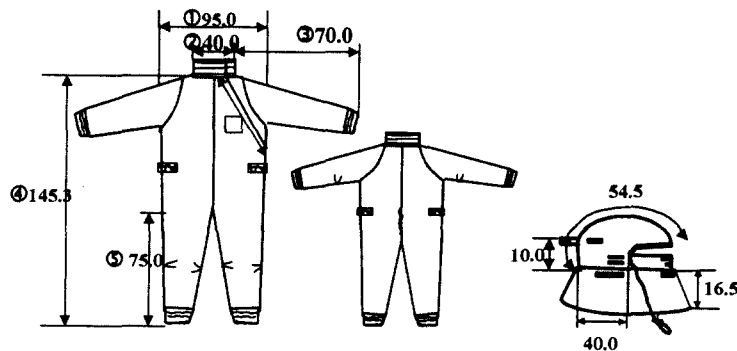
- 치수명
- ① 가슴둘레
 - ② 목둘레
 - ③ 소매장
 - ④ 총장
 - ⑤ 안기장
 - ⑥ 모자폭
 - ⑦ 머리길이
 - ⑧ 날개길이
 - ⑨ 모자목둘레



방진모 부착형(기준 B형)

* 기타 항목의 치수

	기준 A	기준 B	실험복
허리둘레	86	86	86
손목둘레	20	20	18
발목둘레	22	22	20



방진모 분리형(실험복)

<그림 2> 클린 룸 웨어의 각 부위별 치수

<표 3> 개선형 클린 룸 웨어의 호칭과 참고부위 치수

호칭	참고부위 치수												
	어깨 길이	등길이	소매 길이	소매 장*	밑위 앞뒤 길이	안 기장**	진동 둘레	허리 둘레	배 둘레	엉덩이 둘레	넓적 다리 둘레	앞폭	뒤폭
156-77-67	11.7	35.2	48.9	61.9	63.9	69.2	33.1	60.8	69.9	84.6	48.4	29.0	33.1
160-80-70	12.7	37.2	50.6	63.6	66.6	71.7	35.1	64.1	74.4	87.8	51.3	30.4	34.7
162-83-72	13.5	39.0	52.3	65.2	69.2	74.0	36.9	67.2	78.5	90.7	53.9	31.7	36.2
166-87-74	14.5	41.1	53.9	66.9	71.9	76.6	39.0	70.6	83.0	93.9	56.9	33.0	37.9

*소매장=(어깨길이+소매길이)
**안기장=밑아래길이

치수를 참고부위로 설정해 참고 치수를 제시하였다. 이 중 방진모 부착형(기존 A형)은 별도 제작된 방진모를 클린 룸 웨어의 제작 시 뒤목을 봉제하여 고정시킨 유형으로 정확한 치수 제시를 위해 <그림 1>에서는 분리하여 제시하였다.

<표 3> 중 음영으로 표시된 구간은 앞의 <표 1>에 제시된 피험자의 평균값을 근거로 다른 실험복에서의 M size를 착용하는 실험 대상자가 착용하기에 적합한 치수구간을 표시하고 있다.

5. 자료의 분석

SPSS 8.0 for Windows 통계 Package를 이용하여 자료를 분석하였다. 치수 적합성 및 운동 기능성 평가 결과치는 일원 변량분석과 사후검정을 행하였고, 비교 평가는 클린 룸 웨어 유형별로 빈도와 퍼센트 치로 비교 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 토의

1. 클린 룸 웨어 유형별 치수 만족도 및 운동기능성 평가 결과

1) 클린 룸 웨어 유형별 치수 만족도 평가 결과 새로운 치수 체계에 의거해 제작된 클린 룸 웨어(개선형)를 기존의 클린 룸 웨어와 비교해 유형별 치수 만족도 평가 결과를 제시한 결과는 <표 4> <표 5>와 같다.

클린 룸 웨어 세 유형별로 치수 만족도를 평가하기 위해 클린 룸 웨어의 각 부위별로 5점 평정 척도를 이용해 평가하였다. 제시된 평균값이 "5"점에 가까울수록 치수 만족도가 높은 것을 의미하여 "1"점에 가까울수록 치수 만족도가 낮은 것을 뜻한다.

<표 4>는 착용 대상자가 세 유형의 클린 룸 웨어를 직접 입고 평가한 치수 만족도 평가 결과로서 앞서 설명한 바와 같이 의류학을 전공하고 있는 여자 대학생 20명을 대상으로 하였다.

둘레 항목에서는 목둘레, 허리둘레만인 유의 수

<표 4> 유형별 치수 만족도 평가 결과

	기존A ①	기존B ②	개선 ③	유의수 준	다중비교
목둘레	2.96	3.03	4.12	***	②<①<③
가슴둘레	3.00	2.88	3.09		
허리둘레	3.28	2.79	3.77	***	②<①<③
엉덩이둘레	3.05	2.89	3.07		
허벅지둘레	2.90	2.86	3.17		
발목둘레	3.16	3.03	3.27		
진동둘레	3.10	2.95	3.14	*	②<①<③
소매통	3.15	3.05	3.12		
손목둘레	3.31	3.09	3.66	**	②<①<③
등길이	3.02	2.96	3.33	*	②=①<③
소매길이	3.05	2.96	3.37	**	②=①<③
밑위길이	3.02	2.97	3.39	*	②=①<③
바지길이	3.00	2.94	3.05		
모자크기	2.89	2.92	3.03		
모자연결부	2.95	2.98	3.05	*	①=②<③

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

준 $\alpha = .001$ 에서 통계적 차이가 나타났고, 손목둘레와 소매길이에서는 $\alpha = .01$ 수준에서, 진동둘레, 등길이, 밑위길이, 모자 연결부에서는 $\alpha = .05$ 수준에서 차이를 나타냈다. 통계적 차이를 나타낸 전체 항목에서 개선형의 평가 점수가 가장 높은 것으로 나타났고, 그 다음이 기존 A형, 마지막으로 기존 B형의 순으로 나타나 만족도 점수 순서에는 착용자 평가 결과와 차이가 없는 것으로 보인다. 특히, 목둘레와 허리둘레, 손목둘레 등의 평가 점수가 높은 것으로 보이는데, 이 값은 단순히 치수의 변화에서만 기인하는 것은 아니고 앞서 설명한대로 스트레치성 소재의 사용 여부, 허리둘레의 경우는 옆 조임의 방법과 조임 정도 등이 중요한 만족 기준이 되는 것을 보여주는 결과이다.

클린 룸 웨어 세 유형별로 치수에 관한 외관 평가의 결과는 <표 5>와 같다. <표 5>는 앞서 설명한 바와 같이 의류학 전공 대학원생 이상의 전문가 집단 10명이 클린 룸 웨어 착용자들이 세 가지 유형의 클린 룸 웨어를 입고 있는 상태에서 의복 부위별로 클린 룸 웨어의 맞음새를 평가한 결과이다. 이 때 사용한 평가지는 착용자 대상 치수 만족도 평가 항

목과 동일한 문항으로 구성하였다.

외관에 대한 검사항목도 5점 평정 척도를 이용해 평가되었다. “보기에 매우 좋다”는 5점, “보기에 약간 좋다”는 4점, “그저 그렇다”는 3점, “보기에 약간 좋지 않다”는 2점, “보기에 매우 좋지 않다”는 1점으로 평가하였다.

외관 평가 결과 목둘레부터 모자 연결부의 전체 항목에서 세 유형간의 통계학적 차이가 인정되었다. 이중 둘레 항목으로서는 목둘레, 가슴둘레, 엉덩이 둘레, 허벅지 둘레, 발목둘레, 진동둘레가 유의수준 $\alpha = .001$ 에서 세 유형간 차이가 관찰되었고, 길이 항목에서는 등길이, 소매길이, 바지길이가 $\alpha = .001$ 수준에서 통계적인 차이를 나타내었다. 또한 허리둘레, 소매통, 손목둘레와 길이항목에서는 밑위길이, 기타항목 전체인 모자 크기와 모자 연결부에서 세 유형간 차이가 $\alpha = .01$ 수준에서 인정되었다.

평균값을 통해 비교해 보면 전체 부위에서 개선형 클린 룸 웨어의 평균점수가 월등하게 높았고, 그 다음이 기존 A형, 기존 B형의 순으로 치수에 대해 만족하는 경향을 보였다.

특히 개선형의 경우 목둘레에서의 치수 만족도가 현저히 높았고, 기타 손목둘레, 소매길이, 허벅지둘레, 바지길이 등의 만족 점수도 상대적으로 높은 것으로 보인다.

이 결과는 다른 유형에 비해 만족도가 유의적으로 높았던 목둘레와 소매둘레의 경우는 치수의 변화이외에도 소재를 고무단으로 변화시켜 치수 적용이 쉽도록 디자인한데서 치수 만족 요인이 있는 것이라 추측해 볼 수 있다. 즉, 클린 룸 웨어의 제작시 단순히 치수를 개선한 것만이 아니라 부분적으로 메리야스직이나 스트레치 성 소재의 사용을 통해 치수 적합성을 향상시킬 수 있음을 보여주는 결과라 하겠다.

2) 클린 룸 웨어 유형별 운동기능성 평가 결과

클린 룸 웨어 유형별 운동 기능성 평가 결과는 <표 6>과 같다.

운동 기능성 평가도 Likert식 5점 평정 척도를 사용하였으며, “전혀 당기지 않는다”는 5점, “당기지 않는다”는 4점, “그저 그렇다”는 3점, “약간 당

<표 5> 유형별 치수에 관한 외관 평가 결과

	기존A ①	기존B ②	개선 ③	유의 수준	다중비교
목둘레	2.75	2.98	4.17	***	①<②<③
가슴둘레	2.83	2.69	3.33	***	②<①<③
허리둘레	3.05	2.73	3.50	**	②<①<③
엉덩이둘레	2.92	2.36	3.33	***	②<①<③
허벅지둘레	2.61	2.24	3.52	***	②<①<③
발목둘레	2.78	3.03	3.34	***	②<①<③
진동둘레	2.90	2.76	3.36	***	②<①<③
소매통	3.07	2.83	3.49	**	②=①<③
손목둘레	3.03	3.06	3.77	**	②=①<③
등길이	2.92	2.52	3.45	***	②<①<③
소매길이	3.04	2.63	3.65	***	②<①<③
밑위길이	2.80	2.79	3.26	**	②=①<③
바지길이	2.77	2.71	3.52	***	②=①<③
모자크기	2.72	2.61	3.44	**	②=①<③
모자연결부	2.82	2.69	3.32	**	②=①<③

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

긴다”는 2점, “똥이 당긴다”는 1점으로 환산해서 평가하였다.

자세를 구분하지 않은 상태에서 동작시 운동 가능성을 평가한 결과를 통계적으로 분석해 볼 때, 목, 겨드랑이, 팔꿈치, 밑위에서는 클린 룸 웨어를 착용하고 동작을 할 경우 $\alpha = .001$ 수준에서 3개 유형에 차이가 인정되었다. 겨드랑이 부위는 $\alpha = .01$ 수준에서 견갑부와 엉덩이 부위, 무릎 부위에서는 $\alpha = .05$ 수준에서 각각 유의한 차이가 인정되었지만, 소매통과 허리 고무 부위에서는 클린 룸 웨어 유형별 차이는 인정되지 않았다.

<표 6> 유형별 운동 기능성 평가 결과

항목	기준A ①	기준B ②	개선 ③	유의 수준	다중비교
목	3.18	3.17	3.60	***	②=①<③
견갑부	3.17	3.35	3.43	*	①=②<③
겨드랑이	2.96	2.59	3.60	**	①<②<③
팔꿈치	3.23	3.16	3.69	***	②<①<③
소매통	3.16	3.18	3.34		
허리고무	3.03	3.27	3.38		
엉덩이	2.97	3.49	3.65	*	①=②<③
밑위	3.27	3.32	3.66	***	①=②<③
무릎	3.23	3.23	3.28	*	①=②<③

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

전체 항목에서 볼 때 개선형 클린 룸 웨어의 기능성 점수가 가장 높은 것으로 나타났고, 그 다음은 기준 B형이 높은 것을 알 수 있었다. 기준 클린 룸 웨어만을 비교해 볼 때는 팔꿈치를 제외한 부위에서 기준 B형의 기능성 점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

자세에 따른 클린 룸 웨어 유형별 운동 기능성 평가 결과는 <표 7>과 같다.

기능성에 대한 검사 항목은 각 피험자에게 “의자에 앉은 자세”, “앞으로 숙인 자세”, “팔을 위로 든 자세” 세 가지 동작을 취하게 한 후 각각의 동작 시 목, 견갑부, 엉덩이, 밑위, 무릎, 겨드랑이, 팔꿈치 부위에서의 당기는 정도를 판정하게 하였다. 앞서 설명한 것처럼 5점 평정 척도를 이용하였으며, 5점에 가까울수록 당김이 적고 편안한 것으로, 1점에

<표 7> 자세에 따른 유형별 운동 기능성 평가결과

동작	항목	기준A ①	기준B ②	개선 ③	유의 수준	다중비교
의자에 앉은 자세	목	3.16	3.20	3.46	**	①=②<③
	견갑부	3.22	3.51	3.52	**	①<②=③
	겨드랑이	3.22	3.67	3.68	***	①<②=③
	팔꿈치	3.28	3.18	3.61	***	②<①<③
	소매통	3.22	3.24	3.50	**	①=②<③
	허리고무	3.12	3.24	3.40	**	①<②<③
	엉덩이	3.13	3.48	3.61	***	①<②<③
	밑위	3.24	3.03	3.45	**	②=①<③
	무릎	3.19	3.03	3.31	**	②<①<③
앞으로 숙인 자세	목	3.22	3.23	3.47	**	①=②<③
	견갑부	3.04	3.21	3.52	***	①<②<③
	겨드랑이	3.16	3.22	3.72	***	①<②<③
	팔꿈치	3.18	3.22	3.63	***	①<②<③
	소매통	3.06	3.22	3.33	**	①<②<③
	허리고무	3.03	3.27	3.38	**	①<②<③
	엉덩이	2.97	3.49	3.65	***	①=②<③
	밑위	3.27	3.32	3.66	***	①=②<③
	무릎	3.23	3.23	3.28		
팔을 올린 자세	목	3.10	3.04	3.27		
	견갑부	3.28	3.16	3.99	*	①=②<③
	겨드랑이	2.17	3.22	3.26	***	①<②=③
	팔꿈치	3.12	3.04	3.42	***	②<①<③
	소매통	2.82	3.02	3.22	**	①<②<③
	허리고무	3.00	2.97	3.21	**	②=①<③
	엉덩이	3.51	3.69	3.54		
	밑위	3.23	3.21	3.42	**	①=②<③
	무릎	3.42	3.23	3.41		

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

가까울수록 당김이 많고 불편한 것으로 해석할 수 있다.

의자에 앉은 자세에서 세 유형의 클린 룸 웨어의 유의 수준 평가 결과, 겨드랑이와 팔꿈치, 엉덩이 부위에서는 $\alpha = .001$ 수준에서 유의한 차이를 나타냈고, 이 두 항목을 제외한 목과 견갑부, 소매통, 허리 고무, 밑위, 무릎 등에서는 $\alpha = .01$ 수준에서 클린 룸 웨어의 유형별 차이가 인정되었다. 운동 기능성의 평가 평균 값을 비교해 볼 때, 엉덩이 부위를

제외한 전체 부위에서 개선형 클린 룸 웨어가 운동 가능성이 높은 것으로 나타났다.

앞으로 숙인 자세에서는 견갑부와 겨드랑이, 팔꿈치, 엉덩이, 밑위 부위에서 클린 룸 웨어 유형별 운동 기능성 점수에 차이가 있는 것을 알 수 있었다 ($\alpha = .001$). 이와, 소매통은 $\alpha = .01$ 수준에서 유의한 차이를 보였으며, 무릎에서는 클린 룸 웨어 유형별 차이를 나타내지 않았다. 평가 점수로 볼 때에서 개선형 클린 룸 웨어의 점수가 유의적으로 높은 항목이 압도적으로 많았다.

팔을 위로 올린 자세의 경우 목부위, 엉덩이, 무릎 부위에서는 클린 룸 웨어 유형에 따라 평가 점수에 차이를 보이지 않았으나, 겨드랑이와 팔꿈치에서는 $\alpha = .001$ 수준에서 유의한 차이를 보였고, 기타 소매통과 허리 고무에서는 $\alpha = .01$ 수준에서, 견갑부는 $\alpha = .05$ 수준에서 유의한 차이를 나타냈다. 기능성 평가 점수 상에서도 견갑부와 밑위의 경우는 개선형의 평가 점수가 높았다. 기타 기존 A형과 B형은 각 신체 부위에 따라 기능성 순위가 바뀌는 것을 볼 수 있었다.

3) 기타 만족도 평가 결과

클린 룸 웨어 세 유형별 디자인 만족도에 대해 착용자 20명을 대상으로 평가한 결과는 <표 8>과 같다.

패스너 디자인과 휴대 용이성, 착탈 용이성 등 디자인 요소 중 착용에 따른 기능성을 평가 할 수 있는 7개 부위에 대한 만족도 평가도 5점 평정 척도를 이용해 평가하였다.

<표 8> 유형별 디자인 만족도 평가 결과

	기존A ①	기존B ②	개선 ③	유의 수준	다중비교
앞여밈	3.21	3.44	4.25	***	①<②<③
목여밈	2.79	2.93	4.28	***	①<②<③
소매여밈	2.67	2.76	4.23	***	①<②<③
허리조임	2.58	2.68	3.29	***	①<②<③
모자조임	3.07	2.95	4.13	***	②<①<③
휴대용이	2.98	2.85	4.59	***	②<①<③
착탈용이	3.02	3.05	4.62	***	①=②<③

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

여기에서도 표에서 제시된 평균값이 "5"점에 가까울수록 만족도가 높은 것을 의미하여 "1"점에 가까울수록 만족도가 낮은 것을 뜻한다.

전체 개구부와 휴대 용이성, 착탈 용이성 전 문항에서 클린 룸 웨어 유형별 차이가 통계적으로 인정되었다($\alpha = .001$). 평균값을 비교해 보면 전체 문항에서 개선형 클린 룸 웨어의 만족 점수가 현격히 높은 것으로 나타났으며 이후는 기존 B형, 기존 A의 순으로 만족하는 것으로 나타났다. 특히 개선형 클린 룸 웨어의 착탈 용이성과 휴대용이성이 다른 유형에 비해 탁월한 것으로 보이며 기타 개구부 및 패스닝 처리 디자인의 경우도 허리 조임을 제외한 전체 항목에서 4점을 상회해 디자인 만족도가 상당히 높은 것을 알 수 있다.

4) 종합적 만족도 평가 결과

클린 룸 웨어의 착용 중 디자인 측면, 치수 측면, 운동 기능성 측면에서의 종합적 만족도 평가 결과는 <표 9>와 같다.

"종합적으로 디자인에 만족한다" 항목에서는 $\alpha = .001$ 수준에서 통계적인 차이가 인정되었다. 특히, 개선형의 디자인 만족도가 매우 높은 것을 알 수 있고 그 다음으로 기존 B형, 기존 A형의 순으로 만족하는 것으로 나타났다.

"전체적으로 치수에 만족한다" 항목에서는 세 유형간 차이가 유의한 것으로 나타났다($\alpha = .001$). 치수 만족도 점수를 볼 때 개선형의 만족도가 4점 이상을 나타내 만족 정도가 가장 높았으며, 이후의 선호 순위는 디자인 만족도와 같았다.

"전체적으로 운동기능성에 만족한다"의 항목에

<표 9> 클린 룸 웨어 착용 중 종합적 만족도 평가 결과

	문항	기존A ①	기존B ②	개선형 ③	유의 수준	다중비교
1	종합적 디자인 만족	2.24	2.35	4.16	***	①<②<③
2	전체적 치수 만족	2.26	2.43	4.13	***	①<②<③
3	운동기능성 만족	2.53	2.89	4.03	*	①=②<③

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

서는 유의수준 $\alpha = .05$ 수준에서의 차이가 인정되었으며, 기존 A형과 기존 B형의 만족 점수에도 통계적인 차이는 인정되지 않았다.

이상의 결과에서 볼 때 새로 제안된 개선형 클린 룸 웨어가 디자인 측면에서나 전체적인 치수 만족도 측면에서 무척 우수한 것으로 사료된다.

2. 클린 룸 웨어 유형에 대한 착용감 비교 평가

세 가지의 클린 룸 웨어 유형 중 치수 적합성과

운동 기능성을 나타내주는 각 문항별로 가장 좋은 유형을 파악하기 위한 비교 평가의 결과는 <표 10>, <표 11>에 제시된 바와 같다.

<표 10>은 클린 룸 웨어 착용자를 대상으로 치수 적합성과 운동 기능성 및 디자인 만족도를 유형별로 비교 평가한 결과이다.

목둘레의 여유가 가장 적당한 유형은 전체의 100%가 개선형이 우수하다고 하였다. 목여림이 가장 편안한 유형도 개선형이라고 응답한 착용자가 전체의 70%에 달해 개선형 클린 룸 웨어의 목 부위

<표 10> 유형별 비교 평가 결과(착용자 대상)

단위: 빈도(%)

	문 항	기존A형	기존B형	개선형
1	목둘레 여유가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
2	가슴둘레 여유가 가장 적당한 유형	4(20.0)	5(25.0)	11(55.0)
3	허리둘레 여유가 가장 적당한 유형	·	6(30.0)	14(70.0)
4	엉덩이둘레 여유가 가장 적당한 유형	·	4(20.0)	16(80.0)
5	허벅지둘레 여유가 가장 적당한 유형	2(10.0)	3(15.0)	15(75.0)
6	발목둘레 여유가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
7	진동둘레 여유가 가장 적당한 유형	1(5.0)	1(5.0)	18(90.0)
8	소매통이 가장 적당한 유형	2(10.0)	2(10.0)	16(80.0)
9	손목둘레 여유가 가장 적당한 유형	3(15.0)	·	17(85.0)
10	등길이가 가장 적당한 유형	2(10.0)	2(10.0)	16(80.0)
11	소매길이가 가장 적당한 유형	·	1(5.0)	19(95.0)
12	밑위길이가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
13	바지길이가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
14	모자크기가 가장 적당한 유형	3(15.0)	3(15.0)	14(70.0)
15	모자연결부 여유가 가장 적당한 유형	4(20.0)	3(15.0)	13(65.0)
16	앉은 자세에서 운동기능성이 가장 좋은 유형	·	·	20(100.0)
17	숙인 자세에서 운동기능성이 가장 좋은 유형	·	·	20(100.0)
18	팔을 올린 자세에서 운동기능성이 가장 좋은 유형	·	·	20(100.0)
19	앞여림이 가장 편안한 유형	·	8(40.0)	12(60.0)
20	목여림이 가장 편안한 유형	·	3(15.0)	17(85.0)
21	소매여림이 가장 편안한 유형	4(20.0)	·	16(80.0)
22	허리조임이 가장 편안한 유형	·	4(20.0)	16(80.0)
23	모자조임이 가장 편안한 유형	5(25.0)	5(25.0)	10(50.0)
24	휴대가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
25	착탈이 가장 쉬운 유형	·	2(10.0)	18(90.0)
26	종합적 디자인이 가장 좋은 유형	3(15.0)	·	17(85.0)
27	전체 치수가 가장 적당한 유형	·	·	20(100.0)
28	전체 운동기능성이 가장 좋은 유형	·	·	20(100.0)

<표 11> 유형별 외관 비교 평가 결과(평가자 대상)

단위: 빈도(%)

	문항	기존A형	기존B형	개선형
1	목둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
2	가슴둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
3	허리둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
4	엉덩이둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
5	허벅지둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	2(10.0)	18(90.0)
6	발목둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
7	진동둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
8	소매통이 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
9	손목둘레 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
10	등길이가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
11	소매길이가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
12	밑위길이가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
13	바지길이가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
14	모자크기가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
15	모자연결부 여유가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)
16	종합적 디자인이 가장 좋은 유형	.	.	20(100.0)
17	전체 치수가 가장 적당한 유형	.	.	20(100.0)

만족도가 가장 좋은 것을 알 수 있다. 가슴둘레의 경우는 세 유형에 비교적 고른 응답을 나타냈는데 개선형의 만족도가 가장 높았다. 허리둘레의 여유가 가장 적당한 유형은 개선형(70.0%), 기존 B형(30.0%)으로 나타났는데 이 세 유형 모두 허리의 조임이 옆 조임이라 만족도가 높은 것으로 생각된다. 허리 조임이 가장 편안한 유형도 이와 비슷한 양상을 보였다. 허벅지 둘레의 여유가 가장 적당한 유형도 개선형이라고 응답한 비율과 발목둘레의 여유가 가장 적당한 유형은 개선형이라고 응답한 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 이 또한 개선형 클린 룸 웨어가 기존의 고무줄 여밈이 아니라, 고무단 여밈으로 적당한 탄력성을 주는데서 이유를 찾을 수 있다. 손목둘레의 여유가 가장 적당한 유형도 고무단으로 디자인된 유형에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났고, 소매 여밈이 가장 편안했던 유형도 이와 비슷한 양상으로 모두 소매가 고무단으로 구성되었다는 특징이 있다.

길이 항목에서의 클린 룸 웨어 유형별 비교 평가 결과를 보면, 등길이가 가장 적당한 유형은 세 유형

모두 관찰되었지만 개선형이라고 응답한 비율이 높았고, 그 밖에 기존 B형, 기존 A형은 비슷한 비율로 응답하였다. 소매길이와 밑위길이, 바지길이가 가장 적당한 유형도 모두 개선형이라고 응답한 비율이 월등하게 높았다. 모자크기와 모자 연결부의 여유가 가장 적당한 유형에서는 개선형의 방진모 크기가 가장 적당한 것으로 나타났다. 이 결과도 모자의 크기 면에서 가장 편안한 유형이 개선형이었음과 관련이 큰 항목으로 사료된다.

세 자세별로 운동기능성이 가장 좋은 유형을 평가한 결과, 의자에 앉은 자세, 고개를 숙인 자세, 팔을 올린 자세 모두에서 개선형 선호 비율이 가장 높았고, 기존 A형과 기존 B형의 응답은 관찰되지 않았다.

기타 디자인 항목으로서 휴대가 가장 적당한 유형, 착탈이 가장 쉬운 유형은 모두 개선형임이 확인되었고, 종합적으로 디자인과 전체 치수, 운동기능성이 가장 좋은 유형도 개선형이라는 점을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 보면 현행 클린 룸 웨어의 경우

여성의 신체 치수에 적합하게 개발된 것이 아니라 남자 작업자와 여자 작업자 모두에게 착용되기 위한 것이므로 치수 적합성 측면에서 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었고, 치수가 부적합한 만큼 동작 적응성도 비교적 낮은 것으로 보인다. 특히 목둘레, 손목둘레, 발목둘레의 경우 고무 밴드 조임 방법에 대한 불만으로 인해 메리야스직製 편물 조임의 실험복을 보다 선호하는 것으로 나타났다. 이외에도 패스닝 시스템이나 고무밴드 조임형의 개구부의 설계가 착용 시 불편함을 주는 것으로 지적되어 기존 클린 룸 웨어 디자인에 대한 전면적인 재검토가 요구된다고 하겠다.

〈표 11〉은 클린 룸 웨어 착용상태를 관찰하는 전문가 패널 집단을 대상으로 유형별 치수 적합성과 운동 기능성 및 디자인 만족도를 비교 평가한 결과이다. 이 평가 문항에서는 앞의 착용자 대상 평가 문항과는 달리 운동기능성과 관련된 문항 및 실제 착용 시에만 느낄 수 있는 편안함 등에 대한 평가는 제외시켰다.

전체적인 응답의 분포 상태를 보면 앞의 착용자 대상의 결과에 비해 특정 유형으로 집중되어 분포되는 양상을 보이지만, 각 문항별로 가장 좋은 유형의 선택 결과는 동일하였다. 특히 허벅지 둘레를 제외하면 전체 응답이 개선형에 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 즉, 실험의 대상이었던 세 유형의 클린 룸 웨어 중에서 개선형의 만족도가 착용자 및 평가자 집단 모두에서 가장 높은 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

1. 클린 룸 웨어 유형에 대한 치수 적합성 및 운동 기능성 평가

1) 클린 룸 웨어 유형별 치수 만족도 평가 결과, 통계적 차이를 나타낸 전체 항목에서 개선형의 평가 점수가 가장 높은 것으로 나타났고, 그 다음이 기존 A형, 마지막으로 기존 B형의 순으로 나타나 만족도 점수 순서에는 착용자 평가 결과와 차이가 없는 것으로 보인다. 클린 룸 웨어 세 유형별로 치수에 관한 외관 평가의 결과 목둘레부터 모자 연결

부의 전체 항목에서 세 유형간의 통계학적 차이가 인정되었다. 평균값을 통해 비교해 보면 전체 부위에서 개선형 클린 룸 웨어의 평균점수가 월등하게 높았고, 그 다음이 기존 A형, 기존 B형의 순으로 치수에 대해 만족하는 경향을 보였다.

특히 개선형의 경우 목둘레에서의 치수 만족도가 현저히 높았고, 기타 손목둘레, 소매길이, 허벅지둘레, 바지길이 등의 만족 점수도 상대적으로 높은 것으로 보인다.

2) 클린 룸 웨어 유형별 운동기능성 평가 결과, 자세를 구분하지 않은 상태에서 동작시 운동 기능성을 평가한 결과를 통계적으로 분석해 볼 때, 전체 항목에서 볼 때 개선형 클린 룸 웨어의 기능성 점수가 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 기존 A형과 기존 B형을 비교해 볼 때 팔꿈치를 제외한 부위에서 기존 B형의 기능성 점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

자세별로 운동 기능성을 평가한 결과, 엉덩이 부위를 제외한 전체 부위에서 개선형 클린 룸 웨어가 운동 기능성이 높은 것으로 나타났다. 그 외 기존 A형과 B형의 경우는 부위에 따라 순서가 달라지는 것을 알 수 있었다.

앞으로 숙인 자세에서는 개선형 클린 룸 웨어의 점수가 유의적으로 높은 항목이 압도적으로 많은 것으로 나타났다.

팔을 위로 올린 자세의 경우 목부위, 엉덩이, 무릎 부위에서는 클린 룸 웨어 유형에 따라 평가 점수에 차이를 보이지 않았으나, 견갑부와 밀위의 경우는 개선형의 평가 점수가 높았다. 기타 기존 A형과 B형은 각 신체 부위에 따라 기능성 순위가 바뀌는 것을 볼 수 있었다.

3) 기타 만족도 평가 결과, 전체 문항에서 개선형 클린 룸 웨어의 만족 점수가 현저히 높은 것으로 나타났으며 이후는 기존 B형 > 기존 A의 순으로 만족하는 것으로 나타났다. 특히 개선형 클린 룸 웨어의 착탈용이성과 휴대용이성이 다른 유형에 비해 탁월한 것으로 보이며 기타 개구부 처리 디자인의 경우도 허리 조임을 제외한 전체 항목에서 4점을 상회해

디자인 만족도가 상당히 높은 것을 알 수 있다.

4) 종합적 만족도 평가 결과

클린 룸 웨어의 착용 중 디자인 측면, 치수 측면, 운동 기능성 측면에서의 종합적 만족도 평가 결과 개선형 클린 룸 웨어가 디자인 측면에서나 전체적인 치수 만족도 측면에서 무척 우수한 것으로 나타났다.

2. 클린 룸 웨어 유형에 대한 착용감 비교 평가

클린 룸 웨어 착용자를 대상으로 치수 적합성과 운동 기능성 및 디자인 만족도를 유형별로 비교 평가한 결과, 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 허벅지둘레, 발목둘레, 진동둘레, 소매통, 손목둘레 등 전체 둘레항목에서의 개선형에 대한 평가가 가장 우수한 것으로 나타났다. 길이 항목에서의 클린 룸 웨어 유형별 비교 평가 결과에서도 등길이, 소매길이, 밑위길이, 바지길이의 평가 점수에서 개선형이 상당히 높았으며, 모자크기와 모자 연결부 여유도 개선형이 가장 우수한 것으로 나타났다. 운동 기능성이 가장 좋은 유형을 평가한 결과, 의자에 앉은 자세, 고개를 숙인 자세, 팔을 올린 자세 모두에서 개선형 선호 비율이 가장 높았다. 기타 디자인 항목으로서 휴대가 가장 적당한 유형, 착탈이 가장 쉬운 유형은 모두 개선형임이 확인되었고, 종합적으로 디자인, 전체 치수, 운동 기능성이 가장 좋은 유형도 개선형이라는 점을 알 수 있었다.

클린 룸 웨어 착용상태를 관찰하는 전문가 패널 집단을 대상으로 유형별 치수 적합성과 운동 기능성 및 디자인 만족도를 비교 평가한 결과, 전체적인 응답의 분포 상태를 보면 앞의 착용자 대상의 결과에 비해 개선형으로 집중되어 분포되는 양상을 보였다.

이상의 결과에서 보면, 비교평가 대상이 된 세 유형의 클린 룸 웨어 중 본 연구에서 개발된 실험복이 치수 적합도, 운동 적응도, 디자인 만족도 측면에서 볼 때 다른 세 유형에 비해 압도적으로 높은 것을 알 수 있다. 즉, 본 연구 결과에 따라 클린 룸

웨어의 구성 시 남녀 구별없이 제작되는 클린 룸 웨어 패턴을 성별로 나누어 제작한다면 치수 만족도를 향상시킬 수 있을 것으로 생각되며, 클린 룸 웨어 디자인 시 패스닝 시스템과 개구부에 사용되는 재질을 변경하여, 목둘레와 손목둘레, 발목둘레의 치수 만족도를 극대화시킬 수 있는 고무단 사용, 활동성을 부여한 액션 플리츠 등을 사용하는 것이 효과적이다.

따라서 앞으로 클린 룸 웨어를 제작할 경우, 현재 생산공장에서 일관성 없이 사용되고 있는 현행 클린 룸 웨어의 치수체계 및 참고치수를 개선하여 본 연구 치수 규격으로 변경하는 것이 효과적이라고 생각한다. 그리고, 본 연구에서 사용된 클린 룸 웨어 각 신체 치수별 여유량과 이에 따른 디자인 개선 사항을 반영하여 제작한 본 실험복이 클린 룸 웨어의 최적 prototype으로 적절한 것으로 판단된다.

이외에도, 세탁 견뢰도가 우수한 seam sealing tape을 봉제선에 부착하는 등의 디자인 개선에 대한 후속연구가 지속된다면 클린 룸 웨어의 착용 만족도와 동작 적응성이 현저하게 증대될 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 국민표준체위조사보고서(1997), 공업진흥청
- 권오경, 김희은(1997), 반도체 산업용 방진복 착의시 심박수 및 의복기후에 대한 local cooling의 영향, 한국생활환경학회지, 제 4권 4호, pp. 19~28
- 권오경, 김태규, 성수광(1996), 반도체 산업용 방진복 착의시의 온열생리학적 특성, 한국생활환경학회지, 제 3권 2호, pp5~16
- 권오경, 박명애, 김태규(1996), 반도체 산업용 방진복 소재의 트랜스포트 특성 및 피로도, 제 3권 1호, pp.5~16
- 김성득(1992), 손실함수를 이용한 최적 규격치 결정에 관한 연구, 성균관대 석사학위논문
- 김은주(1996), Clean Room용 소모품, 반도체 전자자료사 105, pp.41~54
- 서석청(1987), Clean Room이란 무엇인가?, 空氣調和, 冷凍工學, 제 16권, 제 3호, pp. 232~242
- 이경화·김경화(1999), Clean Room Wear의 착용상태에 관한 연구, 복식 제 48호, pp. 117~132
- 이경화(2000), 무진복의 치수 체계에 대한 연구, 한국의류학회 춘계학술대회 논문집

- 이종우(1990), 클린 룸 출입자 관리, 공기청정기술 12, pp. 31~36
- 인명희(1992), Double Wearing법에 따른 無塵 속옷 착용 체계와 착용감 연구, 이화여대 석사학위 논문
- 여경희(1988), 무진복의 착용실태 및 착용감에 관한 연구, 이화여대 석사학위 논문
- 장경진(1996), 오버롤(Overall)형 방진복 패턴 및 디자인 개선을 위한 연구, 영남대학교 석사학위논문
- 최영리, 이순원(1998), 방진속옷의 소재별 착용감에 관한 연구, 서울대 생활과학연구 23, pp.83-90
- 한국과학기술원, 클린 룸 및 공장 환기에 관한 연구, N102-2370-2, pp.15~16
- 淺田敏臈(1990), クリーンルーム用 衣服の着衣 システム についての研究, 日本第10回空氣清淨研究大會, pp.267~270
- 小林八郎(1987), Clean Room用 衣服の管理, 日本CIC研究所
- Brinden, S.J., Swick, R.H.(1984), Evaluation of the elements of clean room garments for protection and comfort, Institute of environmental Sciences 4, pp.163~165
- Smith, R. Dekker(1985), Clean Room Apparel: A sterile world teeming with growth opportunities, Industrial Fabric Products Review, 4, pp. 61~66