

## 움직임 보조를 위한 무릎 보호대 디자인 제안: 선호도 및 가상 착용 이미지를 이용한 만족도 평가를 중심으로

박수진 · 구수민<sup>†</sup>

건국대학교 의상디자인학과

### Suggestions of Movement-Assistive Knee Pad Designs: Focusing on Preference and Satisfaction Evaluations Using Virtual Avatars' Wearing

Sujin Park and Sumin Koo<sup>†</sup>

Dept. of Apparel Design, Konkuk University; Seoul, Korea

**Abstract :** This study evaluated designs via the consumers' function and design preferences survey for using product design images, virtual avatar wearing images and product explanations that identified consumers' function and design preferences for knee protection pads as well as to develop movement assistive knee pad designs. We developed Design A for men and Design B for women. For Design A, the front of the knee supports muscles and alleviates pain with a hole. Mesh material with good ventilation was applied to enhance wearing comfort. The color was achromatic for a modern style, and the hook fastener and loops enabled easy wear and removal of the pad while controlling size and pressure strength. For Design B, taping details seamlessly support muscles in the knee area with fabrics less than 0.1 cm thick and with long sleeves in the diverse sizes. The design's satisfaction assessment showed that potential consumers were satisfied with Design A and Design B for overall design and functional features. Over 77% wanted to use/wear and purchase designs; in addition, over 78% expected it would help with walking and relieve knee pain. The results can be helpful for designers when deciding designs for manufacturing and commercializing kneepad products.

**Key word:** gait-assistive (보행보조), design (디자인), knee (무릎), functional (기능성), clothing (의류)

## 1. 서 론

서구화된 식습관과 운동 부족으로 비만 인구가 증가하고 있으며, 레저 및 야외 스포츠 활동 확대 등으로 골관절 질병 발생률이 높아지고 있다(Kim & Jeon, 2011). 2010년 약 219만 명이었던 국내 무릎 관절증 환자가 2018년에는 약 286만 명으로 증가하였다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2019). 골관절염은 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 발병률이 높은 질환 중 하나로서(Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2019), 지속적인 치료가 필요한 만성 질환이다. 이는 장애의 주요 요인이며 신체적·심리적 기능과 삶의 질을 저하시킨다(Lee, 2019). 골관절염의 주요 원인으로 노화뿐만 아니라 세균성 관절염이나 결핵성 관절염, 혹은 심한 충격이나 반복적

인 가벼운 외상 후에 발생하는 경우가 많다(Korea Centers for Disease Control and Prevention [KCDC], 2016a). 특히, 무릎은 신체에서 가장 큰 관절 중 하나이며 일상생활 영위를 위해 중요한 부분으로서(Lee et al., 2015a), 하중을 견디면서 움직임이 많은 부분으로 부상의 위험도가 매우 높은 신체 부위이다. Park and Lee(2014)의 연구에 따르면, 무릎은 사람들이 가장 보호하고 싶어하는 신체 부위로 나타났다. 무릎 관절 손상은 노화, 운동, 비만, 부상, 유전, 나이, 성별 및 몸무게 등 다양한 원인 인자들이 있다(CDC, 2019; Moon et al., 2019; Yang, 2006).

일반적으로 무릎 보호대는 정상적인 운동기능을 유지하면서 비정상적인 움직임을 예방할 수 있도록 설계되었다(Lim, 2007). 사람들이 무릎 보호대를 착용하고 보행할 경우, 무릎 관절의 움직임을 보조하며 운동형상학적 및 운동학적 특성에 긍정적인 효과를 가져온다(Lee et al., 2019a). 따라서 무릎 움직임에 불편함이 있는 사람들에게 무릎 보호대의 착용이 추천되며, 고령화 및 라이프 스타일의 변화로 인해 무릎 관련 발병률이 증가함에 따라 무릎 보호대의 필요성이 증가하고 있다(Oh et al., 2017). 하지만 무릎 보호대에 대한 소비자의 특성과 니즈의 이해를 통한 개발보다는 한 가지 제품으로 획일화되어 개발된 경

<sup>†</sup>Corresponding author; Sumin Koo

Tel. +82-2-2049-6092, Fax. +82-2-444-1058

E-mail: smkoo@konkuk.ac.kr

© 2020 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우가 많다. 무릎 보호대의 부적절한 착용은 사용자의 무릎 보호 및 지지 효과를 감소시키며(Park & Lee, 2014), 심한 경우 사고로까지 연결될 수 있다(Lee et al., 2019b). 또한, 성별이나 연령과 같이 사용자 특성에 따라 요구사항이 다를 것으로 사료된다(Kwon & Kim, 2017).

사전 연구들은 대부분 제품의 착용이 신체 움직임에 미치는 영향 및 기능 중심 연구가 대부분이나(Lee et al., 2019a; Lim et al., 2012), 소비자 특성별 선호도를 고려한 디자인 연구는 미미하다. 이에 본 연구에서는 첫째, 소비자의 기능과 디자인에 대한 선호도 조사를 바탕으로 무릎 움직임 보조를 위한 잠재적 소비자의 기능 및 디자인 선호도를 파악하고, 둘째, 소비자 조사 결과를 바탕으로 무릎 보호대 디자인 가이드라인을 개발하고, 셋째, 사전 결과를 바탕으로 무릎 보호대 디자인을 개발하고 Jung and Lee(2015)의 연구 방법을 반영하여 디자인 이미지, 그리고 Adobe Illustrator와 Clo 3D로 제작한 가상 착용 이미지와 제품에 대한 설명을 활용하여 소비자 만족도 평가를 실시하였다. 본 연구 결과를 통해 소비자가 만족하는 무릎 보호대 디자인 자료를 구축하고, 향후 무릎 보호대의 실제 제품 개발 및 상품화에 도움이 되고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 골관절염의 성별 및 연령에 따른 발병률 차이

골관절염은 성별과 연령에 따라 발생률에 차이가 있었으며, 남성보다 여성이 그리고 연령이 높을수록 발생률이 높게 나타났다. 첫째, 성별에 따라 골관절염의 발병률은 큰 차이를 보이는데 Kim and Kim(2013)의 연구에 따르면 남성에 비해 여성이 4배 이상 발병되는 것으로 나타났다. 미국의 경우, 남성보다 여성의 골관절염 발병률이 더 높게 나타났으며, 관련 통계

에 따르면 2040년까지 인구의 약 25.9%가 골관절염 환자이고, 그 중 약 67%는 여성이 될 것으로 예측된다(CDC, 2018a). 여성은 임신 합병증, 폐경 후 에스트로겐의 부족 등의 위험요인을 다수 가지고 있어 남성에 비해 골관절염 발생이 높다(Jung, 2019). 하지 근력 또한 남성은 60대, 여성은 50대 이후에 감소하여 여성이 남성에 비해 빠르게 근력이 감소되는 것으로 나타났다(Chung, 2008). 특히 여성은 남성에 비해 넓적다리 둘레와 장딴지 둘레 사이즈 감소가 두드러지게 나타났으며(Lee et al., 2019b), 여성의 대퇴사두근이 남성보다 작아서 무릎에 더 큰 충격이 가해져 무릎이 빨리 손상되게 된다(Kim, 2019b). 둘째, 연령의 증가에 따라 골밀도는 감소하는데, 여성은 35세부터 골밀도가 매년 2%씩 감소하고, 남성은 50세 이후부터 0.5%씩 감소한다(Choi et al., 2018). 나이에 따라 뼈의 구성 성분도 변화하여 유기질은 감소하나 무기질의 구성이 증가하여 뼈의 70% 이상을 차지하게 되어, 외력이 가해졌을 때 뼈가 쉽게 파괴된다(Choi et al., 2018). 특히, 골밀도는 여성의 경우 30-40세부터 10년마다 골절량의 10%씩, 남성은 3%씩 감소되어 여성이 남성에 비해 골관절의 위험도가 높다(Choi et al., 2018).

### 2.2. 무릎 보호대 및 무릎 움직임 보조 의복 연구 동향

무릎 보호대와 관련 의복에 관한 연구를 분석한 결과, 주로 관련 제품의 효과를 규명하는 연구(Lee et al., 2019a; Moon et al., 2019; Ryew & Hyun, 2017), 그리고 기능 중심(Lee et al., 2015a; Lee et al., 2018), 치수 중심(Lee et al., 2015b; Lee et al., 2017)의 개발에 관한 연구가 주를 이룬다(Table 1). Ryew and Hyun(2017)의 연구에 따르면, 무릎 보호대의 착용은 균형 향상에 효과가 있는 것으로 확인되었으며, 신체의 움직임을 효과적으로 제어하고 부상예방에도 도움이 되는 것으로 나타났다. 반면에 Lee et al.(2019a)과 Moon et al.(2019)의 연구에 따라

Table 1. Extant research reviews and comparisons

Author (year)	Research purpose	Result
Lee et al. (2015a)	Develop compression sportswear to enhance knee safety of wearers	· A design line that considers the degree of skin deformation and anatomical shape · Designed to facilitate mobility via garment pressure
Ryew and Hyun (2017)	Evaluate male adults' balance improvement while wearing knee compression bands	· Wearing a knee compression band can improve balance
Lee et al. (2017)	Develop garments by segmenting measures and sizes for safety during sports activities	· Developed products optimized for a Korean body shape and measurements
Lee et al. (2018)	Develop a rehabilitation device via 3-D printing technology	· The 3-D printing technology shortened the production period and enabled inexpensive and eco-friendly production
Lee et al. (2015b)	Analyze a 3-D design reflecting the skin deformation's length and curvature	· Development of leg protector designs that reflect a human body's shape according to the core movement of a baseball catcher's leg
Lee et al. (2019a)	Validate and compare wearing a knee sleeve for pedestrians in their 20s and those in their 60s	· Using knee pads while walking has no effect on blood lactate density or blood glucose level
Moon et al. (2019)	Research the function and effect of the knee sleeve based on an ICBM to improve walking for seniors	· It only correlates with the foot swaying back and forth without relevant acceleration information, such as swinging a knee left and right or stepping on the ground with heels and pushing on the ground with toes

면, 보행 시 무릎 보호대의 착용 유무는 기능 및 효과에 유의한 상관성이 없는 것으로 나타나기도 하였다. 기능성에 초점을 둔 Lee et al.(2015a)의 연구에서는 피부 변형 분석을 통해 무릎 지지에 가장 적합한 압력으로 무릎 중앙의 가압은 피하고 무릎 아래를 감싸는 형태로 설계하였고, 무봉제 방식으로 제작하여 동작 시 편안하게 하였으며, 착용평가를 통해 무릎 움직임 보조 효과를 검증하였다. Lee et al.(2018)의 연구에서는 3D 프린팅으로 재활보조기기를 개발하여 제작기간을 단축시키고, 저렴하게 제작할 수 있으며, 친환경적으로 생산할 수 있었다. 또한 사용성 테스트 결과, 신체와의 밀착감이 높고 착용이 편안한 것으로 나타났다. 치수 관련 연구에서는, 한국인 체형에 적합한 세분화된 치수체계를 제안하였으며(Lee et al., 2015b), 3차원 인체 데이터 기반의 기초 모델링 연구를 수행하였다(Lee et al., 2017).

### 3. 연구방법

#### 3.1. 1차 설문조사: 기능과 디자인에 대한 선호도 조사

소비자의 기능과 디자인에 대한 선호도를 이해하기 위하여, 설문조사는 2019년 6월 27일부터 2019년 6월 28일까지 서베이몽키(<https://www.surveymonkey.com>) 웹사이트를 통해 이루어졌다. 조사대상자는 유의추출 방법으로 보행보조를 위한 무릎 보호대 착용경험이 있는 20세 이상 성인 남녀를 대상으로 하였다. 설문 문항은 조사대상자의 인구통계학적 특성 및 건강상태, 보행보조를 위한 무릎 보호대에 대한 기능 및 디자인 선호도로 구성되었다. 총 110문항으로서 연구대상자의 인구통계학적 배경에 관한 문항 5개 (성별, 연령, 키, 몸무게, 독거여부), 건강상태에 관한 문항 10개(KCDC, 2016a; Kim, 2019b; Kim & Jeon, 2011; Lee et al., 2013; Moon & Kim, 2016; Park & Lee, 2014), 기능 및 디자인 선호도에 관한 문항 95개(Koo, 2016; Lee, 2012; Lee & Suh, 2010; Moon, 2006; Park & Lee, 2014; Seo, 2008)로 구성되었다. 연구대상자의 일반적 특성, 건강상태에 관한 문항은 선택형으로 구성하였고, 제품에 대한 기능 및 디자인 선호도를 묻는 문항은 7점 리커트 척도(1 = 매우 동의하지 않음, 7 = 매우 동의함)로 조사하였다. 설문 문항의 Cronbach's alpha 값을 통한 신뢰도 분석한 결과, .62에서 .87로서 모두 .60 이상의 내적 일관성을 지니는 것으로 나타났다(Hong et al., 2010). 수집한 자료는 SPSS 25.0을 사용하여 빈도, 분산분석, 백분율과 같은 기술적 분석을 실시하고, *t*-검증과 Welch의 일원배치분산분석(Analysis of variance; ANOVA) 및 Scheffe의 사후 검정을 실시하여 인구통계학적 배경별 차이를 분석하였다.

#### 3.2. 디자인 가이드라인 및 디자인 개발

1차 설문 조사 결과를 바탕으로 무릎 보호대 디자인 가이드라인을 구축하였다. 이를 바탕으로 무릎 보호대를 디자인하였으며, 각 디자인은 Adobe Illustrator와 Clo 3D로 제작하여 소

비자로 하여금 관련 제품 디자인 및 착용 모습에 대한 이해를 높이고자 하였다.

#### 3.3. 2차 설문조사: 디자인 평가 및 만족도 조사

개발한 디자인의 평가를 위해 소비자 만족도 조사를 실시하였다. 2차 설문조사는 2019년 9월 8일부터 2019년 9월 9일까지 1차 설문조사와 같은 방법으로 진행하였다. 보행보조를 위한 무릎 보호대 착용경험이 있는 18세 이상 성인 남녀를 대상으로 하였다. 따라서 디자인 만족도 평가를 위해 Jung and Lee(2015)의 기능성 의류 디자인 개발 연구 방법인 선호도 설문조사, 설문조사를 반영한 디자인 개발, 디자인 이미지를 이용하여 만족도 평가를 실시하였다. 본 연구에서는 Adobe Illustrator로 제작한 도식화(Jung & Lee, 2015)와 함께 착용모습을 구현을 위한 Clo 3D 가상 착용 이미지, 각 디자인 요소별 설명을 이용하여 디자인에 대한 만족도 평가 설문조사를 실시하였다. 설문지는 조사대상자의 일반적 특성에 따른 디자인 A와 B의 만족도 및 구매와 사용의도 등에 관한 문항으로 구성하였다. 인구통계학적 배경에 관한 선택형 문항 4개와 디자인 가이드라인에 따라 각 항목별 디자인 만족도에 관한 문항 21개(Lee, 2012; Lee & Suh, 2010; Park & Lee, 2014)로 구성되었다. 디자인 A와 B의 만족도에 관한 문항은 7점 리커트 척도(1 = 매우 동의하지 않음, 7 = 매우 동의함)로 측정하였다. 설문 문항의 Cronbach's alpha 값을 통한 신뢰도 분석한 결과, 모두 .616에서 .872로서 내적 일관성을 지니는 것으로 나타났다(Hong et al., 2010). 수집한 자료는 SPSS 25.0을 사용하여 빈도, 분산분석, 백분율과 같은 기술적 분석, *t*-검증과 Welch의 ANOVA, Scheffe의 사후 검정을 실시하였다.

## 4. 결과 및 논의

#### 4.1. 1차 설문조사 결과

##### 4.1.1. 연구대상자의 인구통계학적 특성

참여자는 총 248명이었으며, 불성실한 응답 31명을 제외한 207명(83.27%)의 응답 결과를 분석하였다. 연구대상자의 성별은 남성 144명(69.57%), 여성 63명(30.43%)이며, 평균 연령은 41.25세(표준편차(SD) = 17.49, 범위(R) = 20-77)이었다. 연령대별로 살펴보면 20대가 78명(37.68%)으로 가장 많았으며, 30대 52명(25.12%), 60대 47명(22.71%), 40대와 70대가 각각 11명(5.31%), 그리고 50대 8명(3.87%)의 순으로 나타났다(Table 2). 연구대상자의 신체적 특성을 살펴본 결과, 키 160-165 cm 미만(39.13%)과 몸무게는 50-60 kg 미만(37.20%)이 더 많았으며, 가구형태는 독거 117명(56.52%)가 비독거 90명(43.48%)보다 높게 나타났다.

##### 4.1.2. 연구대상자의 건강상태 특성

연구대상자의 건강상태를 알아본 결과, 평소 건강한 편이라고 응답한 비율이 50.24%, 매우 건강하다(20.02%), 그저 그렇

**Table 2.** Demographic characteristics

Category	Sub-category	N	%
Gender	Male	144	69.57
	Female	63	30.43
Age	20s	78	37.68
	30s	52	25.12
	40s	11	5.31
	50s	8	3.87
	60s	47	22.71
	70s	11	5.31
Height(cm)	Less than 160	34	16.43
	More than 160-less than 165	81	39.13
	More than 165-less than 170	40	19.32
	More than 170-less than 175	29	14.01
Weight(kg)	More than 175	23	11.11
	Less than 50	36	17.39
	More than 50-less than 60	77	37.20
	More than 60-less than 70	34	16.43
	More than 70-less than 80	36	17.39
Living alone	More than 80	24	11.59
	No	90	43.48
	Yes	117	56.52

N = Frequency, % = Percentage

다(14.01%), 건강이 나쁜 편이다(7.25%), 건강이 매우 나쁘다(0.48%) 순으로 나타났다 (Table 3). 통증을 느끼는 신체 부위는 무릎(46.38%)이 가장 많았고, 고관절(21.74%), 어깨(16.42%), 허리(5.80%), 발목(4.35%), 손목(2.90%), 팔꿈치(2.41%) 순으로 나타났다. 운동 중 흔하게 부상을 입거나 낙상으로 인한 부상 부위로 무릎이 가장 많았으며, 이는 보호되었으면 하는 신체 부위로서 무릎이 가장 높게 나왔던 Park and Lee(2014)의 연구 결과와 일치한다. 따라서 신체 움직임 시 무릎 부위의 통증 완화 및 부상으로부터 보호할 수 있는 제품 개발이 요구되는 것으로 나타났다. 통증 원인으로는 몸무게가 25.60%로 가장 많았으며, 이와 비슷하게 관절염 발생의 원인으로 체중 증가가 36%로 가장 높게 나타났다. 이는 Kim and Jeon(2011)의 연구 결과와 일치하는데, 관절염 환자의 66%가 과체중 또는 비만이 었다. 과체중은 정상 체중에 비해 같은 자세를 취하더라도 무릎에 더 많은 압력이 가해지기도 한다(Kim, 2019b). 또한, 허벅지 근육에 지방이 침윤하여 근육이 약해지고, 이로 인해 무릎 관절에 충격이 더 크게 유발되는 것으로 보고되고 있다(Kang, 2019). 몸무게 다음으로 무릎 관절염 발생 원인으로 반복되는 작업이나 생활습관(17.39%), 반복적인 가벼운 외상·심한 충격(10.63%)이라는 응답이 많았다. 따라서 일상생활에서 반복적인 무릎 움직임에 도움이 되는 보호대 개발이 필요할 것으로 보인다. 병명에 따른 증상으로는 관절을 눌렀을 때 통증이 발생하는 압통(27.05%)과 관절 모양의 변형(27.05%), 관절

**Table 3.** Health condition

Category	Sub-category	N	%
Health condition	Very healthy	58	28.02
	Healthy	104	50.24
	Not so bad	29	14.01
	Bad	15	7.25
	Very bad	1	0.48
Painful body part	Knee	96	46.38
	Hip joint	45	21.74
	Shoulder	34	16.42
	Waist	12	5.80
	Ankle	9	4.35
	Wrist	6	2.90
	Elbow	5	2.41
Reason of the pain	Age	55	26.57
	Weight	53	25.60
	Repetitive occupational tasks or lifestyle	36	17.39
	Repetitive light trauma	22	10.63
	Severe impact	22	10.63
	Fracture of joint or injury of surrounding ligaments	12	5.80
	Bacterial arthritis or tuberculous arthritis	6	2.90
	Others	1	0.48
	Deformed joint shapes	56	27.05
	Tenderness causing pain when the joint is pressed	56	27.05
Symptom	Fricative feeling while moving	34	16.42
	Reduced ranges of joint motions	33	15.94
	Swelling(edema and pulling stiffness around the joints)	16	7.73
	Clumsy gait	10	4.83
	Others	2	0.97
	Getting on and off buses or trains	74	35.75
Uncomfortable activities	Up and down stairs or ramps	60	28.98
	None	45	21.74
	Use of toilets and bathrooms	22	10.63
	Threshold of sidewalks or doors	6	2.90
Reasons of experienced falls	Released strength of legs	79	38.17
	Slippery floor	59	28.50
	Wrenched legs	36	17.39
	Steep slope	20	9.66
	Threshold of sidewalks or doors	4	1.93
	Other	9	4.35

을 구부리는데 어려움이 발생하거나 관절 운동 시 마찰음이 느껴진다가 각각 15.94%로 나타났다. 평소 생활하면서 가장 불편한 점으로는 버스나 전철을 타고 내리기(35.75%), 계단이나 경

사로 오르기(28.98%) 등이 높게 나타났다. 따라서 관절 변형을 예방하면서도 무릎을 구부리는데 어려움이 없고, 일상생활에서 편안하게 자주 착용할 수 있는 디자인의 개발이 필요하겠다. 연구대상자의 대부분이 낙상으로 다친 경험이 있다(71.50%)고 응답하였으며, 횡수로는 평균 3.58회로 범위는 1-8회였다. 낙상의 이유로는 다리에 힘이 풀려서 낙상을 경험했다는 응답이 38.17%로 가장 많았는데 Kim(2019a)의 연구에 따르면 낙상이 골관절염의 주요 원인 중 하나이며, 낙상은 하지 근력의 저하 및 보행의 어려움 등으로 인해 낙상이 발생하기 쉽다고 하였다. 따라서 무릎 보호대를 통한 보행보조기능은 낙상 방지에도 도움이 될 것으로 기대된다.

4.1.3. 보행보조를 위한 무릎 보호대 제품에 대한 기능 및 디자인 선호도 조사

보행보조를 위한 무릎 보호대 제품에 대한 기능 및 디자인 선호도를 알아본 결과, 선호하는 기능으로는 각 항목에서 통계적으로 유의차는 없었지만 대부분 5점 이상으로 나타났다(Table 4). 기능 선호도와 관련하여, 보호 기능 중 골절을 예방하는 기능( $M=5.35$ ,  $SD=1.32$ )이 가장 높게 나타났는데, 이는 연령이 높아질수록 근육 및 골밀도가 낮아져(Choi et al., 2018; Chung, 2008), 잦은 고관절 부상을 입기 쉽기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 최근 젊은 층에서 격렬한 스포츠 활동으로 인한 환자가 급증하는 추세로 골절을 예방하는 제품에 관심이 많은 것으로 보인다. 따라서 무릎 주변 근골격을 지지함으로써 골절을 예방하고 보행에 도움이 되는 기능이 요구된다. 증상 완화 기능 중에서 무릎 통증 완화( $M=5.23$ ,  $SD=1.27$ )가 가장 선호되었다. 이러한 통증은 신체뿐만 아니라 심리적인 고통도 유발하는 것으로 나타났다(CDC, 2018b). 압박감에서는 장시간 사용 시 무릎 주변에 자국이 남지 않는 정도( $M=5.23$ ,  $SD=1.38$ )가 가장 선호되었다. 지나친 가압은 운동 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며(Lee et al., 2015a), 혈액흐름을 방해하고 장시간 사용 시 자국이 남게 된다. 이러한 문제를 해결할 수 있도록 부위별 의복압을 고려한 설계가 요구되는데, Kim and Hong(2012)은 무릎 부위의 의복압이 0.54-2.61 kPa 범위가 쾌적 영역에 해당한다고 하였으며, Lee et al.(2015a)의 연구에서도 선호하는 무릎의 의복압이 1.65 kPa, 오금은 0.96 kPa로 무릎을 적절하게 지지해줌과 동시에 동작의 가동성에 한계를 주지 않음을 알 수 있었다. 폴리우레탄이 8% 이상 함유된 원사를 사용한 PFT(Plain+Float+Tuck) 조직은 2.00-2.67 kPa, 폴리우레탄이 15% 이상 함유된 PT(Plain+Tuck) 조직은 1.07-2.00 kPa 의복압을 가할 수 있으며, 강한 압박이 필요한 신체 부위에는 편성물을 이층으로 덧대거나 폴리우레탄의 비율을 높여 의복압 효과를 얻을 수 있다(Sang, 2014). 따라서 압박감으로 인한 무릎 주변에 자국을 최소화하고 보호 및 완화 기능 향상을 위해, Lee et al. (2015a)의 연구 결과를 반영한 원활한 보행보조가 가능하도록 피부 변형이 큰 무릎 중앙의 가압은 피하고 무릎 부위 아래를 감싸는 형태로 압력 수준을 달리하는 설계방법을 적용할 수 있다.

Table 4. Important features and design preferences

Category	Sub-category	Feature	M	SD
Function	Protection	Prevents fractures	5.35	1.32
		Protects the joints	5.29	1.14
		Protects against abrasions and scratches	5.22	1.37
		Reduces muscle injuries	5.19	1.36
	Relieve	Relieves pain	5.23	1.27
		Reduces edema	5.21	1.35
		Relieves muscle tremors	5.08	1.30
		Do not leave marks	5.23	1.38
		Minimizes disturbance of blood flow	5.20	1.39
		Pressure	Not stuffy due to pressure	5.20
Design	Style	Pressure-regulated product	5.06	1.36
		Left and right separation	5.00	1.38
		Used regardless of time or place	4.99	1.36
	Color	Modern	5.08	1.38
		Casual	5.01	1.41
		Minimal	5.00	1.48
		Unisex	4.95	1.41
		Sporty	4.85	1.52
		Retro	4.83	1.54
	Pattern	Color	Achromatic colors such as white, black and gray	4.90
Wide choice of colors			4.86	1.50
Mixed colors with multiple colors			4.84	1.63
Primary colors such as red, yellow, blue			4.82	1.61
Pattern		Skin colors	4.82	1.60
		Pastel colors such as light pink and light blue	4.72	1.63
		Solid color	5.01	1.45
		Dot	4.75	1.71
		Check	4.70	1.57
		Stripe	4.67	1.65
Sewing method	Flower	4.63	1.66	
	Geometric	4.62	1.62	
	Seamless	5.01	1.35	
	Odrell-flat stitch	4.83	1.48	
Fabric	Whole garment	4.79	1.52	
	Material that holds the muscles around the knee firmly because of good elasticity	5.28	1.26	
	Materials that are comfortable to wear	5.26	1.31	
		Materials with good resilience	5.21	1.33

Table 4. Continued.

Category	Sub-category	Feature	M	SD	
Design	Fabric	Materials that do not sweat and have good breathability	5.18	1.30	
		Materials that do not get well contaminated	5.16	1.31	
		Anti-bacterial, deodorizing material	5.11	1.41	
		Soft materials	5.09	1.37	
	Detail	Design with an open front of the knee	5.05	1.35	
		Increases impact resistance with a thick pad	4.96	1.37	
		Supports the movement of the patella with a plastic support inserted	4.95	1.37	
		Supports the movement of the patella with a pad inserted	4.90	1.32	
		Thickness	Less than 0.04 in thick	5.02	1.49
			Less than 0.04 - 0.2 in thick	4.95	1.42
			Over 0.2 in thick	4.87	1.48
		Weight	Less than 1 - 50 grams	4.92	1.48
Over 200 grams			4.81	1.62	
50-200 grams			4.77	1.45	
Length	Over 10in	4.91	1.53		
	Less than 6in	4.77	1.60		
	Less than 6 - 10in	4.73	1.60		
	Hooks and loops tape	5.03	1.37		
Fastener	Zipper	4.89	1.56		
	Snap-button	4.86	1.42		
	All-in-one	4.85	1.50		
	Buckle	4.71	1.59		
Wearing method	Style to wear in clothes	5.00	1.43		
	Style to wear out clothes	4.88	1.46		
	Style that can be worn inside and outside the clothes	4.93	1.40		
Size	Small/size that is tight	4.72	1.60		
	Perfect fit/right size	5.16	1.29		
	Loose/large size	4.89	1.51		
Comfort	Walking	5.26	1.33		
	Sanding	5.22	1.33		
	Sitting	5.09	1.33		
Requirement	Mobility	Does not cause any inconvenience due to a variety of movements	5.24	1.31	
		Convenient for moving	5.15	1.30	
		Helps movements	5.15	1.33	
	Ease of don and doff	Easy to remove	5.22	1.28	
Easy to wear		5.16	1.38		
Easy to wear and take off		5.10	1.37		

Table 4. Continued.

Category	Sub-category	Feature	M	SD
Requirement	Ease of care	Removable all parts except frame	5.13	1.34
		Easy to repair	5.13	1.42
		Easy to dry	5.12	1.30
	Ease of use	Easy to wash	5.10	1.40
		Simple operation sequence	5.21	1.42
		Easy-to-use designs	5.15	1.47
	Portability	Ready to use without having to read the manual	5.11	1.36
		Weight enough to carry	5.15	1.34
		Right length/size to carry	5.11	1.30
	Quality	Thick enough to carry	4.98	1.31
		Product that is durable	5.31	1.32
		Good quality product	5.27	1.35
Price competency	Robust combines of a adjusting and protector	5.06	1.31	
	Less than \$50	4.99	1.45	
	\$50-\$100	4.86	1.52	
	\$100-\$200	4.76	1.68	
	Over \$300	4.43	1.84	
		\$200-\$300	4.39	1.76

디자인과 관련하여, 가장 선호하는 스타일은 모던(M=5.08, SD=1.38)한 스타일이었으며, 선호된 색상은 흰색, 검정색, 회색 등 무채색 색상(M=4.90, SD=1.49)과 무늬가 없는 것이 가장 선호되었다(M=5.01, SD=1.45). 봉제 방식은 무봉제 방식(M=5.01, SD=1.35), 오드랩프(M=4.83, SD=1.48) 순으로 선호되었는데, Lee et al.(2015a)에 따르면 봉제선이 없도록 설계하는 것이 동작 시 보다 편안함을 줄 수 있다고 한다. 선호하는 소재로는 신축성이 좋아 무릎 주변 근육을 탄탄하게 잡아 주는 소재가(M=5.28, SD=1.26) 가장 높았다. 일반적으로 무릎 보호대에 이용되는 소재는 신축성이 우수한 소재가 주를 이루며, 특정 부위에 적정 수준의 의복압을 유지하도록 함으로써 근육지지, 통증 완화 등 다양한 기능성을 유도하므로 소재 선정 시 신축성이 중요하게 고려되어야 할 것으로 사료된다. 디테일은 무릎 앞부분이 개방되어 있는 디자인(M=5.05, SD=1.35), 두꺼운 패드로 충격저항성을 증가시켜 주는 제품(M=4.96, SD=1.37), 플라스틱 지지대가 삽입되어 있어 슬개골의 움직임을 지지해 주는 제품(M=4.95, SD=1.37), 스폰지 패드가 삽입되어 있어 슬개골의 움직임을 지지해 주는 제품(M=4.90, SD=1.32) 순으로 나타났다. 단단한 플라스틱 지지대와 스폰지 패드 등을 삽입하고 있는 제품의 경우 무릎 관절의 지지와 부상방지에는 효과적이지만 재료의 특성상 인체와 동작을 고려하지 않은 구조 및 형태로 제작하게 될 경우 착용 쾌적성이 낮아진다(Lee et al., 2015b). 따라서 플라스틱 지지대 및

스폰지 패드가 삽입되어 있는 제품에 대한 선호도가 낮게 나타난 것으로 보인다. 두께는 0.1 cm 미만의 얇은 제품( $M=5.02$ ,  $SD=1.49$ )을 선호하였고, 무게는 1-50 g 미만의 가벼운 제품( $M=4.92$ ,  $SD=1.48$ ), 길이는 25 cm 이상의 긴 제품( $M=4.91$ ,  $SD=1.53$ )을 선호하였다. 따라서 얇고 가벼워 휴대하기 적당한 제품 개발이 필요할 것으로 보이며 선호도를 반영하여 길이가 긴 디자인이 필요할 것으로 보인다. 또한, 휴대성과 관련하여 무게가 가장 중요하게 여겨졌는데, 보호복 개발에 관한 Park and Lee(2014)의 연구에서도 착용 시 문제점으로 무게감(26%)이 가장 높게 나타났다. 무게 제안을 위해 국내외 대표 포털인 구글과 네이버에서 무릎 보호대를 키워드로 검색하여 관련도가 높은 국내외 16개 브랜드 판매 무릎 보호대의 무게를 조사한 결과, 범위는 87.5%가 100 g 이상이었으며, 56 g이 가장 가벼운 무게로 나타났다("Shinsei", n. d.). 이에 50 g 미만의 무게로 제품을 개발할 경우 국내외 시장에서 경쟁 제품으로서 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 사료된다. 착용방식으로는 옷 속에 착용하는 스타일( $M=5.00$ ,  $SD=1.43$ )을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 이는 관절 보호제품의 경우 옷 안에 착용할 수 있어야 하며 장시간 착용이 가능한 제품을 개발해야 한다는 사전 연구 결과와도 일치한다(Kang & Jung, 2016). 맞음새에 있어서는 딱 맞는 정사이즈( $M=5.16$ ,  $SD=1.29$ )를 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 여립방법은 벨크로 테이프가 가장 선호되었다( $M=5.03$ ,  $SD=1.37$ ). 따라서 적합한 맞음새를 제공하면서도 근골격을 지지할 수 있도록 밀착감을 높일 수 있는 다양한 사이즈의 개발 및 벨크로 테이프 등을 이용하여 사이즈 조절이 가능한 기능이 요구된다.

제품이 충족시켜야 할 기능과 관련하여, 보행 시 편안함( $M=5.26$ ,  $SD=1.33$ )을 가장 선호하였는데, 보행 시 불편함이 없도록 몸의 움직임에 흘러내림을 방지할 수 있는 디자인이 요구된다. 동작 용이성과 관련하여, 다양한 움직임에도 불편함이 없는 제품( $M=5.24$ ,  $SD=1.31$ )이 가장 선호되었다. 이를 위해 봉제선으로 인한 거슬림이 발생하지 않도록 무봉제 제작 방식 등이 적용될 수 있다(Lee et al., 2015a). 착탈 용이성 부분에서는 벗기 쉬운 제품( $M=5.22$ ,  $SD=1.28$ ), 사용 용이성 부분

에서는 조작 순서가 간단한 제품( $M=5.21$ ,  $SD=1.42$ )이 가장 높게 나타났다. 따라서 올인원 형태의 신축성 소재로 제작 및 벨크로 테이프 여밈 등을 활용하여 쉽게 조작이 가능하면서도 착탈이 편리한 제품 개발이 가능하겠다. 휴대성과 관련하여 길이나 사이즈, 두께 보다는 무게가 가벼운 것을 가장 선호하였다( $M=5.15$ ,  $SD=1.34$ ). 따라서 가볍게 만드는 것이 요구된다. 품질과 관련하여 내구성이 가장 중요하게 선호되었다( $M=5.31$ ,  $SD=1.32$ ). 이에 장시간 잦은 착용 및 세탁 등에도 내구성이 좋은 제품 개발이 필요하겠다. 가격 경쟁력과 관련하여, 제품 구매 시 지불할 수 있는 가격의 수준에 대해서는 5만원 미만( $M=4.99$ ,  $SD=1.45$ )이 가장 높게 나타났다. Park and Lee(2014)의 연구 결과에서도 낙상 보호 제품에 대해 지불할 수 있는 가격의 수준은 5만원 미만이 가장 많았으며, 이는 제품 착용실태 조사에서 가장 높은 비율을 차지한 5만원에서 10만원 미만의 금액과 비교하면 상대적으로 더 낮은 가격을 지불하고 제품을 구매하고 싶음을 알 수 있다.

t-검증 및 ANOVA 분석 결과, 연령에 따른 선호도에 대한 차이가 없었으나, 성별에 따른 유의미한 선호도 차이가 나타났다. 남성은 여성에 비해 골절 예방( $p \leq .01$ ), 사용 용이성( $p \leq .05$ ), 옷 안으로 입을 수 있는 스타일( $p \leq .05$ )을 더 선호하였다(Table 5). 여성이 남성에 비해 골관절염 및 근육과 골밀도 감소 비율이 높으나 (CDC, 2018b; Choi et al., 2018; Kim, 2019b; Kim & Kim, 2013; Lee et al., 2019b), 높은 몸무게로 인한 무릎에 대한 하중 증가로 부상의 위험도가 높으며(Kang, 2019), 운동 등과 같은 급작스러운 충격에 의해 골절되는 경우가 많아(KCDC, 2016b) 관련 기능에 대한 선호도가 높은 것으로 사료된다. 남성용 무릎 패드는 사용하기 쉽고, 바지 등의 옷 안으로 착용할 수 있는 스타일로서 골절을 예방하는 기능성을 갖춘 제품 개발이 요구된다. 반면에, 여성은 무릎 부위의 근육을 잡아 줄 수 있는 신축성 소재를 남성보다 더 선호하였다( $p \leq .05$ ). 여성은 남성에 비해 골관절염 발병률이 더 높음에도 불구하고(CDC, 2018a; Choi et al., 2018; Kim, 2019b; Kim & Kim, 2013; Lee et al., 2019b), 남성용 사이즈를 기준으로 제작된 제품을 사용하였기에 여성의 인체에 적합하지 않은 구

**Table 5.** Difference between genders in features and design preferences

Category	Sub-category	Group	Sub-group	M	SD	t-value
Protection	Prevents fractures	Gender	Male	5.43	1.19	1.157**
			Female	5.17	1.57	
Fabric	Stretchy material that holds the muscles around the knee firmly	Gender	Male	5.25	1.18	-.402*
			Female	5.33	1.45	
Wearing method	Style to wear in clothes	Gender	Male	5.03	1.34	.460*
			Female	4.92	1.62	
Mobility	Convenient for moving	Gender	Male	5.22	1.21	1.112*
			Female	4.98	1.49	

1: Not agree at all, 4: Neutral, 7: Strongly agree

\*: $p \leq .05$ , \*\*: $p \leq .01$

조와 사이즈로 인해 착용 시 보호 및 지지 효과를 크게 보지 못하는 것으로 나타났다. 또한, 여성은 남성에 비해 대퇴사두근이 작고(Kim, 2019b), 넓적다리 둘레와 장딴지 둘레 등의 사이즈 감소가 두드러지게 나타나므로(Lee et al., 2019b) 다양한 사이즈를 커버할 수 있는 제품 개발이 요구된다. 따라서 이 문제를 해결할 수 있도록 성별을 고려한 설계가 요구되며, 신축성 있는 스판덱스 소재 사용 혹은 사이즈 조절이 가능한 디자인이 추천된다.

#### 4.2. 디자인 가이드라인 및 디자인 개발

본 연구의 선호도 조사 결과 및 사전 연구를 반영하여 개발한 무릎 움직임 보조를 위한 기능성 보호대의 디자인 가이드라인은 Table 6과 같다. 기능 및 디자인 선호도와 관련하여 성별에 차이가 있는 것으로 나타남에 따라, 남성용 제품인 디자인 A(Fig. 1)와 여성용 제품인 디자인 B(Fig. 2)로 구분하여 개발하였다. 디자인 A의 경우 스판덱스의 신축성 소재에 무릎 앞부분이 개방되어 있는 디자인으로 무릎 관절을 제어하고 골절

**Table 6.** Design guidelines and design details

Category	Design guidelines	Design A	Design B
Function	Prevent fractures, relieve pain, and applying pressure without leaving marks on the skin	It was designed to control joints and prevent fractures by opening the front part of the knee. It effectively prevents fractures and injuries caused by low pressure on the anterior cruciate ligament (Lee, 2017; Lee et al., 2015a)	Taping around the knees effectively reinforces muscles, alleviates pain, and increases the range of joint motion(Born et al., 2014; Kim et al., 2018; Moon & Kim, 2015; "Nakayamashiki", n. d.)
Style	Modern style	Designed with a harmonious modern style with simple blue design without decorations or achromatic colors(Park & Lee, 2014)	Designed with modern styles, taping lines and a cold achromatic color(Park & Lee, 2014)
Color	People preferred achromatic colors with a modern style.	The products were made with achromatic colors(Park & Lee, 2014).	
Pattern	Solid patterns were preferred most, followed by the dot pattern.	The products used solid-pattern fabrics(Park & Lee, 2014).	
Sewing method	The seamless design was most preferred, followed by the Odrell-flat stitch sewing method designed to prevent interference caused by seams during operation.	Applied Odrell-flat stitches("Zamst", n. d.)	Applied a seamless design(Lee et al., 2015a; Sang, 2014)
Fabric	People preferred materials that tightly hold muscles around knees and are comfortable while walking.	Made of spandex and breathable mesh on the popliteal region("Zamst", n. d.)	Made of spandex and anterior knee the popliteal region is thinner than other parts for ease of bending knees ("Nakayamashi-ki", n. d.)
Detail	People preferred designs with the front part of the knee open. In women's products, the knee's lower part is taped to support joints and muscles.	Designed an open front for the knee(Lee, 2017)	Added taping lines below the knee joint(Born et al., 2014; Kim et al., 2018; Moon & Kim, 2015)
Thickness	Consumers preferred products less than 0.1 cm thick so people could wear them under clothes.	Made the thickness less than 0.3 cm ("Rehband", n. d.)	Made the thickness less than 0.1 cm ("Nakayamashi-ki", n. d.)
Weight	Consumers preferred light weight products(less than 50 g).	Made the products lightweight e.g., less than 50 g("Shinsei", n. d.)	
Length	Consumers preferred products longer than 25 cm.	The length is 25 cm("Aolikes", n. d.)	The length is 30 cm("McDavid", n. d.)
Fastener	Hooks and loops are preferred because they easily tighten and conveniently attach and detach.	Hook and loop types applied as fasteners(Koo, 2016; Moon, 2006)	An all-in-one stretchy type without fastening was applied("Nakayamashi-ki", n. d.)
Wearing method	Consumers preferred a style to wear under clothes.	The size and pressure can be adjusted with hooks and loops after inserting legs("Zamst", n. d.)	As a removable sleeve, it can be worn inside clothes(Kang & Jung, 2016)
Size	People preferred the products that fit just right. It is recommended to design a fit that leaves no marks after wearing it a long time and increases pressure on the knee's upper-part to prevent drooping.	Fits with the right size and no marks after wearing it for many hours(Sang, 2014)	Increased pressure on the upper knee prevents taking it off, and diverse sizes were prepared(Kang & Jung, 2016)



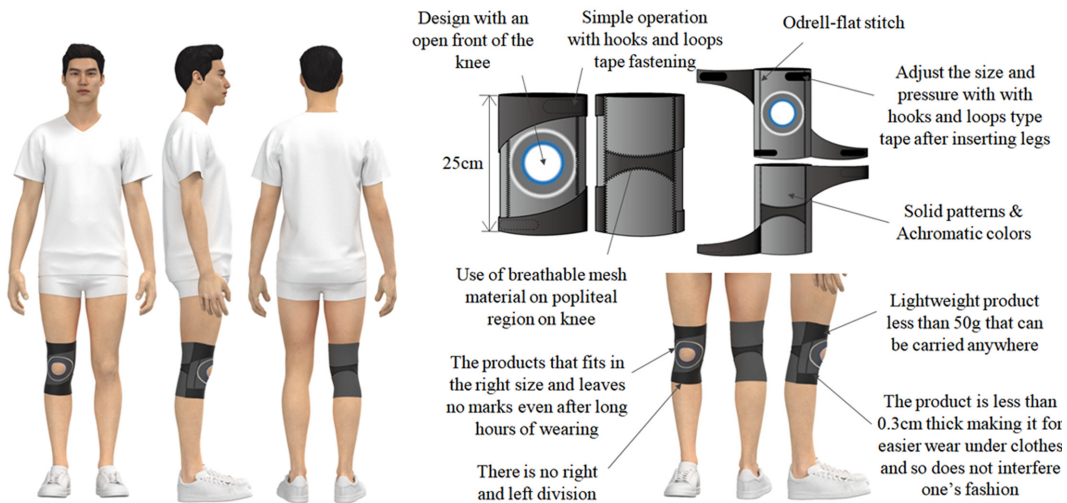


Fig. 1. Design A for men.

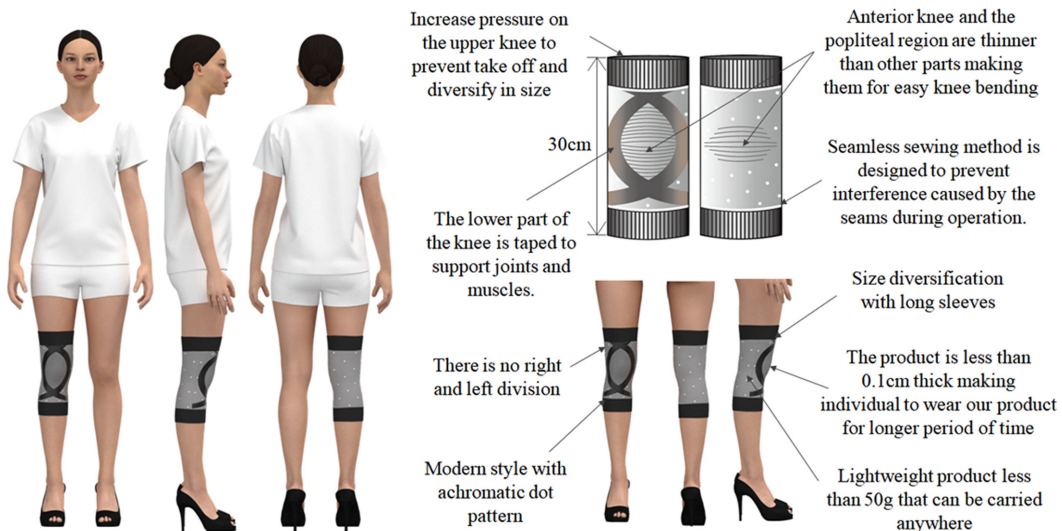


Fig. 2. Design B for women.

을 예방할 수 있도록 설계하였으며(Lee, 2017; Lee et al., 2015a), 쾌적한 착용감을 위해 오금 부분에 통기성이 좋은 매쉬 소재를 사용하였다(“Zamst”, n. d.). 벨크로 테이프로 압박강도를 조절할 수 있도록 하였으며(Koo, 2016; Moon, 2006), 장시간 사용 시에도 자국이 남지 않도록 오드람프 봉제와 딱 맞는 정사이즈의 디자인을 제안하였다(Sang, 2014; “Zamst”, n. d.). 0.3 cm 미만의 두께와(“Rehband”, n. d.) 50 g 미만의 무게(“Shinsei”, n. d.), 길이 25 cm(“Aolikes”, n. d.)의 얇고 가벼운 제품으로 무늬가 없는 무채색 색상에 블루컬러의 배색실의 모던한 스타일로 디자인하였다(Park & Lee, 2014).

디자인 B의 경우, 근육보강 및 무릎 통증을 감소시키기 위해 테이핑 방식을 적용하고, 앞무릎과 오금 부위는 다른 부분보다 얇은 조직으로 무릎 구부림이 편하게 설계하였다(Born et al.,

2014; Kim et al., 2018; Moon & Kim, 2015; “Nakayamashiki”, n. d.). 0.1 cm 미만의 두께와(“Nakayamashiki”, n. d.) 50 g 미만의 무게(“Shinsei”, n. d.), 길이 30 cm(“McDavid”, n. d.)의 얇고 가벼운 긴 올인원 형태로 착용이 쉽다(Kang & Jung, 2016). 심리스를 적용하여 봉제선으로 인한 거슬림이 발생하지 않도록 하였으며(Lee et al., 2015a; Sang, 2014), 치수를 세분화하여 다양한 사이즈를 제안하였다(Kang & Jung, 2016).

### 4.3. 2차 설문조사 결과

디자인 평가를 위한 2차 설문조사에는 총 198명이 참여하였으며, 그 중 불성실한 응답 9명을 제외한 189명(95.45%)의 응답 결과를 분석하였다. 설문 응답자는 남성(69.84%)과 여성(30.16%)으로서, 나이는 1차 설문조사와 비슷하게 20대

(37.04%)와 30대(17.46%)가 가장 많았다( $M=24.23$ ,  $SD=19.00$ ,  $R=21-71$ )(Table 7). 건강보험심사평가원에 따르면 무릎 환자

**Table 7.** Demographic backgrounds of participants

Category	Sub-category	No.	%	Rank
Gender	Male	132	69.84	1
	Female	57	30.16	2
Age	20s	70	37.04	2
	30s	33	17.46	3
	40s	5	2.65	5
	50s	6	3.17	4
	60s	73	38.62	1
	70s	2	1.06	6
Height (cm)	Less than 160	41	21.69	2
	More than 160 – less than 165	91	48.15	1
	More than 165 – less than 170	28	14.81	3
	More than 170 – less than 175	21	11.11	4
	More than 175	8	4.23	5
Weight (kg)	Less than 50	36	19.05	2
	More than 50 – less than 60	87	46.03	1
	More than 60 – less than 70	33	17.46	3
	More than 70 – less than 80	28	14.81	4
	More than 80	5	2.65	5

중 2017년 20-30대 환자는 약 18만 명으로 2013년의 약 17만 명보다 5.4% 증가했으며, 20대 무릎 관련 환자는 약 6만 명으로 2013년 약 5만 명보다 14.8% 급증하여 80대 이상(43.2%), 60대(23.1%)에 이어 3번째로 많았다(“Cold wind”, 2019). 따라서 20대와 30대층은 향후 무릎 보호대 시장에서 주요 소비자가 될 것으로 사료된다. 키는 160-165 cm(48.15%)가 가장 많았으며, 몸무게는 50-60 kg(46.03%)의 빈도가 높았지만 Average heigh(2016a)의 통계에 따르면, 20세 이상 미국 성인 남성의 평균 키는 176 cm, 몸무게는 90 kg으로 조사되었으며, 여성은 키 162 cm, 몸무게 78 kg로 조사되었다. 특히 미국의 성인 여성의 경우 60% 이상이 과체중으로 조사되었다(Average heigh, 2016b).

개발한 디자인 A와 B에 대한 만족도 평가 결과, 모두 5점대 이상으로 만족하는 것으로 나타났다(Table 8). 디자인 A의 경우, 가장 만족도가 높은 부분은 무게( $M=5.57$ ,  $SD=1.03$ )였으며, 그 다음으로는 사이즈( $M=5.61$ ,  $SD=1.12$ ), 두께( $M=5.51$ ,  $SD=1.17$ ), 통기성 있는 매쉬 소재( $M=5.48$ ,  $SD=1.01$ ), 색상( $M=5.44$ ,  $SD=1.07$ ) 등의 순이었다. 디자인 A의 경우, 스판덱스의 신축성 소재에 50 g 미만의 무게와 0.3 cm 미만의 두께로 디자인을 제안하였다. 움직임이 자유롭고 휴대하기 적당한 초경량 제품으로 디자인하였고, 옷 속 착용이 가능한 얇은 두께를 제안하여 만족도가 높은 부분을 차지 한 것으로 사료된다.

**Table 8.** Satisfactions on designs A and B

Category	Design A			Design B		
	M	SD	Rank	M	SD	Rank
Fabric: Made of spandex	5.28	1.04	9	5.18	1.11	9
Fabric: Breathable mesh material on popliteal region on knee	5.48	1.01	4	-	-	-
Fabric: Anterior knee and the popliteal region are thinner than other parts making them for easy knee bending	-	-	-	5.43	1.05	8
Detail: Design with an open front of the knee	5.54	1.08	2	-	-	-
Detail: Taping line below the knee joint	-	-	-	5.55	1.06	1
Thickness: Less than 0.3 cm	5.51	1.17	3	-	-	-
Thickness: Less than 0.1 cm	-	-	-	5.45	1.14	5
Weight: Lightweight product less than 50 g	5.57	1.03	1	-	-	-
Length: 25 cm	5.33	1.16	8	-	-	-
Length: 30 cm	-	-	-	5.46	1.06	4
Wearing method: Easy to wear and take off	-	-	-	5.44	1.10	6
Fastener: Hooks and loops tape fastening	5.39	1.11	6	-	-	-
Fastener: All-in-one type product without fastening	-	-	-	5.50	1.20	2
Color: Achromatic colors	5.44	1.07	5	5.43	1.11	8
Pattern: Solid patterns	5.51	1.07	3	5.43	1.24	8
Sewing method: Orderll-flat stitches	5.37	1.18	7	-	-	-
Sewing method: Seamless	-	-	-	5.49	1.08	3
Size: Fits in the right size	5.54	1.05	2	-	-	-
Size: No marks after long hours of wearing	5.54	1.12	2	-	-	-
Size: Increase pressure on the upper knee to prevent take off	-	-	-	5.55	0.95	1
Size: diverse size	-	-	-	5.47	1.02	7

사이즈의 경우 딱 맞는 정사이즈를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 또한, 적당한 맞음새로 밀착감을 높일 수 있도록 다리를 끼워 넣은 후 벨크로 테이프로 다리의 굽기, 본인의 취향에 따라 사이즈 및 압박 강도를 조절할 수 있도록 설계하였으며, 남성에게 적합한 사이즈로 일상생활에서도 장시간 착용이 가능해 낙상으로 인한 골절을 예방하고 운동 시 사고의 위험성을 감소시킬 것으로 기대된다. 또한, 부위별로 다른 소재를 사용하여 의복압에 의해 가동성이 방해받지 않도록 디자인하였다. 운동 시 인체에서 발생하는 수분의 배출이 원활히 이루어지지 않아 덥고 눅눅한 불쾌감을 유발시키는 것을 막기 위해(Lee et al., 2015c), 땀을 빠르게 흡수 및 건조시킬 수 있도록 오금 부분에 통기성이 좋은 매쉬 소재를 사용하여 착용쾌적성을 향상시킴으로써 만족도가 높게 나타났다. 색상은 흰색, 검정색, 회색 등 무채색 색상을 가장 선호하는 것으로 조사되었으며, 이는 보호대의 색상으로 검정색이 79.5%로 압도적으로 높은 선호도를 보인다는 Park and Lee(2014)의 연구 결과와도 일치한다. 이와 같은 결과를 반영하여 무늬가 없는 무채색 색상에 블루컬러의 배색설로 장식하여 모던한 스타일로 디자인하여 만족도가 높게 나타났다.

디자인 B의 경우 테이핑 디테일( $M=5.55$ ,  $SD=1.06$ )에 대한 만족도가 가장 높았으며, 조절 방법( $M=5.50$ ,  $SD=1.20$ ), 무봉제( $M=5.49$ ,  $SD=1.08$ ), 길이( $M=5.46$ ,  $SD=1.06$ ), 두께( $M=5.45$ ,  $SD=1.14$ ) 등의 순이었다. 테이핑 요법을 추가하면 근육 보강(Born et al., 2014) 및 무릎 통증을 감소시키고 관절가동범위를 증가시키는 증제로서 효과가 있다(Kim et al., 2018; Moon & Kim, 2015). 또한, 기능 및 디자인 선호도 조사 결과 벗기 쉬운 제품 및 조작 순서가 간단한 제품이 가장 높게 나타났다. 이를 반영하여 무릎 관절 주변을 감싸는 형태인 일체형으로 디자인하여 착용이 용이하도록 하였다. 봉제 방식의 경우 봉제선으로 인한 동작 시 불편함을 보완하기 위해 심리스를 적용하여 동작 시 봉제선으로 인한 거슬림이 발생하지 않도록 설계하였다. 길고 얇은 제품 선호도를 반영하여 30 cm의 긴 슬리브 형태로 디자인하였고, 50 g 미만의 무게와 0.1 cm 미만의 두께에 만족한 것으로 나타났는데, 무릎 부위를 충분히 덮으면서도 가볍고 얇은 두께의 제품으로의 개발이 요구된다.

디자인 A와 B를 구매할 때 고려할 주요 사항은 Table 9와 같다. 디자인 A의 경우, 가장 고려하는 부분은 사용 용이성( $M=5.61$ ,  $SD=1.12$ )으로 조사되었으며, 그 다음으로는 품질( $M=5.57$ ,  $SD=1.06$ )과 착용방식( $M=5.57$ ,  $SD=1.09$ ) 등의 순이었다. 뛰어난 품질과 사용이 용이하며 착용방식이 간편한 제품을 원하는 고객들의 니즈가 증대되고 있고 제품을 구매하는데 있어 중요 선택 기준이 되고 있다. 따라서 조작 순서가 간단한 제품과 품질 등이 개선된 제품 개발이 이루어져야 함을 확인할 수 있었다. 이를 반영하여 디자인 A의 경우 간편하게 탈부착이 가능한 벨크로 테이프 여밈으로 착용이 용이하며 조작 순서가 간단하다는 면에서 선호도가 높을 것으로 예상된다. 디자인 B의 경우 압박감( $M=5.59$ ,  $SD=1.06$ )을 가장 고려하

**Table 9.** Important aspects that consider when purchase

Category	Design A			Design B		
	M	SD	Rank	M	SD	Rank
Protection function	5.26	1.11	15	5.30	1.17	14
Relaxation function	5.38	1.13	12	5.46	1.14	11
Pressure	5.29	1.24	14	5.59	1.06	1
Comfort	5.37	1.09	13	5.51	1.12	6
Fabric	5.39	1.20	11	5.41	1.11	12
Ease of operation	5.51	1.05	5	5.54	1.10	4
Ease of removal	5.44	1.17	7	5.50	1.16	7
Ease of care	5.53	1.19	4	5.52	1.15	5
Ease of use	5.61	1.12	1	5.50	1.12	7
Quality	5.57	1.06	2	5.48	1.07	9
Price	5.56	1.09	3	5.24	1.36	15
Style	5.38	1.17	12	5.30	1.28	14
Detail	5.42	1.22	9	5.33	1.11	13
Portability	5.43	1.21	8	5.48	1.13	9
Thickness	5.40	1.29	10	5.54	1.09	4
Weight	5.37	1.19	13	5.54	1.10	4
Length	5.37	1.19	13	5.47	1.20	10
Way to adjust	5.48	1.10	6	5.56	1.07	2
Color/pattern	5.56	1.21	3	5.49	1.17	8
Way to wear	5.57	1.09	2	5.55	1.15	3

는 것으로 나타났으며, 여밈 방식( $M=5.56$ ,  $SD=1.07$ ), 착용방식( $M=5.55$ ,  $SD=1.15$ ) 등의 순이었다. Lee et al.(2015a)의 연구에 따르면, 압박감의 경우 걱정 수준의 가압은 지지력과 안정성을 부여할 수 있지만 지나친 가압은 관절의 가동범위 및 운동 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며 밴딩 부위의 강한 압박감으로 종종 불편을 호소하고 있다고 하였다. 또한, Lee et al.(2015a)은 착용 후 동작 시에는 무릎이 굴곡되어 돌출됨에 따라 압력의 차이가 더욱 커질 것으로 예상되며 인체에 구속감을 유발한다고 하였다. 이 부분을 해결하기 위해 신체 부위별 소재의 두께를 달리하여 압력이 다르게 설계되어 무릎 구부림이 편안하고 혈액흐름의 방해를 최소화하고자 하였으며, 치수를 세분화하여 다양한 사이즈의 제품 개발로 문제를 해결하고자 하였다. Lee et al.(2015a)의 연구에 따르면, 보호대를 착용하는 것이 번거로운 일이며, 동작가동성 측면에서 불편함을 느끼고 있어 활용도가 낮다고 하였다. 따라서 얇은 올인원 형태로 착용이 쉽도록 디자인하였다.

디자인 A와 B에 대한 구매 및 사용/착용과 관련된 문항은 모두 평균 5점 이상을 받은 것으로 보아 사람들이 디자인 A와 B의 구매, 사용/착용을 원하는 것으로 사료된다(Table 10). 구매 의도와 관련하여 77% 이상의 응답자가 개발한 디자인을 구매하고 싶어하는 것으로 나타났다(디자인 A: 77.78%, 디자인 B: 79.89%). 사용 및 착용 의도와 관련하여, 78% 이상의 응답자가 사용 및 착용하고 싶어하는 것으로 나타났다(디자인 A: 78.31%, 디자인 B: 80.95%). 응답자의 약 82% 이상은 개발한

**Table 10.** Intentions and willingness to pay

Category	Sub-category	M	SD	Rank
Purchase intention	I want to purchase Design A.	5.16	1.23	2
	I want to purchase Design B.	5.34	1.30	1
Use/wear intention	I want to use/wear Design A.	5.41	1.17	2
	I want to use/wear Design B.	5.43	1.25	1
Gait-assistance expectation	Design A will help me to walk better.	5.38	1.20	2
	Design B will help me to walk better.	5.43	1.25	1
Pain relieve expectation	Design A will relieve the pain on knees.	5.47	1.16	1
	Design B will relieve the pain on knees.	5.44	1.18	2

디자인의 제품이 보행에 도움이 될 것으로 기대하였으며(디자인 A: 82.54%, 디자인 B: 82.01%), 78% 이상은 무릎의 통증을 완화시켜 줄 것으로 기대하였다(디자인 A: 83.07%, 디자인 B: 78.84%). 따라서 본 디자인의 구매 및 사용 의도와 기능에 대한 기대감이 높은 것으로 사료된다.

t-test와 ANOVA 분석 결과, 성별에 따라 디자인에 대한 만족도(.000≤p≤.05), 구매 시 주요 고려사항(.01≤p≤.05), 구매 및 사용/착용 의도(p≤.01), 그리고 원하는 가격대(p≤.01)에 대

한 의도가 다른 것으로 나타났다(Table 11). 남성이 여성에 비해 디자인 A의 스판덱스 소재와 탈착 편의성, 그리고 디자인 B의 스판덱스 소재, 무채색과 패턴, 무릎 위의 압박 강화 및 다양한 사이즈 등에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났다. 기능 및 디자인 선호도 조사 결과를 반영하여 디자인 A와 B 모두 신축성이 좋은 스판덱스 소재의 사용으로 보행 시 불편함이 없도록 하였으며, 부위별로 다른 소재를 사용하여 의복압에 의해 가동성이 방해받지 않도록 설계하여 만족도가 높은 것으로

**Table 11.** Results of t-tests and ANOVA

Category	Sub-category	Group	M	SD	t-value	p-value	
Satisfaction: Design A	Fabric: made of spandex	Gender	Men	5.42	0.92	2.487*	.048
		Women	4.96	1.22			
	Easy to remove	Gender	Men	5.52	1.03	1.322***	.000
		Women	5.25	1.43			
Satisfaction: Design B	Fabric: made of spandex	Gender	Men	5.36	0.96	3.129*	.017
		Women	4.75	1.31			
	Color: achromatic colors	Gender	Men	5.61	1.07	1.622*	.024
		Women	5.26	1.40			
	Pattern: solid patterns	Gender	Men	5.45	1.19	0.386*	.014
		Women	5.39	0.90			
	Sewing method: seamless	Gender	Men	5.53	1.00	0.683*	.040
		Women	5.40	1.24			
	Size: increase pressure on the upper knee to prevent take off	Gender	Men	5.46	1.01	2.689**	.003
		Women	4.91	1.39			
Size: diverse size	Gender	Men	5.48	1.01	0.276**	.002	
	Women	5.42	1.39				
Purchase and use/wear intention	I want to purchase Design A.	Gender	Men	5.40	1.04	3.548**	.003
		Women	4.63	1.47			
	I want to use/wear Design A.	Gender	Men	5.53	1.01	1.939**	.007
		Women	5.12	1.44			
	Design A will relieve the pain on knees.	Gender	Men	5.54	0.99	1.122**	.007
		Women	5.30	1.48			
Price	Design B	Gender	Men	4.67	2.40	-3.55**	.003
		Women	5.84	1.92			

\*:p≤.05, \*\*:p≤.01, \*\*\*:p≤.001, A<B<C<D<E

**Table 12.** Differences on satisfactions among different weight groups

Category		Sub-category	M	SD	F-value
Design A	Weight	Less than 50	2.11 <sup>A</sup>	2.00	27.15 <sup>***</sup>
		More than 50-less than 60	3.57 <sup>B</sup>	0.84	
		More than 60-less than 70	5.52 <sup>C</sup>	0.51	
		More than 70-less than 80	7.25 <sup>D</sup>	0.75	
		More than 80	8.6 <sup>E</sup>	0.55	
Design B	Weight	Less than 50	1.86 <sup>A</sup>	1.48	28.04 <sup>***</sup>
		More than 50-less than 60	4.60 <sup>B</sup>	1.23	
		More than 60-less than 70	6.48 <sup>C</sup>	0.51	
		More than 70-less than 80	7.89 <sup>D</sup>	0.79	
		More than 80	9.60 <sup>E</sup>	0.55	

\*\*\*:  $p \leq .001$ , A<B<C<D<E

보인다. 디자인 A의 경우 디자인 선호도를 반영하여 간편하게 탈부착이 가능한 벨크로 테이프 여밈으로 디자인하고, 디자인 B의 경우 도트 패턴에 다양한 무채색을 사용한 모던한 스타일로 젊은 층의 만족도가 높은 것으로 보인다. 또한 무릎 상단 부위에 압박력을 높여 흘러내림을 방지함으로써 피부 자극이 없도록 하였으며, 사이즈의 경우 여성의 체형에 맞는 다양한 사이즈의 제품 개발로 꼭 맞는 정사이즈 제품을 착용할 수 있도록 제안하였다.

남성이 여성에 비해 남성용으로 개발된 디자인 A를 구매하거나, 사용/착용하기를 더 원하는 것으로 나타났다( $p \leq .01$ ). 시장조사 및 선호도 조사 결과 남성은 여성에 비해 골절 예방, 사용 용이성, 옷 안으로 입을 수 있는 스타일을 선호하였다. 디자인 A의 경우 무릎 앞부분을 개방하여 무릎 관절을 제어하고 골절을 예방할 수 있도록 설계하였다. 이러한 설계 방법은 전방십자인대에 가해지는 과도한 부하 감소로 골절 예방 및 부상 방지에 효과가 있다(Lee, 2017). 디자인 B의 경우에는 유의미한 남녀 차이가 없었다. 그러나 가격의 경우 여성용으로 개발된 디자인 B에 대하여 여성이 남성에 비해 높은 가격을 지불할 의사가 있음을 보였다. 이는 남성에 비해 여성이 위험요인을 다수 가지고 있어 골관절염 발생에 취약하기 때문에 보행 장애나 일상생활의 제한을 막기 위해 남성에 비해 높은 가격을 지불하고서라도 구매할 의사가 있는 것으로 보인다.

가격대의 경우 몸무게가 많이 나갈수록 디자인 A와 B에 대해 더 높은 가격을 줄 의사가 있는 것으로 나타났다( $p \leq .001$ )(Table 12). 과체중은 무릎 골관절염 발생의 강력한 위험요인 중의 하나이다(Kang, 2019). 관절에 과도하게 가해지는 체중부하는 관절 부위의 통증을 유발시키고 운동을 제한시킬 뿐만 아니라(Kim & Jeon, 2011), 보행의 패턴과 움직임을 변형시켜 보행 시 에너지 효율성을 떨어뜨리는 원인이 된다(Kim & Cho, 2013). 따라서 몸무게가 많이 나갈수록, 무릎을 감싸고 체중을 지지하며 운동수행능력을 향상시키는 무릎 보호대의 착용이 필요하여 더 높은 가격을 주고도 살 의사가 있는 것으로 사료된다.

## 5. 결 론

본 연구는 보행보조를 위한 무릎 보호대 착용 경험이 있는 성인 남녀를 대상으로 무릎 보호의 기능 및 디자인 선호도를 설문조사하고, 개발한 디자인 이미지에 대한 만족도 평가를 실시함으로써 향후 제품 제작 및 상품화를 위한 자료를 구축하고자 하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 소비자의 기능 및 디자인 선호도를 조사한 결과, 통증 완화, 동작 용이성, 딱 맞는 정사이즈로 장시간 사용 시에도 자극이 남지 않는 제품이 높은 응답률을 보였다. 또한 무릎 앞부분이 개방되어 있는 디자인, 두께가 얇고, 휴대하기 적당한 가벼운 제품, 조작성이 간단한 벨크로 테이프 여밈, 무채색 색상에 무늬가 없는 모던한 스타일을 선호하는 것으로 나타났다. 성별에 따른 차이로는 남성은 여성에 비해 골절 예방, 사용 용이성, 옷 안으로 입을 수 있는 스타일을 선호한 반면에, 여성은 무릎 부위의 근육을 잡아 줄 수 있는 신축성 소재에 대해 남성보다 관심이 높음을 알 수 있었으며 남성과 여성의 요구사항이 다른 것으로 나타났다. 둘째, 소비자 조사 결과를 바탕으로 디자인 A와 B를 개발하였다. 디자인 A의 경우 남성용으로 무릎 앞부분이 개방되어 있어 근육을 지지하고 통증을 완화할 수 있도록 설계하였으며, 오금 부분에 통기성이 좋은 매쉬 소재를 사용하여 착용쾌적성을 향상시켰다. 무채색 색상의 모던한 스타일로 디자인 하였고, 벨크로 테이프 여밈으로 탈착이 용이하고 사이즈 및 압박 강도를 조절할 수 있다. 여성용인 디자인 B의 경우, 테이핑 디테일로 무릎 부위의 근육을 지지할 수 있도록 설계하였고, 심리스를 적용하여 동작이 용이하다. 0.1 cm 미만의 두께로 장시간 사용 시에도 자극이 남지 않으며, 긴 슬리브 형태로 사이즈를 다양화하였다. 셋째, 디자인에 대한 만족도 평가 결과, A와 B 모두 만족도가 높았으며, 구매, 사용/착용을 원하는 것으로 나타났다. 남성이 여성에 비해 디자인 A의 스판덱스 소재와 탈착 편의성, 그리고 디자인 B의 스판덱스 소재, 무채색과 패턴, 무릎 위의 압박 강화 및 다양한 사이즈 등에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났으며, 남성이 여성에 비해 남성용으로

개발된 디자인 A를 구매하거나, 사용/착용하기를 더 원하는 것으로 나타났다. 결론적으로 본 연구에서는 보호보조를 위한 무릎 보호대에 대한 남성과 여성의 요구사항이 다른 것을 알 수 있었으며, 남성용, 여성용으로 나누어 디자인을 제안하고 평가하여 디자인에 대한 만족도가 높게 나타났다.

본 연구의 한계점으로는 디자인 이미지, 가상 착용 이미지와 제품 설명만을 이용하여 디자인 평가를 실시하여 무게 및 두께 등에 대한 부분에 만족도가 높았다. 본 연구 결과를 토대로 소비자가 만족하는 무릎 보호대 디자인 자료를 구축하고, 향후 무릎 보호대의 실제 제품 개발 및 상품화에 도움이 되기를 기대한다. 그러나 만족도 평가는 온라인으로 실시되었으며, 사이즈 적합성 검증은 다양한 체형의 피험자에 대해 직접적으로 이루어진 것이 아니기 때문에 착용 만족도와 차이점이 있을 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 프로토타입을 제작하여 사용자가 직접 착용하여 평가하고, 전문가 집단 평가가 추천된다. 또한, 선호도와 관련하여 성별에 차이가 있는 것으로 나타남에 따라 남성용과 여성용으로 구분하여 디자인을 제안하였으나, 향후 연구에서는 선호도에 대한 연령별 차이를 파악하고 더 다양한 소비자 특성을 이용하여 제품 개발에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## References

- 'Aolikes.' (n. d.). *Freeship*. Retrieved April 7, 2020, from [https://sports.freeship.co.kr/goods/content.asp?guid=5053491&freeship\\_ep=naver\\_ep&NaPm=ct%3Dk8pnb7s%7Cci%3De5ec2f43388e848d160ce6f63e86dfa2e20cc641%7Ctr%3Ds%7Csn%3D405974%7Chk%3D74a2c959a485d0f7c63c0ed46a1ec2e433afc8a5](https://sports.freeship.co.kr/goods/content.asp?guid=5053491&freeship_ep=naver_ep&NaPm=ct%3Dk8pnb7s%7Cci%3De5ec2f43388e848d160ce6f63e86dfa2e20cc641%7Ctr%3Ds%7Csn%3D405974%7Chk%3D74a2c959a485d0f7c63c0ed46a1ec2e433afc8a5)
- Average Height. (2016b). *Average Female Height by Country, July 2016*. Retrieved December 30, 2019, from <http://www.averageheight.co/average-female-height-by-country>
- Average Height. (2016a). *Average Height for Men by Country, August 2016*. Retrieved December 30, 2019, from <http://www.averageheight.co/average-male-height-by-country>
- Born, D. P., Holmberg, H. C., Goemert, F., & Sperlich, B. (2014). A novel compression garment with adhesive silicone stripes improves repeated sprint performance—a multi-experimental approach on the underlying mechanisms. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(21). doi:10.1186/2052-1847-6-21
- Centers for Disease Control and Prevention-CDC. (2018a). *Arthritis-Related Statistics, July 2018*. Atlanta, America.
- Centers for Disease Control and Prevention-CDC. (2018b). *Joint Pain and Arthritis, September 2018*. Atlanta, America.
- Centers for Disease Control and Prevention-CDC. (2019). *Osteoarthritis, January 2019*. Atlanta, America.
- Choi, Y. H., Shin, K. R., Kim, O. S., Ko, S. H., Kong, E. S., Kim, K. H., ... & Hwang, E. H. (2018). 노인과 건강 [Old man and health] [5rd ed]. Seoul: Hyunmoon.
- Chung, J. S. (2008). Changes of the physical performance and bone mineral density by aging. *The Korean Journal of Physical Education*, 47(1), 489-499.
- 'Cold wind blows worsening knee pain'. (2019, October 12). *Soprschsoun*. Retrieved December 5, 2019, from <http://sports.chosun.com/news/ntype.htm?id=20191012010009070006281&servicedate=20191011>
- Health Insurance Review & Assessment Service. (2019, February 15). *Multi-Bination Disease Statistics*. Retrieved August 12, 2019, from HYPERLINK <https://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapHifrqSickInfo.do>"<https://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapHifrqSickInfo.do>
- Hong, B. S., Lee, E. J., & Chu, Y. J. (2010). The effect of environmental values of fashion consumers on purchase satisfaction and repurchase intention of eco-friendly fashion products. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(4), 431-438.
- Jung, H. K., & Lee, J. R. (2015). Suggestion of the bicycle wear design based on active senior women's preference. *Fashion & Textile Research Journal*, 17(4), 604-612. doi:10.5805/SFTI.2015.17.4.604
- Jung, J. H. (2019). *Sex difference and risk factors in incidence and mortality of stroke*. Unpublished doctoral dissertation, Korea University, Seoul.
- Kang, H. J., & Jung, M. S. (2016). A study on the development of protective inner wear for lumbar disc disease patients (Part I) - Analysis of commercial lumbar pads and the actual wearing state of the lumbar pads -. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 40(3), 516-525. doi:10.5850/JKSC.2016.40.3.516
- Kang, G. S. (2019). *Development and effects of mobile app-based prevention program of knee osteoarthritis for obese middle-aged women: based on IMB model*. Unpublished doctoral dissertation, Chonnam National University, Gwangju.
- Kim, D. M., Kim, B. K., Kwon, O. Y., & Park, K. S. (2018). Effects of knee balance taping therapy on knee pain and R of motion in the elderly. *Journal of Digital Convergence*, 16(6), 213-222. doi:10.14400/JDC.2018.16.6.213
- Kim, H. R., & Kim, E. J. (2013). Prevalence of osteoarthritis and its affecting factors among a Korean population aged 50 and over. *Journal of Korean Public Health Nursing*, 27(1), 27-39. doi:10.5932/JKPHN.2013.27.1.27
- Kim, J. S. (2019b). *Development and effect of a physical activity program in obese older adults with knee osteoarthritis*. Unpublished doctoral dissertation, Ajou University, Suwon.
- Kim, M. Y. (2019a). *Identifying latent classes of older adults at risk for fall*. Unpublished doctoral dissertation, Konkuk University, Seoul.
- Kim, R. B., & Cho, J. H. (2013). An analysis on the contribution of lower limb joint according to the gender and gait velocity. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 23(2), 159-167. doi:10.5103/KJSB.2013.23.2.159
- Kim, S. Y., & Hong, K. H. (2012). Engineering design process of tight-fit sportswear using 3D information of dermatomes and skin deformation in dynamic posture. *Korean Journal of Human Ecology*, 21(3), 551-565. doi:10.5934/kjhe.2012.21.2.551
- Kim, S. Y., & Jeon, E. Y. (2011). Influencing factors on osteoarthritis in Korean. *Korean Academic Society of Rehabilitation Nursing*, 14(2), 111-117.
- Koo, D. S. (2016). *The development of wrist brace used 3D printer and 3D scanner*. Unpublished master's thesis, Pusan National University, Busan.

- Korea Centers for Disease Control and Prevention-KCDC. (2016a). Osteoarthritis [골관절염]. Retrieved June 10, 2019, from <http://health.cdc.go.kr/health/HealthInfoArea/HealthInfo/View.do?idx=2750>
- KCDC. (2016b). Knee joint impairment [무릎 관절 손상]. Retrieved June 10, 2019, from <http://health.cdc.go.kr/health/HealthInfoArea/HealthInfo/View.do?idx=3160&subIdx=1>
- Kwon, C. R., & Kim, D. E. (2017). Cycle wear functional design preference and demands based on gender - Focusing on cycle wear top -. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 41(4), 673-686. doi:10.5850/JKSCT.2017.41.4.673
- Lee, C. H. (2019). The effect of psychological intervention for pain reduction in osteoarthritis patients : A meta-analysis. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 20(5), 109-117. doi:10.5762/KAIS.2019.20.5.109
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee, Y. J. (2013). A survey on the wearing of leg guard for the optimum design solution. *Proceeding of the Korean Association of Human Ecology, Winter Conference, Korea*, pp. 228-230
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee, Y. J. (2015b). 3D modeling of safety leg guards considering skin deformation and shape. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(4), 555-569. doi:10.5934/kjhe.2015.24.4.555
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee, Y. J. (2015c). Analysis of wearing propensities, wearing comfort, mobility of movement, and 3D shape for advanced baseball leg guards design. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 39(1), 63-76. doi:10.5850/JKSCT.2015.39.1.63
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee, Y. J. (2017). Selection of grading deviations to develop improved baseball leg guards for size suitability and efficiency. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 41(1), 184-195. doi:10.5850/JKSCT.2017.41.1.184
- Lee, H. J., Kim, N. Y., Hong, K. H., & Lee, Y. J. (2015a). Selection and design of functional area of compression garment for improvement in knee protection. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(1), 97-109. doi:10.5934/kjhe.2015.24.1.97
- Lee, J. J., & Suh, M. A. (2010). Slacks purchase realities and wearing satisfaction focused on old-aged women. *The Research Journal of the Costume Culture*, 18(3), 541-549.
- Lee, J. R., Son, J. W., & Kim, B. U. (2018). Product development of rehabilitation-aid device by applying 3D printing - Focused on development of ankle foot orthosis for joint stiffness rehabilitation of stroke-hemiparalysis patients. *Korea Society of Industrial Design*, 12(1), 139-148.
- Lee, J. S., Choi, M. H., & Moon, H. W. (2019a). The effect of the wearing of knee sleeve on pedestrian capacity by age in 20s and 60s. *Korean Society of Growth and Development*, 27(2), 107-113. doi:10.34284/KJGD.2019.05.27.2.107
- Lee, J. T. (2017). Effects of knee protective knee wear on factors of anterior cruciate ligament injury during double leg lading factor a maximum vertical jump. *Korean Journal of Sports Science*, 26(3), 1357-1365. doi:10.35159/kjss.2017.06.26.3.1357
- Lee, J. Y., Park, J. H., & Nam, Y. J. (2019b). A study on body shape characteristics of elderly men and women - Focusing on the application of various obese indices -. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 43(2), 184-203. doi:10.5850/JKSCT.2019.43.2.184
- Lee, S. H. (2012). *A study on design development of medical staff uniform and patient gown for hospitals*. Unpublished doctoral dissertation, Chung-Ang University, Seoul.
- Lim, B. O. (2007). The effects of knee brace on the knee extensor and valgus moment during the rebound in female highschool basketball player. *Korean Journal of Physical Education*, 46(4), 509-514.
- Lim, B. O., Kim, K. W., & Seo, J. S. (2012). The effects of knee brace on anterior cruciate ligament injuries risk factors during one-legged landing of female gymnasts. *Korean Journal of Physical Education*, 51(4), 419-425.
- 'Mcdavid'. (n. d.). *Mcdavid*. Retrieved April 7, 2020, from [http://www.mcdavid.co.kr/src/products/products\\_detail.php?product\\_category\\_id=16&product\\_category\\_id\\_main=0&product\\_mst\\_id=0016\\_00012&now\\_page=1](http://www.mcdavid.co.kr/src/products/products_detail.php?product_category_id=16&product_category_id_main=0&product_mst_id=0016_00012&now_page=1)
- Moon, C. W., & Kim, G. H. (2016). A study on the design satisfaction and requirements for user experience for walking frames. *Korean Society of Basic Design & Art*, 17(4), 127-138.
- Moon, G. S., & Kim, T. H. (2015). Study of effects on taping of knee joint for patellofemoral compressive force during stair descent in elderly women. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 22(3), 12-22. doi:10.12674/ptk.2015.22.3.012
- Moon, H. W., Choi, M. H., & Lee, J. S. (2019). A study on the function and effect of the knee sleeve based on ICBM. *Korean Journal of Sports Science*, 28(3), 927-938. doi:10.35159/kjss.2019.06.28.3.927
- Moon, S. J. (2006). *Study on development of universal fashion design for the elderly & disabled women*. Unpublished doctoral dissertation, Chung-Ang University, Seoul.
- 'Nakayamashiki'. (n. d.). *Coupage*. Retrieved April 6, 2020, from <https://www.coupage.com/vp/products/30229505?itemId=115171142&vendorItemId=3230138248&src=1032001&spec=10305201&addtag=400&ctag=30229505&lptag=P30229505&itime=20200406112352&pageType=PRODUCT&pageValue=30229505&wPcid=15608718022335377095312&wRef=cr2.shopping.naver.com&wTime=20200406112352&redirect=landing&isAddedCart=>
- Oh, H. A., Mun, K. R., Chun, S. K., Choi, S. J., Jeong, H. S., & Kim, J. W. (2017). Patella shape extraction from 3D point cloud data for personalized knee brace. *Proceeding of the Korean Society for Precision Engineering, Spring Conference, Korea*, pp. 291-291.
- Park, J. H., & Lee, J. R. (2014). Study on the preference survey for developing the fall impact protective clothing - Targeting women ages of 50s to 70s -. *Fashion & Textile Research Journal*, 16(1), 101-110. doi:10.5805/SFTI.2014.16.1.101
- 'Rehband'. (n. d.). *Rehbandkorea*. Retrieved April 7, 2020, from [http://rehbandkorea.com/goods/goods\\_view.php?goodsNo=1000000176](http://rehbandkorea.com/goods/goods_view.php?goodsNo=1000000176)
- Ryew, C. C., & Hyun, S. H. (2017). Effect of knee compression band on balance during single-leg stance. *Journal of Marine Sport Studies*, 7(2), 27-35. doi:10.1016/S0257-5655(07)70004-4
- Sang, J. S. (2014). *Effect of yarn type and knit structure on stretch prortery and clothing pressure of high stretch knitted fabric*. Unpublished doctoral dissertation, Hanyang University, Seoul.

Seo, Y. H. (2008). *Study of brassier design for elderly women based upon analysis current sales of brassier*. Unpublished doctoral dissertation, Chung-Ang University, Seoul.

'Shinsei'. (n. d.). *Gmarket*. Retrieved April 6, 2020, from <http://item.gmarket.co.kr/DetailView/Item.asp?goodscode=1573122795&GoodsSale=Y&jaehuid=200001169&NaPm=ct%3Dk8nuzq5s%7Cci%3D74faf01df40dc4f0dd63b93c20823b2336c75e2f%7Ctr%3Dslsc%7Csn%3D24%7Chk%3Dcd38a68f3cc685644392502a1d8f5776babb675e>

Yang, B. S. (2006). Current trends of research to overcome osteoarthritis. *Korea Institute of Science and Technology*, 10(4), 243-250.

'Zamst'. (n. d.). *Naumonshop*. Retrieved April 7, 2020, from [http://www.naumonshop.co.kr/product/detail.html?product\\_no=325&cate\\_no=25&display\\_group=1](http://www.naumonshop.co.kr/product/detail.html?product_no=325&cate_no=25&display_group=1)

(Received 29 January, 2020; 1st Revised 18 March, 2020;  
2nd Revised 30 March, 2020, Accepted 4 May, 2020)