한국의류산업학회지
제20권 제5호, 2018
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 20, No. 5, pp.569-582(2018)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2018.20.5.569

여성 노인을 위한 낙상충격 보호팬츠 개발 및 평가

박정현[1)] · 이진숙[1)] · 이정란[2)†]
[1)]부산대학교 노인생활환경연구소
[2)]부산대학교 의류학과/부산대학교 노인생활환경연구소

Development and Evaluation of Fall Impact Protective Clothing for the Elderly Women

Jung Hyun Park[1)], Jin Suk Lee[1)], and Jeong Ran Lee[2)†]
[1)]Research Institute of Ecology for the Elderly, Pusan National University; Busan, Korea
[2)]Dept. of clothing & Textiles, Pusan National University/Research Institute of Ecology for the Elderly, Pusan National University; Busan, Korea

Abstract: The purpose of this study is to verify the impact protection performance and to evaluate the activity, design, fit, and pad characteristics of the fall impact protection clothing for elderly women. The protective clothing was designed as pants type and underwear type, and an impact protection pad in the form of a tightly connected regular hexagon piece was inserted in the hip and hip joints. The pad was made of two kinds of foam single pad and foam and gel combination pad so that they could be inserted into pants type and underwear type, respectively. The results of the shock absorption performance of the fall impact protective clothing showed that when the impact force of 4601N was applied to the pants type protective clothing, the impact force was reduced by 29% in the foam pad type and 26% in the gel and foam pad type. When the force of 5113N was applied to the underwear type, it decreased by 40% in the foam pad type and by 34% in the gel and foam pad type. As a result of wearing evaluation of subject group, it was found that fit and activity of underwear type was better than that of pants type. Foam pad type was evaluated to be lighter than gel and foam pad type in both the subject and the expert group and the gel and foam pad was evaluated to be more flexible in the expert group.

Key words: fall (낙상), elderly women (여성노인), impact protective pad (충격보호패드), impact protection performance (충격보호성능), wearing evaluation (착의평가)

1. 서 론

노인의 기대수명이 높아지면서 노후를 젊고 건강하게 보내고자 하는 액티브 시니어가 늘어나 적극적 사회활동이나 야외활동 참여 기회가 많아지고 있다. 그러나 아직까지 노인을 위한 실버웨어 전문 브랜드는 활성화되지 않고 있으며 특히 노인을 위한 기능복이나 아웃도어웨어 시장은 형성되어 있지 않다. 지금까지의 노인 의복 연구가 주로 디자인, 의복 치수 등 노인의 체형 변화에 따른 외형적 문제점을 해결하는데 집중하였기 때문에 노인의 생명 또는 삶의 질과 관련되는 보호복 연구는 매우 부족하다. 최근 들어 노인 환자나 요양병원 장기 입원 환자 등을 대상으로 한 개호복 개발(Park & Ryou, 2008; “Silver markets of a new era”, 2011)이 이루어지고 있으나 이러한 의복은 스스로 움직일 수 없는 비 건강 노인 환자를 대상으로 하고 있어 건강한 노인을 위한 보호복 개발에도 관심을 가져야 할 시점이다.

65세 이상 노인 중 약 1/3은 매년 낙상을 경험하는 것으로 보고되고 있으며, 우리나라에서 한 해 낙상으로 인해 사망하는 노인은 83만 여명에 이른다(Bae, 2017; Ruchinskas, 2003). 낙상으로 인해 골절, 혈종, 타박상, 부종 등의 신체적 손상을 입게 되는데, 노인의 경우 골밀도가 낮아 작은 충격에도 골절상을 입기가 쉽고, 골절사고 후에는 합병증이 발생되어 치료기간이 장기화 될 수 있으며 심한 경우에 사망에 이를 수 있다. 낙상으로 입원한 노인의 50%는 1년 이내 사망한다는 보고가 있으며, 낙상으로 인한 의료비 지출의 증가도 경제적인 부담을 줄 수 있다(Ryeom et al., 2001). 또한 낙상을 경험한 노인은 일상생활에서 타인에 대한 의존도가 높아질 뿐만 아니라 우울증, 자신감 상실 등의 심리적인 어려움을 겪게 된다(Gallagher et al., 2001).

낙상실태에 대한 연구(Lee et al., 2014) 따르면 낙상의 장소

†Corresponding author; Jeong Ran Lee
Tel. +82-51-510-2841, Fax. +82-51-583-5975
E-mail: ljrj@pusan.ac.kr
© 2018 (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.

는 '도로나 길에서가 가장 많았으며, '보행 중' 혹은 '계단을 오르내리는 중'에 주로 낙상을 경험하며, 낙상의 원인은 '발을 헛디딤' 혹은 '미끄러짐'으로 보고되어, 대부분의 낙상이 일상생활에서 발생되고 있음을 알 수 있었다. 따라서 외부 충격에 취약한 노인을 위해 낙상 시 충격을 최소화할 수 있는 일상생활용 충격보호복의 개발이 필요한 상황이다. 이러한 의복은 노인의 신체활동을 제약하지 않고, 형태가 특이하지 않으면서 압박감이 작고, 입고 벗기 쉬워야 하므로 노인들이 사용하기에 적합한 구조와 형태를 갖춘 충격보호복의 연구개발이 필요하다.

충격보호복에 관한 연구를 살펴보면, 충격보호용 스포츠웨어 개발현황에 관한 분석적 연구(Park & Lee, 2003), 스노우보드 보호용 속바지 개발에 관한 연구(Lee, 2009), 에어백 장착 모터사이클 의복에 관한 연구(Choi & Do, 2005), 태권도 몸통 보호구의 충격력에 대한 연구(Choi, 2009) 등 스포츠 분야의 충격보호복과 관련한 연구가 있었다. 낙상충격보호복과 관련된 연구로는 낙상충격량을 유한요소 모델링을 통해 분석한 연구(Keyak & Rossi, 2000; Park et al., 2014)가 진행되어 낙상 시 발생하는 충격하중에 대한 정보를 확인할 수 있다. 물리적, 에어백 시스템을 적용한 충격완화장치에 대한 연구(Kim et al., 2010; Park & Kim, 2012)가 진행되었으나 부피감이나 착용감 문제가 있어서 의류에 적용시키려면 해결해야 할 부분이 많은 것으로 판단된다. 고관절 보호대의 착용특성 및 패턴에 관한 연구(Jeon et al., 2017; Jeon et al., 2014; Jeon et al., 2016)는 의복적인 특성에 한하여 평가하였으므로 물리적인 성능에 대한 평가로 요구되어진다. 그 외에도 충격성능시험을 통해 시판 힙프로텍터 패드의 충격완화성능을 비교하고 평가한 연구(Choi et al., 2010; Laing & Robinovitch, 2008; Li et al., 2013; Van Schoor et al., 2006)를 통해 힙프로텍터가 낙상 시 고관절 부위에 가해지는 충격을 감소시켜 골절 예방에 도움이 되는 것을 확인할 수 있었다.

최근의 연구에서 낙상충격보호복 개발을 위하여 노년 여성의 충격보호팬츠 선호도를 조사(Lee et al., 2014; Park & Lee, 2014)하여 충격보호복을 개발하고 평가한 연구(Park & Lee, 2016; Park & Lee, 2017)가 이루어졌다. 그러나 패드의 소재가 폼(Foam)에 한정되어 있으므로 다양한 충격보호소재를 사용하여 실용적이고 적합도가 높은 낙상충격보호복을 개발하고 그 성능을 검증하는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 선행연구에서 개발한 보호패드(Park et al., 2018)를 적용하여 노년 여성을 대상으로 낙상충격보호복을 설계하고 보호복의 적합성을 평가하고자 하였다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 낙상충격보호복의 디자인 선호도 조사를 바탕으로 팬츠형과 속옷형의 보호복을 디자인하고 패턴을 설계한다.

둘째, 선행연구에서 개발한 폼 단일형 패드와 젤+폼 복합형 패드를 보호복에 적용하여 낙상충격보호복을 완성한다.

셋째, 물리적 실험을 통해 낙상충격보호복의 충격흡수성능을 평가한다.

넷째, 착의평가를 통해 낙상보호복의 활동성, 디자인, 맞음새, 패드특성, 착용특성을 평가한다.

2. 연구방법

2.1. 낙상충격보호복 디자인

본 연구의 낙상충격보호복은 엉덩이와 고관절 부위에 보호패드가 삽입되어 낙상 시 발생하는 충격을 줄일 수 있도록 하는 의복이며, 일상생활 시 겉옷으로 착용이 가능한 팬츠형 보호복과 팬츠나 스커트 안에 착용할 수 있는 속옷형 보호복으로 나누어 디자인 하였다. 팬츠형 보호복은 선행연구(Park & Lee, 2016) 결과를 보완하여 빙판길 사고 등 낙상이 빈번하게 발생하는 겨울을 위한 세미일자형 팬츠로 디자인하였으며, 속옷형 보호복은 넙다리 중간 길이의 신축성이 좋은 속옷형태로 디자인하였다. 팬츠와 속옷 각각 3종의 디자인 시안을 개발하였으며, 착용자의 디자인 선호도를 파악하고자 2015년 3월에 부산의 노인복지관에서 낙상을 경험한 65세 이상 79세 미만의 노년 여성을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 시 선행연구(Park et al., 2018)에서 개발한 보호패드 샘플과 보호부위가 표시된 디자인 시안을 응답자에게 제시하여 충격보호복에 대한 이해가 가능하도록 하였으며, 설문 문항은 팬츠형과 속옷형 보호복에 대하여 각각 선호 디자인과 선호 이유, 선호하는 보호복 종류 등을 선택할 수 있도록 구성하였다. 설문지는 총 110부를 배부하고 회수된 것 중 불완전한 응답을 제외하고 최종 100부를 분석에 사용하였다. 자료 분석은 SPSS Ver. 21을 이용하여 각 문항에 대해 빈도와 백분율을 구하고 분석하였다. 노년 여성의 보호복 디자인 선호도 결과와 의류전문가의 의견을 참고로 낙상충격보호복의 디자인을 수정, 보완하여 최종 디자인을 완성하였다.

2.2. 낙상충격보호복 패턴설계 및 제작

낙상충격 보호복의 팬츠패턴은 60대 여성 평균치수를 토대로 마담브랜드의 기본패턴을 본 연구에 맞도록 수정, 보완하였으며, 속옷패턴은 3종의 신축성 레깅스 원형(Armstrong, 2006; Knowles, 2005; Oh, 2002) 중에서 활동성이 좋고 인체를 너무 압박하지 않아 노인 체형에 적합한 레깅스 원형(Knowles, 2005)을 기본원형으로 선정하여 본 연구에 적합하게 수정, 보완하여 완성하였다. 보호패드는 선행연구(Park et al., 2018)에서 개발한 8mm의 폼 단일형 패드와 젤+폼 조합형 패드 2종으로 제작하였으며, 보호복 내부에 안감으로 주머니를 만들어 패드의 삽입과 분리가 가능하도록 하였다. 보호용 패드를 삽입하는 위치는 선행연구(Park & Lee, 2016; Park et al., 2018)에서 착의실험을 통해 설정한 부위를 따랐으며, 팬츠형과 속옷형에 각각 2종의 보호패드를 통합시켜 총 4종의 낙상충격보호복을 완성하였다.

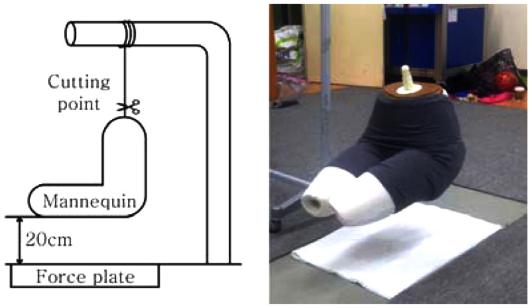

Fig. 1. Schematic diagram of drop weight impact test equipment.

2.3. 낙상충격보호복의 충격흡수성능 평가

본 연구에서 개발된 보호복의 충격흡수성능을 평가하기 위해 Fig. 1과 같이 낙하시험 장치를 구성하였다. 지면반력기 위에 기둥을 설치하고 7kg 무게의 플라스틱으로 제작된 하반신 마네킹을 지면과 20cm 높이로 유지되도록 매단 후 기둥과 마네킹을 연결하고 있는 끈을 잘라 마네킹의 자유낙하 시 수직방향으로 발생하는 충격력을 측정하였다. 낙상 시 엉덩이 부위에 최대로 가해지는 힘의 크기는 9000N 정도라고 보고되었지만 (Kim et al., 2010), 본 연구에서 사용한 지면반력기는 5500N 이내의 힘을 측정할 수 있도록 제한하였으므로, 마네킹을 지면으로부터 5cm 높이에서부터 5cm 간격으로 높여가면서 충격력을 측정하여 5500N이 넘지 않는 최대 높이인 20cm로 실험조건을 설정하였다. 패드가 없는 보호복을 입혀서 10~13회의 반복 낙하시험을 실시하였으며, 폼패드와 젤+폼패드를 각각 삽입한 팬츠형과 속옷형 보호복에 대하여서도 동일한 방법으로 28~30회의 반복 낙하시험을 실시하였다. 단, 센서와 힘판의 손상을 막기 위해 5mm 두께의 압축솜 보호재를 깔고 실험을 진행하였다. 낙하 시험 완료 후 측정된 데이터에 대하여 최대값을 수집하여 보호복의 종류별로 패드가 없는 경우, 폼패드를 삽입한 경우, 젤+폼패드를 삽입한 경우로 나누어 분산분석을 실시하였다.

2.4. 낙상충격보호복의 착의평가

2.4.1. 착용자 평가

60세 여성 평균 인체치수를 기준으로 평균±표준편차 범위에 해당하는 65세 이상의 노년 여성 14인을 대상으로 4종의 낙상충격보호복에 대하여 활동성, 디자인, 맞음새, 패드 특성, 착용특성 등에 대하여 평가하였으며, 피험자의 인체계측 치수는 Table 1과 같다. 활동성 평가를 위해 피험자에게 4종의 보호복을 착용시키고 일상생활에서 자주하게 되는 7가지 동작을 실시하게 한 후 동작 시 느끼는 편안한 정도를 평가하도록 하였다. 디자인과 맞음새에 대한 평가는 피험자가 의복을 착용한 상태에서 거울을 보고 평가할 수 있도록 하였다. 디자인 요소에 대한 평가는 패드의 종류와 상관이 없으므로 의복형태로만 나누어서 팬츠형과 속옷형에 대하여 각각 한 번씩만 응답하도록 하였다. 맞음새는 허리선의 위치, 각 부위의 여유량, 팬츠길이, 전체적인 맞음새 등 7가지 항목으로 구성하여 4종의 의복에 대하여 각각 평가하도록 하였다. 패드특성과 착용특성에 대한 항목은 의복을 착용한 상태에서의 평가를 포함하여, 의복의 착탈의와 패드를 넣고 빼는 행동을 수행하게 하여 실제 의복을 착용했을 때의 실용성을 종합적으로 평가할 수 있도록 하였다. 4종의 보호복에 대한 평가를 마친 후에 선호하는 보호복의 형태와 패드의 종류에 대하여 조사하였다. 선호도 조사를 제외한 모든 항목에 대하여 5점 리커트 척도를 평가척도로 사용하였으며, '매우 그렇지 않다'를 1점, '매우 그렇다'를 5점으로 하였다. 착의평가 결과에 대하여 4종의 보호복에 대하여 프리드만 검정을 실시하였고, 의복형태와 패드종류에 따른 차이를 확인하기 위하여 윌콕슨 부호-서열 검정을 실시하였다.

2.4.1. 전문가 평가

의복구성학 전공 대학원생 이상의 전문가 10명이 낙상충격보호복의 디자인, 맞음새, 패드특성 등에 대하여 평가하였다. 65세 이상 여성 3인을 피험자로 정하였으며 피험자의 인체치수는 Table 1에 제시하였다. 피험자는 한 명씩 번갈아 가며 4종의 실험복을 착용하고 전문가 집단에게 앞, 옆, 뒷모습을 보여주어 디자인과 맞음새에 대하여 평가할 수 있도록 하였다. 외

Table 1. Body size of subjects

Subject	1[1)]	2[1)]	3[1)]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	*M* *(SD)*	60's *M(SD)*
Age(years)	65	65	66	65	65	66	67	68	69	70	71	75	77	78	69.1 (4.58)	-
Waist circumference(cm)	78.5	79	79	78	81	84	83	79	83	85	83	79	83	79	81 (2.42)	85.6 (8.21)
Hip circumference(cm)	92	91.3	92	93	93	93	92	97	92	96	97	93	97	92	93.6 (2.15)	92.6 (5.34)
Height(cm)	157	155	156	153	157.5	155	150	157	155	154	155	150	148	150	153.8 (3.07)	152.3 (5.32)
Weight(kg)	54	52	52	52	56	54	56	52	56	56	60	53	56	52	54.4 (2.41)	57.8 (8.08)

[1)] Duplicate participation in subject experiment and expert group's appearance evaluation

Table 2. Design preference for pants & reason

Reason \ Design	Design 1	Design 2	Design 3	Total
	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)
Comfortable in an activity	20(35.1)	13(68.4)	14(58.3)	47(47.0)
Sophisticated	31(54.4)	4(21.1)	6(25.0)	41(41.0)
Combination in my body type	2(3.5)	2(10.5)	4(16.7)	8(8.0)
Coordination is easy with other clothing	4(7.0)	0(0.0)	0(0.0)	4(4.0)
Total	57(100.0)	19(100.0)	24(100.0)	100(100.0)
χ^2	18.306*			

*p<.05

관평가 후 전문가 집단에게 4종의 보호복 실물을 제공하여 실제 의복을 살펴보고, 패드를 삽입 · 분리해 보도록 하여 패드특성을 평가할 수 있도록 하였다. 모든 문항에 대하여 5점 리커트 척도를 평가척도로 사용하였으며, '매우 그렇지 않다'를 1점, '매우 그렇다'를 5점으로 하였다. 보호복의 외관과 패드특성에 대하여 의복형태와 패드종류에 따른 차이를 확인하기 위하여 윌콕슨 부호-서열 검정을 실시하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 낙상충격보호복의 디자인 선호도 조사 결과 및 최종 디자인

3.1.1. 낙상충격보호복의 디자인 선호도 조사 결과

본 연구의 낙상충격보호복은 엉덩이와 고관절 부위에 보호패드가 통합된 형태이며, 의복내부에 주머니 형태의 패드 삽입부가 있어 패드를 필요에 따라 쉽게 넣고 뺄 수 있도록 구성하였다. 낙상을 경험한 여성 노인을 대상으로 팬츠형과 속옷형 보호복 각각 3종의 디자인 시안을 제시하고 디자인 선호도, 디자인을 선호하는 이유 등에 대하여 설문조사를 실시한 결과는 다음과 같으며, 응답자의 평균연령은 69.9세로 60대가 51%, 70대가 49%였다.

팬츠형 보호복은 선행연구의 결과를 반영하여 3가지 디자인으로 제시하였으며, 세미일자형의 실루엣에 절개선이 단순하고 베이직한 디자인으로 앞, 뒤 포켓이 있어 수납이 용이하도록 하였다. '디자인 1'은 바지 앞 접힘선에 핀턱, 뒤허리 다트, 힙포켓이 있는 형태이고, '디자인 2'는 뒤판에 곡선의 절개선이 들어간 형태이며, '디자인 3'은 뒤판에 요크가 있는 형태이다. 선호도 조사 결과, '디자인 1'이 57%로 가장 높았고, 다음으로 '디자인 3'이 24%, '디자인 2'는 19%의 선호도를 보였다. 디자인을 선호하는 이유로는 '활동이 편해 보이기 때문'이라는 응답이 전체 47%의 비율을 보였으며, 3가지 디자인에 따른 선호이유에 유의한 차이가 나타났다. '디자인 1'을 선호하는 이유는 '세련되어 보여서', '활동이 편해 보이기 때문'의 순이었는데 이를 통해 기능성이 강조되는 보호복이라도 외관과 활동성 모두 중요시하는 경향을 알 수 있었다(Table 2).

속옷형 보호복은 신축성 있는 소재를 사용하여 보호패드가 밀착될 수 있도록 하고, 착용감과 활동성을 높였으며, 넙다리 중간 길이의 하의속옷으로 디자인하였다. 여밈은 입고 벗기 편리하도록 앞에서 겹쳐진 여밈을 열고 닫을 수 있는 형태로 디자인하였다. 보호패드의 형태와 면적에 차이를 두어 3가지 디자인 시안을 개발하였으며, '디자인 1'은 고관절과 엉덩이 보호부위를 분리하여 패드 3조각이 타원형으로 보호하는 디자인이며, '디자인 2'는 고관절과 엉덩이 보호부위를 하나의 보호부위로 하여 3조각의 보호패드가 인접하도록 한 형태이고, '디자인 3'은 고관절 부위를 하나의 타원형 패드가 보호하고 엉덩이 부위를 여러 조각의 타원형 패드가 보호하는 형태이다. 보호부위의 면적은 '디자인 2'가 가장 넓고, '디자인 3'이 가장 좁다(Table 3).

Table 3은 속옷형 보호복의 디자인 평가 결과이다. 3가지 디자인 시안 중 '디자인1'이 47%로 가장 선호도가 높았고, 다음으로 '디자인 2'가 40%, '디자인 3'이 13% 순으로 나타났다. 선호 이유는 '전체적으로 활동이 편해 보여서'가 54%, '보호가 더 잘 될 것 같아서'가 36%, '외관상 보호패드가 표시나지 않을 것 같아서'가 10%의 순으로 나타났으며 3가지 디자인에 따른 선호이유에 있어 유의한 차이를 보였다. '디자인 1'과 '디자인 3'에서는 활동성을 중시하고, 보호면적이 가장 넓은 '디자인 2'에서는 보호성을 중요하게 여기는 것으로 나타났다. 팬츠형과 속옷형의 디자인 선호도 결과를 종합적으로 고려하면 노년

Table 3. Design preference for underwear & reason

Reason \ Design	Design 1	Design 2	Design 3	Total
	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)
Comfortable in an activity	32(68.1)	15(37.5)	7(53.8)	54(54.0)
Protection will be work better	9(19.1)	23(57.5)	4(4.7)	36(36.0)
Protective pads do not stand out in appearance	6(12.8)	2(5.0)	2(15.4)	10(10.0)
Total	47(100.0)	40(100.0)	13(100.0)	100(100.0)
χ^2	14.422**			

**p<.01

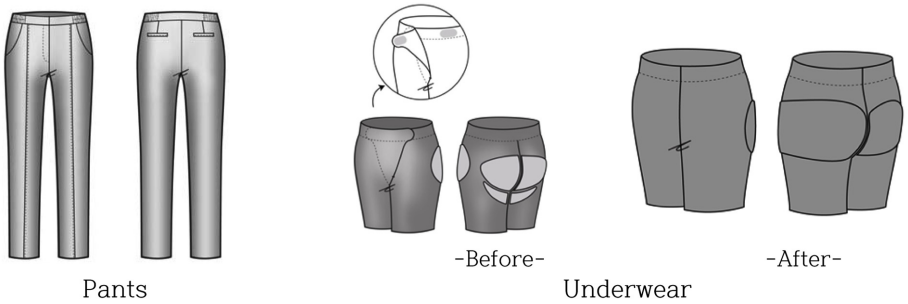

Fig. 2. Design prototypes of the impact protective clothing.

여성을 대상으로 하는 보호복 설계 시 활동성과 외관을 보장하는 것이 중요하다고 생각된다.

3.1.2. 낙상충격보호복 최종 디자인

팬츠형 보호복은 디자인 선호도 조사 결과에서 가장 선호도가 높았던 '디자인 1'로 선정하였으며, 속옷형 보호복은 '디자인 1'의 선호도가 가장 높은 것으로 나왔으나 개발과정 중에 여러 조각의 패드를 각각 삽입하는 것이 번거로우므로 타원형 패드의 형태는 유지하되 보호부위를 하나의 패드로 만드는 방법으로 변경하였다. 양쪽으로 여는 앞여밈 방식도 입기에는 편리하지만 여미는 것이 귀찮고 불편하다고 의견을 참고하여 허리 전체를 고무밴드로 변경하였다. 최종 디자인은 Fig. 2에 제시하였다.

3.2. 낙상충격보호복 패턴설계

팬츠형 보호복의 패턴설계를 위한 기초원형으로 마담브랜드의 업체패턴이 가장 적합한 것으로 평가되어 이를 본 연구 대상에 적합하도록 수정, 보완하였다(Fig. 3). 팬츠형 보호복의 패턴설계를 위한 인체치수는 제6차 한국인 인체치수조사의 60대 여성 평균치수를 참고하여 허리둘레 82cm, 엉덩이둘레 92cm, 엉덩이길이 20cm, 밑위길이 26cm, 바지길이 95cm로 설정하였다. 디자인에 따라 앞 중심선에 0.3cm 잘라 벌려 핀턱을 넣을 수 있도록 패턴을 전개하였으며, 뒤판은 보호부위가 될 엉덩이 부위에 패드가 삽입되는 두께를 고려하여 패턴을 절개하여 벌려주었다. 허리벨트는 옆선을 기준으로 앞쪽으로 5.5cm, 뒤쪽으로 6.5cm만큼 총 12cm의 부분을 고무 밴드로 설정하였다. 보호부위에 맞추어 팬츠 내부에 패드를 넣기 위하여 Fig. 3에 제시한 바와 같이 주머니를 설계하였다.

속옷형 보호복을 위한 기초원형은 3가지 신축성 원형(Armstrong, 2006; Knowles, 2005; Oh, 2002)에 대한 착의실험을 통해 여유분이 적절한지 평가하여 인체를 너무 압박하지 않고 노인 체형에 적합하며 활동성이 좋은 니트 레깅스 원형(Knowles, 2005)을 선정하여 본 연구에 적합하도록 수정, 보완하여 완성하였다(Fig. 4).

속옷형 보호복의 패턴설계를 위한 인체치수는 팬츠형과 동일하며 속옷의 길이는 넙다리 중간에 위치하도록 42cm로 정하였다. 허리 고무밴드의 폭은 2.3cm로 설정하였으며, 노인의 신체적 특성을 고려하여 압박감을 많이 주지 않는 부드러운 고무밴드를 사용하였다. 속옷형도 내부에 보호패드를 삽입하기 위한 주머니를 Fig. 4와 같이 설계하였다.

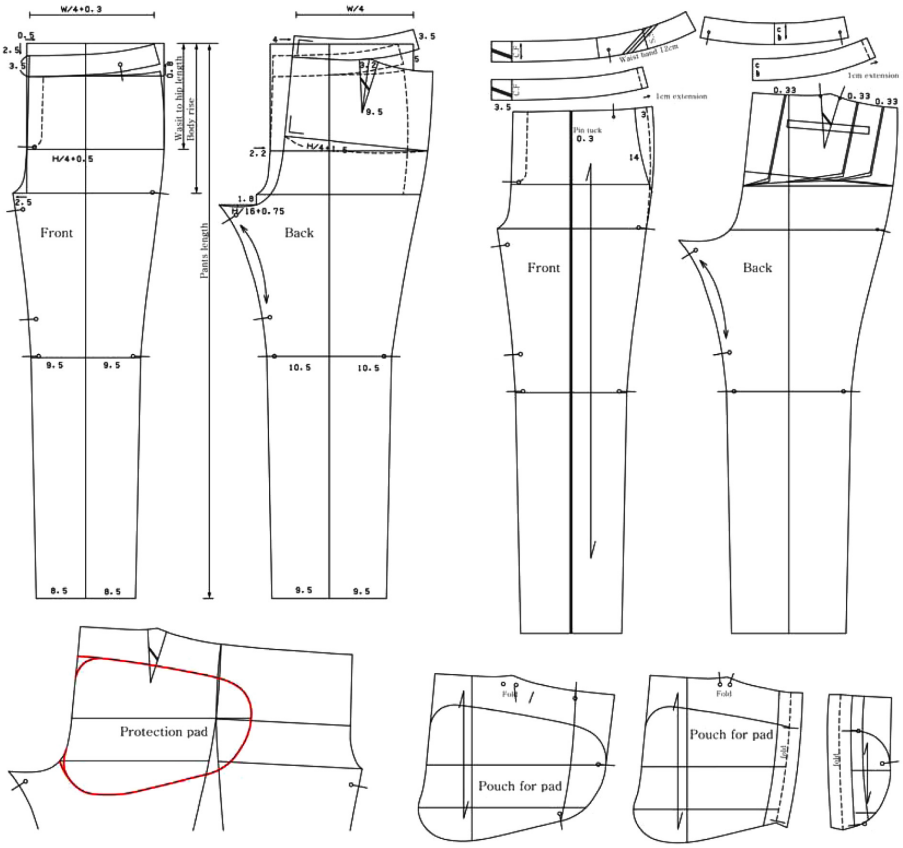

Fig. 3. Pants pattern.

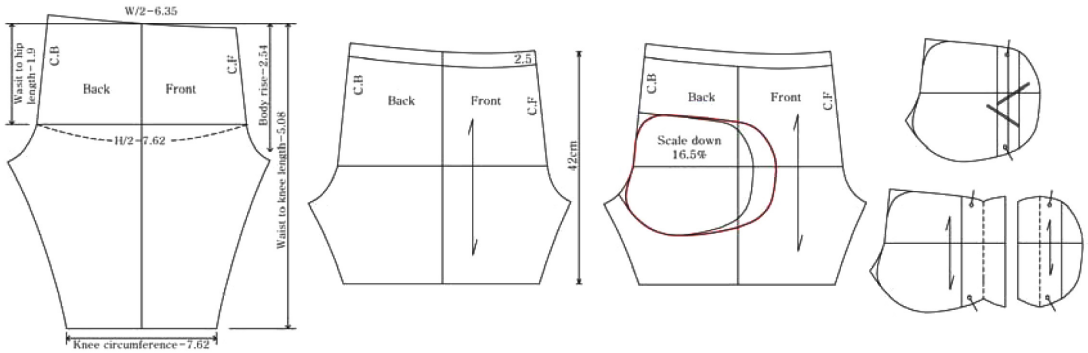

Fig. 4. Underwear pattern.

3.3. 낙상충격보호복 제작 및 완성

팬츠형 보호복의 소재는 선행연구(Lee et al., 2014; Park & Lee, 2014)의 결과를 바탕으로 색상은 검정이며, 신축성이 있어 물세탁이 가능하고 안쪽에 기모가 있어 보온성이 좋은 기능성 소재를 선정하였다. 속옷형 보호복 소재의 색상은 선호도 조사 결과에 따라 회색으로 하였으며, 신축성이 있고 부드러운 저지 원단을 사용하였다(Table 4).

낙상충격보호복 팬츠형과 속옷형에는 각각 선행연구에서 개발한 폼 단일형 패드와 젤+폼 조합형 패드를 삽입하였다. 보호패드는 정육각형 조각의 완충재가 메쉬원단 두 겹 사이에 벌집 모양으로 배치되어 육각형 사이를 봉제선으로 고정한 형태이며, 패드의 설계도와 실물사진은 Table 5에 제시하였다. 패드의 두께는 가장 중점적으로 보호해야 하는 부위를 8mm 두께로 하고 가장자리로 갈수록 얇아지도록 하여 외관과 활동성을 좋게 하였다. 낙상충격보호복을 실물 제작하여 완성한 모습은 Table 5에 제시하였으며, 사진과 같이 보호복 내부에 패드주머니가 있

Table 4. Physical properties of the test pants material

		Pants	Underwear	Mesh (Pad)
Fiber contents(%)		Nylon 50%(Tactel®), Polyester 40%(Thermolite®), Polyurethane 10%(Lycra®)	Acrylic 47.7%, Rayon 30.5%, Polyester 19.5%, Polyurethane 2.3%	Polyester 97% (Lycra®), Spandex 3% (Coolmax®)
Weight (g/m^2)		310	196.5	148.9
Thickness (mm)		1.12	0.57	0.53
Stretch (%)	Warp	23.1	63.8	13.0
	Weft	7.9	130.4	73.6

Table 5. Protection pad and protective clothing

	Pants	Underwear
Pad		
Pad pouch of the inner parts		
Foam pad		
Gel+ foam pad		

Table 6. Drop impact test result (Unit: Newton)

Clothing	Pad	N	*M*	*SD*	Post analysis	*F*
Pants	without pad	13	4601.26	744.72	a	28.230***
	Foam pad	29	3243.95	665.98	b	
	Gel+foam pad	28	3407.69	262.47	b	
Underwear	without pad	10	5112.78	590.85	a	86.056***
	Foam pad	30	3051.39	384.10	b	
	Gel+foam pad	30	3376.86	424.53	b	

***p<.001, a>b: Duncan's multiple range test

어서 옆선에 위치한 입구를 통해 보호패드를 삽입하거나 제거할 수 있도록 하였다.

3.4. 낙상충격보호복의 충격흡수성능 평가 결과

Table 6은 마네킹에 팬츠형과 속옷형 보호복을 입혀서 낙하시험을 진행한 결과이다. 패드가 없는 팬츠를 입혀 마네킹을 낙하시켰을 때 가해진 힘의 최대값은 4601N이었고, 폼 단일형 패드를 삽입한 팬츠에서는 3244N으로 패드가 없을 때에 비해 충격값이 29% 감소된 것을 확인할 수 있으며, 젤+폼 조합형 패드를 삽입한 팬츠에서는 3408N으로 26%만큼 충격력이 줄어든 것을 알 수 있었다.

패드가 없는 속옷을 입혀 마네킹을 낙하시켰을 때 가해진 힘의 최대값은 5113N이었고, 폼 단일형 패드를 삽입한 속옷에서는 3051N으로 보호패드로 인해 충격값이 40% 감소된 것을 확인할 수 있으며, 젤+폼 조합형 패드를 삽입한 속옷에서는 3377N으로 34%만큼 충격력이 줄어든 것으로 나타났다.

분산분석 결과에서 팬츠형과 속옷형 모두 패드의 삽입여부에 따라 충격력에서 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었으며, 패드가 삽입된 경우에 충격력을 줄여주는 것으로 나타났다. 하지만 패드의 종류에 따라서는 유의한 차이가 없어서 폼 단일형 패드와 젤+폼 조합형 패드 사이에는 보호력의 차이가 없는 것을 확인할 수 있다.

Table 7. The activity evaluation of subject group(Friedman result)

	Pants		Underwear		χ^2
	Foam (n=14)	Gel+foam (n=14)	Foam (n=14)	Gel+foam (n=14)	
Chair-sitting	4.57(.514)	4.36(.745)	4.50(.760)	4.71(.611)	3.422
Crouching-down	4.43(.756)	3.86(.864)	4.64(.633)	4.79(.426)	11.400*
Bending forward to the maximum	4.36(.745)	4.36(.745)	4.79(.426)	4.79(.426)	9.375*
Bending knee to the maximum	3.79(.893)	4.36(.842)	4.71(.469)	4.93(.267)	24.037***
Walking	4.00(.555)	4.29(.914)	4.50(.650)	4.50(.650)	8.000*
Climbing stairs	4.07(.730)	4.14(.949)	4.50(.760)	4.57(.756)	12.000**
Overall activity	3.93(.475)	4.07(.829)	4.50(.650)	4.64(.497)	19.640***

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

Table 8. The activity evaluation of subject group (Wilcoxon signed-rank test)

	Total(Foam & Gel+foam)						Total(Pants & Underwear)					
	M(SD)		Signed rank			Z	*M(SD)*		Signed rank			Z
	Pants	Underwear	-	+	=		Foam	Gel+foam	-	+	=	
Chair-sitting	4.46(.637)	4.61(.685)	4^a	8^b	16^c	-.924	4.54(.637)	4.54(.693)	5^d	4^e	19^f	.000
Crouching-down	4.14(.848)	4.71(.535)	3^a	13^b	12^c	-2.757**	4.54(.693)	4.32(.819)	7^d	4^e	17^f	-1.396
Bending forward to the maximum	4.36(.731)	4.79(.418)	2^a	12^b	14^c	-2.676**	4.57(.634)	4.57(.634)	3^d	3^e	22^f	.000
Bending knee to the maximum	4.07(.900)	4.82(.390)	0^a	16^b	12^c	-3.666***	4.25(.844)	4.64(.678)	1^d	11^e	16^f	-2.840**
Walking	4.14(.756)	4.50(.638)	2^a	10^b	16^c	-2.352*	4.25(.645)	4.39(.786)	4^d	8^e	16^f	-.924
Climbing stairs	4.11(.832)	4.54(.744)	0^a	10^b	18^c	-2.972**	4.29(.763)	4.36(.870)	2^d	4^e	22^f	-.541
Overall activity	4.00(.573)	4.57(.573)	0^a	15^b	13^c	-3.771***	4.21(.630)	4.36(.731)	2^d	6^e	20^f	-1.414

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, a: Underwear<Pants, b: Underwear>Pants, c: Underwear=Pants, d: Gel+foam<Foam, e: Gel+foam>Foam, f: Gel+foam=Foam

Table 9. The design evaluation of subject group(*M* and *SD*)

	Pants(*n*=14)		Underwear(*n*=14)	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Color	4.64	.633	4.71	.611
Fabric	4.57	.514	4.57	.646
Silhouette(semi-straight)	4.57	.646	-	-
Detail(belt, pocket, pin tuck etc.)	4.07	.829	-	-

3.5. 낙상충격보호복의 착의평가 결과

3.5.1. 착용자의 활동성 평가 결과

Table 7~8은 충격보호복에 대한 착용자의 활동성 평가 결과이다. 활동성과 관련하여 대부분의 항목에서 4.0 이상으로 높게 평가되었으며, 4종의 보호복에 대한 프리드만 검증 결과, 의자에 앉기 항목을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이가 나타났으며 전반적으로 젤+폼 패드 속옷형 보호복의 활동성이 가장 좋은 것으로 나타났다(Table 7).

보호복의 형태나 패드의 종류에 따른 활동성의 차이가 있는지 살펴보기 위해 윌콕슨 부호순위 검정을 실시한 결과, 쪼그려 앉기, 상체를 앞으로 최대한 굽히기, 무릎을 최대로 굽혀 올리기, 걷기, 계단 오르내리기, 전체적인 활동성에 대한 항목에서 의복형태에 따라 유의한 차이가 있었으며 속옷의 활동성이 좋은 것으로 나타났다(Table 8). 이는 팬츠와 속옷의 의복구조, 원단 및 여유량의 차이가 동작이 큰 움직임에서 활동성에 영향을 주기 때문인 것으로 생각된다. 속옷형은 모든 항목에서 4.5 이상으로 8mm 두께의 보호패드가 삽입되어 있음에도 불구하고 동작 시 편안함을 느끼는 것으로 나타났다. 무릎을 최대로 굽혀 올리는 동작에서 패드의 종류에 따라 유의한 차이가 있었으며, 젤+폼 패드에서 더 편안하게 동작을 수행하는 것으로 확인되었다.

3.5.2. 착용자의 디자인 및 맞음새 평가 결과

Table 9는 착용자의 디자인 요소에 대한 평가 결과이다. 팬츠형 보호복의 디자인 요소에 대한 점수는 모두 4.0 이상으로 나왔다. 선호도 조사를 바탕으로 노년 여성이 선호하는 검정 색상의 신축성과 기능성이 좋은 소재를 사용하고 일상생활에서 활용도가 높은 세미슬림핏의 실루엣으로 구성한 것이 착용자에게 만족감을 준 것으로 생각된다. 속옷형 보호복의 디자인 요소에 대한 점수는 4.5 이상으로 무난한 회색 색상에 신축성과 촉감이 좋은 소재를 사용한 것이 적절하였다고 볼 수 있다.

Table10~11은 충격보호복에 대한 착용자의 맞음새 평가 결과이다. 의복의 맞음새 항목에 대한 평가에서 팬츠형 보호복의 허리선 위치와 허리 부위의 여유량 항목을 제외한 모든 항목에서 4.0 이상의 점수를 받았으며, 보호복 4종에 대하여 허리선의 위치, 허리 부위의 여유량, 샅 부위의 여유량, 바지통의 항목에서 유의한 차이를 보였고, 젤+폼 패드 속옷형 보호복의 맞음새가 가장 좋은 것으로 나타났다(Table 10). 의복형태에 따른 맞음새 차이를 살펴보면 모든 항목에서 바지에 비해 속옷이 높

Table 10. The fit evaluation of subject group(Friedman result)

	Pants		Underwear		χ^2
	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	
Location of waist circumference	3.86(.663)	4.00(.784)	4.57(.646)	4.64(.842)	16.870**
Waist circumference	3.86(.770)	3.86(.949)	4.64(.497)	4.79(.426)	23.188***
Hip circumference	4.50(.519)	4.36(.745)	4.50(.760)	4.57(.938)	1.793
Fit of crotch	4.14(.770)	4.29(.825)	4.64(.497)	4.71(.611)	9.263*
Leg width of pants	4.36(.745)	4.29(.825)	4.71(.469)	4.71(.611)	11.182*
Pants length	4.57(.646)	4.57(.646)	4.64(.497)	4.64(.497)	.545
Overall fit	4.21(.579)	4.29(.726)	4.43(.756)	4.43(.852)	3.348

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

Table 11. The fit evaluation of subject group(Wilcoxon signed-rank test)

	M(SD)		Signed rank			Z
	Pants	Underwear	-	+	=	
Location of waist circumference	3.93(.716)	4.61(.737)	1^a	15^b	12^c	-3.343**
Waist circumference	3.86(.848)	4.71(.460)	0^a	17^b	11^c	-3.739***
Hip circumference	4.43(.634)	4.54(.838)	5^a	9^b	14^c	-.566
Fit of crotch	4.21(.787)	4.68(.548)	1^a	12^b	15^c	-2.476*
Leg width of pants	4.32(.772)	4.71(.535)	1^a	12^b	15^c	-3.051**
Pants length	4.57(.634)	4.64(.488)	4^a	6^b	18^c	-.632
Overall fit	4.25(.645)	4.43(.790)	4^a	10^b	14^c	-1.213

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, a: Underwear<Pants, b: Underwear>Pants, c: Underwear=Pants

은 점수를 받았으며, 특히 허리선의 위치, 허리 부위의 여유량, 샅부위의 여유량, 바지통의 항목에서 유의한 차이를 보였다 (Table 11). 이는 팬츠는 허리부위에 부분적으로만 고무밴드가 삽입되어 신축성이 크지 않은 반면, 속옷은 허리부분은 전체가 고무밴드로 되어 있어 신축성이 좋고 편해서 높은 점수를 받은 것으로 보인다. 샅과 엉덩이 부분의 여유량에 대한 평가 결과를 보면, 8mm 두께의 패드가 삽입되어 있음에도 불구하고 옷감의 신축성과 패드 두께를 고려하여 적절하게 여유량을 주었기 때문에 팬츠와 속옷에서 모두 좋은 평가를 받은 것으로 생각된다. 패드종류에 따라 맞음새에 차이가 있는지 살펴본 결과 패드의 종류가 의복의 맞음새에 영향을 주지 않는 것을 확인할 수 있었다.

3.5.3. 착용자의 패드특성 및 착용특성 평가 결과

Table 12~13은 패드특성에 대한 착용자 평가 결과이며, 모든 항목에서 3.8 이상의 좋은 평가를 받았다. 패드의 위치는 엉덩이 아랫부분과 고관절 부분을 보호하는 위치에 적절하게 위치하는 것으로 평가되었고, 패드의 형태나 면적도 좋은 평가를 받

Table 12. The pad characteristic evaluation of subject group(Friedman result)

	Pants		Underwear		χ^2
	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	
Position	4.50(.760)		4.14(.770)		-
Shape	4.36(.745)		4.14(.535)		-
Area	4.21(.802)		4.07(.829)		-
Thickness	4.14(.770)	3.86(.949)	3.93(.829)	4.21(.699)	2.813
Volume	3.93(.829)	3.86(.949)	3.93(.917)	3.93(.730)	.429
Weight	4.21(.893)	3.93(.829)	4.21(.802)	3.79(.699)	7.364
Flexibility	4.00(.784)	4.07(.616)	4.50(.650)	4.57(.646)	13.025**
Ease of insertion and removal	4.36(.497)	4.36(.745)	4.50(.650)	4.29(.611)	1.609
The fixed and finished condition	4.43(.756)	4.36(.745)	4.29(.825)	4.57(.646)	3.436

** $p<.01$

Table 13. The pad characteristic evaluation of subject group(Wilcoxon signed-rank test)

	Total(Foam & Gel+foam)						Total(Pants & Underwear)					
	M(SD)		Signed rank			Z	*M(SD)*		Signed rank			Z
	Pants	Underwear	-	+	=		Foam	Gel+foam	-	+	=	
Position※	4.50(.760)	4.14(.770)	5^a	1^b	8^c	-1.667	-	-	-	-	-	-
Shape※	4.36(.745)	4.14(.535)	4^a	1^b	9^c	-1.342	-	-	-	-	-	-
Area※	4.21(.802)	4.07(.829)	5^a	4^b	5^c	-.491	-	-	-	-	-	-
Thickness	4.00(.861)	4.07(.766)	6^a	8^b	14^c	-.440	4.04(.793)	4.04(.838)	7^d	8^e	13^f	-.059
Volume	3.89(.875)	3.93(.813)	6^a	6^b	16^c	-.258	3.93(.858)	3.89(.832)	8^d	6^e	14^f	-.243
Weight	4.07(.858)	4.00(.770)	6^a	4^b	18^c	-.486	4.21(.833)	3.86(.756)	12^d	3^e	13^f	-1.995*
Flexibility	4.04(.693)	4.54(.637)	1^a	14^b	13^c	-3.300**	4.25(.752)	4.32(.670)	4^d	6^e	18^f	-.632
Ease of insertion and removal	4.36(.621)	4.39(.629)	7^a	7^b	14^c	-.243	4.43(.573)	4.32(.670)	7^d	4^e	17^f	-.905
The fixed and finished condition	4.39(.737)	4.43(.742)	3^a	5^b	20^c	-.302	4.36(.780)	4.46(.693)	4^d	7^e	17^f	-.905

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$, a: Underwear<Pants, b: Underwear>Pants, c: Underwear=Pants, d: Gel+foam<Foam, e: Gel+foam>Foam, f: Gel+foam=Foam, ※n=14

Table 14. The wearing evaluation of subject group (Friedman result)

	Pants		Underwear		χ^2
	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	Foam (*n*=14)	Gel+foam (*n*=14)	
Tactile sensation	4.36(.633)	4.43(.756)	4.57(.646)	4.86(.363)	8.908*
Flexibility	4.29(.611)	4.21(.699)	4.86(.363)	4.79(.426)	17.458**
Wearing sensation	4.36(.633)	4.29(.726)	4.50(.760)	4.71(.469)	5.704
Ease of wearing and taking off	4.43(.514)	4.36(.497)	4.71(.611)	4.71(.469)	7.545*

* $p<.05$, ** $p<.01$

Table 15. The wearing evaluation of subject group (Wilcoxon signed-rank test)

	M(SD)		Signed rank			Z
	Pants	Underwear	-	+	=	
Tactile sensation	4.39(.685)	4.71(.535)	2[a]	10[b]	16[c]	-2.324*
Flexibility	4.25(.645)	4.82(.390)	0[a]	16[b]	12[c]	-4.000***
Wearing sensation	4.32(.670)	4.61(.629)	2[a]	9[b]	17[c]	-2.138*
Ease of wearing and taking off	4.39(.497)	4.71(.535)	3[a]	12[b]	13[c]	-2.324*

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, a: Underwear<Pants, b: Underwear>Pants, c: Underwear=Pants

Table 16. Preference of clothing type and pad type

	Clothing type(n=14)		Pad type(n=14)	
	Pants	Underwear	Foam	Gel+foam
Frequency	7	7	9	5
Percentage(%)	50.0	50.0	64.3	35.7

Table 17. The design evaluation of expert group (*M* and *SD*)

	Pants(n=10)		Underwear(n=10)	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Color	4.97	.181	4.90	.354
Fabric	4.97	.181	4.92	.279
Silhouette(semi-straight)	4.92	.279	-	-
Detail(belt, pocket, pin tuck etc.)	4.82	.390	-	-

았다. 팬츠 설계 시 넘어질 때 자세에 따라 피부가 신장되고 패드의 위치가 아래로 이동되므로 이를 고려하여 패드의 형태와 면적을 설정하였고, 속옷은 인체에 밀착되고 신축성이 커서 인체의 움직임에도 패드의 위치가 거의 변하지 않으므로 이에 따라 패드의 형태와 면적을 결정하였기 때문에 좋은 평가를 받은 것으로 판단된다. 패드설계 시 주요 보호부위를 집중적으로 보호하고 점진적으로 두께가 줄어들도록 한 것이 패드의 부피감과 무게감으로 인한 불편함을 거의 느끼지 않게 한 것으로 생각된다. 의복 내부의 패드포켓은 패드를 삽입하고 뺄 때 편리하게 잘 설계된 것으로 평가되었으며, 패드를 의복에 안정적으로 고정했다고 볼 수 있다. 프리드만 검증 결과 4종의 보호복에 중에서 젤+폼 패드 속옷형 보호복의 유연성이 좋은 것으로 나타났다(Table 12). 의복형태에 따른 패드특성의 차이를 살펴본 결과, 유연성 항목에서 의복간의 유의한 차이를 보였다. 이는 의복 별로 신축성이 다른 원단을 사용하였기 때문에 원단의 특성이 의복착용 시 패드의 유연함에 대한 감각에 영향을 미친 것으로 생각되며, 신축성이 더 좋은 원단을 사용한 속옷에서 패드의 유연성도 좋게 느낀 것으로 나타났다. 패드종류에 따른 패드특성에서는 무게감에서 패드간의 유의한 차이가 있었으며, 폼 패드가 더 가볍다고 평가되었다.

Table 14~15는 보호복의 착용특성 평가에 대한 결과이다. 모든 항목에서 4.2 이상의 점수를 받았으며, 특히 속옷형은 모든 항목에서 4.5 이상의 점수를 받아 우수한 평가를 받았다고 할 수 있다. 따라서 의복의 착용특성에 영향을 미치는 원단의 선택이 적절하였다고 볼 수 있으며, 패드가 삽입된 상태에서도 착용감과 착탈의성 항목에서 좋은 평가를 받았으므로 패드의 설

Table 18. The fit evaluation of expert group(Friedman result)

		Pants		Underwear		χ^2
		Foam (n=30)	Gel+foam (n=30)	Foam (n=30)	Gel+foam (n=30)	
Front	Location of waist circumference	4.80(.407)	4.73(.521)	4.63(.556)	4.60(.621)	3.881
	Waist circumference	4.93(.254)	4.87(.346)	4.73(.450)	4.70(.535)	9.140*
	Hip circumference	4.83(.379)	4.57(.626)	4.73(.450)	4.83(.379)	6.000
	Appearance of crotch	4.37(.615)	4.47(.571)	4.57(.504)	4.70(.535)	6.938
Side	Location of side seam	4.80(.407)	4.80(.407)	-	-	-
	Slope of waistline	4.83(.379)	4.83(.379)	4.67(.547)	4.37(.669)	13.435**
Back	Location of waist circumference	4.97(.183)	4.87(.346)	4.67(.479)	4.53(.571)	17.133**
	Waist circumference	4.93(.254)	4.90(.305)	4.80(.484)	4.80(.407)	2.852
	Hip circumference	4.87(.346)	4.67(.479)	4.50(.509)	4.50(.509)	11.442*
	Appearance of crotch	4.60(.498)	4.33(.479)	4.33(.547)	4.27(.521)	7.175*
Total	Leg width of pants	4.67(.479)	4.60(.498)	4.83(.379)	4.77(.504)	5.579
	Pants length	4.50(.630)	4.50(.572)	4.87(.346)	4.77(.504)	13.085**
	Overall fit	4.80(.407)	4.80(.407)	4.77(.430)	4.73(.450)	.647

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

Table 19. The fit evaluation of expert group(Wilcoxon signed-rank test)

		M(SD)		Signed rank			Z
		Pants	Underwear	-	+	=	
Front	Location of waist circumference	4.77(.465)	4.62(.585)	15^{a}	7^{b}	38^{c}	-1.603
	Waist circumference	4.90(.303)	4.72(.490)	14^{a}	3^{b}	43^{c}	-2.668^{**}
	Hip circumference	4.70(.530)	4.78(.415)	10^{a}	14^{b}	36^{c}	-.962
	Apperance of crotch	4.42(.591)	4.63(.520)	7^{a}	19^{b}	34^{c}	-2.414^{*}
Side	Location of side seam	4.80(.403)	-	-	-	-	-
	Slope of waistline	4.83(.376)	4.52(.624)	24^{a}	8^{b}	28^{c}	-2.969^{**}
Back	Location of waist circumference	4.92(.279)	4.60(.527)	23^{a}	4^{b}	33^{c}	-3.657^{***}
	Waist circumference	4.92(.279)	4.80(.443)	10^{a}	4^{b}	46^{c}	-1.698
	Hip circumference	4.77(.427)	4.50(.504)	21^{a}	5^{b}	34^{c}	-3.138^{**}
	Apperance of crotch	4.47(.503)	4.30(.530)	18^{a}	9^{b}	33^{c}	-1.826
Total	Leg width of pants	4.63(.486)	4.80(.443)	7^{a}	17^{b}	36^{c}	-2.041^{*}
	Pants length	4.50(.597)	4.82(.431)	5^{a}	22^{b}	33^{c}	-3.004^{**}
	Overall fit	4.80(.403)	4.75(.437)	12^{a}	9^{b}	39^{c}	-.655

$^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$, $^{***}p<.001$, a: Underwear<Pants, b: Underwear>Pants, c: Underwear=Pants

계와 삽입이 적합하게 이루어진 것으로 볼 수 있다. 4종의 보호복에 대한 차이를 살펴본 결과 착용감을 제외한 나머지 항목들에 대하여 유의한 차이를 보였으며, 착용감은 젤+폼 패드 속옷형, 유연성은 폼 패드 속옷형, 착탈의성은 속옷형 2종이 좋은 것으로 나타났다(Table 14). 의복형태에 따른 착용특성의 차이를 살펴본 결과, 모든 항목에서 팬츠형과 속옷형 사이에 유의한 차이를 보였으며, 이는 의복의 원단과 디자인 특성이 영향을 미친 것으로 여겨진다. 속옷형 원단의 촉감이 더 부드럽고 신축성이 좋아서 촉감, 신축성, 착용감에서 더 좋은 평가를 받은 것으로 생각되며, 속옷형 디자인이 단순하여 입고 벗기에 편리한 것으로 여겨진다. 패드종류에 따른 착용특성의 차이가 있는지 살펴본 결과, 패드종류에 대한 차이는 없는 것으로 확인되었다(Table 15).

선호하는 보호복 형태를 조사한 결과, 팬츠형과 속옷형 동일하게 50%의 선호도가 나왔으며, 패드에 대한 선호도는 폼 단일형 패드가 64.3%로 폼젤 조합형에 비해 높게 나왔다. 이는 폼패드가 더 가볍게 느껴지기 때문인 것으로 여겨진다(Table. 16).

3.5.4. 전문가의 디자인 및 맞음새 평가 결과

Table 17은 전문가 디자인 요소에 대한 평가 결과이다. 팬츠와 속옷 모두 색상, 소재, 실루엣, 디테일 등 디자인 요소와 대하서 4.8 이상의 점수를 받아 노년 여성을 대상으로 한 보호복의 디자인과 소재선정이 적합하였다고 볼 수 있다.

Table 18~19은 맞음새에 대한 전문가의 평가 결과이다. 허리선 위치 및 주요 부위의 여유량 등 대부분의 항목에서 4.5 이상의 점수를 받아 맞음새가 좋은 것을 확인할 수 있었다. 의복형태에 따른 맞음새 차이를 살펴본 결과, 7가지 항목에서 유의한 차이를 보였다. 팬츠는 앞 허리부위의 여유량, 옆 허리선 경사, 뒤 허리선 위치, 뒤 엉덩이부위의 여유량에서 속옷에 비하여 좋은 평가를 받았으며, 속옷은 앞 밑위부위의 외관, 바지통,

Table 20. The pad characteristic evaluation of expert group (Friedman result)

	Pants		Underwear		χ^2
	Foam (*n*=10)	Gel+foam (*n*=10)	Foam (*n*=10)	Gel+foam (*n*=10)	
Position	4.40(.516)		4.40(.516)		-
Shape	4.40(.516)		4.30(.483)		-
Area	4.30(.483)		4.00(.471)		-
Thickness	4.40(.516)	4.50(.527)	4.30(.483)	4.30(.483)	1.435
Weight	4.90(.316)	3.90(.876)	4.60(.516)	3.90(.876)	16.811^{**}
Flexibility	4.10(.738)	4.50(.527)	4.10(.738)	4.60(.516)	7.286
Ease of insertion and removal	4.20(.632)	4.10(.568)	3.90(.738)	3.90(.738)	3.600
Design and configuration	4.30(.483)		4.20(.422)		-
Fixing and finishing	4.50(.527)		4.40(.516)		-

$^{**}p<.01$

Table 21. The pad characteristic evaluation of expert group (Wilcoxon signed-rank test)

	M(SD)		Signed rank			
	Foam(n=10)	Gel+foam(n=10)	-	+	=	Z
Thickness	4.35(.489)	4.40(.503)	3^a	4^b	13^c	-.378
Weight	4.75(.444)	3.90(.852)	12^a	0^b	8^c	-3.153^{**}
Flexibility	4.10(.718)	4.55(.510)	1^a	8^b	11^c	-2.310^{*}
Ease of insertion and removal	4.05(.686)	4.00(.649)	3^a	1^b	16^c	-.378

$^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$, a: Gel+foam<Foam, b: Gel+foam>Foam, c: Gel+foam=Foam

바지길이에서 더 나은 결과를 보였다. 맞음새와 관련하여 패드 종류에 따른 차이는 없는 것으로 확인되었다.

3.5.5. 전문가의 패드특성 평가 결과

Table 20~21은 전문가의 패드특성에 대한 평가 결과이다. 전문가 집단은 패드특성에 관한 모든 항목에 대하여 3.9 이상의 점수를 주어 패드의 위치, 모양, 면적, 두께, 무게, 유연성, 삽입용이성, 패드삽입 부위의 설계 및 구성, 패드의 고정 및 마무리에 대하여 적절하다고 평가하였다. 무게감 항목에서 4종의 보호복에 대한 유의한 차이를 보였으며, 폼 패드 팬츠형이 가장 좋은 것으로 나타났다(Table 20).

의복형태에 따른 패드특성의 차이를 살펴본 결과, 모든 항목에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 패드특성에 대하여 폼 단일형 패드와 폼젤 조합형 패드 사이의 차이를 살펴본 결과, 패드의 무게, 유연성에서 패드 간의 유의한 차이를 보였다. 착용자 평가와 동일하게 폼 단일형 패드가 더 가볍다고 평가하였다. 착용자 집단은 패드에 따라 유연성의 차이가 없다고 평가하였으나, 전문가 집단은 젤폼 조합형 패드가 더 유연하다고 평가하였다. 이는 패드를 직접 만져보았을 때 느껴지는 탄성이 있고 유연한 젤소재의 특성 때문인 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구는 노년 여성을 대상으로 낙상충격보호복의 디자인 선호도를 조사하고 이를 바탕으로 팬츠형과 속옷형으로 나누어 보호복을 설계하였으며, 노인 여성의 신체적 특성과 활동성을 고려하여 패턴을 개발하고 충격보호패드를 통합하여 보호복을 완성하였다. 완성된 보호복에 대하여 충격보호성능을 검증하고 착의실험을 통해 활동성, 디자인, 맞음새, 패드특성, 착용특성에 대하여 평가하였으며 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 낙상충격보호복은 충격보호패드가 엉덩이와 고관절 부위에 삽입된 형태이로 필요에 따라 패드를 삽입하거나 제거할 수 있도록 설계하였다. 디자인 선호도 조사 결과에서 팬츠형은 절개선이 없는 가장 심플한 디자인을 속옷형은 보호부위를 분리한 타원형의 보호패드 디자인을 가장 선호하였으나, 개발과정에서 속옷형 디자인은 사용편이성을 고려하여 하나의 타원형 패드로 통합된 디자인으로 변경되었다.

둘째, 팬츠형 보호복은 세미일자형 실루엣이며, 기초원형은 마담브랜드의 업체패턴을 선정하여 본 연구 대상에 적합하도록 수정, 보완하였다. 속옷형 보호복은 신축성 소재를 사용한 넙다리 중간 길이의 밀착형 의복으로 기초원형은 신축성 레깅스 원형을 이용하여 수정, 보완하였다.

셋째, 충격 보호패드는 정육각형 입체조각이 조밀하게 연결된 형태이며 완충재의 소재를 달리하여 폼 단일형 패드와 젤폼 조합형 패드 2종으로 제작하여 팬츠형과 속옷형에 각각 삽입할 수 있도록 하였다. 엉덩이와 고관절 부위를 하나의 패드로 연결하여 보호할 수 있도록 하였으며, 패드의 두께는 외관과 활동성을 고려하여 주요 보호부위인 엉덩이 아래쪽은 8mm로 설정하고 가장자리로 갈수록 얇아지도록 하였다.

넷째, 낙상충격보호복의 충격흡수성능 평가 결과 팬츠형 보호복에 4601N의 충격력이 가해졌을 때 폼패드형에서는 29%, 젤+폼패드형에서는 26%의 충격이 감소된 것을 확인할 수 있었으며, 속옷형 보호복에는 5113N의 힘이 가해졌을 때 폼패드형에서는 40%, 젤+폼패드형에서는 34%의 충격이 감소되었다. 분산분석 결과, 패드 삽입여부에 따른 유의한 차이는 있었지만, 패드종류에 따른 유의한 차이는 없었다.

다섯째, 낙상충격보호복의 착용자 착의평가 결과 팬츠형 보호복에 비해 속옷형 보호복의 활동성과 맞음새가 좋은 것으로 나타났으며, 이는 의복의 디자인과 원단특성으로 인한 것으로 생각된다. 패드의 위치, 면적, 유연성, 사용성 등 패드특성과 관련하여 4.0 이상의 점수를 받았으며, 패드의 무게감에 대하여 젤+폼패드형보다 폼패드형이 더 가벼운 것으로 평가되었다. 맞음새에 대한 전문가의 평가에서 모든 항목에서 4.5 이상의 점수를 받았으며, 패드특성에 대하여 착용자와 동일하게 폼패드가 더 가볍다고 평가하였고, 착용자의 평가와는 달리 젤+폼 패드가 더 유연하다고 평가하였다.

본 연구는 기존의 충격보호복의 착탈 시 어려움, 과도한 부피감, 딱딱한 재질 등을 개선함으로써 신체적합성이 높은 낙상보호복을 개발하고 그 성능을 평가하는데 의의가 있으며, 낙상실험을 인체에 직접 적용할 수 없으므로 결과의 확대해석에는 주의가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구 재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2013R1A1A2057684).

References

Armstrong, H. J. (2009). *Patternmaking for fashion design* (5th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Bae, J. Y. (2017, April 14). 노인사망원인 2위 '낙상' [The second cause of death in the elderly 'fall']. *Joongang Ilbo.* Retrieved November 13, 2017, from https://news.joins.com/article/21475968

Choi, H. S., & Do, W. H. (2005). Development and wearing comfort analysis of motorcycle wear with built-in airbag. *Journal of the Korean Home Economics Association, 43*(6), 27-35.

Choi, K. D. (2009). *A resiliency study of selected Taekwondo body protectors upon impact.* Unpublished master's thesis, Keimyung University, Daegu.

Choi, W. J., Hoffer, J. A., & Robinovitch, S. N. (2010). The effect of positioning on the biomechanical performance of soft shell hip protectors. *Journal of Biomechanics, 43*(5), 818-825. doi:10.1016/j.jbiomech.2009.11.023

Gallagher, B., Corbett, E., Freeman, L., Riddoch-Kennedy, A., Miller, S., Smith, C., Radensky, L. & Zarrow, A. (2001). A fall prevention program for the home environment. *Home Care Provider, 6*(5), 157-163. doi:10.1067/mhc.2001.119263

Jeon, E. J., Kim, H. E., You, H. C., Lee, S. H., Kim, G. W., & Yoon, S. J. (2017). Evaluation of the wearing characteristics of hip protectors based on draping pattern design and body shape in Korean elderly people. *Journal of the Korean Fracture Society, 30*(4), 180-185. doi:10.12671/jkfs.2017.30.4.180

Jeon, E. J., Park, S. K., You, H. C., & Kim, H. E. (2014). Wearing characteristic evaluation of hip protector for hip fracture prevention. *Fashion & Textile Research Journal, 16*(6), 1001-1007. doi:10.5805/sfti.2014.16.6.1001

Jeon, E. J., Park, S. K., You, H. C., & Kim, H. E. (2016). Development of a sizing system and a draping pattern for hip protector based on 3D data analysis of Korean older women. *Fashion & Textile Research Journal, 18*(1), 120-129. doi:10.5805/sfti.2016.18.1.120

Keyak, J. H., & Rossi, S. A. (2000). Prediction of femoral fracture load using finite element models: An examination of stress-and strain-based failure theories. *Journal of Biomechanics, 33*(2), 209-214.

Kim, S. H., Kim, D. W., & Kim, N. G. (2010). Fall simulation and impact absorption system for development of fracture prevention system. *Journal of Biomedical Engineering Research, 31*(6), 438-448.

Knowles, L. A. (2005). *The practical guide to patternmaking for fashion designers: juniors, misses, and women*. New York: Fairchild.

Laing, A. C., & Robinovitch, S. N. (2008). Effect of soft shell hip protectors on pressure distribution to the hip during sideways falls. *Osteoporosis International, 19*(7), 1067-1075. doi:10.1007/s00198-008-0571-9

Lee, J. S., Park, J. H., & Lee, J. R. (2014). Basic study on the development of impact protective pants and falls of elderly women. *Fashion & Textile Research Journal, 16*(6), 945-953. doi:10.5805/SFTI.2014.16.6.945

Lee, Y. S. (2009). *A study on the development of the protective inner-pants for snow boarders.* Unpublished master's thesis, Ewha Womans University, Seoul.

Li, N., Tsushima, E., & Tsushima, H. (2013). Comparison of impact force attenuation by various combinations of hip protector and flooring material using a simplified fall-impact simulation device. *Journal of Biomechanics, 46*(6), 1140-1146. doi:10.1016/j.jbiomech.2013.01.007

Oh, S. H. (2002). *Western clothing construction*. Seoul: Yiehaksa.

Park, H. W., & Ryou, E. J. (2008). A design development of hospitalized patients pants for bed-ridden patients. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 32*(9), 1418-1426. doi:10.5850/JKSCT.2008.32.9.1418

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

Park, J. H., & Lee, J. R. (2016). Prototype of fall impact protective pants for elderly women. *Journal of the Korean Society of Costume, 66*(4), 45-60. doi:10.7233/jksc.2016.66.4.045

Park, J. H., & Lee, J. R. (2017). Wearing evaluation of the fall impact protective pants for the elderly women. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 41*(4), 615-632. doi:10.5850/jksct.2017.41.4.615

Park, J. H., Lee, J. S., & Lee, J. R. (2018). Development and evaluation of fall impact protection pad. *Fashion & Textile Research Journal, 20*(4), 422-428. doi:10.5805/sfti.2018.20.4.422

Park, J. S., & Kim, C. H. (2012). Hip protector against the Impact by fall using air-bag. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, 21*(4), 639-643.

Park, J. S., Koo, S. M., & Kim, C. H. (2014). Development of femoral bone model of human body for simulation of side falls. *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, 63*(7), 956-961.

Park, M. J., & Lee, M. S. (2003). Impact protective functioned sports wear development for athlete's protection and improvement in performance. *Fiber Technology and Industry, 7*(4), 471-480.

Ruchinskas, R. (2003). Clinical prediction of falls in the elderly. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *82*(4), 273-278. doi:10.1097/01.phm.0000056990.35007.c8

Ryeom, T. H., Kim, S. Y., So, Y. K., Park, S. Y., Lee, J. H., Cho, H. S., Sim, J. Y., & Lee, H. R. (2001). The risk factors of falls in the elderly. *Journal of the Korean Academy of Family Medicine, 22*(2), 221-229.

Silver markets of a new era for the research. (2011, December). *Bobbin Journal*, pp. 120-131.

Van Schoor, N. M., Van der Veen, A. J., Schaap, L. A., Smit, T. H., & Lips, P. (2006). Biomechanical comparison of hard and soft hip protectors, and the influence of soft tissue. *Bone, 39*(2), 401-407. doi:10.1016/j.bone.2006.01.156

(Received 31 July, 2018; 1st Revised 20 August, 2018;
2nd Revised 27 September, 2018; 3rd Revised 1 October, 2018;
Accepted 5 October, 2018)