

3차원 입체 패턴 활용 여성용 둥근어깨 교정보조기의 교정 성능과 착용 효과 검증

오 미 령* · 김 남 임 · 박 진 아⁺

국립창원대학교 의류학과 석사* · 공주대학교 의류상품학과 박사후연구원 · 국립창원대학교 의류학과 교수⁺

Verification of Posture Correction Performance and Wearability of a Rounded Shoulder Brace for Women Developed Using 3D Ergonomic Patterns

Miryung Oh* · Nam Yim Kim · Gin Ah Park⁺

Master, Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University*

Postdoctoral fellowship, Dept. of Fashion Design & Merchandising, Kongju National University

Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University⁺

(received date: 2026. 3. 16, revised date: 2026. 4. 6, accepted date: 2026. 6. 8)

ABSTRACT

This study aimed to verify the correction performance and wearability of a rounded shoulder posture (RSP) corrective brace for women. Developed previously using ergonomic patterns based on 3D body models of females in their early 20s, the brace was worn by six subjects with actual RSP over four weeks (12 sessions), with each 50-minute session involving stretching and activities of daily living while wearing it. RSP was measured pre- and post-intervention, and data were analyzed via paired *t*-tests and RM-ANOVA (SPSS 30.0), with subjective wearability assessed using a 5-point Likert scale. Following an initial adaptation period of three to four sessions, the corrective effect reached a stable plateau through to the 12th, with the results demonstrating a statistically significant post-wear reduction in RSP across all sessions ($p < .05$). By the final session, the average RSP change rate had increased by 13.0%, confirming a cumulative corrective effect. Regarding wearability, the brace scored highly (above 4.0/5.0) in clothing pressure, ease of movement, donning/doffing convenience, comfort, and fatigue. Notably, previously reported discomfort in the axillary and scapula regions was effectively resolved, with arm and shoulder mobility achieving a perfect score (5.0/5.0). In conclusion, the studied 3D ergonomic shoulder brace effectively corrected RSP while ensuring user comfort and mobility, suggesting that incorporating 3D anthropometric data into design processes can significantly enhance the functional performance of musculoskeletal support devices.

Key words: 3D human modeling (3차원 인체 모델링), RSP change rate (둥근어깨 자세 변화율),
clothing pressure (보조기 압박감), freedom of movement (동작 용이성),
donning and doffing (착탈 편리성), subjective comfort (주관적 착용 쾌적감)

이 논문은 2025~2026년도 국립창원대학교 자율연구과제 연구비 지원으로 수행된 연구결과임
본 논문은 2020학년도 창원대학교 석사학위 청구논문의 일부임
Corresponding author: Gin Ah Park, e-mail: gpark@changwon.ac.kr

I. 서론

최근 장시간 컴퓨터 및 스마트기기 사용 증가로 인한 VDT(Visual Display Terminal) 증후군이 확산되면서, 목, 어깨, 척추 등과 관련된 근골격계 질환이 지속적으로 증가하고 있다(Ahmed et al., 2022). 건강보험심사평가원(Health Insurance Review and Assessment Service [HIRAS], 2020)에 따르면 국내 VDT 증후군 관련 수진자는 약 634만 명으로 보고되었으며, 이는 국민 10명 중 1명이 해당 질환을 경험하고 있음을 의미한다. 이러한 근골격계 질환의 주요 원인 중 하나는 장시간 부적절한 자세 유지를 들 수 있으며, 특히 어깨를 전방으로 말아 넣는 등근어깨 자세(rounded shoulder posture: 이하 RSP)는 대표적인 위험 요인으로 지적된다.

RSP는 견갑골의 전인, 전방경사 및 하방회전에 의해 어깨가 전방으로 위치하는 자세 이상(abnormality)으로, 견갑후각 정렬의 변화와 근활성 불균형을 유발하여 어깨 통증 및 기능 저하와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Cole et al., 2013; Chiu et al., 2020; Lee et al., 2023). 특히 RSP는 하부승모근과 전거근의 활성 감소 및 상부승모근의 과활성을 특징으로 하며, 이는 어깨 충돌증후군 등 다양한 근골격계 질환으로 이어질 수 있다(Kim et al., 2011; Kim et al., 2013; Moon et al., 2017; Sahrman et al., 2017).

이러한 문제를 개선하기 위해 스트레칭, 운동요법 및 물리치료와 같은 다양한 중재가 활용되고 있으며(Jang & Choi, 2012), 테이핑이나 보조기 착용 또한 통증 완화 및 근기능 개선에 효과적인 방법으로 보고되고 있다(Ammendolia et al., 2005; Fathollahnejad et al., 2019; Qiu, 2021). 그러나 이러한 방법은 중재 중단 시 효과가 유지되지 못하는 한계가 있어(Ahn et al., 2019; Yang, 2019), 일상생활에서 지속적으로 자세를 보조할 수 있는 교정 보조기의 필요성이 강조되고 있다.

최근 교정 보조기 관련 연구에서는 보조기 착용 시 전방 어깨각 감소 및 근활성 패턴 개선과 같은 긍정적 효과가 보고되고 있으며(Cole et al., 2013; Chiu et al., 2020), 스트랩 배열 및 장력과 같은 구조적 요소에 따라 교정 효과가 달라지는 것으로 나타났다. 그러나 대부분의 연구는 단기적 효과에 국한되어 있으며 장기적 교정 효과에 대한 근거는 부족하고, 근활성 변화 또한 개인 간 변동성이 큰 것으로 보고되고 있다(Leung et al., 2023). 또한 보조기의 효과가 설계 요소에 크게 의존함에도 불구하고 체계적인 설계 기준은 아직 명확히 확립되지 않은 실정이다.

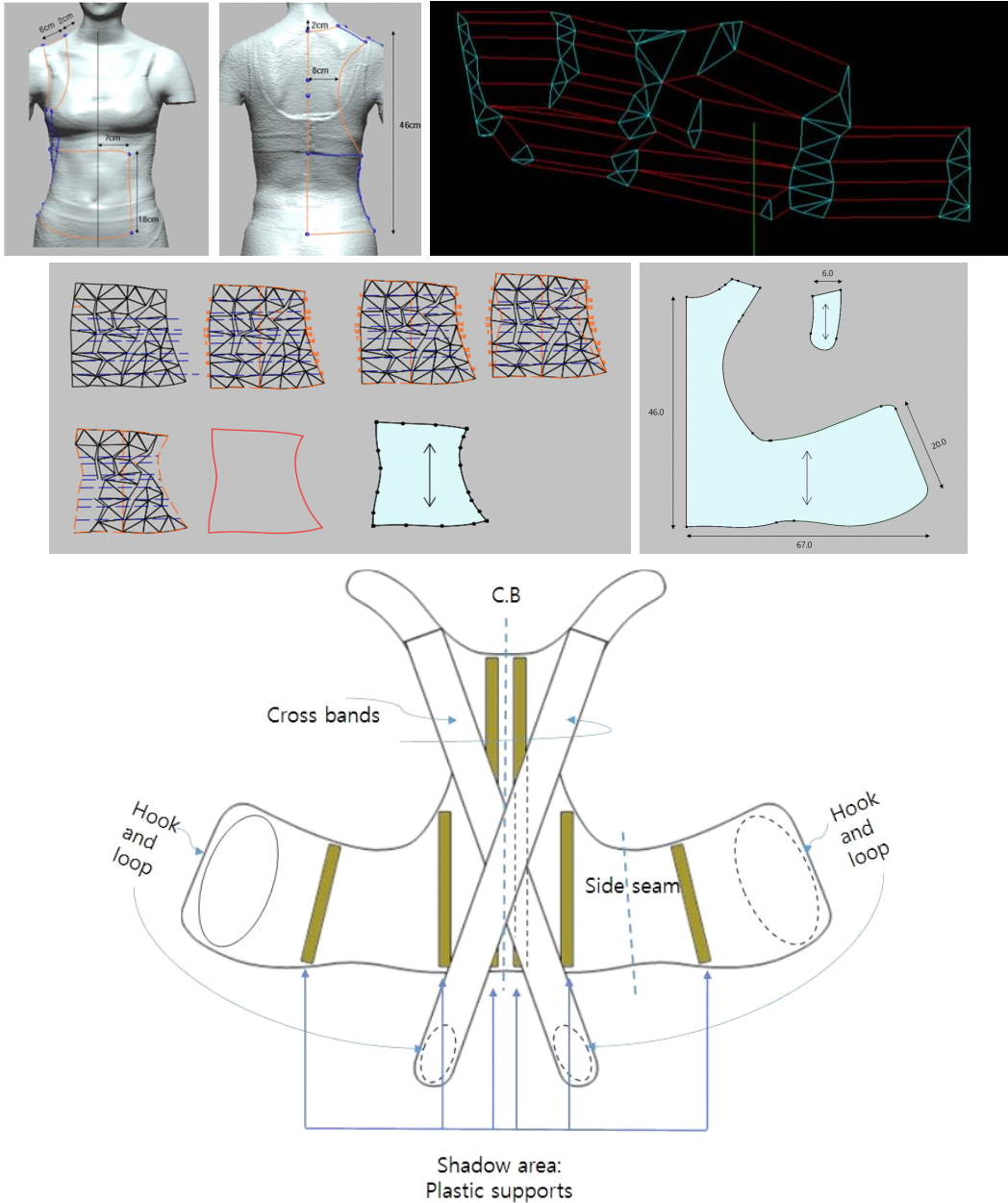
한편, 실제 교정 보조기 개발은 기존의 8자형 보조기나 압박 셔츠형에서 나아가, 브래지어 일체형과 같이 의복과 통합된 형태로 발전하고 있으며, 인체공학적 설계 및 스마트 센서를 적용한 연구도 시도되고 있다(Oh et al., 2021; Park et al., 2021; Koo, 2025). 그럼에도 불구하고 기존 보조기는 부피감, 착용 불편, 외관 노출 등의 문제로 인해 일상생활에서의 지속적 착용이 어렵고, 일부 경우 근육의 보상적 활성 증가를 유발하는 등 설계상의 한계가 여전히 존재한다고 보고하고 있다(Lee et al., 2023; Yoon et al., 2020).

이러한 문제를 개선하기 위해 3차원 인체 형상 기반의 입체 패턴 설계(Oh et al., 2021)나 의복과 통합된 보조기 구조 등 착용 편의성과 심미성을 고려한 연구가 시도되고 있으나, 교정 효과와 더불어 착용감, 압박 적합성, 동작 적합성 및 심리적 수용성과 같은 착용 효과(wearability)를 종합적으로 평가한 연구는 아직 부족한 실정이다. 특히 교정 보조기의 경우 장시간 착용이 요구되므로, 동작 용이성과 착용 만족도는 실제 사용성과 직결되는 핵심 요소임에도 불구하고 이에 대한 체계적 검증은 미흡하다.

따라서 RSP 교정 보조기 개발에 있어서는 생체역학적 교정 효과뿐만 아니라 착용 쾌적성, 신체 적합성, 동작 적합성 및 외관 수용성을 포함한

착용 효과를 통합적으로 고려할 필요가 있다. 특히 3차원 인체 형상에 기반한 설계는 신체와 의복

간 상호작용을 개선하여 교정 효과와 착용감을 동시에 향상시킬 수 있는 중요한 연구방법으로 판단



<Fig. 1> Flat Sketches of the RSP Brace Using 3D Ergonomic Patterns
(Oh et al. 2021, pp. 82, 83; Photos Revised by Authors)



〈Fig. 2〉 3 Pressure Points for Rounded Shoulder Correction of the RSP Brace Selected for the Study
(Oh et al. 2021, p. 84; Photos Revised by Authors)

된다. 특히 Oh et al.(2021)은 3D 인체 모델을 기반으로 한 입체 패턴 설계를 통해 기존 보조기 대비 밀착성과 동작 적합성을 향상시킨 바 있으며, 이는 인체 적합성을 고려한 설계의 중요성을 시사한다. 따라서 본 연구에서는 3차원 입체 패턴을 활용한 여성용 등근어깨 교정 보조기를 적용하여, 자체 교정 성능과 착용 효과를 동시에 검증하고자 한다.

본 연구를 위하여 선정된 어깨 교정보조기는 선행연구(Oh et al., 2021)를 통해 개발된 것으로, 〈Fig. 1〉과 같이 인체 밀착형 보조기의 맞음새를 향상시키기 위해 3D 인체 모델링 형상에서 추출한 패턴을 활용하여 설계되었다.

본 보조기의 주요 디자인 특징은, 첫째, 등과 허리의 안정적인 지지를 위해 뒤판 패널의 등 중심에서 양쪽으로 총 6개의 플라스틱 지지대를 표면 터널 구조 내에 삽입 제작한 것이다. 둘째, 기존 교정보조기 사용자들이 공통적으로 지적한 진동 부위의 압박 불편함을 개선하기 위해 어깨 밴드가 암홀 전체를 감싸는 대신 몸통과 버클로 연결되도록 구성하였으며, 이를 통해 착용자의 체형에 따른 길이 조절이 가능하게 하였다. 앞판의 경우, 젓가슴아래둘레선에서 배둘레선까지 상하복부 전면을 모두 감싸춤으로써 보조기가 신체에 안정적으로 착용되도록 구성한 것이 특징이다. 또한

〈Table 1〉 3-Point Pressure Principle for Rounded Shoulder Correction

No.	Pressure Point	Contact Area	Tactile Sensation	Function/Role
1	Primary Pressure Point	Upper central back	A gentle forward pushing sensation in the middle of the back	Straightens hunched back: Induces thoracic extension
2	Secondary Point A	Front of shoulders (Anterior deltoid)	A sensation of the shoulders being pulled backward	Corrects rounded shoulders: Induces shoulder retraction
3	Secondary Point B	Underarms and sides (Lateral ribcage)	A slight tightening sensation under the armpits	Stabilizes the torso: Completes the 3-point leverage system

〈Table 2〉 Characteristics of Materials Used for the RSP Brace Selected for the Study

Attributes	Fabric Double Bonded	Note
Fabric Contents	Nylon 80% & Polyester 20%	-
Fabric Structure	Non-woven warp knitted	-
Thickness (mm)	1.23	KS K ISO 5084:2011
Weight (g/m ²)	220.0	KS K 0514:2017
Tensile Strength (N)	66.1	KS K 0642:2016
Elongation (%)	-	KS K 0642:2016
Tear Strength (N)	14.7	KS K 0536:2019
Stretch (%)	2.4	KS K 0642:2016

(Oh et al. 2021, p. 78: Revised by Authors)

어깨와 등을 교차하는 밴드를 추가 부착하여 앞으로 말린 어깨 부위를 직접 뒤로 당김으로써, 3점압 원리(Kang & Park, 2022)를 기반으로 RSP의 양쪽 어깨를 뒤쪽으로 당겨주고 등은 펴주는 성능을 확보하며 교정자세를 유지하는 안정성을 강화하였다. 선정된 등근어깨 교정보조기의 압력 위치와 자세 교정 원리에 관한 내용은 〈Fig. 2〉 및 〈Table 1〉에서와 같다. 선정된 어깨자세 교정보조기 제작에 사용한 소재의 특성은 〈Table 2〉에 나타난 바와 같다.

II. 연구 방법

1. RSP 피험자 선정

한국인 성인 여성 대상 RSP 교정보조기의 성능 검증을 위해 피험자를 선정하는 기준은 국내 20대 초반 여성의 평균 인체치수를 나타내며, RSP에 해당하는 두 가지 조건이었다. 따라서 제7차 한국인 인체치수 조사사업(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2015) 보고서 자료 기반 20대 초반 성인 여성 상반신 인체측 항목의 평균 계측치 오차범위 내에 포함되는(〈Table 3〉) 대상자 중에서 RSP를 나타내는, 즉 바로 누운 자세에서 견봉의 후면이 바닥과 2.5cm 이상의 거리로 측정되는(Sahrmann et al., 2017)

피험자 중 실험 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 자발적 참여의사를 밝힌 대상자 6인을 최종 피험자로 선정하였다. RSP 피험자 선정 조건과 등근어깨 정도를 측정하는 과정의 설명은 〈Table 4〉와 〈Fig. 3〉과 같다.

2. 교정보조기의 RSP 교정 성능 평가 실험

선행연구에서 개발된 RSP 교정보조기 착용을 통한 등근어깨 자세 개선 성능의 검증을 위해 피험자는 반팔 티셔츠 일상복을 입은 상태에서 실험용 교정보조기 착용 전과 후에 RSP 정도를 측정한다. 총 12회 실험의 매 회마다 3회씩 RSP 정도를 측정하고 측정치의 평균값을 사용한다.

RSP 교정 성능을 평가하는 실험실의 표준환경은 온도 $24.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50.0 \pm 5.0\%$ 를 유지하여 실험을 진행하였다. 실험은 2~3일 간격으로 주 3회, 4주 동안 총 12회로 구성하였다. 실험 과정은 〈Fig. 4〉와 같이 피험자가 실험실 입실 후 5분간의 안정화 단계를 거쳐 진행되었다. 먼저 실험용 교정보조기 착용 전 피험자 RSP 정도를 3회 반복 측정하였으며, 이후 자세교정 효과를 높이기 위한 작은가슴근 자가스트레칭(PMSS: Pectoralis Minor Self-Stretching) 운동(각 30회, 3세트)을 수행함으로 관련 근육의 유연성을 확보하였다(Choi et al., 2020). 이어 피험자가 교정보조기를

〈Table 3〉 Body Measurements of 6 Female Subjects Comparing to the Statistics of Korean Women in the Ages from 20 to 24

(Unit: cm, N=362)

Body Measurement Items	Subjects						Mean (SD)	Confidence Interval (95%)	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6		Min.	Max.
Height	161.5	165.5	152.5	164.0	160.5	156.5	160.1(4.8)	150.7	171.1
BMI	22.7	22.8	20.6	20.0	19.5	19.9	20.9(1.5)	17.9	23.8
Waist Front Length	35.0	36.0	34.2	35.7	36.0	36.0	35.5(0.7)	31.3	39.1
Waist Back Length	40.0	40.0	38.7	39.5	39.0	39.0	39.4(0.6)	36.0	44.2
Interscye Front	32.0	33.0	31.0	32.0	31.5	32.0	31.9(0.7)	28.7	35.3
Interscye Back	37.0	37.0	35.5	36.5	36.0	36.5	36.4(0.6)	32.8	40.6
Lateral Shoulder Length	39.5	40.0	38.0	39.0	39.0	38.5	39.0(0.7)	33.9	40.9
Shoulder Length	11.2	11.7	11.0	11.5	11.5	11.2	11.4(0.3)	9.7	13.3
Chest Circumference	87.0	90.0	83.5	84.5	84.0	84.0	85.5(2.5)	73.6	96.4
Bust Circumference	88.5	92.0	82.0	84.0	82.0	81.8	85.1(4.3)	70.3	97.9
Underbust Circumference	76.0	80.0	70.0	73.0	72.0	73.0	74.0(3.5)	62.0	84.0
Waist Circumference	74.0	77.0	65.0	72.3	67.5	69.0	70.8(4.4)	57.0	85.0
Waist Circumference (Omphalion)	78.0	83.5	68.0	75.0	71.0	72.0	74.6(5.6)	61.0	91.2
Abdominal Circumference	82.0	88.0	73.0	79.0	76.5	77.5	79.3(5.2)	65.9	95.7
Armscye Circumference	40.0	41.5	39.0	38.5	37.0	37.0	38.8(1.8)	32.1	44.3

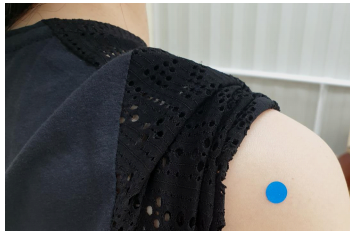
착용한 상태로 실험실 내에서 50분간(Lee et al., 2022; Liu et al., 2022; Oh et al., 2023) 타이핑이나 독서와 같은 일상생활동작(Activities of Daily Living: 이하 ADL)을 수행하게 한 후, 최종적으로 보조기를 탈의하고 RSP 정도를 동일한 방식으로 재측정(3회) 하는 과정으로 구성하였다.

3. 교정보조기 착용감 설문 평가

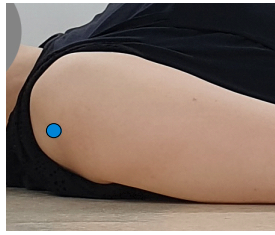
피험자를 대상으로 마지막 12회차 교정보조기 착용 실험 중, 실험용 교정기 착용 시 주관적으로 느끼는 압박감, 동작 용이성, 착탈 편리성, 그리고 착용 시의 쾌적감과 피로감에 대해 평가하게 하였다. 질문 문항은 교정기의 주요 부위인 어깨, 목, 진동, 밑가슴둘레, 등과 허리, 하복부 부위의 압박감과 ADL 중 팔과 어깨의 움직임, 허리 부위 몸

〈Table 4〉 Criteria for Selection of Subjects

Physical Criteria	- A woman with a shoulder posture having a height of 2.5cm or more from the floor to the back of the shoulder peak in a straight lying position
	- A person who has not received treatment or surgery due to orthopedic or neurosurgical conditions of the arm within the last three months
	- A person who has no experience in regular upper body posture correction or muscular exercise within the last three months



Sticker to the back of the shoulder peak measurement point

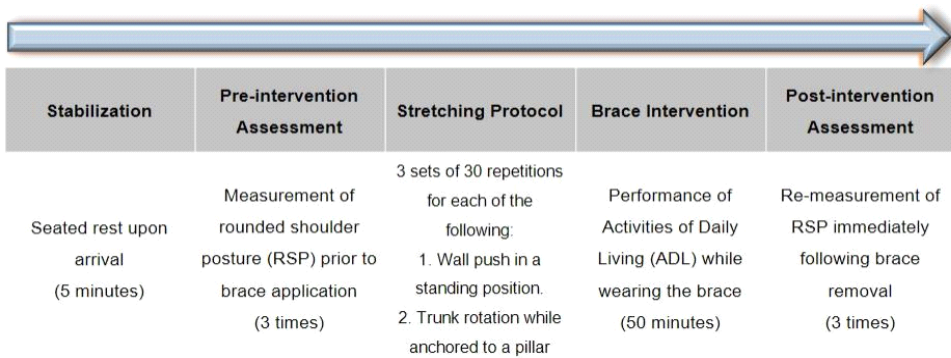


Place both arms comfortably next to the torso in a supine position with the back on the floor



Measure the straight line from the floor the surface to the marking sticker using a ruler

〈Fig. 3〉 Measurement of Rounded Shoulder
(Oh et al. 2021, p. 74; Photos Revised by Authors)



〈Fig. 4〉 Experimental Procedures and Protocols to Measure the Effects of a Postural Correction Brace

통의 움직임과 휴식 시의 동작 용이성, 교정기 착용 편리성, 통기성과 50분 착용 시간 피로감 문항에 대해 5점 리커트 척도(1점: 매우 나쁨(비선호) ~3점: 보통~5점: 매우 좋음(매우 선호)) 방법으로 평가하였다.

정도 변화율을 계산하고 그 추이를 보기 위해 선형추세분석 결과를 함께 제시하였다. 교정보조기 착용감 평가 결과는 각 변인에 대해 평균과 표준편차의 기술적 통계치를 분석하였다.

III. 연구결과 및 고찰

4. 실험자료 분석 방법

실험 결과 데이터는 통계분석 프로그램 SPSS Ver. 30.0을 사용하여 교정보조기 착용 전과 후의 유의차를 확인하기 위해 Paired *t*-test 검정과, 착용 후 RSP 측정치의 시간별 변화의 유의미성 검증을 위해 반복측정 분산분석(RM-ANOVA)으로 검증하였다. 이후 각 실험 회차마다 측정한 교정보조기 착용 전 대비 착용 후의 평균 RSP 개선

1. 교정보조기 RSP 교정 성능 분석

본 실험에서는 RSP 교정보조기의 효과 검증 프로토콜에 따라, 6명의 피험자를 대상으로 4주간 총 12회에 걸쳐 실험 전후의 RSP 정도를 측정하였다. RSP는 바로 누운 자세에서 바닥면과 어깨 뼈봉우리(견봉) 후면 사이의 거리가 2.5cm 이상인 상태를 의미한다. 〈Table 5〉에 제시된 피험자

〈Table 5〉 Descriptive Statistics of RSP Measures Before and After Experimental Brace Application

(Unit: cm)

Subject Experiment Sessions	S1		S2		S3		S4		S5		S6		Average	
	Mean(SD)		Mean(SD)		Mean(SD)		Mean(SD)		Mean(SD)		Mean(SD)		Mean(SD)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1st	5.9 (0.6)	5.6 (0.2)	6.5 (0.4)	6.2 (0.1)	5.3 (0.2)	4.5 (0.2)	6.1 (0.2)	5.2 (0.4)	5.6 (0.1)	5.0 (0.2)	5.4 (0.8)	4.9 (0.5)	5.8 (0.5)	5.3 (0.6)
2nd	5.8 (0.4)	5.0 (0.1)	5.1 (0.1)	4.3 (0.1)	4.3 (0.2)	4.1 (0.2)	5.9 (0.1)	4.9 (0.1)	5.3 (0.4)	4.4 (0.1)	4.4 (0.1)	4.5 (0.1)	5.1 (0.7)	4.5 (0.4)
3rd	5.8 (0.4)	5.3 (0.2)	5.3 (0.3)	4.8 (0.0)	4.8 (0.3)	4.2 (0.2)	5.7 (0.2)	4.7 (0.1)	5.2 (0.2)	4.3 (0.2)	5.2 (0.2)	5.0 (0.2)	5.3 (0.4)	4.7 (0.4)
4th	5.2 (0.1)	4.7 (0.5)	5.0 (0.1)	4.8 (0.2)	4.3 (0.0)	4.0 (0.2)	5.3 (0.1)	4.6 (0.3)	5.8 (0.1)	5.4 (0.1)	5.4 (0.0)	4.8 (0.1)	5.1 (0.5)	4.7 (0.5)
5th	4.9 (0.2)	4.5 (0.3)	5.1 (0.1)	4.9 (0.1)	5.0 (0.1)	4.4 (0.2)	5.6 (0.2)	4.6 (0.1)	5.3 (0.1)	4.8 (0.2)	5.4 (0.1)	5.1 (0.1)	5.2 (0.3)	4.7 (0.3)
6th	4.8 (0.5)	4.0 (0.1)	5.1 (0.0)	4.9 (0.1)	4.7 (0.1)	4.2 (0.1)	5.2 (0.1)	4.6 (0.0)	5.3 (0.0)	5.2 (0.1)	5.4 (0.0)	5.1 (0.0)	5.1 (0.3)	4.6 (0.5)
7th	5.7 (0.0)	5.0 (0.1)	5.4 (0.2)	4.7 (0.0)	4.8 (0.2)	4.2 (0.2)	5.3 (0.1)	4.4 (0.2)	5.6 (0.1)	5.2 (0.1)	5.2 (0.1)	4.7 (0.4)	5.3 (0.3)	4.7 (0.4)
8th	5.1 (0.2)	4.6 (0.2)	5.5 (0.2)	5.1 (0.1)	4.7 (0.2)	4.2 (0.2)	4.9 (0.1)	4.2 (0.0)	5.4 (0.2)	5.0 (0.1)	5.3 (0.1)	4.4 (0.1)	5.1 (0.3)	4.6 (0.4)
9th	4.9 (0.2)	4.4 (0.1)	5.4 (0.0)	4.8 (0.1)	4.7 (0.2)	3.9 (0.1)	5.3 (0.2)	4.2 (0.0)	5.2 (0.1)	5.2 (0.2)	5.2 (0.3)	4.5 (0.3)	5.1 (0.3)	4.5 (0.5)
10th	4.9 (0.2)	4.4 (0.2)	5.4 (0.0)	5.0 (0.1)	4.2 (0.1)	3.9 (0.1)	5.0 (0.0)	4.3 (0.2)	5.4 (0.3)	4.9 (0.2)	5.1 (0.0)	5.0 (0.2)	5.0 (0.5)	4.6 (0.5)
11th	5.2 (0.1)	4.7 (0.1)	5.3 (0.0)	4.7 (0.0)	4.6 (0.1)	3.9 (0.1)	4.5 (0.2)	3.9 (0.0)	5.4 (0.1)	5.0 (0.1)	5.0 (0.1)	4.7 (0.0)	5.0 (0.4)	4.5 (0.4)
12th	5.4 (0.2)	4.9 (0.1)	5.0 (0.2)	4.6 (0.1)	4.1 (0.0)	3.6 (0.1)	5.3 (0.0)	3.8 (0.0)	5.5 (0.2)	5.0 (0.1)	5.6 (0.1)	4.9 (0.0)	5.1 (0.6)	4.5 (0.6)

들의 최초 측정치는 최소 5.3cm에서 최대 6.5cm (평균 5.8±0.5cm)로 나타나, RSP 판정 기준인 2.5cm를 2배 이상 상회하는 심각한 RSP 수치를 보였다. 12회차에 걸쳐 실험 교정보조기를 착용한 후 측정된 RSP 측정치는 모든 실험 회차(1~12회차)에서 개별 피험자 및 전체 평균 측정치가 착용 전보다 후에 일관되게 감소하는 것으로 나타났다.

이러한 교정보조기 착용 전과 후의 자세 개선 효과가 통계적으로 유의한지 검증하기 위해 대응 표본 *t*-검정(Paired *t*-test)을 실시한 결과, 〈Table 6〉에서 볼 수 있듯이 모든 회차에서 착용 후의 평

균 RSP 수치가 착용 전보다 유의하게 감소하는 것으로 나타났다(최소 $p<.05$ 수준). 또한 총 12회의 실험을 통해 측정된 교정기 착용 후의 RSP 측정치 변화가 시간별로 어떤 추이를 나타내는지 추적하기 위해 실시한 RM-ANOVA 분석은 피험자 수가 6명인 것을 고려하여 실험 회차 변수가 피험자 N수인 6보다 크지 않도록 최대 5회로 제한하여 시기를 1차, 2차, 3차로 나누어 해석하였다. 따라서 실험이 시작되기 전, 초기 RSP 측정치와 실험 1회차~4회차의 교정 보조기 착용 후 RSP 측정치를 1차 시기 대상 자료로 구분하였고, 2차 시

〈Table 6〉 Paired t-test Comparison of Pre- and Post-Intervention Average RSP Measures Following Brace Application

(Unit: cm)

Experiment Sessions	Rounded Shoulder Measures Mean(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Pre	Post		
1st	5.8(0.5)	5.3(0.6)	5.333	.003**
2nd	5.1(0.7)	4.5(0.4)	3.317	.021*
3rd	5.3(0.4)	4.7(0.4)	5.128	.004**
4th	5.1(0.5)	4.7(0.5)	4.785	.005**
5th	5.2(0.3)	4.7(0.3)	4.256	.008**
6th	5.1(0.3)	4.6(0.5)	4.201	.008**
7th	5.3(0.3)	4.7(0.4)	9.060	.000***
8th	5.1(0.3)	4.6(0.4)	6.602	.001**
9th	5.1(0.3)	4.5(0.5)	4.131	.009**
10th	5.0(0.5)	4.6(0.5)	5.351	.003**
11th	5.0(0.4)	4.5(0.4)	7.831	.001**
12th	5.1(0.6)	4.5(0.6)	4.008	.010*

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

기는 앞선 1차 시기의 마지막 실험과 이어지도록 4회차부터 8회차까지의 총 5회의 실험 측정치를, 그리고 3차 시기도 마찬가지로 2차 시기의 마지막 실험인 8회차부터 12회차까지의 총 5회 실험 측정치를 대상으로 구분하여 고찰하였다. 먼저 〈Table 7〉의 Time 1은 위에서 설명한 1차 시기, 총 5개 시점의 시간 경과에 따른 RSP 계측치 평균 변화를 검증한 결과로, 이를 〈Table 6〉의 기술통계 분석 결과와 함께 살펴보면, 실험용 보조기를 착용하기 전인 초기 RSP 평균 측정치가 5.8(SD=0.5)로 가장 높았으나, 교정보조기를 착용한 후의 평균은 1회차 5.3(SD=0.6), 2회차 4.5(SD=0.4)까지 지속적으로 감소하였다. 이후 3회차와 4회차 실험의 RSP 치수는 각각 4.7(SD=0.4)과 4.7(SD=0.5)로 유사한 수준을 유지하며 다소 정체되는 양상을 보였다. Mauchly의 구형성 검정 결과 가정은 충족되었으며($p=.456$), 시간 경과에 따른 계측치 평균의 전체 주효과는 통계적으로 매우 유의미한 것으로 나타났다($F(4, 20)=12.462$, $p<.001$). 구

체적인 변화 양상을 파악하기 위해 개체-내 대비 검정(trend analysis)을 실시한 결과, 선형 경향($F(1, 5)=21.613$, $p=.006$)과 이차 경향($F(1, 5)=15.224$, $p=.011$)이 모두 통계적으로 유의미하게 나타났다. 반면 삼차 경향 및 순서 4 경향은 유의미하지 않았다. 이는 시간 흐름에 따른 피험자들의 계측치가 초반에는 지속적으로 감소하는 추세(선형)를 보이다가, 2회차 이후 완만하게 곡선을 그리며 감소세가 둔화 및 정체되는 형태(이차)의 확인한 변화 패턴을 가지는 것을 시사한다.

2차 시기는 〈Table 7〉, Time 2의 내용을 참고할 때, 앞선 1차 시기 분석에 연이어 실험 4회차부터 8회차까지 총 5개 시점의 RSP 계측치 평균 변화를 분석한 결과를 나타낸다. 먼저 Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성 가정이 충족되었으며($p=.472$), 이를 바탕으로 개체-내 효과 검정을 확인한 결과, 시간 경과에 따른 계측치 평균의 전체 주효과는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다($F(4, 20)=0.480$, $p=.750$). 구체적인 변화 양상을

〈Table 7〉 Repeated Measures ANOVA and Contrast Results for RSP Measure Changes Over Time, Pre- to 12th Experiment

Source	Contrast	SS	df	Mean Square	F	p
Time 1 (Pre- to 4th Experiment)	Main Effect(Within-Subject)	6.532	4	1.633	12.462***	<.001
	Linear	4.267	1	4.267	21.613**	.006
	Quadratic	1.813	1	1.813	15.224*	.011
	Cubic	.001	1	.001	.007	.936
	Quartic	.452	1	10.323	3.918	.105
	Note. Mauchly's test indicated that the assumption of sphericity was met ($W=.064$, $\chi^2=9.390$, $df=9$, $p=.456$).					
Time 2 (4th to 8th Experiment)	Main Effect(Within-Subject)	.130	4	.032	.480	.750
	Linear	.079	1	.079	1.709	.248
	Quadratic	.008	1	.008	.117	.746
	Cubic	.015	1	.015	.191	.680
	Quartic	.028	1	.028	.356	.557
	Note. Mauchly's test indicated that the assumption of sphericity was met ($W=.067$, $\chi^2=9.215$, $df=9$, $p=.472$).					
Time 3 (8th to 12th Experiment)	Main Effect(Within-Subject)	.054	4	.013	.300	.874
	Linear	.019	1	.019	.184	.686
	Quadratic	.002	1	.002	.072	.799
	Cubic	.003	1	.003	.184	.685
	Quartic	.030	1	.030	.996	.364
	Note. Mauchly's test indicated that the assumption of sphericity was met ($W=.108$, $\chi^2=7.613$, $df=9$, $p=.620$).					

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

확인하고자 개체-내 대비 검정(Trend Analysis) 결과 역시 선형 경향($F(1, 5)=1.709$, $p=.248$), 이차 경향($F(1, 5)=.117$, $p=.746$), 삼차 경향($F(1, 5)=.191$, $p=.680$), 그리고 순서 4 경향($F(1, 5)=.356$, $p=.577$) 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 앞선 초기~4회차 실험 계측치의 분석에서 나타난 유의미한 감소 및 곡선 변화(선형 및 이차 경향)와 극명한 대조를 이룬다. 즉, 피험자들의 계측치는 실험 초반(초기~2회차)에 급격한 감소 변동을 겪은 후, 3회차 시점을 기점으로 효과가 포화 상태(saturation)에 도달하여 4회차~8회차까지 통계적인 증감 없이 안정적인 플레토(plateau) 단계를 유지하는 것으로 볼 수 있다.

마지막으로 실험 8회차~12회차까지 총 5개 시점의 계측치 평균 변화를 검증한 3차 시기의 분석 결과는 Mauchly의 구형성 검정 결과 가정이 충족되었으며($p=.620$), 이를 바탕으로 개체-내 효과 검정을 확인한 결과 시간 경과에 따른 계측치 평균의 전체 주효과는 2차 시기와 마찬가지로 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다($F(4, 20)=0.300$, $p=.874$). 구체적인 변화 패턴을 확인하기 위한 개체-내 대비 검정(Trend Analysis) 결과 역시 선형 경향($F(1, 5)=.184$, $p=.686$), 이차 경향($F(1, 5)=.072$, $p=.799$), 삼차 경향($F(1, 5)=.184$, $p=.685$), 순서 4 경향($F(1, 5)=.996$, $p=.364$) 모두 통계적으로 유의미하지 않은 것으로

$$RSP \text{ change rate} = (Pre - Post) / Pre \text{ RSP measure} \times 100(\%)$$

.....

Equation 1

나타났다. 이러한 결과는 2차 시기(4회차~8회차) 분석 결과와 일치하는 것으로, 실험 초반(초기 측정~3회차)에 발생한 급격한 변화가 실험 4회차에서 1차 안정기에 접어든 이후, 12회차 실험까지 장기적으로도 다른 통계적 증감이나 굴곡 없이 매우 안정된 평탄 상태(plateau)를 견고하게 유지하는 것을 최종적으로 입증하는 것이다.

주목할 점은 이러한 착용 후 계측치의 안정화가 교정력의 약화나 퇴보를 뜻하는 것이 아니라는 사실이다. 실험 1회차부터 12회차까지의 교정기 착용 전·후 변화율을 산출(Equation 1)한 결과, <Table 8>에서와 같이 최소 7.3%에서 최대 13.0%에 이르는 평균 10.4% 수준의 일관된 RSP 개선율이 전 실험 기간에 걸쳐 지속해서 관찰된 것이 이를 뒷받침하고 있다. 교정보조기 착용 전 계측치(5.0~5.8cm)와 착용 후 계측치(4.5~5.3cm)의 추이를 비교해 보면, 교정기는 매 실험 회차, 착용 시마다 피험자의 앞으로 말린 어깨를 뒤로 당겨주고 등을 곧게 펴주어 등근어깨 정도를 즉각적으로

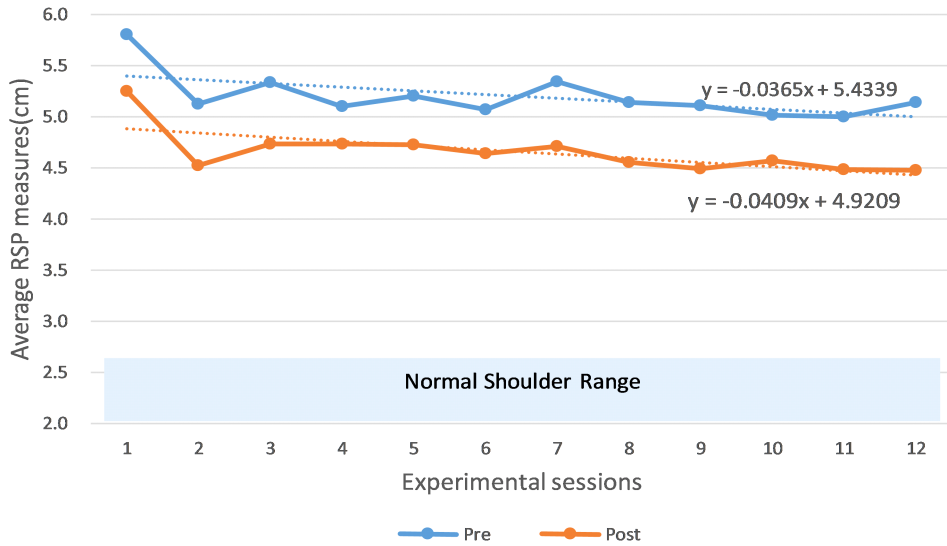
감소시켰음을 알 수 있다.

<Fig. 5>에서는 피험자들의 매 실험 회차별로 교정기 착용 전과 착용 후에 측정한 RSP 측정치 평균과 선형 추세선을, <Fig. 6>에서는 평균 RSP 변화율과 그 선형 추세선을 그래프로 나타내고 있는데, 이는 RSP 정도가 명확히 감소하는 것과 RSP 변화율이 실험 회차가 진행되면서 지속적인 개선 효과를 보이는 것임을 알 수 있다.

<Fig. 6>의 RSP 변화율을 자세히 살펴보면, 1차 실험에서 9.5%의 변화율을 기록한 이후 4~6회차 및 10회차 실험에서는 7.3~9.2%로 다소 주춤하였으나, 11회차부터 다시 변화율이 확대되어 최종 12회차에서는 13.0%로 최고치를 기록하였다. RSP 변화율에 대한 선형 회귀 분석 결과, 회귀식은 $y=0.155x + 9.4134$ 로 도출되었으며 기울기(0.155)를 기록하여 회차가 거듭될수록 교정 효과가 점진적으로 강화되는 경향을 확인하였다. 결정계수(R^2)는 0.1013으로 나타났는데, 이는 실험 중반부에서 발생한 변화율의 일시적 정체와 피험

<Table 8> RSP Change Rate Following the Brace Application

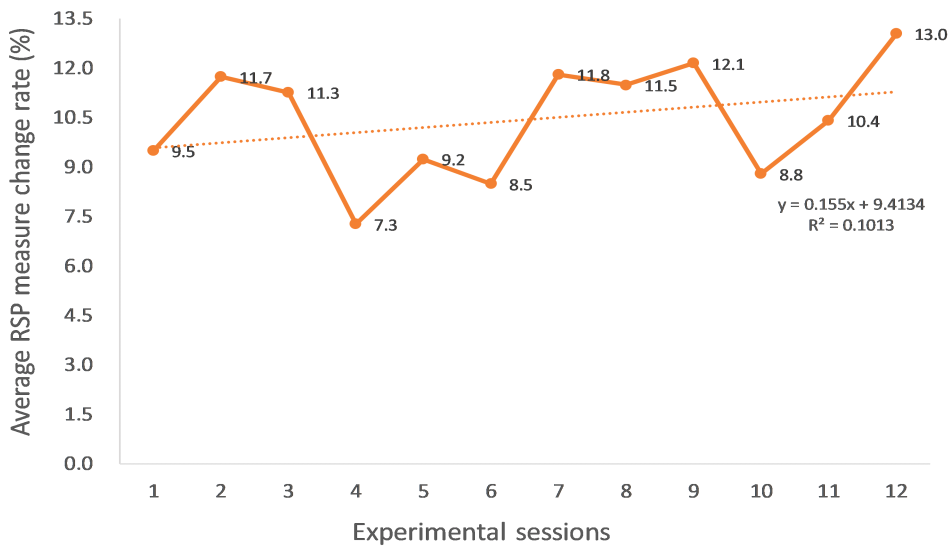
Experiment Sessions	Rounded Shoulder Measures (cm)		Change Rate (%)
	Pre-Intervention	Post-Intervention	
1st	5.8	5.3	9.5
2nd	5.1	4.5	11.7
3rd	5.3	4.7	11.3
4th	5.1	4.7	7.3
5th	5.2	4.7	9.2
6th	5.1	4.6	8.5
7th	5.3	4.7	11.8
8th	5.1	4.6	11.5
9th	5.1	4.5	12.1
10th	5.0	4.6	8.8
11th	5.0	4.5	10.4
12th	5.1	4.5	13.0



〈Fig. 5〉 Pre- and Post-Intervention Average RSP Measures and Linear Trend through the Experimental Brace Application

자별 개별 생활 패턴 차이에서 기인한 것으로 보이나, 전체적인 추세선은 RSP 상태가 지속적으로 개선되고 있음을 명확히 나타낸다. 이러한 결과를 앞서 RM-ANOVA 분석 결과와 함께 고려하면,

초기 실험 단계에서는 실험 교정기 착용으로 뚜렷한 RSP 개선 성능을 보였으나, 일정 수준의 교정이 이루어진 이후에는 RSP 변화율의 지속적 증가와 함께 교정 성능을 안정적으로 유지하는 것을



〈Fig. 6〉 Average RSP Change Rate and Linear Trendline through the Experimental Brace Application

나타냄으로써 본 연구에서 활용된 교정보조기가 자세교정에 있어 신뢰할 만한 성능을 갖추었음을 입증하고, 지속적으로 착용할 경우, 등근어깨 자세가 점진적이고 효과적으로 개선될 수 있음을 시사한다.

2. 교정보조기 착용감 평가 분석

RSP 교정보조기 착용 실험에 참여한 6명의 피험자를 대상으로 마지막 12회차 실험에서, 실험 교정보조기 착용 중 압박감, 동작 용이성, 착탈 편리성, 그리고 착용 쾌적감 및 피로감에 대해 설문 조사하였다. 5점 척도(1점: 매우 나쁨~3점: 보통~5점: 매우 좋음)로 응답한 결과를 <Table 9>~<Table 12>에 나타내었다.

<Table 9>의 압박감 평가 결과, 모든 항목에서 평균 4.0~4.8점을 기록하여 실험용 교정보조기의 압박 성능에 대한 만족도가 전반적으로 높게 나타났다. 특히 겨드랑이, 허리둘레, 등 부분은 4.7~4.8점으로 매우 높은 점수를 보였으며, 어깨밴드와 밑가슴둘레 부위 또한 4.5점 이상의 높은 만족도를 나타냄으로 교정보조기로서 충분한 압박효과를 가진 것으로 평가되었다. 다만 뒷목과 하복부의 압박에 대한 평가는 4.0점으로 다른 부위 대비 상대적으로 낮게 평가되었는데 압박감이 상대적으로 약하다는 평가자의 주관적 평가가 함께 보고되었

다. 이는 어깨-등 크로스밴드가 교정기의 어깨를 후방으로 당기면서 뒷목 부위의 밀착감을 약화시키고, 착용 시간이 경과함에 따라 크로스밴드가 벨크로로 부착된 복부 패널을 뒤쪽으로 당겨 복부 패널 압박이 다소 감소했기 때문일 것으로 분석된다. 그럼에도 불구하고 피험자들은 상체를 곧게 펴는 데 효과적이라는 점에서 교정기에 대해 전반적으로 만족하였으며, 하복부 압박의 경우 특별히 넓은 폭의 벨크로 방식의 앞여밈 패널로 조임의 정도를 임의로 조절할 여지가 충분하다는 점을 긍정적으로 평가하였다.

<Table 10>의 동작 용이성 평가 결과는 실험 프로토콜 중 교정보조기를 착용하고 일상적 동작을 수행(ADL)하는 동안 움직임에 대한 용이성을 평가한 것으로, '팔 전방 운동 시 팔과 어깨의 움직임', '팔 측방 및 후방 운동 시 팔과 어깨의 움직임', '허리를 포함한 몸통 움직임', '휴식을 취하는 중의 움직임' 문항에 대한 평가로 이루어졌다. 그 결과, 팔과 어깨의 전·측·후방 운동 관련 항목은 모두 5.0점으로 최고점을 기록하였고, 몸통 움직임과 휴식 중 동작 용이성 또한 각 4.3점으로 높은 만족도를 보였다. 이는 실험용 교정보조기가 등근어깨 교정 기능뿐만 아니라 사용자의 활동성까지 동시에 확보함으로써, 보조기로서 요구되는 기능적, 동적 조건을 모두 충족하고 있음을 시사한다.

<Table 9> Subjective Evaluation of Clothing Pressure Sensation by Body Part Following the Experimental Brace Application

Category	Questions	Mean(SD)
Clothing Pressure Sensation	Clothing pressure of shoulder area	4.5(0.5)
	Clothing pressure of armpit area	4.7(0.5)
	Clothing pressure of underbust area	4.5(0.5)
	Clothing pressure around waist	4.7(0.5)
	Clothing pressure of the bands crossing the upper back	4.3(0.5)
	Clothing pressure of lower abdominal area	4.0(0.9)
	Clothing pressure in the back neck	4.0(1.3)
	Clothing pressure in dorsal area	4.8(0.4)

〈Table 10〉 Subjective Evaluation of Ease of Motion Following the Experimental Brace Application

Categories	Questions	Mean(SD)
Ease of Motion	Ease of motion during forearm movement	5.0(0.0)
	Ease of motion during lateral and posterior arm movement	5.0(0.0)
	Ease of motion of the torso including the waist	4.3(1.2)
	Ease of motion during rest	4.3(1.2)

본 연구에 사용된 실험 교정보조기는 선행연구 (Oh et al., 2021)에서 개발한 것으로서 3D 인체 모델링 형상에서 추출한 인간공학적 패턴을 활용하여 인체에 밀착하게 보조기의 맞음새를 높인 특징이 있다. 또한 실험 교정보조기를 일상복 위에 착용하는 방식을 고려하여 대조군 교정기와 비교하여 목둘레를 채킷류와 같이 뒤목과 옆목을 모두 더 여유 있게 설계한 것이 착용감 향상에 영향을 미친 것으로 판단한다. 선행 연구에서 기존 어깨 자세 교정 관련 보조기 27종에 대한 정보와 웹사이트 내 사용자 후기를 분석하여 디자인한 어깨밴드의 폭은 6cm로 압흔 부위를 파고 들어가지 않는 쾌적한 효과를 제공하였고, 어깨선에 봉제된 어깨밴드를 교정기 몸판에 부착하는 위치를 실제 겨드랑점에서 10cm 아래로 내려온 지점에 연결하고 버클로 길이를 착용자 체형에 맞게 조절함으로써 압흔의 활동성을 확보한 특징이 본 연구의 착용감 평가 분석의 동작 용이성 영역에서 높게 평가되는 영향을 끼친 것으로 본다. 또한 허리 부위를 안정적으로 지지할 수 있도록 보조기 길이를 허리선 아래로 10cm 늘려 하복부 최대 돌출 부위

까지 덮었으며, 앞중심에 7cm의 여백분을 부여해 복부 전체를 감싸고 지지하는 기능을 강화한 설계적 특징이 교정보조기 착용 시 압박감 평가에는 긍정적 영향과 몸통 움직임 용이성 평가에는 부정적 영향을 준 것으로 본다.

〈Table 11〉의 교정기의 착탈 편리성 평가는 6개 문항에 대해 모두 4.0~5.0점으로 응답되어 실험 교정보조기의 착용과 탈의 방식이 전반적으로 우수한 것으로 나타났다. 항목별로 살펴보면 착의에서는 벨크로 방식으로 고정하는 허리밴드 착용 만족도가 만점(5.0점)으로 가장 높았고, 버클 조절식 어깨밴드(4.2점)가 그 뒤를 이었다. 반면 어깨-등 크로스밴드의 착용은 다른 항목들 대비 상대적으로 낮지만, 4.0점으로 만족하는 것으로 평가되었다. 탈의의 경우 어깨 및 허리밴드는 4.5점으로 높게 응답함으로 착용과 탈의 모두 전반적으로 만족하였으며 어깨-등 크로스밴드의 탈의도 4.3으로 평가되어 착의보다는 탈의를 더 쉽다고 인식하는 것으로 분석되었다.

〈Table 12〉의 착용 쾌적성 및 피로도 평가 결과를 보면, 교정기 착용 시 통기성항목은 평균 3.0

〈Table 11〉 Subjective Evaluation of Wearing Easiness Following the Experimental Brace Application

Categories	Questions	Mean (SD)
Ease of Donning and Doffing	Ease of wearing shoulder bands	4.2(0.8)
	Ease of wearing waist bands	5.0(0.0)
	Ease of wearing shoulder-back crossing bands	4.0(0.9)
	Ease of taking off shoulder bands	4.5(0.8)
	Ease of taking off waist bands	4.5(0.8)
	Ease of taking off shoulder-back crossing bands	4.3(1.2)

〈Table 12〉 Evaluation of Subjective Comfort and Perceived Fatigue Following the Experimental Brace Application

Categories	Questions	Mean (SD)
Comfort and Fatigue During Wear	Satisfaction with breathability	3.0(0.6)
	Appropriateness of the wearing time (50 minutes)	4.3(0.5)

점(‘보통’)으로 나타났다. 하지만 이는 착용 환경이나 개인별 발한량에 따라 쾌적감 만족도가 이보다 더 저하될 수도 있음을 시사하며, 장시간 착용을 위해 적극적으로 고려해야 하는 요인이므로 향후 소재 개선 시 통기성이 우수한 기능성 소재의 적용이 필요할 것이다. 반면, 실험 프로토콜에 따른 50분간의 연속 착용 시간에 대해서는 4.3점으로 긍정적인 평가를 받았다. 이는 일상생활 속에서 일정 시간 이상 본 보조기를 착용하더라도 피로도가 크지 않으며, 선정된 실험 교정보조기가 실제 사용 환경에서 적절한 착용 지속성을 확보하고 있음을 입증하는 결과이다.

이상의 RSP 교정 성능 분석 및 착용감 평가 결과를 종합해 볼 때, 연구를 위해 설계한 실험 조건에서 실험용 교정기를 착용한 RSP 교정에 있어서 1회차~4회차 실험까지를 즉각적인 물리적 개선 효과를 입증한 시기로 간주하고, 이후 12회차까지를 장기적인 효과의 항상성을 유지(homeostasis)하면서 RSP 변화율의 개선이 동반된 안정화 시기임을 확인함으로써 실험 교정보조기의 교정 성능 유효성을 입증하였다. 또한 교정기의 압박감, 동작 용이성, 착탈 편리성, 착용 쾌적성 및 50분 착용에 대한 피로감 등 전반적인 착용감 성능 평가에서 우수한 결과를 나타내어, 교정 기능과 사용 편의성을 동시에 충족하는 보조기 구조로서의 효용성을 확인하였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 3D 인체 모델 형상에 기반한 인체공학적 패턴을 적용한 여성용 등근어깨자세(RSP)

교정보조기를 선행연구(Oh et al., 2021)에서 개발하고, 이를 실제 RSP 체형의 피험자에게 적용하여 어깨자세 교정 성능과 착용감 효과를 검증하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 RSP 체형의 6명의 피험자를 대상으로 4주간 총 12회차의 실험을 진행하였으며, 교정보조기 착용 전·후의 RSP 정도를 계측하여 시계열적 평균 변화와 즉각적인 개선 효과를 분석하였다. 아울러 교정보조기 착용 중의 압박감, 동작 용이성, 착탈 편리성, 그리고 착용 쾌적감 및 피로감 등 전반적인 착용감 평가 내용을 종합적으로 분석하였다. 본 연구의 주요 결론과 이에 따른 제언은 다음과 같다.

첫째, 실험용 교정보조기는 4주간 총 12회차의 착용 실험을 통해 피험자의 RSP 정도가 착용 전과 비교하여 통계적으로 유의미하게 감소한 것으로 검증되었다. 이와 함께 시간 경과에 따른 RSP 개선 추이는 실험 초기부터 4회차 실험까지의 1차 시기는 교정 효과의 유의미한 개선 경향성이 나타났는데, 이는 교정보조기 착용 후 RSP 계측치가 초기 계측에서 3회차까지 급격하게 감소하다가 4~5회차를 기점으로 완만해지는 양상의 패턴을 보인 것이다. 이후 진행된 12회차까지 구간의 분석에서는 일정 수준의 어깨자세 교정이 이루어진 이후 교정 효과가 안정적인 상태를 유지하는 양상을 보였다. 특히 이와 같이 보조기 착용을 통한 RSP 계측치의 안정화 시기에도 RSP 개선율이 7.3~13.0%까지 지속적으로 증가하는 추세를 나타낸 것은 본 실험용 교정보조기의 자세 교정 성능 측면의 신뢰성을 확고히 입증한 것이다. 따라서 본 실험용 교정보조기를 4주간 지속적으로 착용할 때, 점진적이고 효과적으로 어깨자세가 개선될 수

있음을 정량적으로 규명하였다는 점에서 중요한 학술적 의의를 지닌다.

둘째, 교정기 착용 중 압박감, 동작 용이성, 착탈 편리성, 착용 쾌적성 및 50분간의 착용에 따른 피로감 등 전반적인 착용감 만족도 평가에서 우수한 결과가 도출된 것은 본 실험용 교정기가 RSP 교정이라는 기능성과 사용 편의성이라는 실용적 목적을 동시에 충족하는 보조기구로서의 효용성을 확보하였음을 방증한다. 본 연구에서 시도된 실험 교정 보조기의 설계에 활용된 3D 인체공학적 패턴은 보조기의 맞춤새와 인체 밀착성을 유의하게 향상시킨 주요한 요인으로 조명된다. 선행 연구(Oh et al., 2021)에서 2D 패턴 방식으로 제작된 대조군 교정보조기의 경우 겨드랑이 부위의 과도한 압박감과 맞춤새 불만족 문제가 지적되었으나, 20대 여성의 3D 표준 인체 모델의 체형을 반영한 어깨밴드 및 허리밴드의 경사 각도를 인체공학설계에 활용함으로써 해당 결함을 효과적으로 해결하였다. 본 연구에서는 이러한 교정보조기의 인체공학설계 특성이 피험자들로 하여금 견갑골과 겨드랑이 부위의 압박 성능과 고정력에 대해 높게 평가하는 결과로 연결된 것을 확인하였다. 실험 교정보조기는 동작 용이성과 착용 편리성 측면에서도 우수한 평가를 이끌어냈다. 동작 용이성 평가에서 팔과 어깨의 전·측·후방 운동 항목은 ‘매우 만족’하는 수준의 평가를 얻어, 교정보조기 착용 중에도 일상적인 활동이 충분히 가능함을 실증하였다. 또한 7 cm 폭의 벨크로를 사용한 허리밴드의 앞여밈 방식과 버클 조절식 어깨밴드 설계는 착용자가 자신의 체형에 결부하여 유동적으로 조절할 수 있게 함으로써, 허리밴드 및 어깨밴드 착탈 편리성을 ‘매우 만족’하는 수준으로 올리는 데 기여하였다. 이와 함께 어깨자세 교정 효과를 높인 핵심 요인으로 분석된 어깨-등 크로스밴드의 착탈 편리성은 ‘만족’ 수준으로 나타났으나, 다른 부위에 비해서는 상대적으로 낮게 평가된 것이었다. 이를 보완하기 위하여, 크로스밴드가 교정기의

견갑골 사이 위치에서 기본적으로 교차 상태를 유지하도록 고정되 상하 혹은 좌우로 여유를 포함한 길이의 루프 설치를 제안하고자 한다. 이러한 구조적 개선은 어깨-등 크로스밴드 착탈 시의 편의성을 제공하는 동시에, 착용자 개별 체형에 적합한 맞춤새를 저하하지 않도록 유동성을 확보할 것으로 예상된다. 다만, 착용 쾌적성 평가 항목 중 통기성이 상대적으로 낮은 수준인 ‘보통’으로 평가된 것을 고려할 때, 후속 연구에서는 계절적 환경요인을 극복할 수 있도록 통기성이 강화된 고기능성 소재의 적용을 통해 쾌적성 보완이 수행되어야 할 것이다.

이상의 연구 내용을 종합하면, 본 연구에서 검증한 실험용 RSP 교정보조기는 3D 인체 모델 데이터를 활용한 인체공학설계를 통해 기존 시판 제품들의 단점으로 지적되었던 착용 불편함과 활동성 제약을 성공적으로 극복하였으며, 실질적인 자세 교정 효과를 도출하였다는 점에서 학술적·산업적 의의가 있다. 이와 관련한 선행 연구(Ailneni et al., 2019; Caixeiro et al., 2025)에서는 0.5~2시간 범위 내에서 교정기 착용 시간을 점진적으로 늘려갈 때 자세 개선 효과가 향상된다고 보고한 바 있다. 비록 피험자의 연령과 건강 상태에 따라 차별화된 접근이 전제되어야 하지만, 본 연구에서 선정한 RSP 교정보조기의 착용 기간 역시 4~8주 이내(Leung et al., 2023)의 범위로 연장하는 것은 타당할 것으로 판단된다. 따라서 실험용 RSP 보조기의 교정 효과 향상성이 유지되면서도 RSP 개선율은 증가하는 추세를 보였던 4주(12회차)의 실험 시점 이후부터는 교정보조기의 착용 시간과 전체 사용 기간을 단계적으로 증량하는 방식을 통해 임상적 활용 효과를 극대화할 것을 제안할 수 있다. 예를 들어 현재의 2~3일의 착용 간격을 점진적으로 단축하고 매회별 착용 시간을 제안된 착용 시간 범위 내에서 연장해 나간다면 더욱 유의미한 RSP 교정 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 최대 4~8주로 제한된 기간 내에 교정보조기를 착

용함으로써 바른 자세로의 교정 감각을 획득한 후에는, 근력 강화 운동을 병행하면서 궁극적으로는 운동요법으로 대체하는 이행 과정(Lee et al., 2015)을 통해 바른 어깨자세 회복을 도모할 수 있을 것으로 본다.

끝으로 본 연구에서 사용한 RSP 교정보조기의 패턴은 신체 변형의 변수가 적은 20대 초반 여성 체형 집단만을 대상으로 설계되었으므로, 다양한 다른 집단으로 일반화하기에는 제한점이 존재한다. 향후 RSP 교정보조기의 교정 메커니즘을 심화하는 후속 연구에서는 대상 체형에 해당하는 표본의 크기(N)를 확장하여 임상 신뢰도를 공고히 하고, 인체공학적 대중성을 확보하기 위해 연령대 다변화 및 세부 체형별 구체화가 필수적으로 요구된다. 더불어, 성별에 따른 신체적 체형 특성 차이를 반영하도록 남성용 어깨자세 교정보조기 개발에 관한 후속 연구가 필연적으로 수반되어야 할 것이다. 본 연구의 실증적 결과가 VDT 증후군으로 인해 근골격계 질환을 겪는 현대인들의 유병률을 낮추고, 바른 체형 유지를 돕는 인간공학적 고기능성 보조기구 개발에 요구되는 요인 도출과 개선 방향 설정을 위한 기초 자료로 활용될 것을 기대한다.

References

- Ahmed, S., Mishra, A., Akter, R., Shah, M. H., & Sadia, A. A. (2022). Smartphone addiction and its impact on musculoskeletal pain in neck, shoulder, elbow, and hand among college going students: A cross-sectional study. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 27(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s43161-021-00067-3>
- Ahn, S. J., Choi, E. H., & Kim, M. K. (2019). The effects of kinesiology taping and pectoralis minor self-stretching on posture change and muscle tone in adults with rounded shoulder posture. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 14(4), 81-91. <https://doi.org/10.13066/kspm.2019.14.4.81>
- Ailneni, R. C., Syamala, K. R., Kim, I. S., & Hwang, J. (2019). Influence of the wearable posture correction sensor on head and neck posture: Sitting and standing workstations. *Work*, 62(1), 27-35. <https://doi.org/10.3233/WOR-162839>
- Ammendolia, C., Kerr, M. S., & Bombardier, C. (2005). Back belt use for prevention of occupational low back pain: A systematic review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28(2), 128-134. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.01.009>
- Caixeiro, D., Cordeiro, T., Constantino, L., Carreira, J., Mendes, R., Silva, C. G., & Castro, M. A. (2026). Effectiveness of wearable devices for posture correction: A systematic review of evidence from randomized and quasi-experimental studies. *Applied Sciences*, 16(1), 81. <https://doi.org/10.3390/app16010081>
- Chiu, Y.-C., Tsai, Y.-S., Shen, C.-L., Wang, T.-G., Yang, J.-L., & Lin, J.-J. (2020). The immediate effects of a shoulder brace on muscle activity and scapular kinematics in subjects with shoulder impingement syndrome and rounded shoulder posture: A randomized crossover design. *Gait & Posture*, 79, 162-169. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.04.028>
- Choi, J. U., Jeong, Y. S., & Kwong, O. K. (2020). Effect of upper trapezius inhibition on round shoulder posture, upper trapezius muscle activity and neck disability index for adults with round shoulders. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*, 26(1), 9-18.
- Cole, A. K., McGrath, M. L., Harrington, S. E., Padua, D. A., Rucinski, T. J., & Prentice, W. E. (2013). Scapular bracing and alteration of posture and muscle activity in overhead athletes with poor posture. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 12-24. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.1.13>
- Fathollahnejad, K., Letafatkar, A., & Hadadnezhad, M. (2019). The effect of manual therapy and stabilizing exercises on forward head and rounded shoulder postures: A six-week intervention with a one-month follow-up study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2438-y>
- Health Insurance Review and Assessment Service. (2020). One-Third of Population Treated for Musculoskeletal Disorders: Modern Illnesses Like VDT Syndrome Sound Alarm [국민 3명 중 1명 근골격계 질환으로 진료 VDT 증후군 등 현대인의 근골격계 질환 주의]. Retrieved November 20, 2020, from <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020041000100&brdScnBltno=4&brdBltno=10167>
- Jang, S. A., & Choi, S. Y. (2012). Effects of RAD ballet program participation on the positional distortion. *Official Journal of the Korean Society of Dance Science*, 27, 147-157. <https://doi.org/10.21539/ksds.2012.27.147>
- Kang, J. H., & Park, T. S. (2022). Effect of shoulder brace design on round shoulder posture. *PNF and*

- Movement*, 20(3), 391-397. <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2022.20.3.391>
- Kim, E. J., Kim, J. W., & Park, B. R. (2011). Effects of sling exercise program on muscle activity and cervical spine curvature of forward head posture. *The Journal of The Korea Contents Association*, 11(11), 213-220. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.11.213>
- Kim, E. S., Yang, J. O., & Lee, J. S. (2013). Utilization of sport biomechanics for the correct posture exercise program (centering in female middle school students). *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 23(3), 261-269. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2013.23.3.261>
- Koo, B. (2025, October 29). Development of ultra-light-weight assistive robots using fabric muscle actuators [섬유형 인공근육 액추에이터 활용 초경량 보조 로봇 개발]. Herald Business. <https://biz.heraldcorp.com/article/10603615>
- Korean Agency for Technology and Standard. (2015). Korean Agency for Technology and Standards. (2015). The 7th Size Korea data [제7차 인체치수조사]. Retrieved April 19, 2020, from <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=7>
- Lee, D., Kim, S., Park, H. J., Kim, S., & Shin, D. (2022). A spine assistive robot with a routed twisted string actuator and a flat-back alleviation mechanism for lumbar-degenerative flat back. *IEEE/ASME Trans. Mechatron*, 27(6), 5185-5196. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2022.3175298>
- Lee, J., Cynn, H., Yoon, T., Ko, C., Choi, W., Choi, S., & Choi, B. (2015). The effect of scapular posterior tilt exercise, pectoralis minor stretching, and shoulder brace on scapular alignment and muscles activity in subjects with round-shoulder posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(1), 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.10.010>
- Lee, J.-H., Shin, A.-R., & Cynn, H.-S. (2023). Comparing three wearable brassiere braces designed to correct rounded posture. *Healthcare*, 11(21), 2832. <https://doi.org/10.3390/healthcare11212832>
- Leung, M., Kan, M. M. P., Cheng, H. M. H., De Carvalho, D. E., Anwer, S., Li, H., & Wong, A. Y. L. (2023). Effects of using a shoulder/scapular brace on the posture and muscle activity of healthy university students during prolonged typing – A randomized controlled cross-over trial. *Healthcare*, 11(11), 1555. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111555>
- Liu, P.-Y., Yip, J., Chen, B. Y., Yick, K.-L., He, L., Cheung, J. P. Y., & Ng, S.-P. (2022). Immediate effects of posture correction girdle on adolescents with early scoliosis. *Healthcare and Medical Devices*, 51, 100-107. <https://doi.org/10.54941/ahfe>
- 1002104
- Moon, S. H., Lee, T. K., & Lee, H. J. (2017). Development and application of a posture education program using ballet in elementary school. *Official Journal of the Korean Society of Dance Science*, 34(2), 17-35. <https://doi.org/10.21539/ksds.2017.34.2.17>
- Oh, E.-B., Kim, T.-W., Hong, Y.-J., Ryu, J.-N., Park, S.-Y., & Cha, Y.-J. (2023). Effect of sling exercise wearing a neck orthosis on muscle tension and headache in adults with forward head posture and tension headache: A randomized, controlled, preliminary study. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, 18(4), 145-154. <https://doi.org/10.13066/kspm.2023.18.4.145>
- Oh, M., Kim, N. Y., & Park, G. A. (2021). Comfort evaluation of posture braces for rounded shoulders using 2D and 3D patterns. *Journal of Fashion Business*, 25(3), 71-89. <https://doi.org/10.12940/jfb.2021.25.3.71>
- Park, S.-M., Kay, Y., Im, H.-S., & Park, S. A. (2021). Proposal of mobile application for rounded shoulder improvement in connection with EMG sensor. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 25(5), 667-676. <https://doi.org/10.6109/kjice.2021.25.5.667>
- Qiu, W. (2021). *The effect of elastic taping on muscle tension, posture alignment, and balance in adults with round shoulder posture* [Unpublished doctoral dissertation]. Daegu University.
- Sahrmann, S., Azevedo, D. C., & Van Dillen, L. (2017). Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(6), 391 - 399. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.08.001>
- Yang, H. (2019). *Effects of detraining after correction exercise on shoulder flexibility, pain and pectoralis major muscle activity in adults with acquired rounded shoulder* [Unpublished master's thesis]. Korea National Sport University.
- Yoon, T.-L., Min, J.-H., & Kim, H.-N. (2020). Effect of using an 8-figure shoulder brace on posture and muscle activities during the performance of dental hygiene procedures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 8494. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228494>