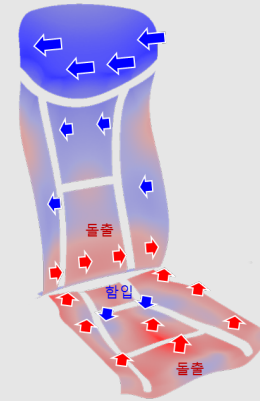
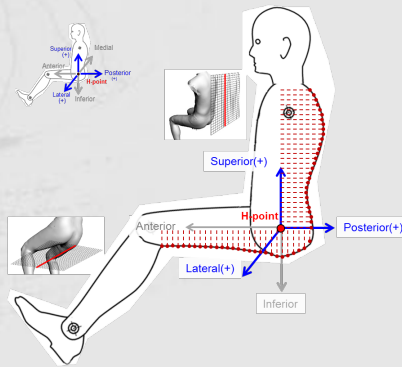


# 3D 인체형상 기반 버스 승객석의 착좌 안락감 및 선호 경도 평가



POSTECH

HYUNDAI

이승훈<sup>1</sup>, 정하영<sup>1</sup>, 이나현<sup>1</sup>, 박보영<sup>2</sup>, 최희민<sup>3</sup>, 유희천<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH, Pohang, 790-784

<sup>2</sup>Product Development Team, Humanopia, Co., Pohang, 790-834

<sup>3</sup>Bus Body & Trim Engineering Design Team, R&D Division, Hyundai Motor Company, Hwaseong, 445-706

---

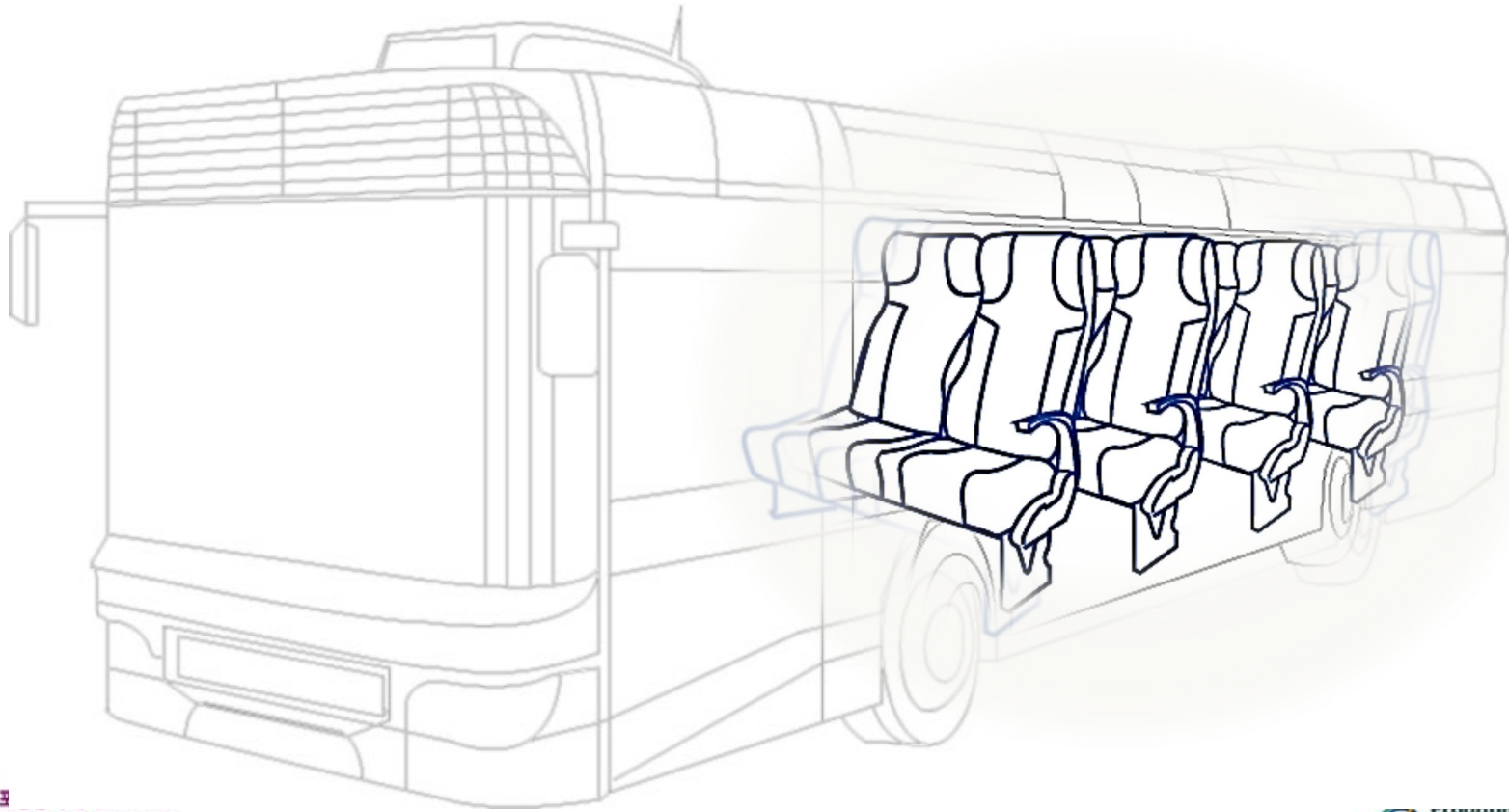
# Agenda

---

- 연구 배경 및 필요성
  - 연구 목적
  - 인체형상 기반 승객석 형상 설계
  - 인체형상 기반 승객석 효과 평가
    - 승객석 형상
    - 쿠션감 평가
    - 체압 분포 특성
  - 토의
-

# 인간공학적 버스 승객석 설계의 필요성

- ❖ 버스: 장거리/단거리 승객들을 효과적으로 수용할 수 있는 효율적인 교통 수단
- ❖ **버스 승객석 형상 및 물성** → 승차자의 신체 및 감성에 직접적인 영향
  - ✓ 부적절한 승객석 형상은 근육 피로도↑(김선웅 외, 2003)
  - ✓ 부적절한 승객석 물성은 착좌 안락감↓(정재원 외, 1999)



# 승객석 형상 및 물성의 인간공학적 설계

❖ 승객석 형상과 물성은 생체역학적, 감성적 측면에서 중요 설계 변수

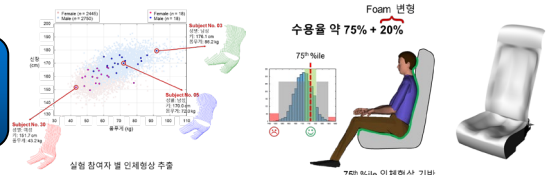


## 3D 착좌 인체형상 기반 승객석의 인간공학적 평가 및 승객석 선호 폼 경도 분석

- ❖ 인체형상 기반 승객석 설계 방법 개발
  - ❖ 착좌 3D 인체형상 측정( $n = 36$ ) 및 승객석 설계 방법의 타당성 검토
  - ❖ 인체형상 기반 승객석의 부위별 형상 만족도 평가
  - ❖ 승객석 부위별/전반적 선호 쿠션감 평가
  - ❖ 다경도 승객석의 선호 체압 분포 평가
- 주요 발표 내용

# 연구 절차

## S1. 인체형상 기반 버스 승객석 설계

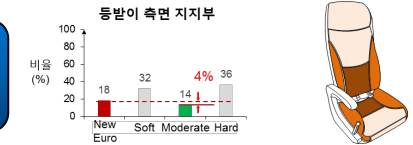


## S2. 버스 승객석의 주관적 만족도 평가

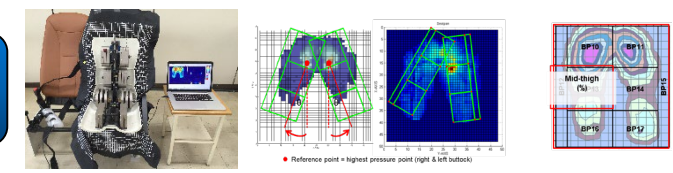


## S3. 버스 승객석의 선호 쿠션감 평가

- 부위별 선호 쿠션감 평가
- 전반적 선호 쿠션감 평가
- 부위별 최적 쿠션감 도출



## S4. 다경도 승객석 체압 분포 평가(추후 연구)



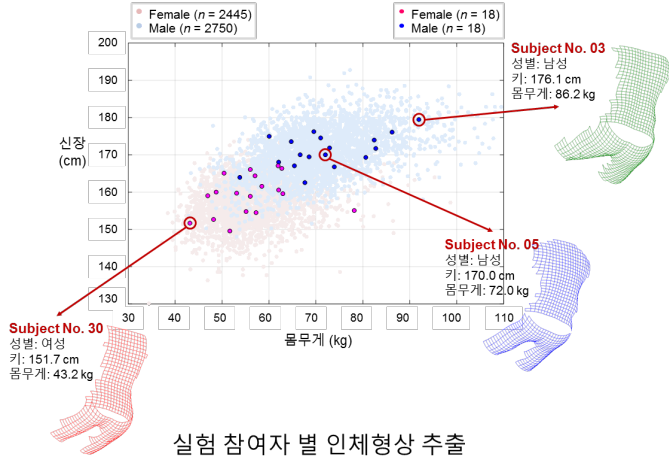
## S5. 신규 승객석 효용성 검증(추후 연구)



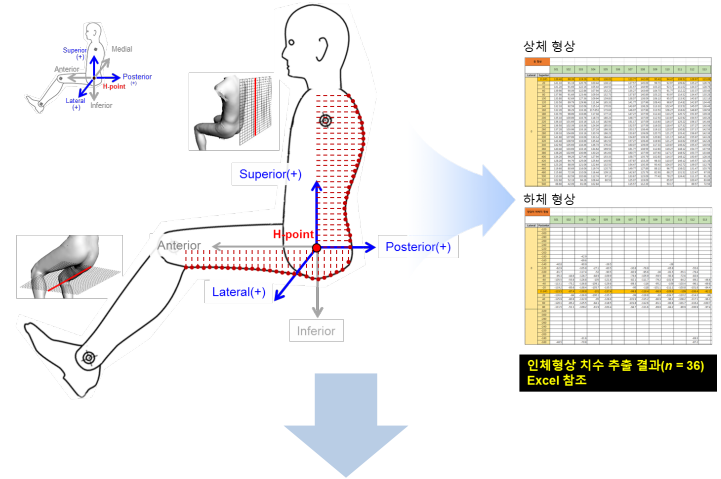


# 인체형상 기반 승객석 형상 설계

## S1. 3D 인체형상 측정

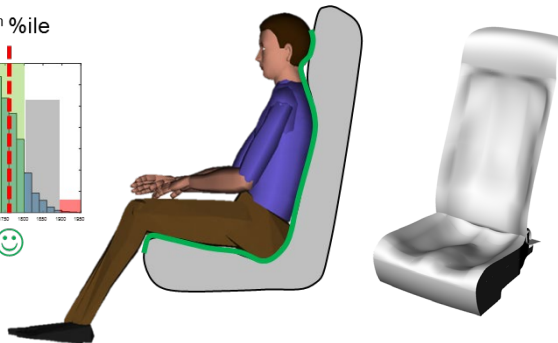
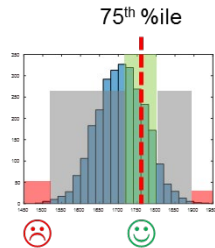


## S2. 인체형상 외곽선 추출



## S4. Foam 변형량 기반 설계

Foam 변형  
수용율 약 75% + 20%



75th %ile 인체형상 기반

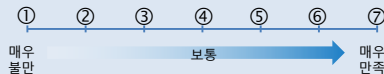
## S3. 대표인체형상 도출

Session 9 6월 2일(목) 17:00~18:30	
인체측정학 / 인체역학 (Ruby)	좌장 : 신관섭 교수
• 중공업 사업장에서 근로자 작업 환경 예방프로그램의 효과 분석	Jaehyun Park, Sang A Whang, Hyun Sun Kim, Chae Yeon Kim, Choi Hong Kim (Incheon National University)
• The effect of worker's fatigue on the floor of the workspace	Seung Min Mo (Suncheon Jeil College), Jiyeon Ha, Seokhwan Yoo, Myung Chul Jung (Ajou University)
• EMG pattern of upper extremity muscles while using stick vacuum cleaners	Seobin Choi, Gwanseob Shin (UNIST)
• 3D 인체 좌화 형상 기반 인간공학적 버스 승객석 설계 방법 개발	Nahyeon Lee, Seunghoon Lee, Hayoung Jung, (POSTECH), Boyoung Park (Humanopia, Co.), Hoimin Choi (Hyundai Motor Company), Hecheon You (POSTECH)
• 3D deformable template human body model for ergonomic product design	Hayoung Jung (POSTECH), Wonsup Lee (Delft University of Technology), Seunghoon Lee, Gradiyan Budi Pratama, Edwina Dwi Sadika, Xiaopeng Yang, Hansoo Lee, Sujin Moon, Hecheon You (POSTECH)

# 인체형상 기반 승객석 효과 평가

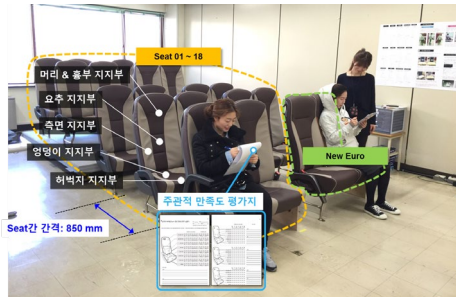
## Phase 1. 형상 평가

- 평가 대상
  - New Euro 승객석(기존)
  - Ergo Seat
- 평가 방법: 착좌 시 부위별 주관적 만족도 평가



## Phase 2. 경도 평가

- 평가 대상
  - New Euro 승객석(기존)
  - Ergo Seat 18종 (Taguchi design)
- 평가 방법: 부위별/전반적 선호 쿠션감 평가



## Phase 3. 체압 평가

- 평가 대상
  - New Euro 승객석(기존)
  - Ergo Seat 18종 (Taguchi design)
- 평가 방법:
  - 착좌 체압 분포 측정
  - H-point machine 사용



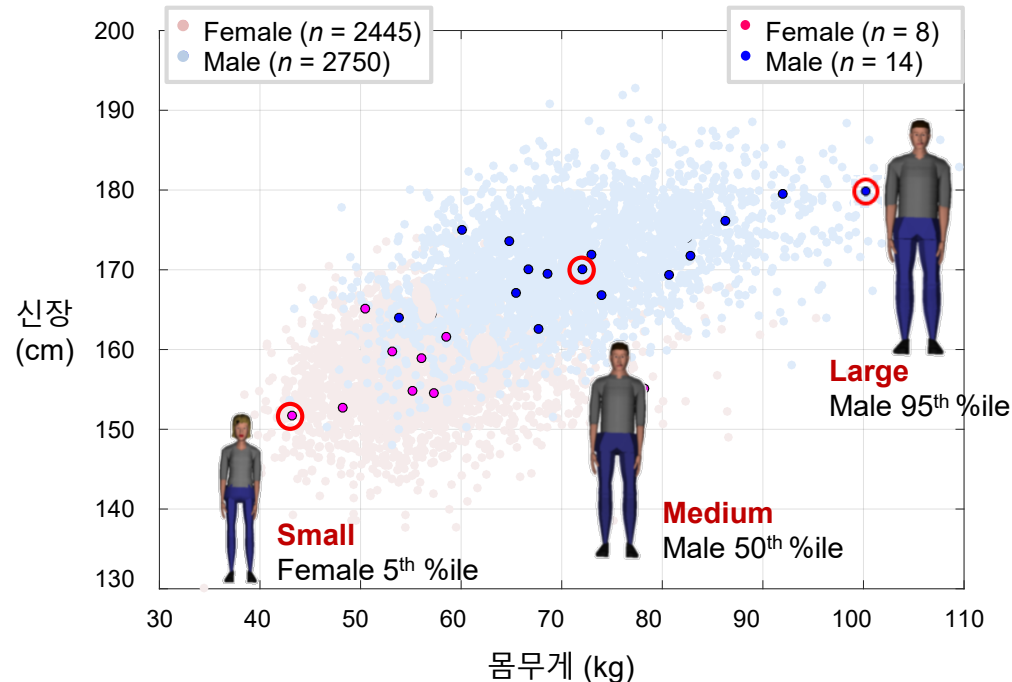


# 실험 참여자

- ❖  $n = 22$ 명(남성: 14명, 여성: 8명)
- ❖ 연령:  $M = 36.3$ ,  $SD = 11.1$ ,  $R = 23 \sim 60$ 세
- ❖ 본 실험에 참여한 평가자들의 인체크기는 Size Korea (2010) 한국인 평균 인체크기와 유사  
 ⇒ 통계적으로 적합하게 한국인 모집단을 대표

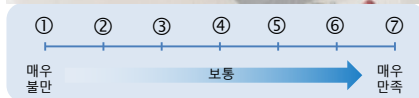
신장 (cm)	남		여	
	Size Korea	본 실험	Size Korea	본 실험
평균	171.4	172.5	158.4	159.5
SD	6.1	4.5	5.7	5.3
최소	-	163.0	-	152.0
최대	-	183.0	-	165.1

몸무게 (kg)	남		여	
	Size Korea	본 실험	Size Korea	본 실험
평균	71.6	75.6	55.9	53.5
SD	10.3	9.8	7.6	8.0
최소	-	52.8	-	46.0
최대	-	101.0	-	59.5



# Phase 1. 승객석 형상 평가

- ❖ 실험 목적: 승객석 부위별 주관적 만족도 평가
- ❖ 평가 대상: New Euro (기존) 승객석 및 인체형상 기반 Ergo seat
- ❖ 실험 시간: 약 1 시간/인 (총 22시간)
- ❖ 실험 방법: 7-point Likert scale (1: 매우 불만, 4: 보통, 7: 매우 만족)을 사용하여 만족도 평가



New Euro  
(기존)

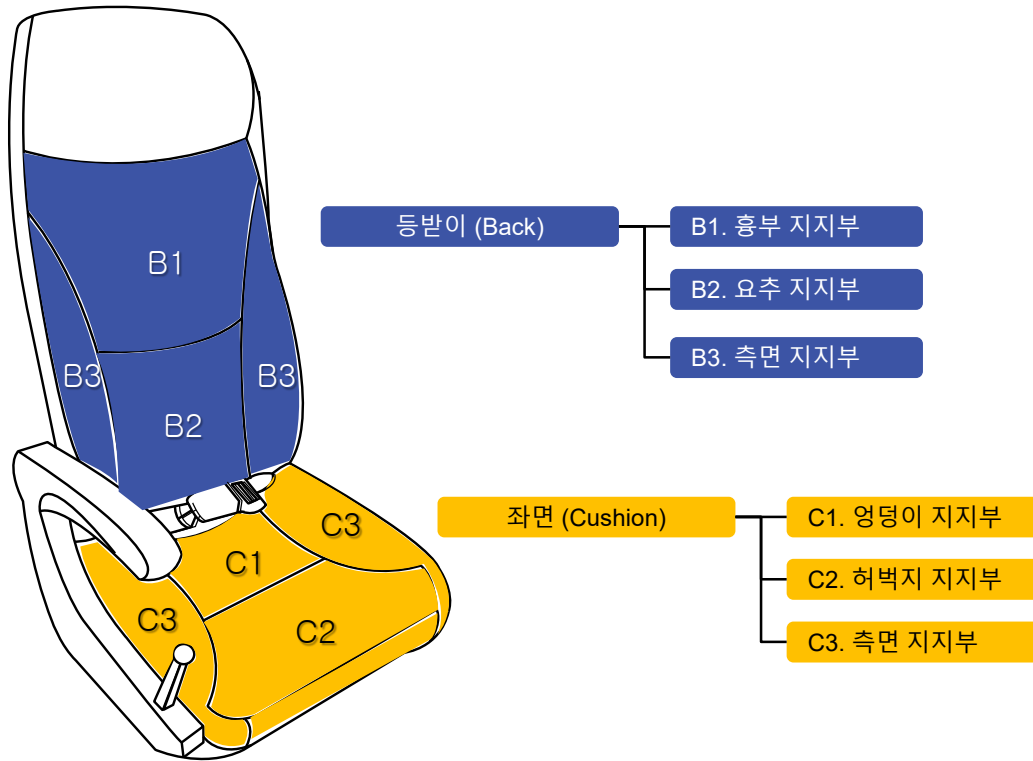
VS.



Ergo seat

# Phase 1. 승객석 평가 설문지

- ❖ 버스 승객석 형상 및 승차자 신체부위를 고려한 승객석 component 세분화 및 구조화
- ❖ Seat comfort 관련 문헌조사를 통해 인간공학적 평가 measure 결정



좌면

평가 부위	유관 신체 부위	평가 항목	A 승객석 절대평가				A 승객석 대비 B 승객석 평가				A 승객석 대비 C 승객석 평가			
			허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만
엉덩이 지지부		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		압박감	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											
허벅지 지지부		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		압박감	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											
측면 지지부		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		양말이부분 돌출감	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											
좌면 전반		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		경사 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		압박감	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											

등받이(L2)

No. \_\_\_\_\_ 성명: \_\_\_\_\_

평가 부위	유관 신체 부위	평가 항목	A 승객석 절대평가				A 승객석 대비 B 승객석 평가				A 승객석 대비 C 승객석 평가			
			허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	허위 불만	
머리 지지부		높이 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		지지 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											
흉부 지지부		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		어깨돌림(이물감)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											
요추 지지부		높이 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		형태 적합성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		허강성	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		천번적 만족도	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
		추가 의견	1) 2)											

\* 허강성: 등을 감싸주는 정도에 대한 적합성

참고문헌: 김정아 외 (2010), Kolich (2003), Smith et al. (2006)

# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 등받이 전반

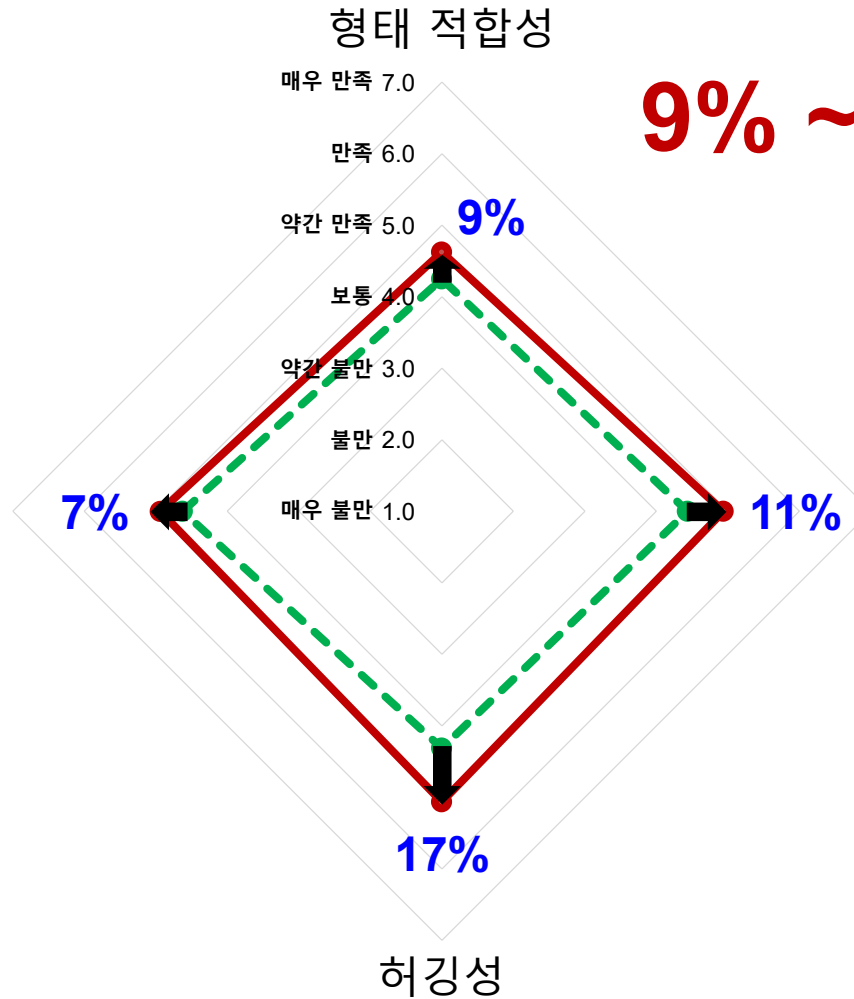


---  
New Euro  
(기존)



—  
ErgoSeat

전반적 만족도



9% ~ 17% ↑

# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: **흉부 지지부**

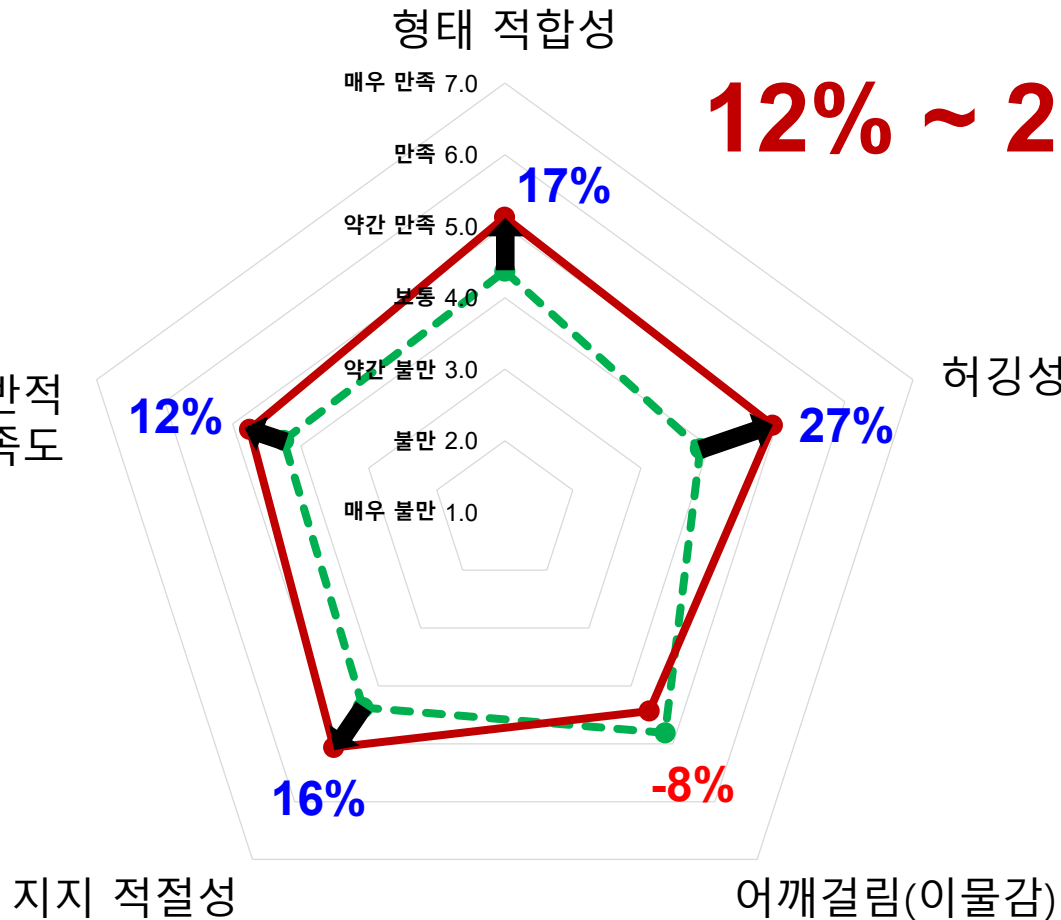


---  
New Euro  
(기존)



—  
ErgoSeat

전반적  
만족도





# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 요추 지지부

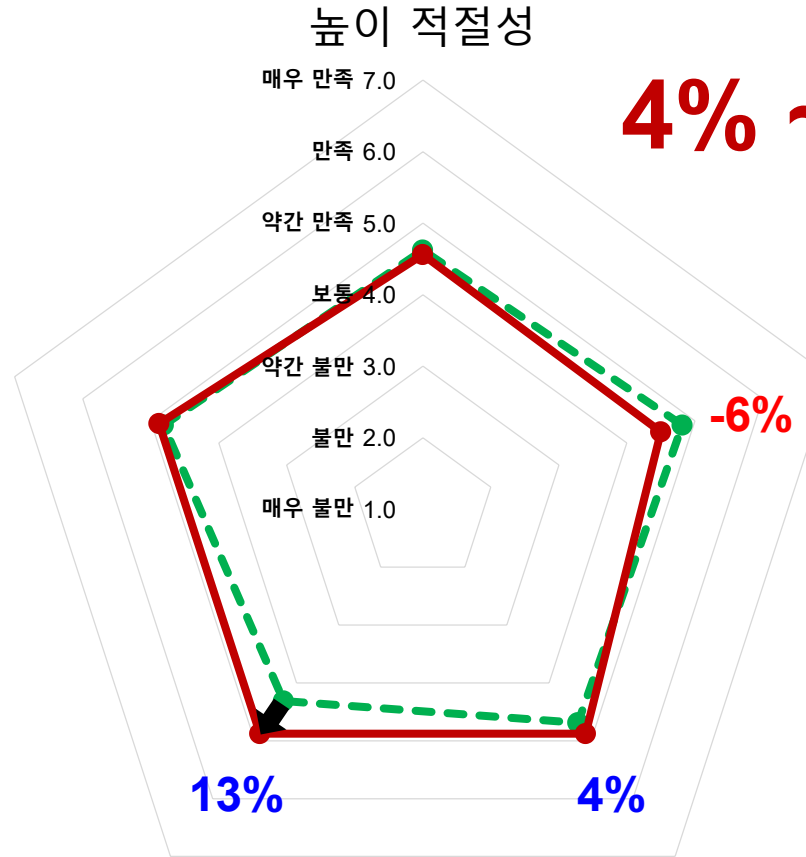


New Euro  
(기존)



ErgoSeat

전반적  
만족도



허깅성

지지 적절성

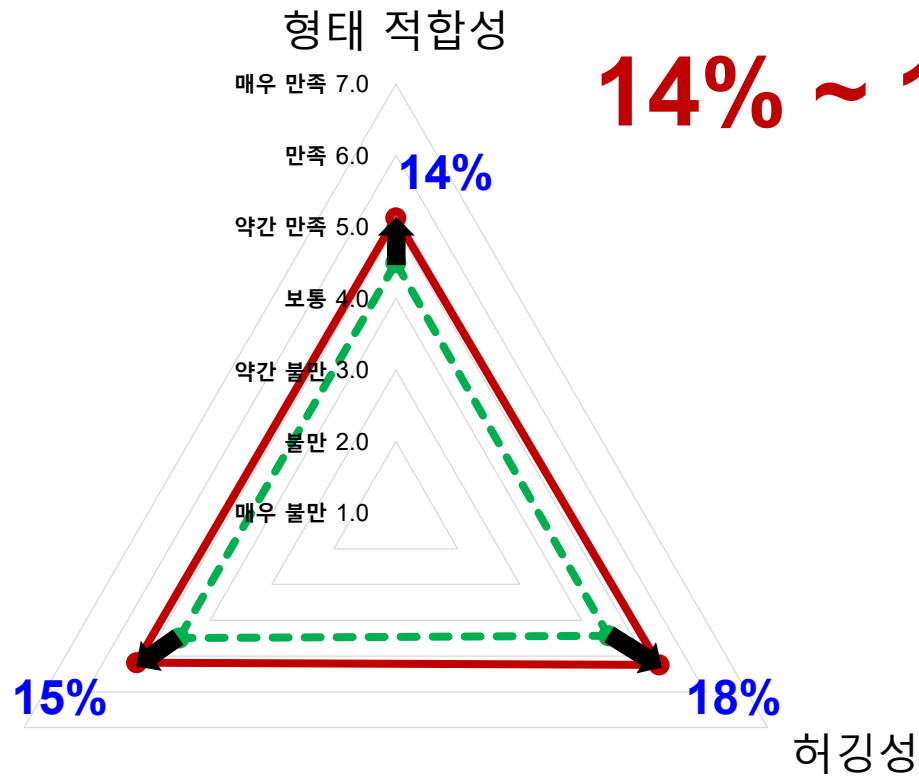
# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 등받이 측면 지지부



---  
New Euro  
(기존)



—  
ErgoSeat



# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 좌면 전반

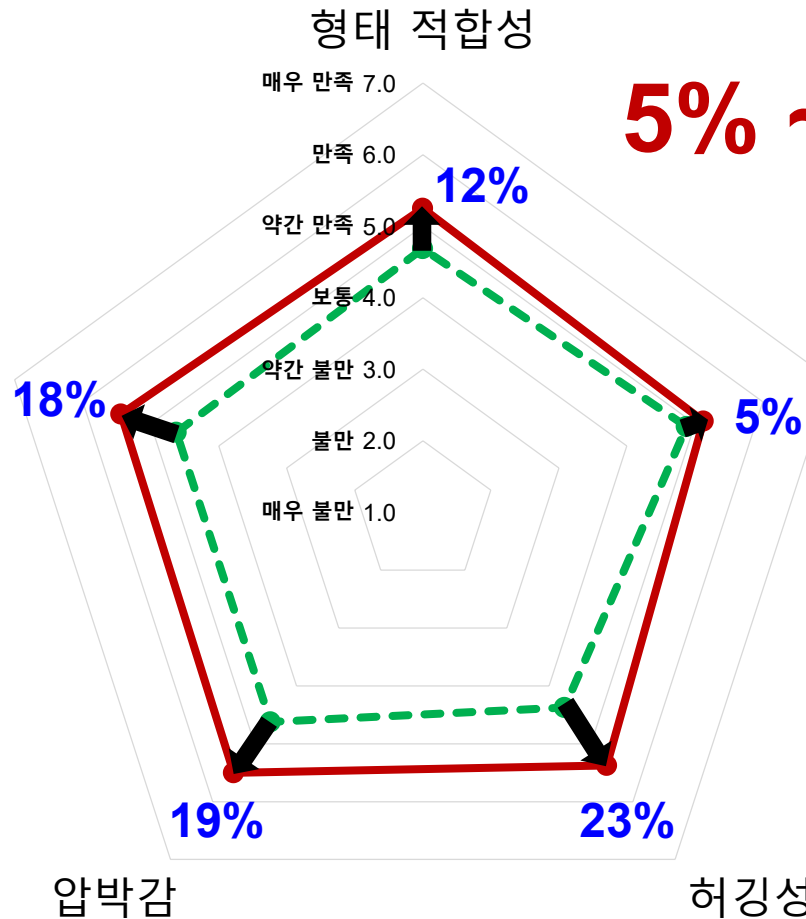


New Euro  
(기존)



ErgoSeat

전반적  
만족도



5% ~ 23% ↑

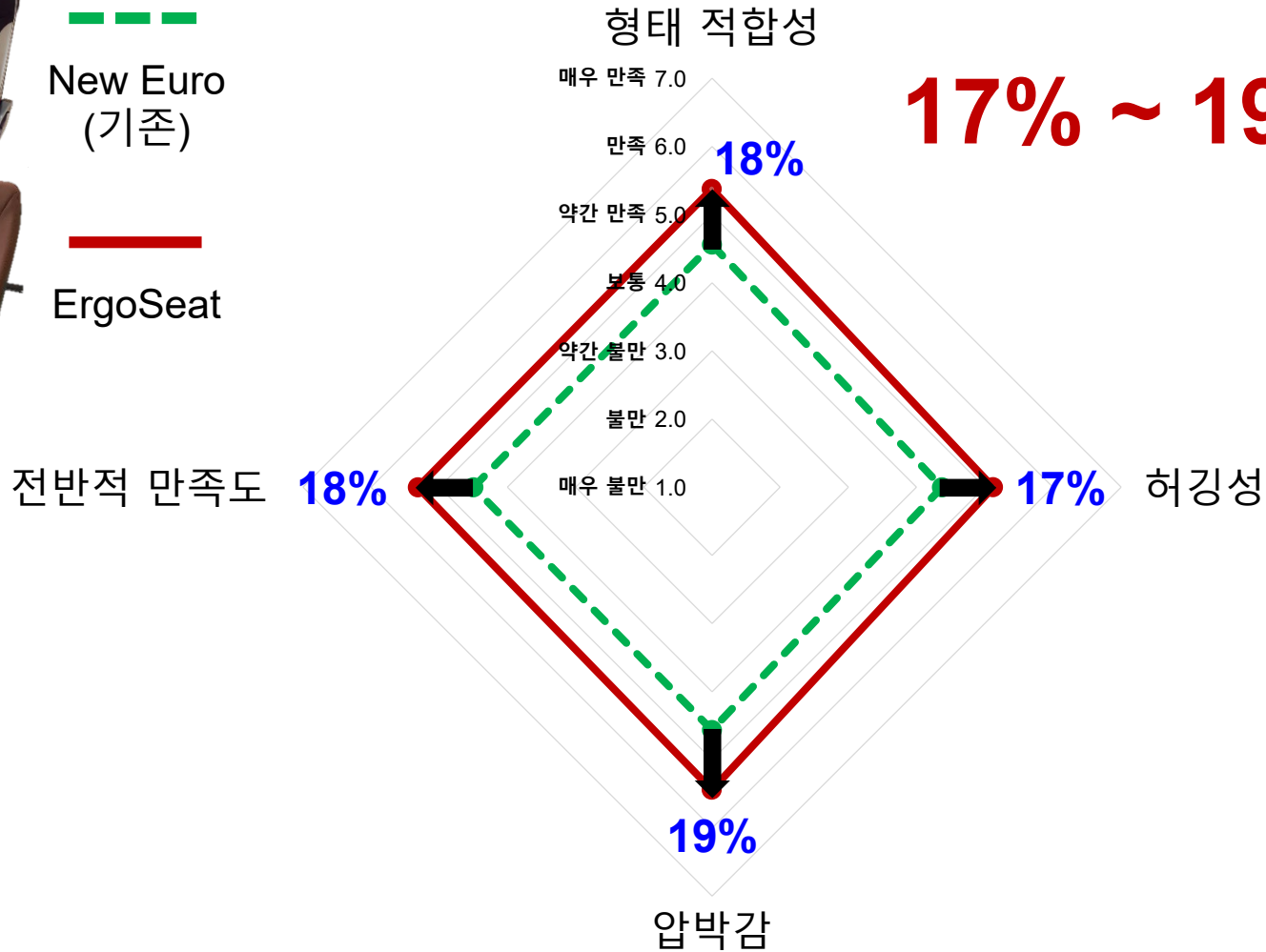
# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 엉덩이 지지부



---  
New Euro  
(기존)



—  
ErgoSeat



# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 허벅지 지지부

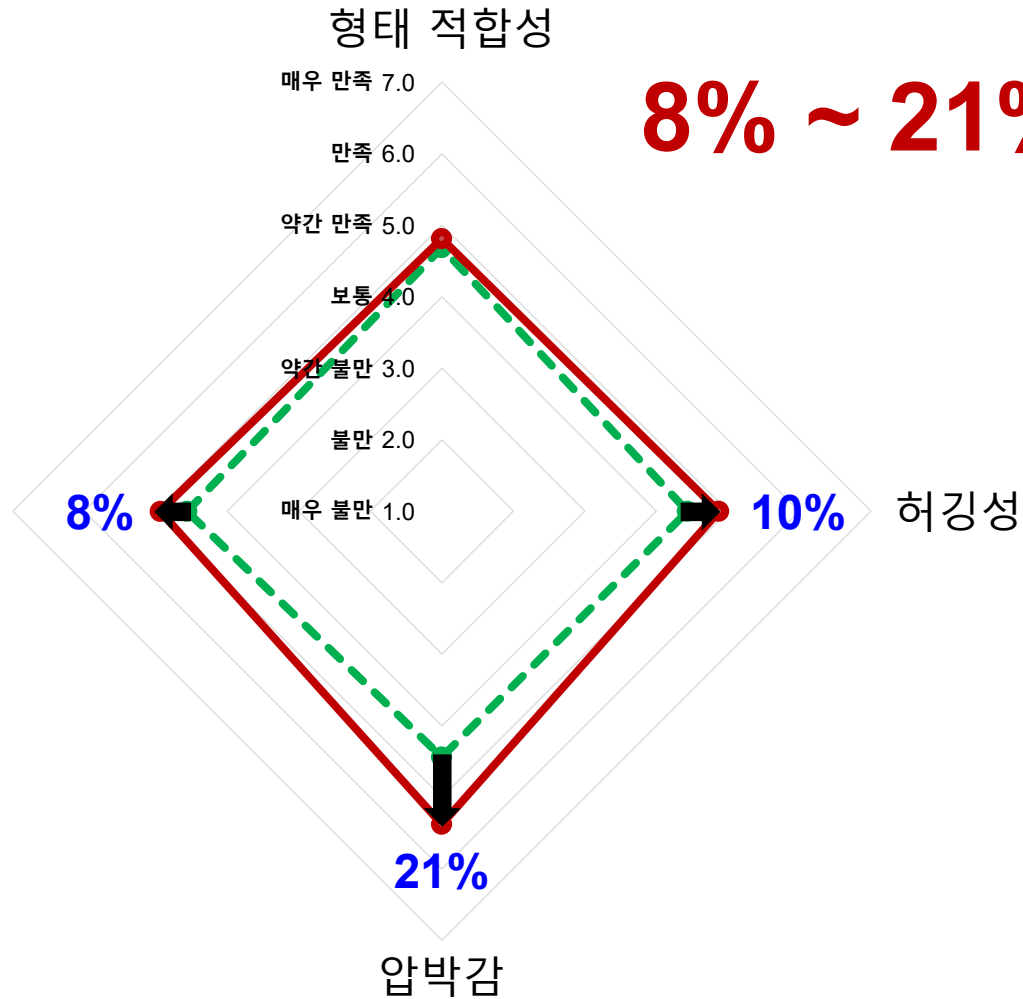


---  
New Euro  
(기존)



—  
ErgoSeat

전반적 만족도





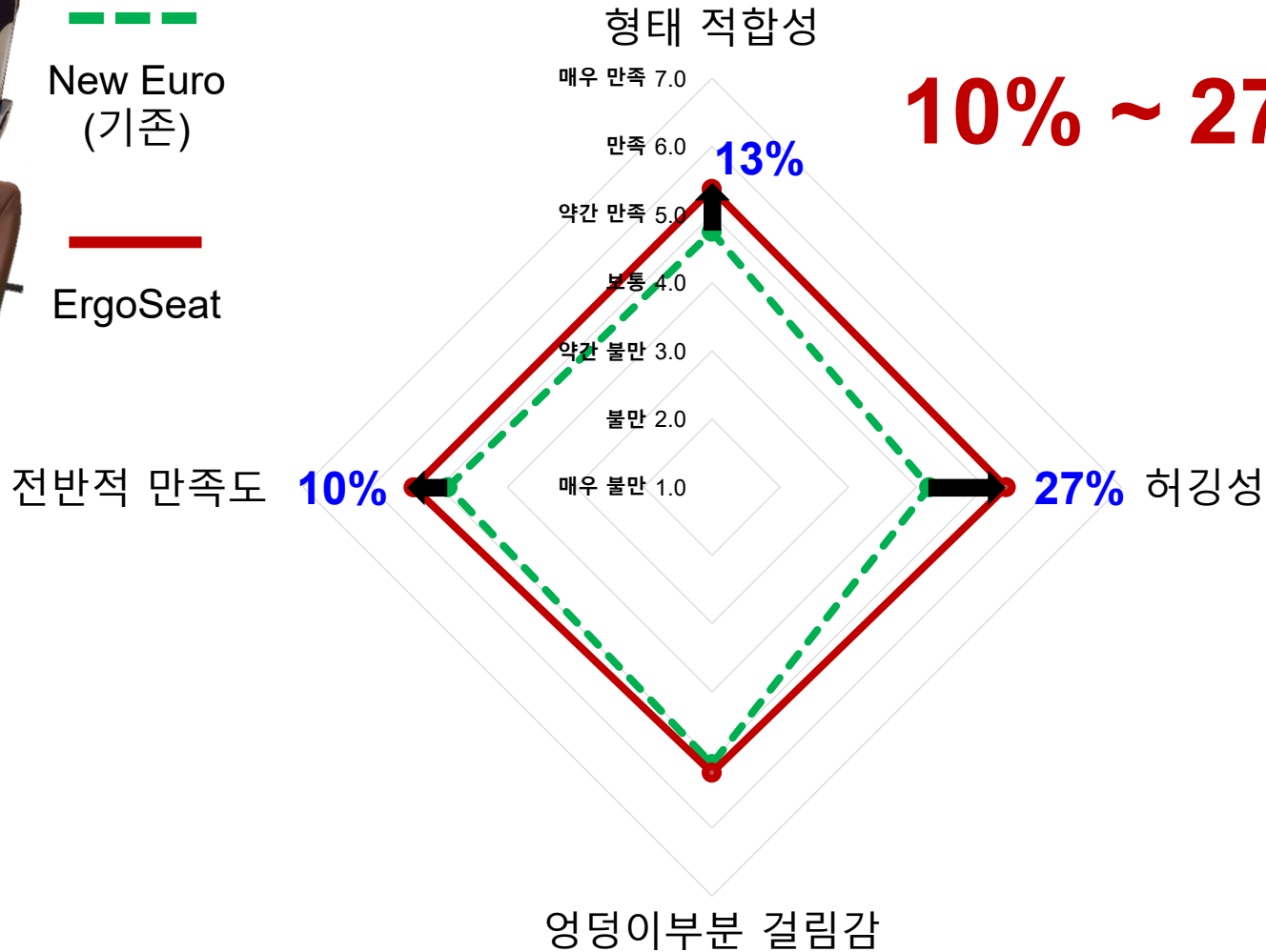
# Phase 1. 승객석 형상 평가 결과: 좌면 측면 지지부



---  
New Euro  
(기존)

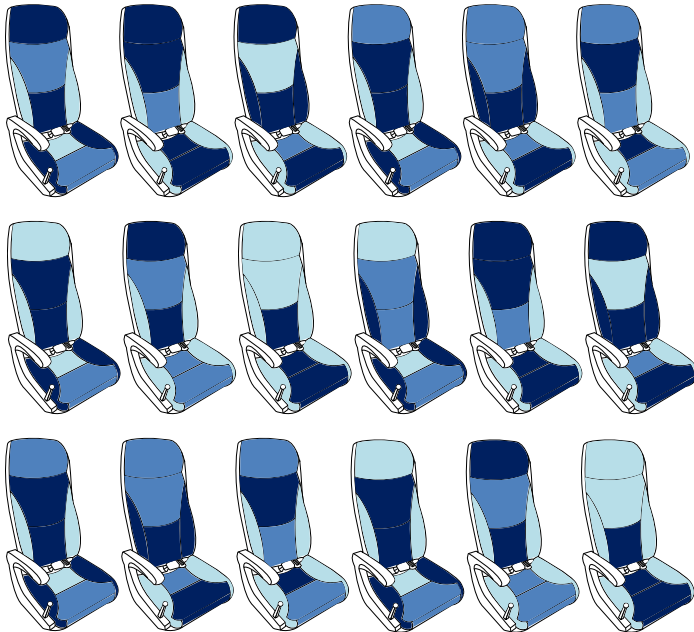


—  
ErgoSeat



# Phase 2. 선호 쿠션감 평가

- ❖ 실험 목적: 승객석 부위별 선호 폼 경도 파악
- ❖ 평가 대상: 다양한 경도 조합의 Ergo seat 18종 및 New Euro (기존) 승객석
- ❖ 실험 시간: 약 1.5 시간/인 (총 33시간)
- ❖ 실험 방법: 7-point Likert scale (1: 매우 불만, 4: 보통, 7: 매우 만족)을 사용하여 쿠션감 평가



부위별 물성이 상이한 seat 18종



쿠션감 평가 실험 절차

# Phase 2. Experimental Design: Taguchi Design

- ❖ Taguchi design 중 2-3 level을 사용하는 L18 실험 설계를 사용하여 6 가지의 부위에 대해 쿠션감 평가

Designs	Single-level designs				Mixed-level designs							
	Single-level				2-3 level		2-4 level		2-8 level		3-6 level	
	2 level	3 level	4 level	5 level	2 level	3 level	2 level	4 level	2 level	8 level	3 level	6 level
L4	2 ~ 3						1 ~ 4	1				
L8	2 ~ 7											
L9		2 ~ 4										
L12	2 ~ 11											
L16	2 ~ 15		2 ~ 5				2 ~ 12	1	1 ~ 8	1		
							1 ~ 9	2				
							1 ~ 6	3				
							1 ~ 3	4				
L18					1	1 ~ 7					1 ~ 6	1
L25				2 ~ 6								
L27		2 ~ 13										
L32	2 ~ 31						1	2 ~ 9				
L36					1 ~ 11	2 ~ 12						
					1 ~ 3	13						
L54					1	3 ~ 25						

# Phase 2. Experimental Design: Factor & Level

- ❖ 머리 지지부를 제외한 나머지 승객석 부위에 대해 모든 foam 경도(Soft, Moderate, Hard) 고려 → **L18(2<sup>1</sup> x 3<sup>5</sup>)**

항목		Factor	Factor level
등받이 실험 인자	1	머리 & 흉부 지지부 경도	2-level (Soft, Hard)
	2	요추 지지부 경도	3-level (Soft, Moderate, Hard)
	3	측면 지지부 경도	
좌면 실험 인자	4	엉덩이 지지부 경도	
	5	허벅지 지지부 경도	
	6	측면 지지부 경도	
실험 design		<b>L18(2<sup>1</sup> x 3<sup>5</sup>)</b>	
실험 소요 시간(명)		5분/조건 × 18조건 = 90분 = <b>1.5시간</b>	

※ 경도별 물성 정보: **Hard** (3.8 kgf), moderate (2.6 kgf), **soft** (1.1 kgf)

# Phase 2. 선호 쿠션감 평가 설문지

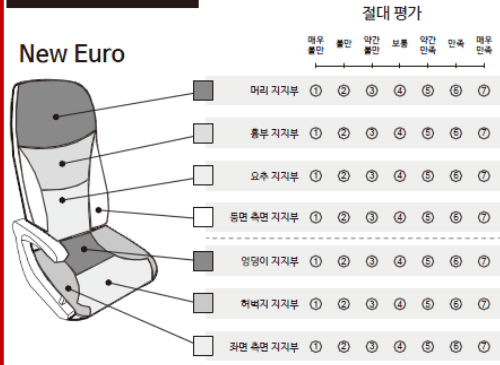
## 승객석 부위별 쿠션감 만족도 평가 설문지

Sub. \_\_\_\_\_ 성명 \_\_\_\_\_  
신장 \_\_\_\_\_ cm 몸무게 \_\_\_\_\_ kg

### 평가 방법

1. 한 가지 부위에 대한 평가를 모두 완료한 후 다음 부위에 대한 평가를 수행해 주세요.
2. 승객석 부위별 쿠션감에 대한 만족도를 7점 척도로 각각 절대평가 및 상대평가(기준: New Euro)해 주세요.
3. New Euro 승객석을 평가한 후 평가지 하단에 기재된 평가순서에 따라 각 승객석 부위를 평가해 주세요.

### 기존 승객석 쿠션감 평가



승객석 부위별  
쿠션감 평가

추가 의견 \_\_\_\_\_  
평가 순서 \_\_\_\_\_

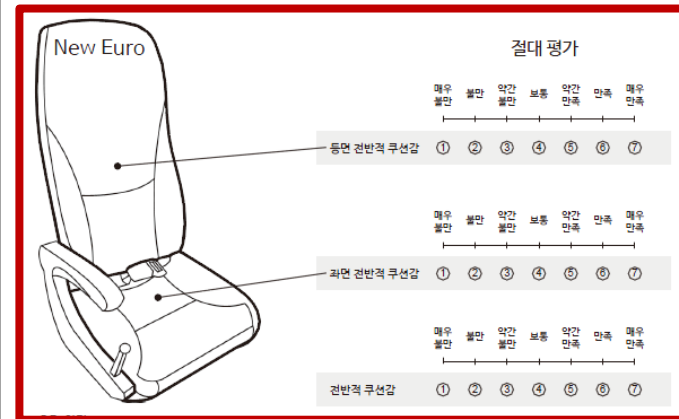
## 전반적 쿠션감 만족도 평가 설문지

1/16

Sub. \_\_\_\_\_ 성명 \_\_\_\_\_  
신장 \_\_\_\_\_ cm 몸무게 \_\_\_\_\_ kg

### 평가 방법

1. 등면에 대한 평가를 모두 완료한 후 좌면, 그리고 승객석 전반에 대한 평가를 수행해 주세요.
2. 승객석 등면, 좌면, 그리고 승객석 전반 쿠션감에 대한 만족도를 7점 척도로 각각 절대평가 및 상대평가해 주세요.
3. New Euro 승객석을 평가한 후 평가지 하단에 기재된 평가순서에 따라 L1 ~ L18 승객석을 평가해 주세요.

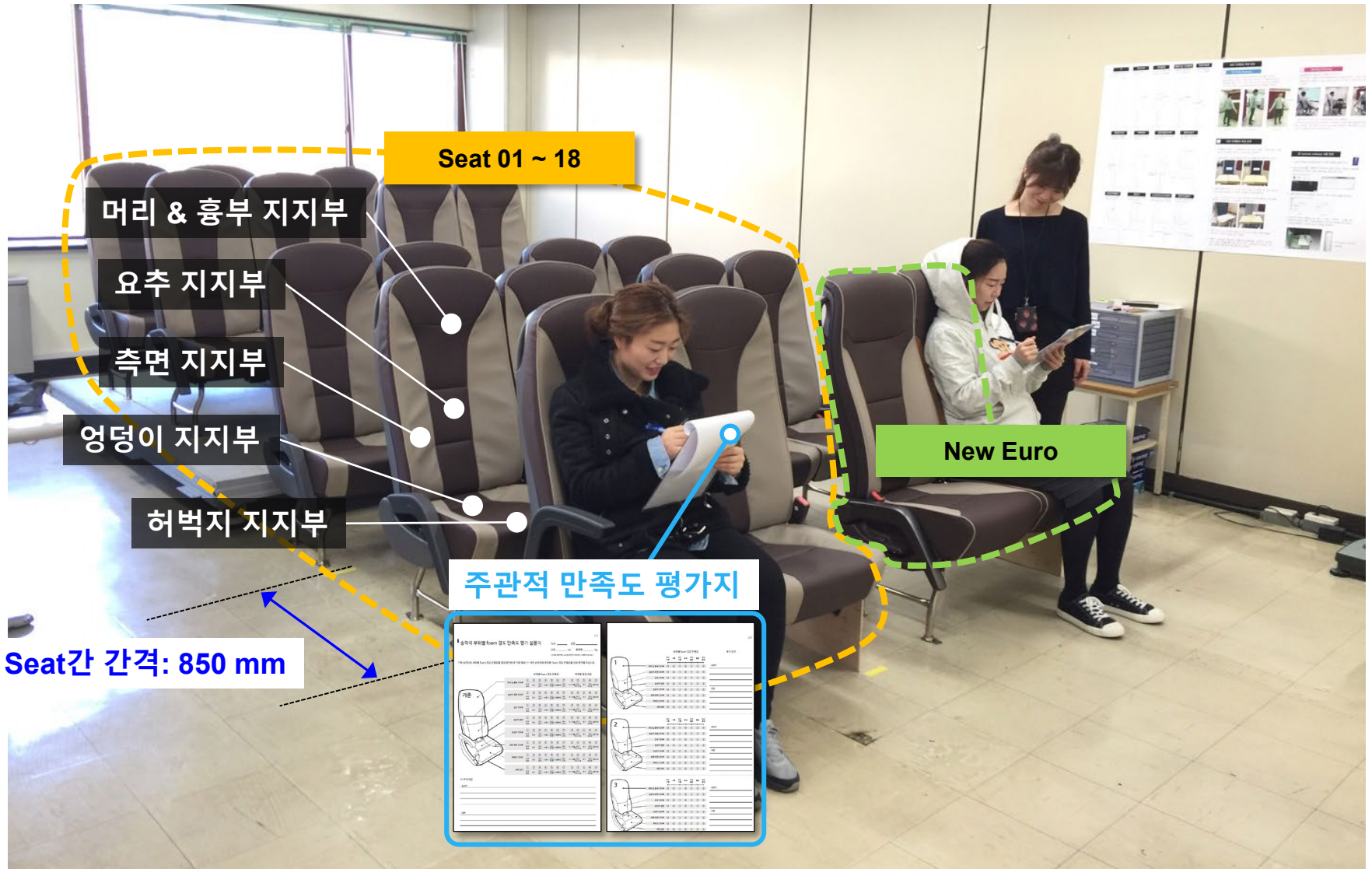


승객석 전반적  
쿠션감 평가

- 등면 \_\_\_\_\_  
- 좌면 \_\_\_\_\_  
- 평가 순서 \_\_\_\_\_



# Phase 2. 실험 환경



Seat 01 ~ 18

머리 & 흉부 지지부

요추 지지부

측면 지지부

엉덩이 지지부

허벅지 지지부

New Euro

주관적 만족도 평가지

Seat간 간격: 850 mm

주관적 만족도 평가 (5점 척도)	
구분	평가 항목
좌석	1. 좌석의 편안함
	2. 좌석의 지지력
	3. 좌석의 움직임
	4. 좌석의 높이
	5. 좌석의 폭
	6. 좌석의 깊이
	7. 좌석의 무게
	8. 좌석의 색상
	9. 좌석의 질감
	10. 좌석의 디자인
등받이	1. 등받이의 편안함
	2. 등받이의 지지력
	3. 등받이의 움직임
	4. 등받이의 높이
	5. 등받이의 폭
	6. 등받이의 깊이
	7. 등받이의 무게
	8. 등받이의 색상
	9. 등받이의 질감
	10. 등받이의 디자인

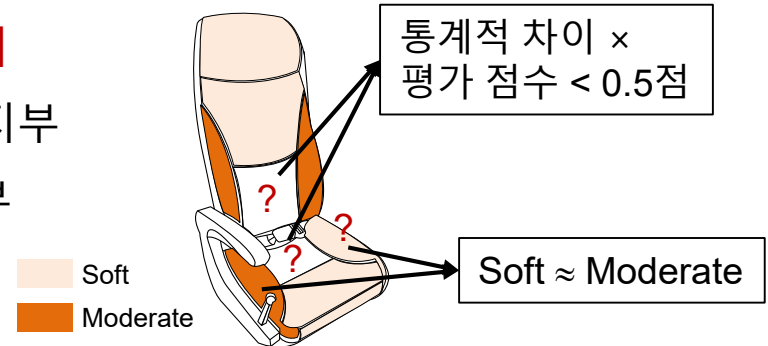
# Phase 2. 승객석 부위별 선호 쿠션감

❖ New Euro 승객석의 부위별 폼 경도 만족도는 평균 4.27점(중립)


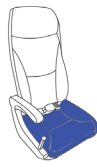
❖ New Euro 대비 폼 경도 선호도가 0.5점 이상인 부위

✓ Soft 선호: 머리, 등받이 흉부, 좌면 허벅지 지지부

✓ Moderate 선호: 등받이 측면, 좌면 측면 지지부



## 평가 결과

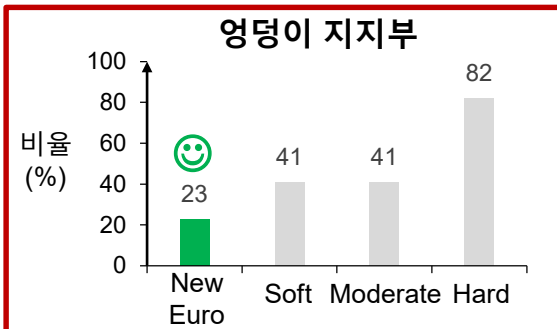
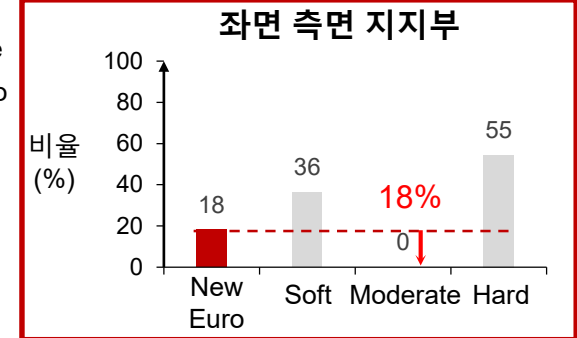
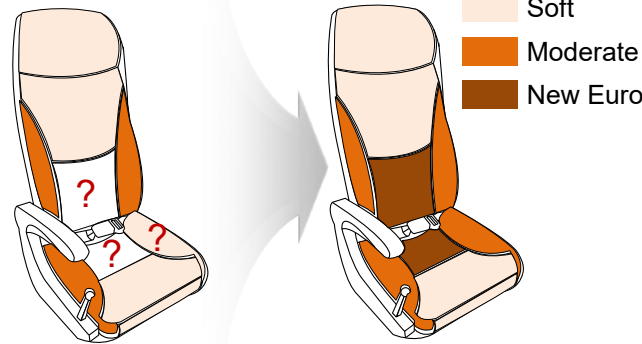
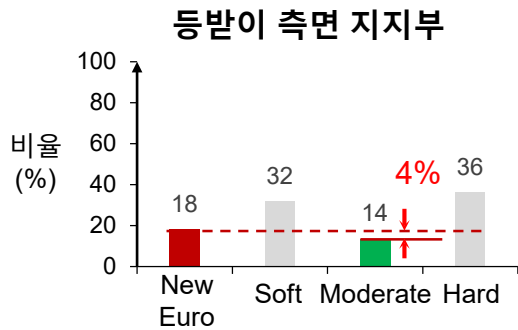
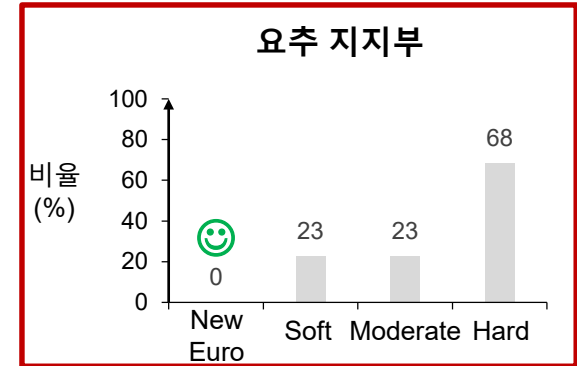
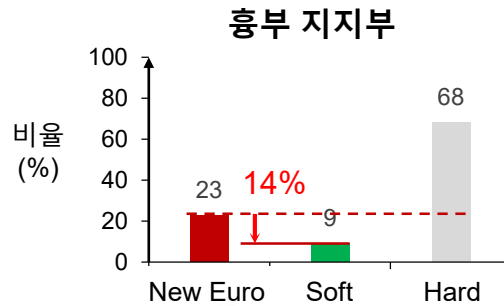
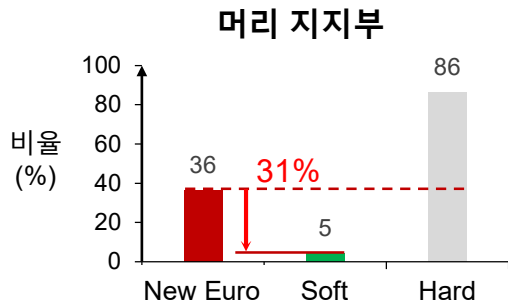
승객석 부위	절대 New Euro	New Euro 대비 상대			p-value
		Soft	Moderate	Hard	
 머리 지지부	4.1 <sup>b</sup>	1.2 <sup>a</sup> 😊	-	-1.9 <sup>c</sup> 😞	< 0.01
등받이 흉부 지지부	4.2 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	-	-0.8 <sup>b</sup>	< 0.01
등받이 요추 지지부	4.7 <sup>ab</sup>	0.3 <sup>a</sup> 😐	0.0 <sup>ab</sup>	-0.8 <sup>b</sup>	0.02
등받이 측면 지지부	4.3 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	-0.2 <sup>a</sup>	0.15
 좌면 엉덩이 지지부	4.3 <sup>a</sup>	-0.3 <sup>a</sup>	-0.4 <sup>a</sup>	-1.2 <sup>b</sup>	< 0.01
좌면 허벅지 지지부	4.1 <sup>b</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>	-0.8 <sup>c</sup>	< 0.01
좌면 측면 지지부	4.2 <sup>ab</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.6 <sup>a</sup>	-0.4 <sup>b</sup>	0.01

\*윗첨자 a,b는 SNK grouping 결과를 나타냄

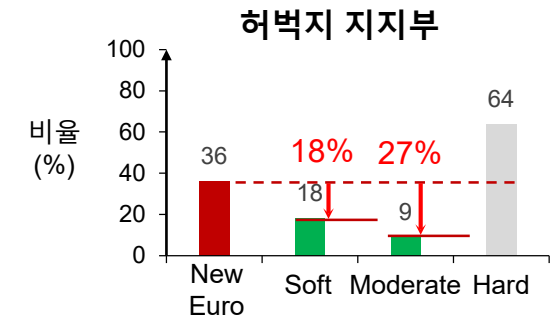
\*\* significance  $\alpha = 0.05$

# Phase 2. 쿠션감 불만족 평가 비율

❖ 전체 평가(n = 22) 중 3점(약간 불만) 이하 평가자 비율 (%)



- 요추, 엉덩이 지지부 정도  
⇒ **New Euro** 정도
- 좌면 측면 지지부 정도  
⇒ **Moderate** 정도



# Phase 2. 전반적 쿠션감

평가 부위	Level	$M \pm SE$	SNK Grouping	Figure	F	P
머리 & 흉부 지지부	Soft	$4.2 \pm 0.29$	a		$F(1, 21) = 25.5$	$< 0.01$
	-	-	-			
	Hard	$3.4 \pm 0.24$	b			
등받이 요추 지지부	Soft	$4.2 \pm 0.24$	a		$F(2, 42) = 15.7$	$< 0.01$
	Moderate	$3.8 \pm 0.24$	b			
	Hard	$3.4 \pm 0.27$	c			
등받이 측면 지지부	Soft	$3.9 \pm 0.23$	a		$F(2, 42) = 2.65$	0.08
	Moderate	$3.9 \pm 0.24$				
	Hard	$3.7 \pm 0.27$				
좌면 엉덩이 지지부	Soft	$4.2 \pm 0.26$	a		$F(2, 42) = 26.0$	$< 0.01$
	Moderate	$4.1 \pm 0.25$	b			
	Hard	$3.2 \pm 0.25$				
좌면 허벅지 지지부	Soft	$3.9 \pm 0.28$	a		$F(2, 42) = 9.86$	$< 0.01$
	Moderate	$4.0 \pm 0.24$	b			
	Hard	$3.5 \pm 0.24$				
좌면 측면 지지부	Soft	$3.8 \pm 0.27$	a		$F(2, 42) = 2.80$	0.07
	Moderate	$4.0 \pm 0.21$				
	Hard	$3.7 \pm 0.26$				

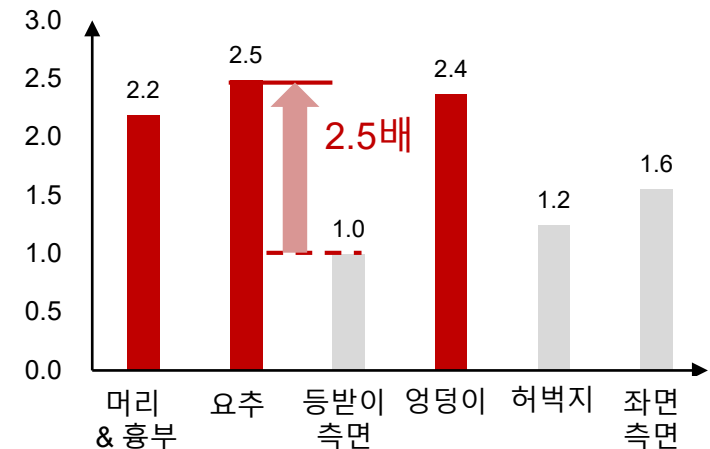
# Phase 2. 부위별 선호 쿠션 경도 조합

평가 부위	Level	$M \pm SE$	SNK Grouping	Figure	부위별 선호도 (New Euro 대비)	≤ 3점 응답 평가자 비율 (%)
머리 & 흉부 지지부	Soft	4.2 ± 0.29	a		1.2	5
	-	-	-		-	-
	Hard	3.4 ± 0.24	b		-1.9	86
등받이 요추 지지부	Soft	4.2 ± 0.24	a		0.3	23
	Moderate	3.8 ± 0.24	b		0.0	23
	Hard	3.4 ± 0.27	c		-0.8	68
등받이 측면 지지부	Soft	3.9 ± 0.23	a		0.1	32
	Moderate	3.9 ± 0.24			0.5	14
	Hard	3.7 ± 0.27			-0.2	36
좌면 엉덩이 지지부	Soft	4.2 ± 0.26	a		-0.3	41
	Moderate	4.1 ± 0.25	-0.4		41	
	Hard	3.2 ± 0.25	b		-1.2	82
좌면 허벅지 지지부	Soft	3.9 ± 0.28	a		0.9	18
	Moderate	4.0 ± 0.24			0.1	9
	Hard	3.5 ± 0.24	b		-0.8	64
좌면 측면 지지부	Soft	3.8 ± 0.27	a		0.5	36
	Moderate	4.0 ± 0.21			0.6	0
	Hard	3.7 ± 0.26			-0.4	55

# Phase 2. 승객석 부위별 Sensitivity 비교

- ❖ 만족도에 개별 승객석 부위가 미치는 영향력 상대적 비교
  - ✓ 분석 방법: 경도별 S/N Ratio (Larger is better;  $-10 \cdot \log[\Sigma(1/Y^2)/n]$ ) 차이의 크기 비교
  - ✓ 만족도 영향 높은 부위: (1) 요추 지지부, (2) 엉덩이 지지부, (2) 머리 & 흉부 지지부
- ❖ 예를 들면, 요추 지지부는 등받이 측면(sensitivity = 1) 대비 만족도에 2.5배 높은 영향을 미침

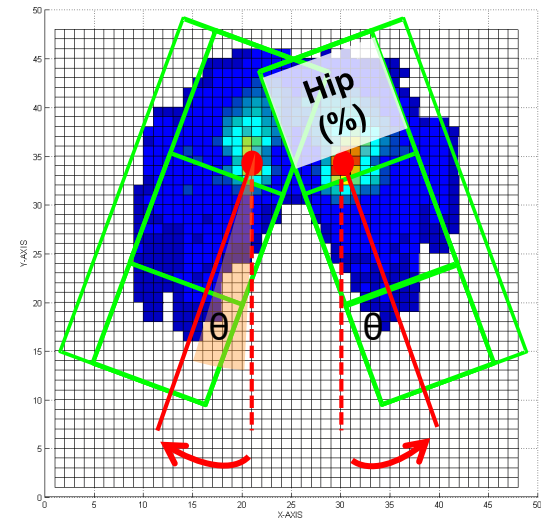
항목		머리& 흉부	요추	등받이 측면	엉덩이	허벅지	좌면 측면
S/N Ratio	Soft	10.61	10.59	9.91	10.05	9.55	8.95
	Moderate	-	9.80	9.61	10.40	10.07	10.52
	Hard	8.31	7.99	8.86	7.93	8.76	8.90
Δ	Raw	2.29	2.60	1.05	2.48	1.31	1.62
	Normalize	2.19	2.48	1.00	2.37	1.25	1.55
Rank		3	1	6	2	5	4





# 추후연구 1: 체압 분포 평가

- ❖ H-point machine을 사용하여 동일한 착좌 조건에서 승객석 경도에 따른 착좌 체압 분석
- ❖ BPR; % (Body Pressure Ratio): 전체 체압 중 특정 body part에 작용하는 체압 비율 분석
- ❖ 선호 쿠션 경도와 체압 간의 관계 분석 예정

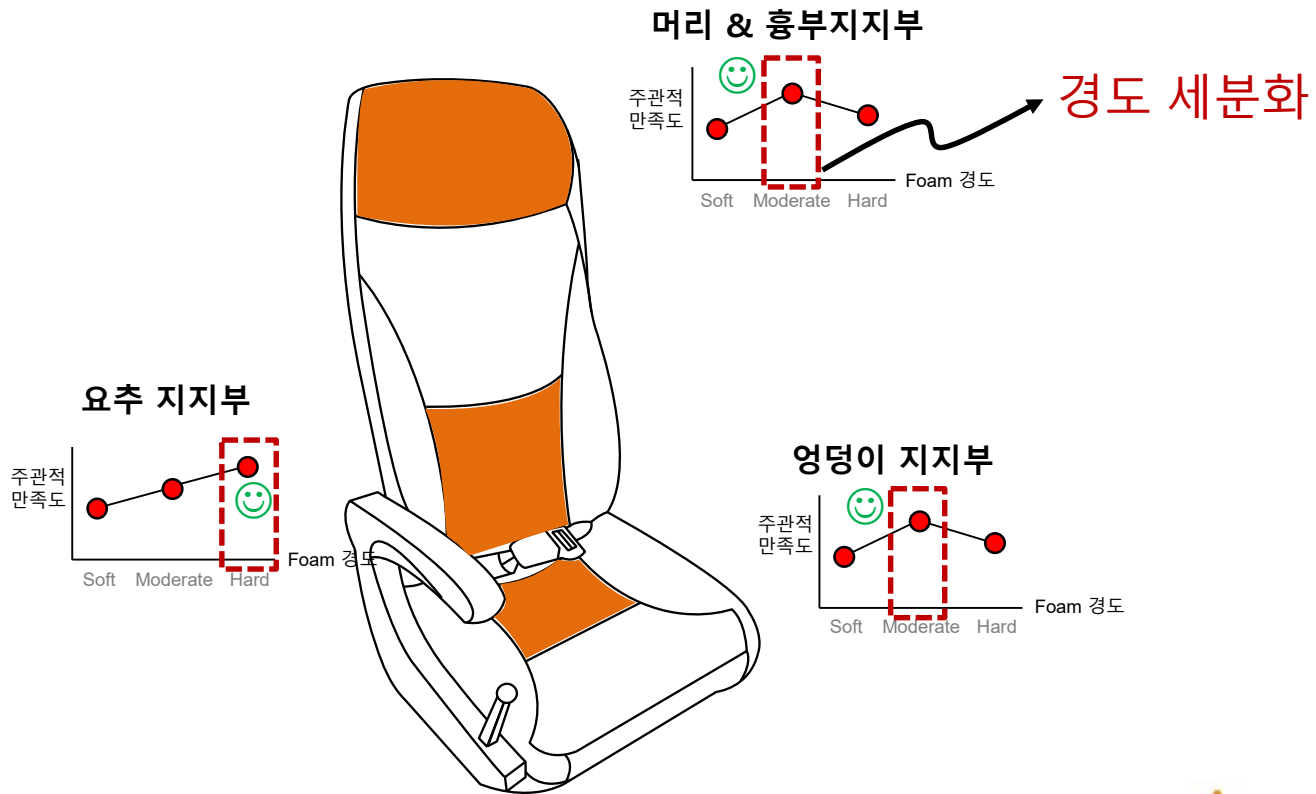


● Reference point = highest pressure point (right & left buttock)



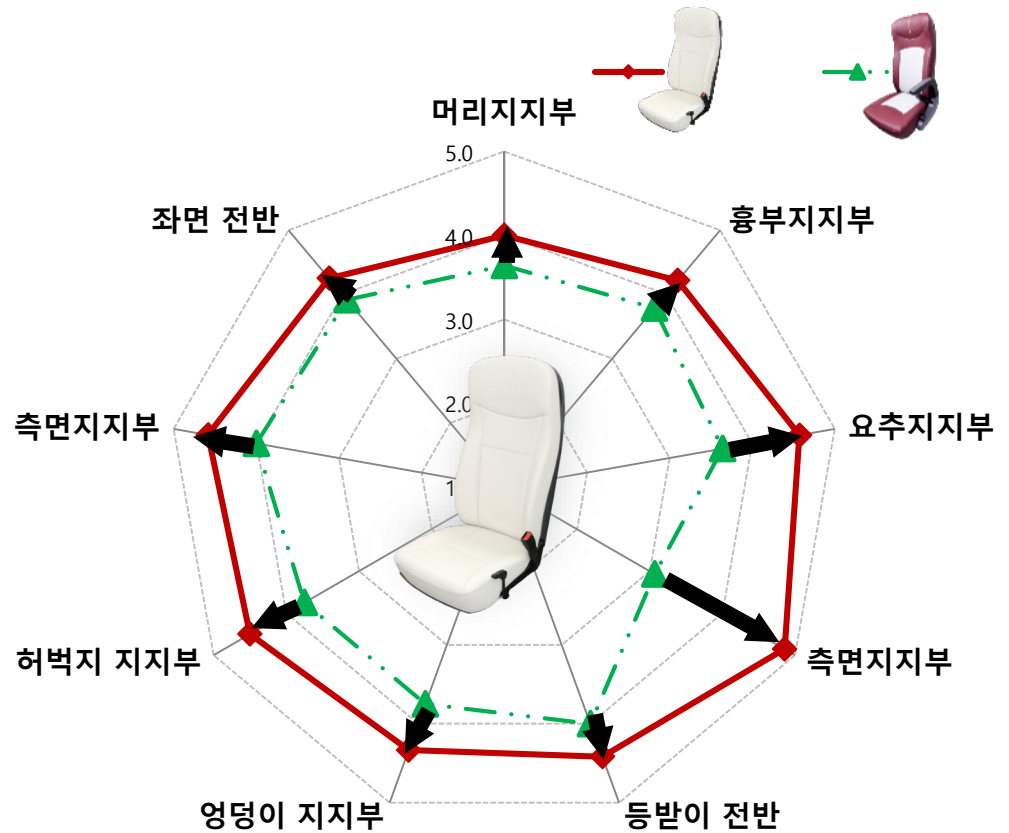
# 추후연구 2: 선호 쿠션 경도 최적화

- ❖ 전반적 쿠션감에 영향이 높은 승객석 부위를 대상으로 **경도를 세분화** 하여 평가
  - ❖ Factor: (1) 머리&흉부 지지부, (2) 요추 지지부, (3) 엉덩이 지지부 경도
  - ❖ Factor level: 파악된 선호 경도와 유사한 값으로 세분화
  - ❖ Experimental design: Full factorial, Fractional factorial design 등



# 추후연구 3: 실차 주행 평가

❖ 실차 주행 환경에서 승객석의 형상, 경도에 대한 검증 평가



# Q & A

**Thank you for your attention...**

