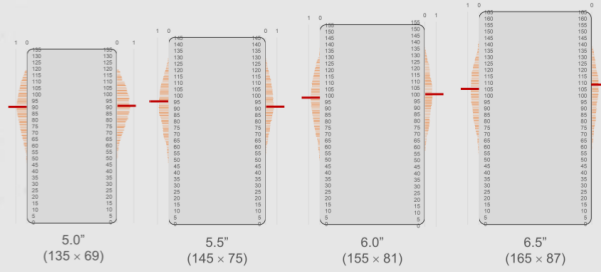
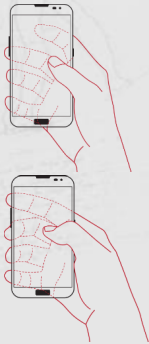




# 스마트폰 Hard Key의 위치별 조작 만족도 분석



최영근, 이승훈, 권도훈, 유희천

포항공과대학교 산업경영공학과 인간공학설계기술 연구실

Global Contributor to Eco-Techno-Humanopia

## Contents

- 서론
  - ✓ 연구 배경
  - ✓ 연구 목적
- 방법: 스마트폰 Hard Key 위치별 만족도 분석
- 결과
  - ✓ Hard key 위치별 조작 만족도
  - ✓ 파지 자세별 조작 만족도
  - ✓ 상용 스마트폰 hard key의 조작 만족도
- 토의

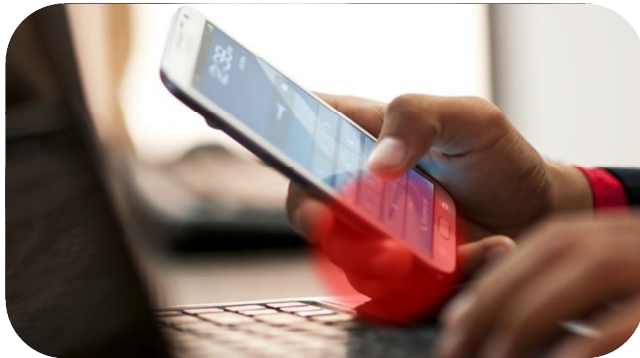


# 인간공학적 스마트폰 PUI 위치 설계의 중요성

□ 모바일 기기의 부적절한 위치에 설계된 **physical user interface (PUI)** 는 손가락에 심각한 불편을 줄 수 있음 (Finneran and O' Sullivan, 2013; Wobbrock et al., 2008)

- 모바일 기기 hard key는 **사용자 선호 파지 자세를 고려하여 적절한 위치에 설계될 경우** 사용성이 개선될 수 있음
- 스마트폰의 파지와 조작을 한 손으로 수행해야 하는 **한 손 파지 자세는 양손 파지 자세에 비해 더 많은 불편을 줄 수 있음**

한 손 파지

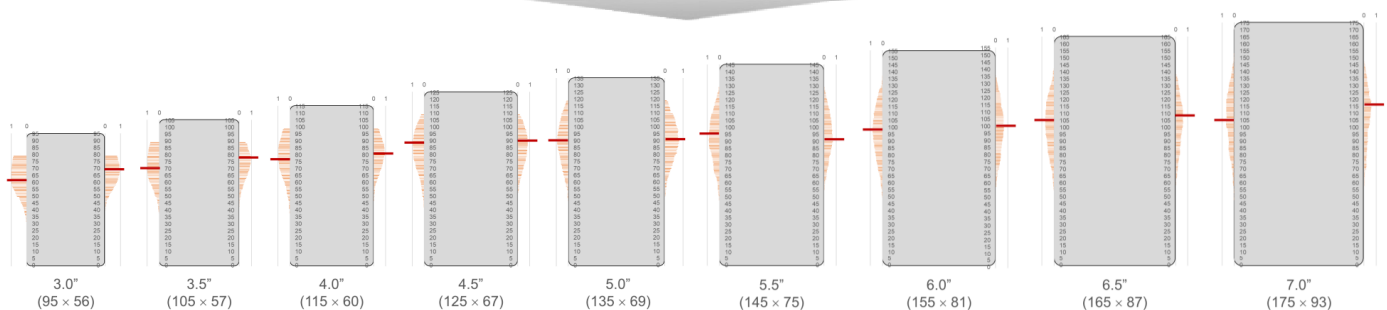
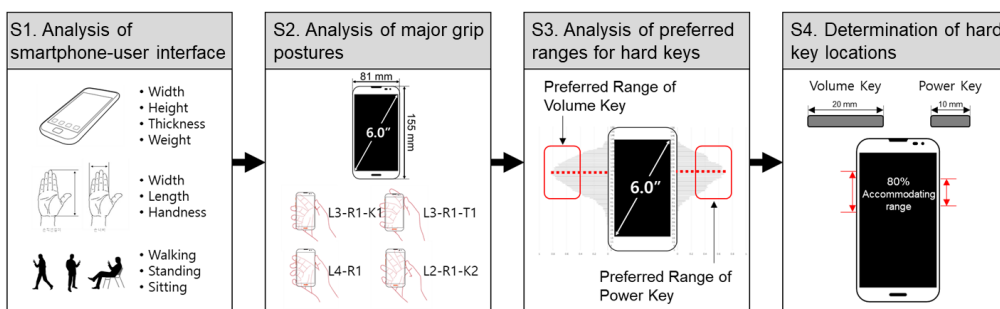


양손 파지



## Hard Key 선호 위치 분석(1/3)

□ 선행 연구를 통해 9가지 크기 스마트폰의 hard key 선호도 분포를 파악함

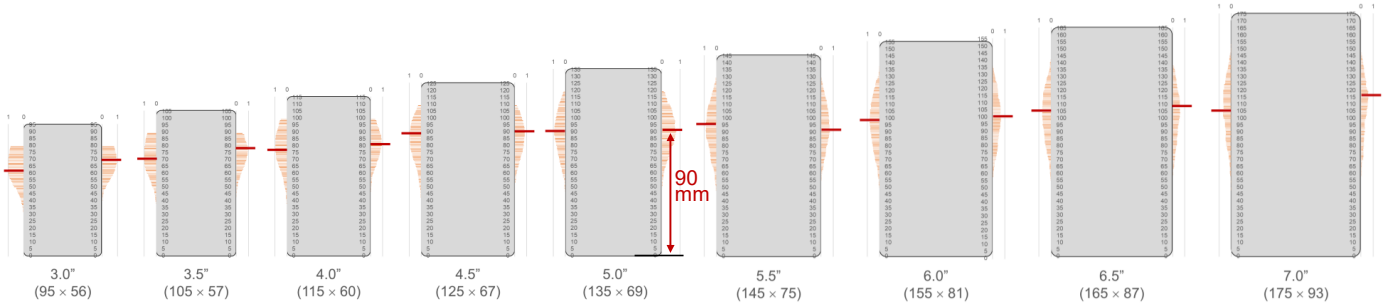




# Hard Key 선호 위치 분석 결과

□ 기기 크기별 좌/우측 hard key의 최선호 위치를 파악

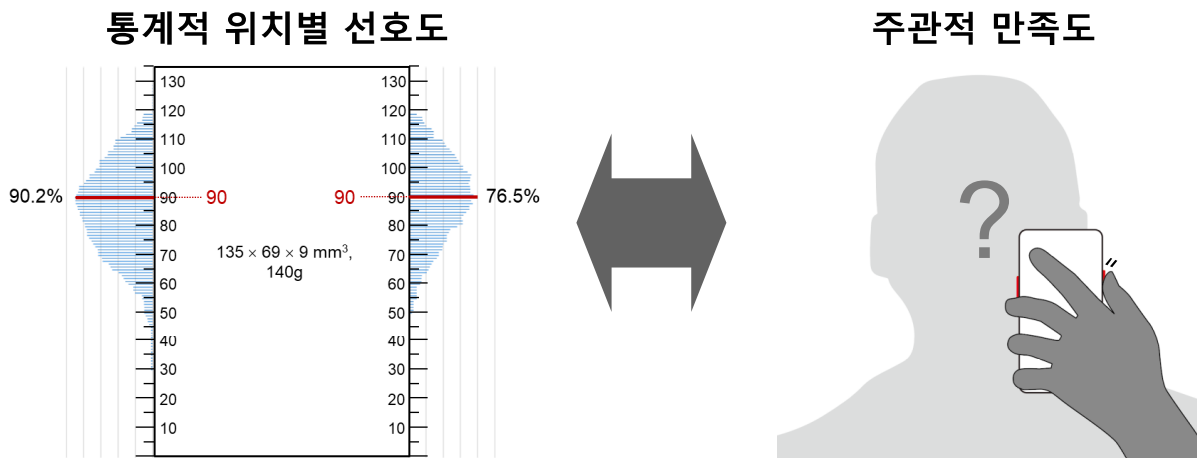
- 기기 크기↑ ⇒ hard key 최선호 위치↑
- 우측 hard key 위치 > 좌측 hard key 위치(0 ~ 12 mm)



	3.0"	3.5"	4.0"	4.5"	5.0"	5.5"	6.0"	6.5"	7.0"
좌측 Hard Key 최선호 위치(mm)	61	70	76	89	90	95	98	105	104
우측 Hard Key 최선호 위치(mm)	69	78	80	89	90	96	100	108	116

## 분석된 추천 설계 위치에 대한 검증 필요

□ 파악된 hard key 위치별 선호도 분포는 통계적 분석을 통해 도출된 것으로 사용자들의 주관적 만족도와는 차이가 날 수 있음





# Objectives of the Study

## 스마트폰 Hard Key의 위치별 만족도 분석

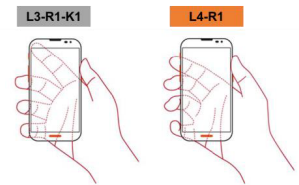
### 1) Hard key 위치별 조작 만족도:

추천 설계 위치와 근접한 위치 hard key 조작 만족도 비교 분석



### 2) 파지 자세 유형별 hard key 조작 만족도:

파지 자세 유형에 따른 hard key 조작 만족도 분석



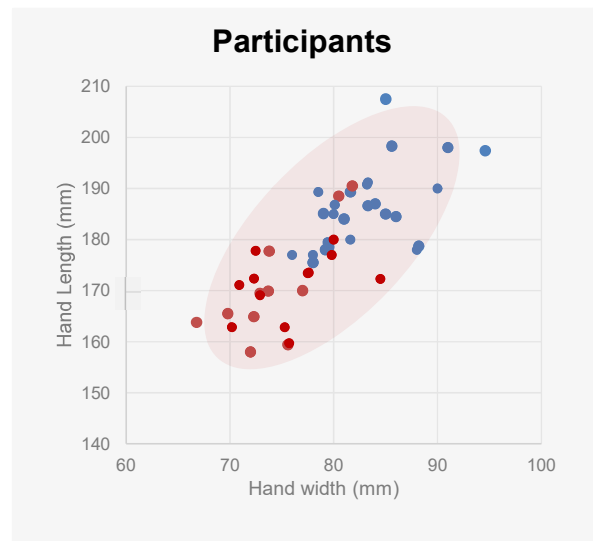
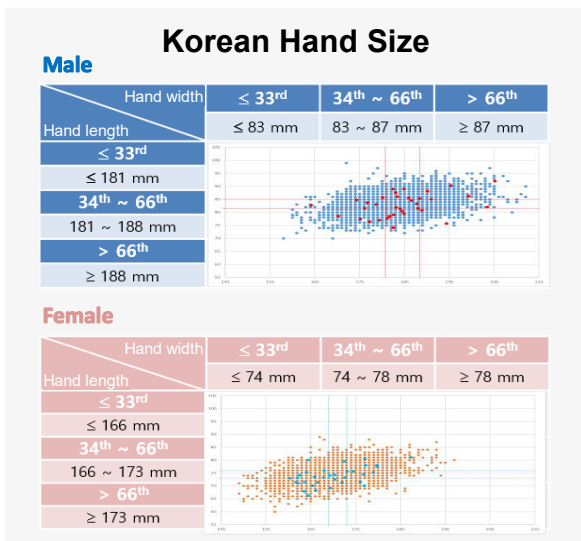
### 3) 상용 스마트폰 hard key 조작 만족도 비교:

상용 스마트폰 hard key와 유사한 위치에 설계된 mock-up hard key 조작 만족도 비교 분석



## 실험 참여자

- $n = 70$  (left-handed: 20; right-handed: 50; female: 35; male: 35)
- 스마트폰 사용 경험 > 3년
- 한국인의 손 크기(손 직선 길이, 손 너비) 분포를 고려해 9개 그룹으로 모집



# 평가 대상 기기

□ 주로 사용되는 화면 크기 5.0 ~ 6.5", 0.5" 간격의 제품 4종을 평가 대상으로 선정



# Hard Key 설계 위치

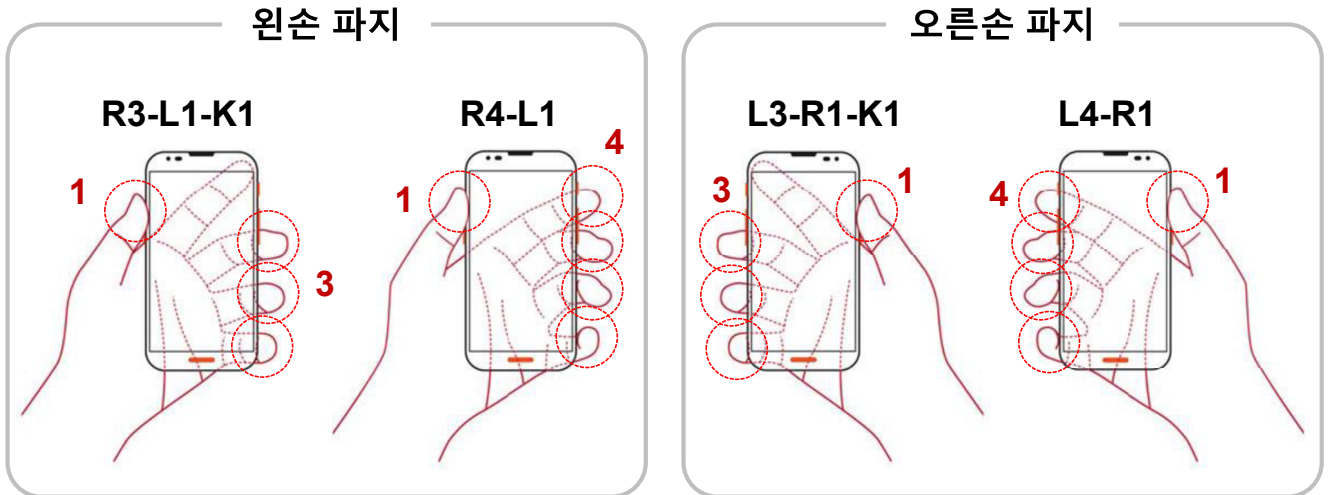
□ 선행 연구에서 도출된 추천 설계 위치의 상대적 우수성을 검토할 수 있도록 **추천 설계 위치와 ±10 mm 위치**에 대한 만족도를 비교 평가



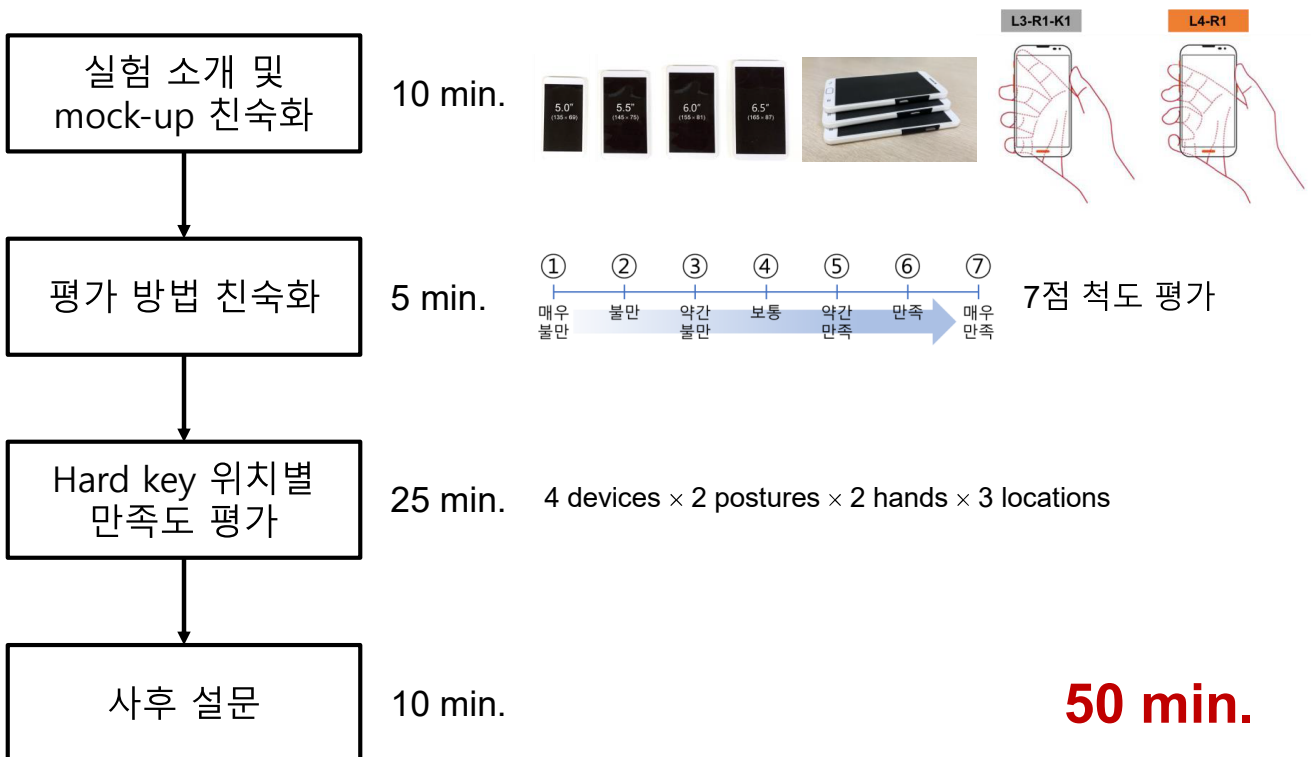
# 파지 자세

□ 선행 연구에서 파악된 선호 파지자세 2종을 왼손과 오른손으로 파지하고 hard key 위치별 선호도를 평가함

- R3-L1-K1 & L3-R1-K1: **검지로 기기 후면을 지지**하고 양쪽에서 움켜쥔 자세
- R4-L1 & L4-R1: 기기 **좌측/우측에 네 손가락이 위치**하도록 양쪽에서 움켜쥔 자세



# 실험 절차



# ANOVA Table: 5.0" & 5.5"

□ 파지 자세(grip)와 hard key 위치(key location)의 영향이 전반적으로 유의함

5.0", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	198.82	99.41	28.62	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	84.70	28.23	16.20	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	330.12	55.02	34.78	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	16.81	8.41	1.90	0.16
Hand width	2	8.81	4.41	1.00	0.38
Hand dominance	1	3.98	3.98	0.90	0.35
Key location * Hand length	4	10.29	2.57	0.74	0.57
Key location * Hand width	4	11.66	2.91	0.84	0.50
Key location * Hand dominance	2	2.68	1.34	0.39	0.68

5.0", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	163.80	81.90	23.94	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	41.69	13.90	10.41	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	289.10	48.18	29.33	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	6.34	3.17	0.51	0.60
Hand width	2	29.06	14.53	2.33	0.11
Hand dominance	1	0.30	0.30	0.05	0.83
<b>Key location * Hand length</b>	4	52.26	13.06	3.82	<b>* 0.01</b>
Key location * Hand width	4	2.89	0.72	0.21	0.93
<b>Key location * Hand dominance</b>	2	44.94	22.47	6.57	<b>* &lt; 0.01</b>

5.5", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	106.53	53.27	11.55	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	97.82	32.61	19.85	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	278.05	46.34	33.34	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	11.95	5.97	0.93	0.40
Hand width	2	1.14	0.57	0.09	0.92
Hand dominance	1	3.71	3.71	0.58	0.45
Key location * Hand length	4	3.73	0.93	0.20	0.94
Key location * Hand width	4	1.03	0.26	0.06	0.99
Key location * Hand dominance	2	1.58	0.79	0.17	0.84

5.5", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	150.56	75.28	20.89	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	84.73	28.24	18.68	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	287.24	47.87	29.03	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	1.88	0.94	0.16	0.85
Hand width	2	19.61	9.80	1.66	0.20
Hand dominance	1	5.91	5.91	1.00	0.32
Key location * Hand length	4	7.98	1.99	0.55	0.70
Key location * Hand width	4	4.59	1.15	0.32	0.87
<b>Key location * Hand dominance</b>	2	22.50	11.25	3.12	<b>* 0.05</b>

# ANOVA Table: 6.0" & 6.5"

□ 파지 자세(grip)와 hard key 위치(key location)의 영향이 전반적으로 유의함

6.0", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	86.55	43.28	9.50	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	44.97	14.99	8.65	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	198.00	33.00	21.82	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	3.58	1.79	0.27	0.77
Hand width	2	3.62	1.81	0.27	0.77
Hand dominance	1	2.61	2.61	0.39	0.54
Key location * Hand length	4	14.42	3.61	0.79	0.53
Key location * Hand width	4	6.20	1.55	0.34	0.85
Key location * Hand dominance	2	12.20	6.10	1.34	0.27

6.0", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	106.83	53.42	14.39	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	133.17	44.39	31.61	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	206.83	34.47	22.37	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	0.77	0.38	0.05	0.95
Hand width	2	10.98	5.49	0.73	0.48
Hand dominance	1	2.04	2.04	0.27	0.60
Key location * Hand length	4	9.07	2.27	0.61	0.66
Key location * Hand width	4	7.68	1.92	0.52	0.72
Key location * Hand dominance	2	5.70	2.85	0.77	0.47

6.5", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	72.47	36.24	10.70	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	57.93	19.31	10.14	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	233.90	38.98	22.78	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	13.99	6.99	0.80	0.45
Hand width	2	9.17	4.59	0.52	0.59
Hand dominance	1	0.84	0.84	0.10	0.76
Key location * Hand length	4	2.43	0.61	0.18	0.95
Key location * Hand width	4	7.97	1.99	0.59	0.67
Key location * Hand dominance	2	2.14	1.07	0.32	0.73

6.5", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
<b>Key location</b>	2	62.72	31.36	7.81	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip</b>	3	139.34	46.45	21.75	<b>* &lt; 0.01</b>
<b>Grip * Key location</b>	6	159.06	26.51	18.04	<b>* &lt; 0.01</b>
Hand length	2	3.76	1.88	0.23	0.80
Hand width	2	2.04	1.02	0.12	0.88
Hand dominance	1	2.33	2.33	0.28	0.60
Key location * Hand length	4	10.39	2.60	0.65	0.63
Key location * Hand width	4	2.07	0.52	0.13	0.97
<b>Key location * Hand dominance</b>	2	26.34	13.17	3.28	<b>* 0.04</b>

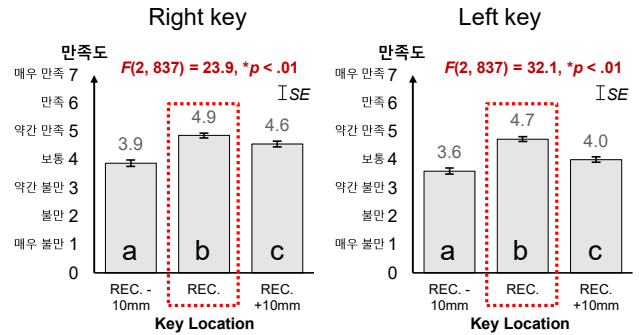
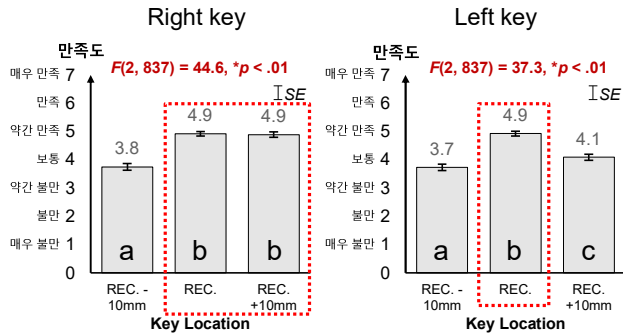


# Hard Key 위치별 만족도

□ 화면 크기 5.0" ~ 6.5" 기기 모두 설계 추천 hard key 위치가 가장 선호됨(4.2 ~ 4.9점)

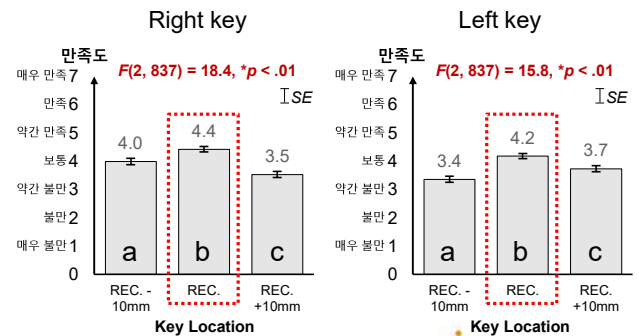
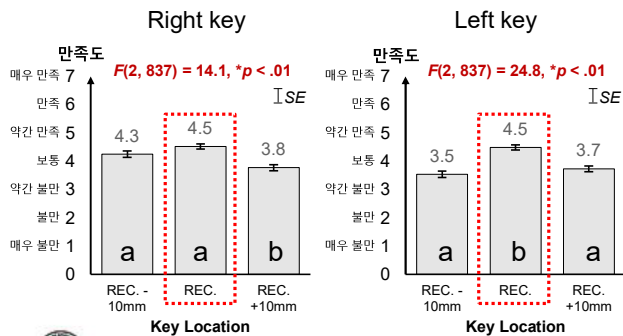
5.0"

5.5"



6.0"

6.5"



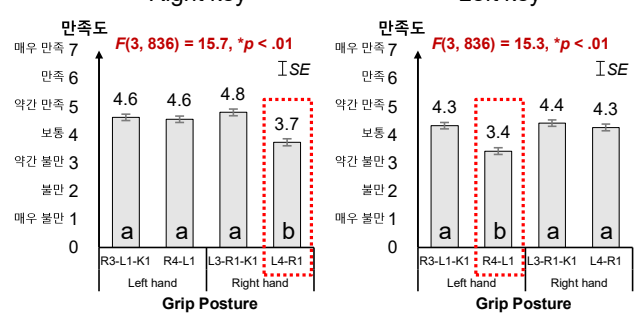
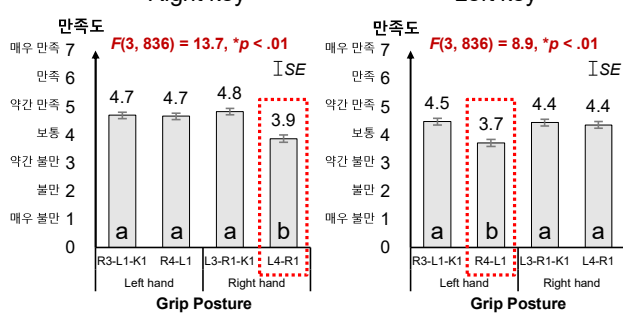
# 파지 자세별 만족도

□ Right key 조작 시 오른손 L4-R1 자세를 취할 때가 가장 비선호됨(3.5 ~ 3.9점)

□ Left key 조작 시 왼손 R4-L1 자세를 취할 때가 가장 비선호됨(3.0 ~ 3.7점)

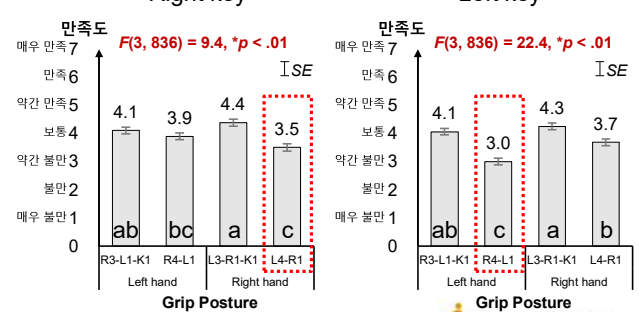
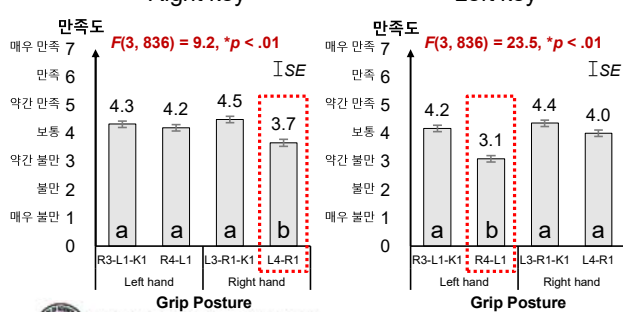
5.0"

5.5"



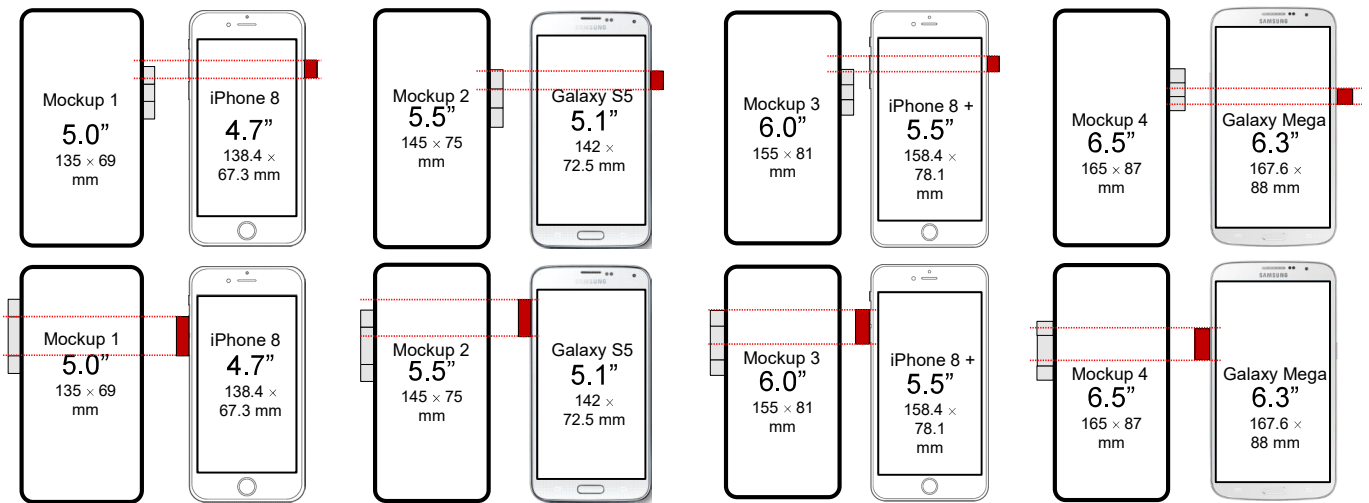
6.0"

6.5"



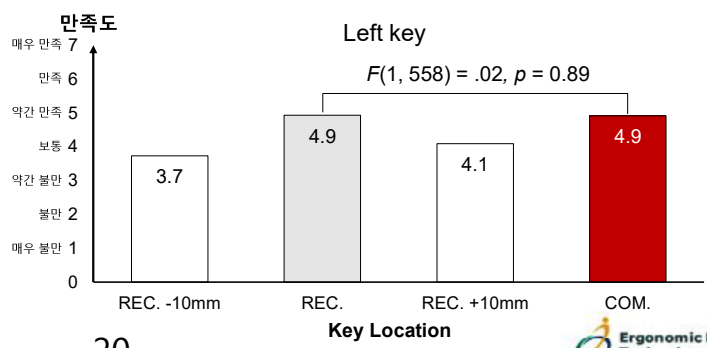
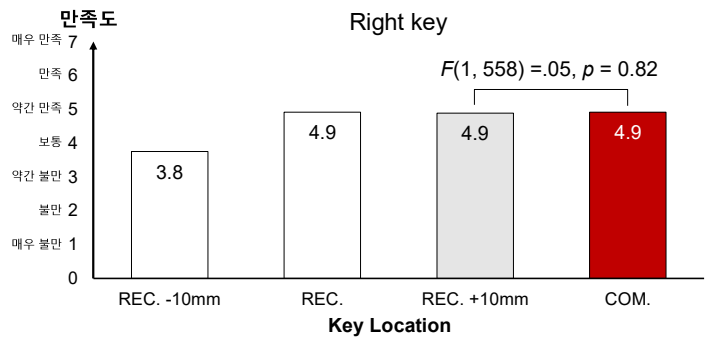
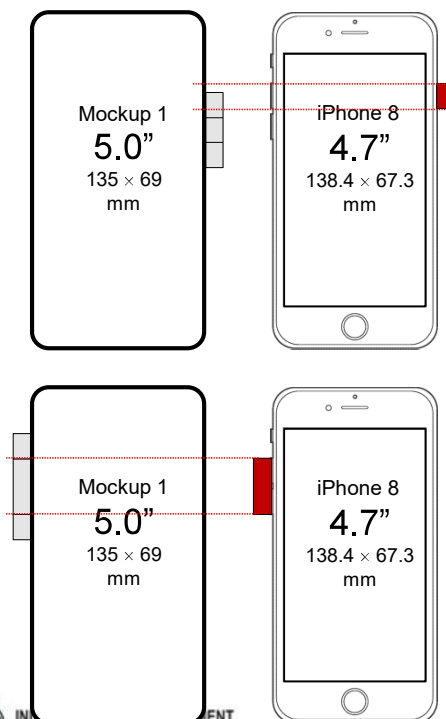
# Mock-up vs. 상용 제품

□ 상용 제품의 hard key 위치와 유사한 mock-up의 hard key 위치에 대한 선호도 유사성 분석



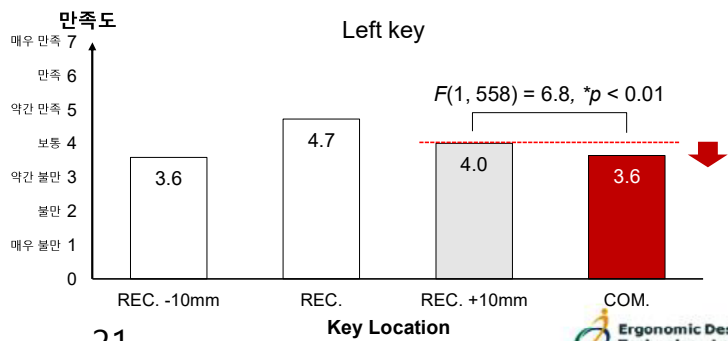
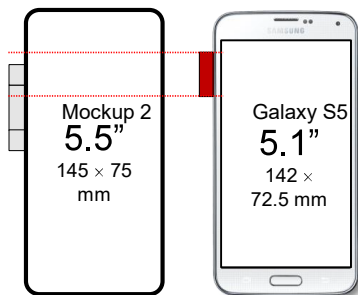
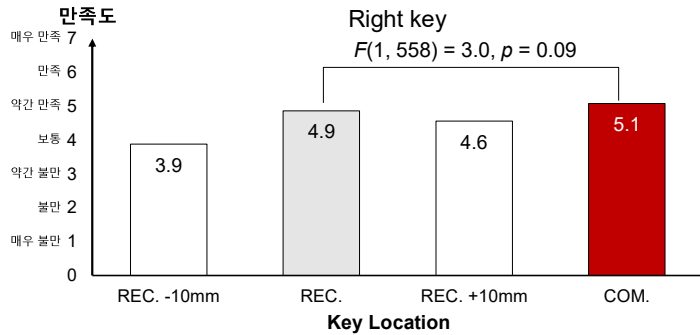
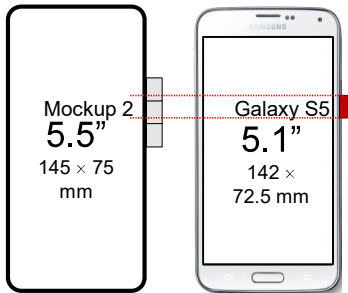
# Mock-up vs. 상용 제품: 5.0"

□ 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음 ( $p = 0.82$ )  
 □ 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음 ( $p = 0.89$ )



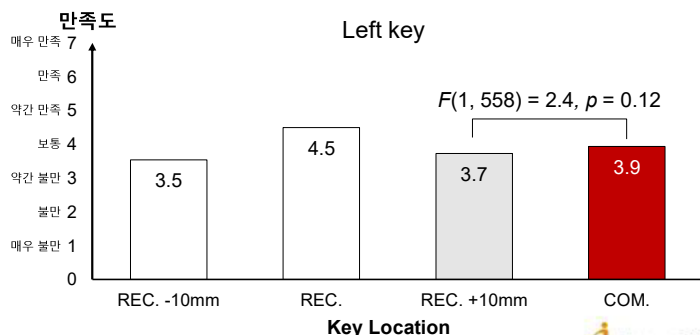
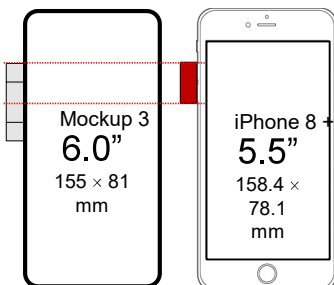
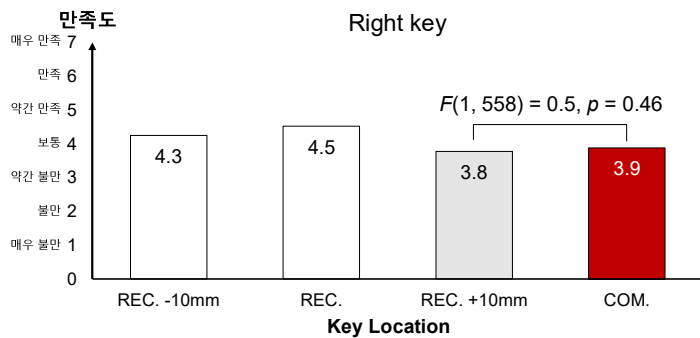
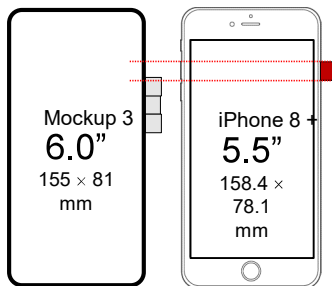
## Mock-up vs. 상용 제품: 5.5"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음( $p = 0.09$ )
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 있음**( $p < 0.01$ )



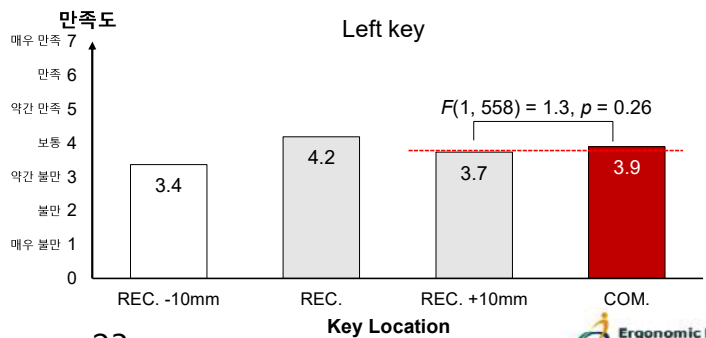
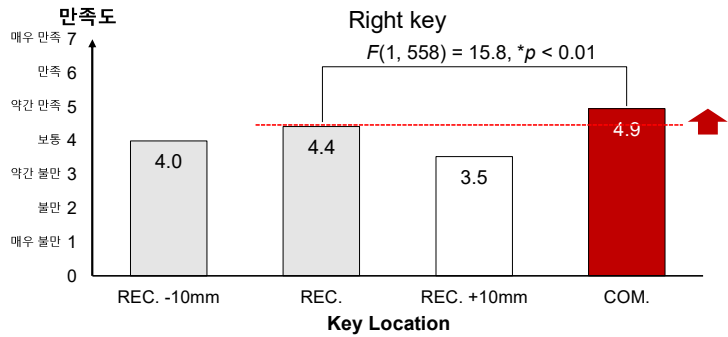
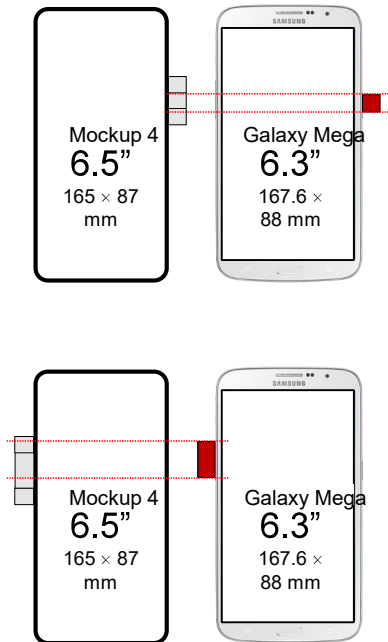
## Mock-up vs. 상용 제품: 6.0"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음( $p = 0.46$ )
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음( $p = 0.12$ )



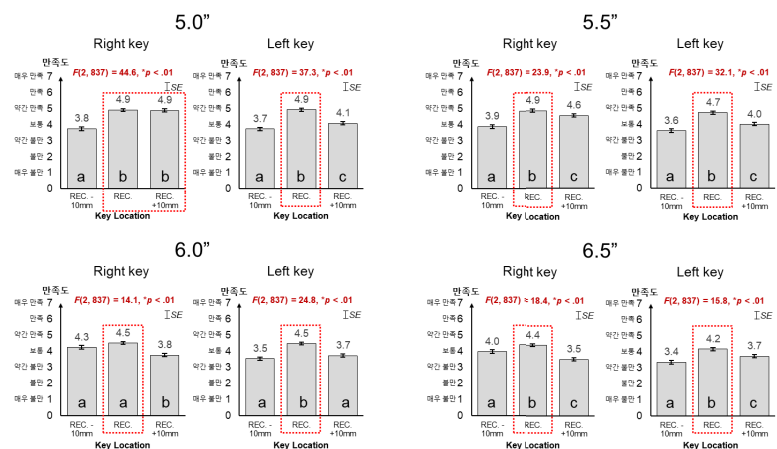
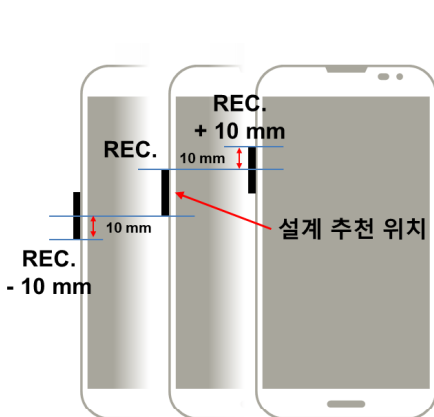
# Mock-up vs. 상용 제품: 6.5"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 있음** ( $p < 0.01$ )
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 유의한 차이가 없음 ( $p = 0.26$ )



## Discussion (1/4)

- 선행 연구의 **스마트폰 hard key 설계 위치 방법의 적절성을 확인**하였음
  - 설계 추천 위치와  $\pm 10$  mm 위치에 대해 조작 만족도를 비교 평가하여 **설계 추천 위치가 상대적으로 가장 선호**되는 것으로 파악됨
  - 기기 크기가 증가할 수록 조작 만족도가 저하되는 경향이 있음

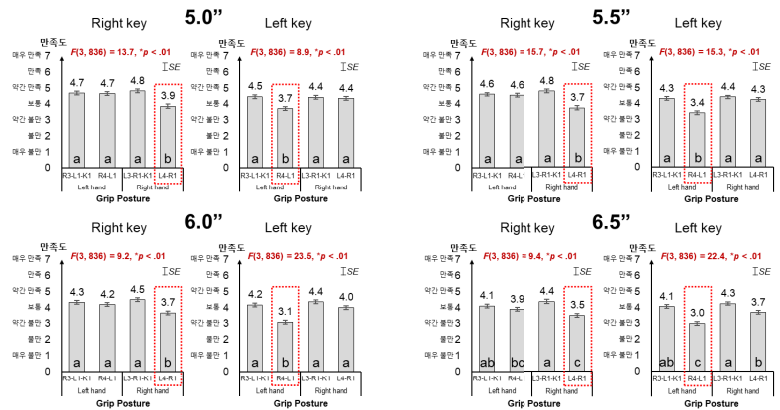
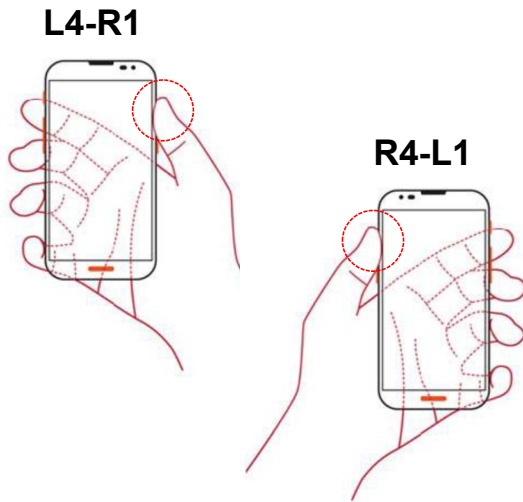




## Discussion (2/4)

□ Right key를 오른손 L4-R1 자세로 조작 시와 left key를 왼손 R4-L1 자세로 조작 시 상대적으로 조작 만족도가 낮았음

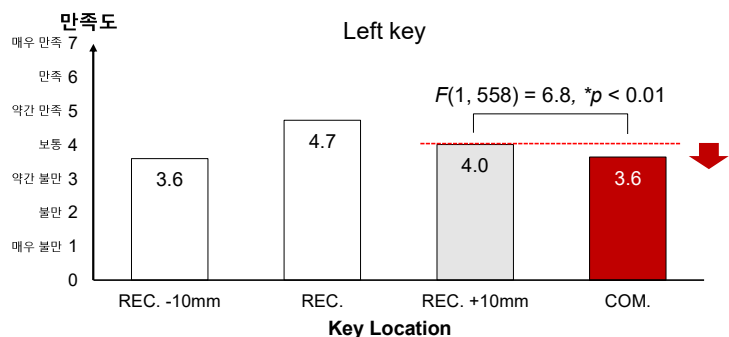
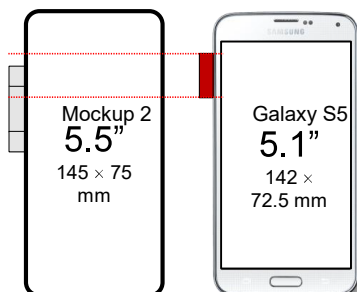
← 반대편에 네 손가락이 위치한 채 엄지로 조작하여 엄지에 상대적으로 많은 load가 발생한 것으로 사료됨



## Discussion (3/4)

□ 화면 크기 5.5" 상용 제품 left key가 유사한 위치의 mock-up hard key의 선호도와 유의한 차이가 있으나 위치별 선호도 경향과 일치함(mock-up: 4.0, 상용 제품: 3.6;  $p < 0.01$ )

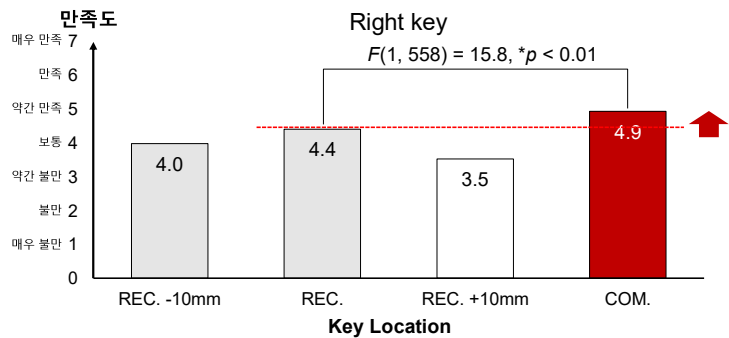
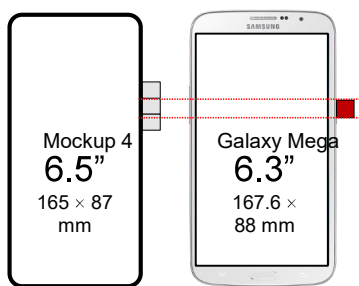
- 추천 위치에서 멀어질 수록 선호도가 더 낮게 나타남
- 상용 제품의 left key가 '추천 위치 10 mm 상단'보다 더 상단에 위치



## Discussion (4/4)

□ 화면 크기 6.5" 상용 제품 right key가 유사한 위치의 mock-up hard key의 선호도와 유의한 차이가 있으나 위치별 선호도 경향과 일치함(mock-up: 4.4, 상용 제품: 4.9;  $p < 0.01$ )

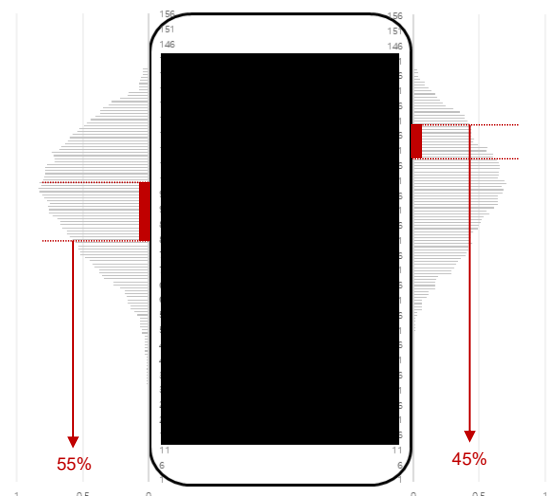
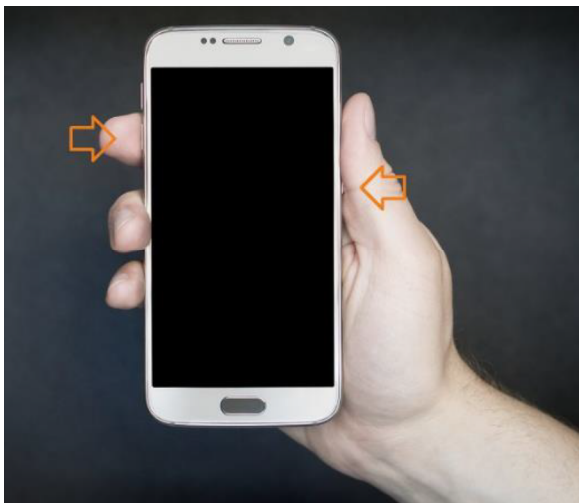
- 추천 위치에 가까울 수록 선호도가 더 높게 나타남
- 상용 제품의 right key가 '추천 위치와 유사한 곳에 위치



## Future Research

□ 한 손 파지 자세에서 hard key 조작 시 발생할 수 있는 unintended operation 방지 전략 개발을 위한 추후연구 수행 가능

- Right key 조작 시 left key를 누르는 오조작 발생 가능
- Unintended operation 방지를 위한 설계 전략 개발 필요



**Thank you**  
for your attention!

