

# 스마트기기 사용 자세에 따른 신체 부하 연구

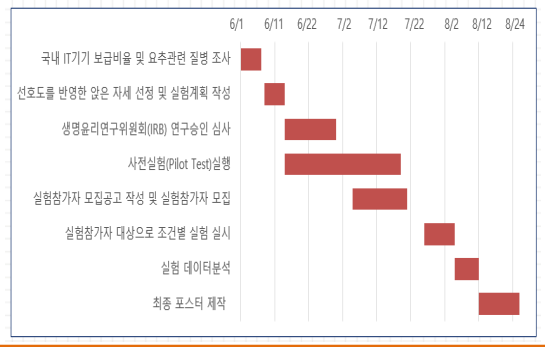
부산대학교 산업공학과 강용운 김도훈

## 연구배경



본 연구의 목적은 스마트기기 사용여부와 다양한 앉은 자세 즉, 착좌 자세에 따른 요추부와 경추부의 기울기를 측정하여 부하 정도를 확인하고자 함에 있다. (요추부와 경추부의 기울기는 신체 부위에 측각기를 부착하여 측정하며 신체 부위를 굽힐 수록 각도는 더 크다.)

## 연구일정



## 실험설계

### 1) 독립변수

#### 1-1) 사용 자세



중립착좌 무릎착좌 다리올림착좌

#### 1-2) 스마트기기 사용여부

사용: 스마트기기를 자유롭게 이용.  
맨손: 스마트기기를 사용하지 않고 착좌자세 범위 내에서 가장 편안한 자세를 취함.

### 2) 종속변수

목굽힘 각도: 머리를 앞/뒤로 구부렸을 때의 각도  
허리 각도: 상체를 앞 또는 뒤로 구부렸을 때의 각도  
스마트기기 각도: 스마트기기의 모바일 어플리케이션을 이용

### 3) 실험방법

스마트기기 사용에서 세 가지 착좌 자세, 맨 손에서 세 가지 착좌 자세로 6개의 실험 조건이 만들어지며 3번 반복하여 총 18번의 실험이 무작위 순서로 이루어진다. 각 실험 자세는 30초 동안 연구대상자의 주관적인 기준, 가장 자연스러운 자세로 고정한 채 유지되고 측각기를 이용한 목 굽힘 각도와 허리 각도 측정의 경우 마지막 5초 동안의 각도 변화 데이터의 평균값을 활용한다. 그리고 스마트기기 기울기 각도는 실험이 종료되는 시점에 측정한다. 위 과정을 실험대상자 15명을 대상으로 각각 실시하였다.

## 분석방법

### 1) 실험대상자 정보

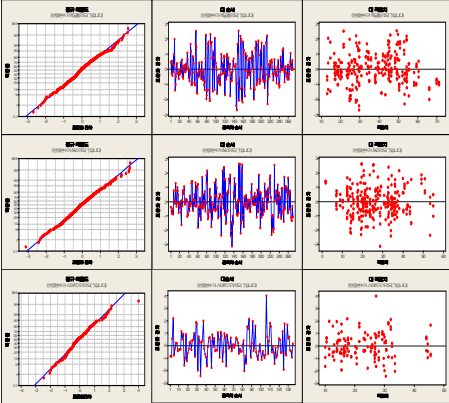
성별	인원(명)	평균 신장(cm)	신장 표준편차	평균 체중(kg)	체중 표준편차	평균 나이(세)	나이 표준편차
남성	15	176.7	7.01	73	8.97	24.47	1.55

### 2) 분석방법

- 데이터의 모델 타당도(IID) 검증: 모든 데이터 값을 정규성 검증, 독립성 검증, 등분산성 검정을 통하여 타당한 모델임을 확인.
- 이원배치 분산분석(two-way ANOVA): 독립변수(사용 자세, 스마트기기 사용여부)가 종속변수(목 굽힘 각도, 허리 각도)에 어떠한 영향을 미치는지 파악하기 위해, 이원배치 분산분석을 실시.
- 상관분석: 하나의 변수가 커지거나 작아질 때 다른 변수의 변화 관찰을 통하여 두 변수 간의 관계성 정도나 방향을 파악.

## 통계분석

### 1) 데이터의 모델 타당도 (IID, independent and identically distributed) 검증



분산 분석 결과를 신뢰할 수 있기 위해서는 각 종속 변수 별 모델 타당도 검증, 즉 정규성 가정, 독립성 및 등분산성 가정을 만족해야 한다. 위 그림 결과 세 가지 종속 변수 모두 IID를 만족함을 알 수 있다.

### 2) 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)

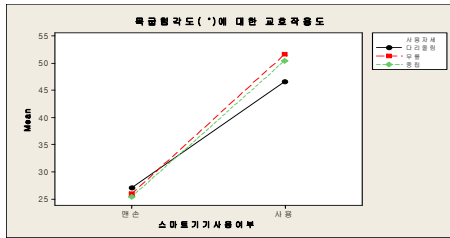
#### 2-1) 목 굽힘 각도

목굽힘각도(°)에 대한 분산 분석(검정을 위해 수정된 제곱합 사용)

종차	DF	Seq. SS	Adj. SS	Adj. MS	F	P
출처	14	16939.4	16679.0	1190.3	22.36	0.000
사용자세	2	207.7	176.0	88.3	1.66	0.193
스마트기기사용여부	1	36863.6	36913.3	36913.3	692.96	0.000
사용자세*스마트기기사용여부	2	501.1	501.1	250.5	4.70	0.010
오차	248	13210.7	13210.7	53.3		
총계	267	67622.5				

S = 7.29857 R-제곱 = 80.46% R-제곱(수정) = 78.97%

종속변수가 목 굽힘 각도일 때 분산분석 결과 사용 자세는 목 굽힘 각도에 통계적으로 유의한 영향을 끼치지 못한다( $p > 0.05$ ). 목 굽힘 각도는 스마트기기 사용여부에서 통계적으로 유의한 영향을 미친다( $p < 0.05$ ). 그리고 사용 자세와 스마트기기사용여부의 교호작용이 목 굽힘 각도에 영향이 있음을 알 수 있다( $p < 0.05$ ).



교호작용이 존재하기 때문에 주효과 분석이 아닌 교호작용 분석을 실시하였다. 중립\*맨 손일 때 목 굽힘 각도가 가장 작았다. 사용 자세 모두에서 스마트기기를 사용하였을 때가 맨 손일 때보다 목 굽힘 각도가 큰 것을 확인할 수 있다. 또한, 스마트기기를 사용 했을 때 무릎, 중립, 다리올림 착좌 순으로 맨 손일 때는 사용 자세간 목굽힘각도의 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

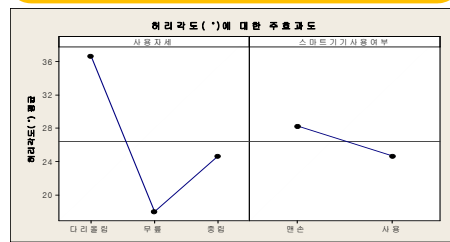
#### 2-2) 허리 각도

허리각도(°)에 대한 분산 분석(검정을 위해 수정된 제곱합 사용)

출처	DF	Seq. SS	Adj. SS	Adj. MS	F	P
실험자	14	15429.1	15428.9	1102.1	29.63	0.000
사용자세	2	15915.2	15856.0	7928.0	213.18	0.000
스마트기기사용여부	1	885.9	890.0	890.0	23.93	0.000
사용자세*스마트기기사용여부	2	163.1	163.1	81.6	2.19	0.114
오차	248	9223.1	9223.1	37.2		
총계	267	41616.4				

S = 6.09836 R-제곱 = 77.84% R-제곱(수정) = 76.14%

종속변수가 허리 각도일 때 분산분석 결과 사용 자세는 허리 각도에 통계적으로 유의한 영향을 끼친다( $p < 0.05$ ). 허리 각도는 스마트기기 사용여부에 통계적으로 유의한 영향을 끼친다( $p < 0.05$ ). 그리고 자세와 스마트기기 사용여부의 교호작용은 허리 각도의 영향은 존재하지 않음을 알 수 있다( $p > 0.05$ ).



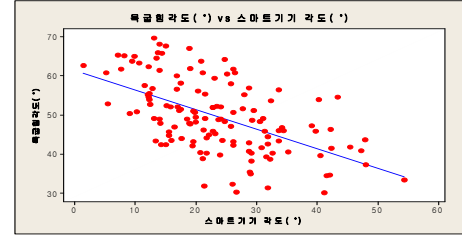
각 요인 별 효과를 분석하기 위해 주효과 분석을 실시한 자료이다. 사용 자세 요인에서는 무릎 착좌 자세에서 허리 각도가 가장 작았고, 다리 올림 착좌 자세에서 허리 각도가 가장 컸다. 스마트기기 사용여부 요인에서는 스마트기기를 사용 했을 때가 맨 손일 때보다 허리 각도가 작음을 알 수 있다. 무릎 착좌 자세와 스마트기기를 사용할 때 허리각도가 가장 낮게 나타났다.

Tukey의 방법 및 95.0% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보

사용자세	N	평균	그룹화
다리로 올림	90	36.6	A
무릎	90	24.7	B
중립	90	18.0	C

Tukey 방법을 통해 분석해본 결과 교호작용이 없다고 결과가 나왔기에 세 가지 사용 자세에서만 사후 분석을 실시하였다(요인의 수준이 두 가지인 스마트기기 사용여부는 사후 분석을 실행할 필요가 없다). 또 95% 신뢰 구간에서 모두 그룹화 되었다. 즉, 세 가지 사용 자세 모두가 서로 통계적으로 유의미한 허리각도 평균의 차이가 있음을 알 수 있다.

### 3) 상관분석



맨 손 상황의 데이터는 제거 후 세 가지 종속 변수들 간의 상관 분석을 실시하였다. 그 결과, 그래프의 산점도를 보면, 스마트기기 기울기 각도 증가함에 따라 대체적으로 목 굽힘 각도는 줄어들고 있음을 확인할 수 있으며, 상관계수 -0.560로 음의 상관관계가 있음을 알 수 있다( $p < 0.05$ ).

## 결론

- 앉은 자세에서 스마트기기를 사용하는 것은 목 부하에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 허리 부하에는 영향을 미치지 않는다.
- 스마트기기를 사용하지 않았을 경우 세 가지 사용 자세 간 목 부하 정도는 차이가 없었다. 그러나 스마트기기 사용 시, 다리올림착좌에서 무릎착좌로 갈수록 즉, 앉은 자세에서 다리가 내려갈수록 목 부하는 줄어든다.
- 스마트기기의 사용여부와 관련 없이 다리올림착좌에서 무릎착좌로 갈수록 허리의 부하는 줄어 들었다. 즉, 앉은 자세에서 다리가 내려갈수록 허리 부하는 줄어 들었다.
- 스마트기기의 기울기 정도는 목 부하와 관련이 있는 것으로 분석되었다. 즉, 스마트기기를 세울수록 목 부하는 줄어 들었다.

본 연구의 결과를 바탕으로 스마트기기 사용자는 본인이 유리한 착좌자세를 선택하여 경추(허리),요추(목)의 부하를 줄이는 자세를 취할 수 있다.