

건강한 운전 자세 특성 연구

김 다 래¹⁾ · 최 형 연^{*1)} · 이 정 호²⁾ · 안 성 민³⁾ · 이 시 욱⁴⁾

홍익대학교 기계·시스템디자인공학과¹⁾ · 건국대학교 경영대학 경영·경영정보학부²⁾ · 현대자동차 소형패키지기술팀³⁾ · 서울대학교 재활의학과⁴⁾

A Study on Characterizing a Healthy Driving Posture

Darae Kim¹⁾ · Hyungyun Choi^{*1)} · Joungho Lee²⁾ · Sungmin Ahn³⁾ · Shiuk Lee⁴⁾

¹⁾Department of Mechanical System Design Engineering, Hongik University, Seoul 121-791, Korea

²⁾College of Business Administration, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³⁾Compact Vehicle Package Engineering Team, Hyundai Motor Group, 150 Hyundaiyeonguso-ro Hwaseong-si, Gyeonggi 445-706, Korea

⁴⁾Department of Rehabilitation Medicine, College of Medicine, Seoul National University, Seoul 156-707, Korea

(Received 2 November 2012 / Revised 5 March 2013 / Accepted 31 March 2013)

Abstract : To find a healthy driving posture, in this study, survey and empirical analysis given onto measurement of car-seat angle has been performed. Among 153 male respondents, those drivers who has minimum 5 year experience and 2 hours daily driving has been selected by a multiple screening process. They were further confirmed to have no discomfort history in any body region caused by the driving task. Final 44 people verified that their actual driving posture is not significantly different ($p = 0.692$) from healthy one they think. And their data, accordingly, the healthy driving postures are clustered based on the same seat-cushion angle, seat-back angle and trunk-thigh angle. Consequently, three seat-angles of the 44 subjects showed a significant difference only with their height information which is the most effecting factor on driving posture among the physical characteristics. That is a first result categorized healthy driving posture classified physical, if it were departmentalized into additional study, could be able to reflected a factor of “healthy” on car seat design.

Key words : Healthy driving posture(건강한 운전 자세), Seat-back angle(시트 백각도), Seat-cushion angle(시트 쿠션각도), Trunk-thigh angle(시트유효각도), Empirical analysis(실증분석), Clustering(군집화)

1. 서 론

자동차 시트는 운전자의 운전 자세를 말해주는 좋은 지표 중 하나이다. 시트의 형상, 시트 조절량에 따라 운전 자세가 달라지기 때문이다. 자동차 시트는 의자라는 개념에 자동차 운전이라는 특수한 상황이 더해진 제품으로, 단순히 앉는 도구 이상인, 인체공학적, 감성공학적인 면을 고려한 복합적 설계가 요구되고 있다.

많은 제품들은 주 기능에서 개발이 시작되고, 그 후 다양한 측면을 고려한 여러 기능들이 추가되기 마련이다. 자동차 시트 역시 시대 동향을 살펴보면 시트 설계 추세가 변하고 있음을 알 수 있다. 초기에는 시트의 앉는 개념에 치중한 ‘형태’가 강조되었다가 제품의 작동이 용이한 ‘사용하기 쉬운’ 개발로 시트 설계 추세가 변화하였다. 그 이후 안전성, 쾌적성을 강조시키는 등 시트의 앉는 개념에서 또 다른 기능들이 추가되는 ‘인상적인’ 개발로 변화하였다가 나아가 요즘에는 ‘친환경과 웰빙(well-being)’을 비롯한 감성요소 관련 제품이 대두되고 있는 실정이다.¹⁾

*Corresponding author, E-mail: hychoi@hongik.ac.kr

운전 자세는 자동차 시트에 있어서 사용자에게 제공하는 일종의 제품 사용법이다. 아무리 많은 시간과 노력을 들여 연구한 시트라 할지라도 ‘제대로’ 앉지 못한다면 그 의미가 없다. 어떠한 운전 자세가 가장 좋은 운전 자세인지 찾아야 한다. 여러 연구에서 다양한 감성 평가 및 실험을 통해 편안함을 주제로 한 최적 운전 자세 혹은 표준 운전 자세 등을 연구하였다.^{2,5)} 하지만 이번 연구는 건강함이라는 요소가 반영되지 않은 다른 연구들과 대비된다. 이번 연구에서는 운전 자세에 건강함이라는 요소를 넣어 새로운 컨셉의 운전 자세를 제시하고자 한다.

운전 자세는 보통 신체 관절 사이 각도나 시트 조절 각도를 가지고 평가를 한다. 관절각과 시트 조절량 모두 신체크기에 영향을 받으며 특히 그 중 운전자의 신장은 시트 위치 및 각도를 예측할 수 있는 중요한 변수라고 보고된 바 있다.²⁾ 여러 연구들을 보면 운전자들의 다양한 신체 조건을 수용할 수 있는 시트 개발의 필요성을 강조하지만 결론적으로 신체 특성별로 시트조절각도를 구분한 연구는 찾아보기 힘들다.^{2,3)} 운전자들은 저마다 신체 특성도 다르고, 신체 특이성도 다르기 때문에 시트 각도의 범위를 운전자 특성별로 세분화하는 것이 필요하다.

또한, 운전 자세는 운전자의 신체 특성뿐만 아니라, 운전 거리에 비례하여 신체적 불편함이 증가한다는 연구⁶⁾가 보고된 바 있다. 운전 거리는 운전 경

력 및 운전 시간에 비례하므로, 이는 운전 자세에 영향을 미치는 변수가 될 수 있다.

건강한 운전 자세에 대해 정의된 바가 없기 때문에 본 연구에서는 Fig. 1과 같이, 설문조사를 통해 운전자들의 데이터를 얻고, 시간적 개념을 기준으로 하여 단계적인 분석 대상 추출 과정을 거친다. 추출된 데이터를 토대로 건강한 운전 자세를 취하고 있는 운전자 데이터인 건강한 운전 자세 DB를 제작 후 운전자 신체 특성, 즉, 신장별 건강한 운전 자세의 시트각도 구분을 연구목적으로 한다.

2. 본 론

2.1 건강한 운전 자세 연구

2.1.1 건강한 운전 자세 분석 대상 설정의 필요성

위에도 말했듯이 건강한 운전 자세 개념은 연구된 바가 없다. 그렇기 때문에 현재까지 연구된 ‘편안한 운전 자세’와는 차별되는 건강한 운전 자세의 정의가 필요하다. 그 전에 운전자들의 운전 특성을 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 건강한 운전 자세가 어떤 운전 자세인지는 모르나, 건강한 운전 자세를 취한 운전자는 예측할 수 있다. 건강한 운전 자세를 취한 사람이라면 신체적 불편함을 느끼지 않은 상태이기 때문이다. 하지만 단순히 운전자의 신체적 불편함만을 조사하기에는 부족함이 있다.

운전자의 신체 불편함 유무와 운전경력을 물어본 연구⁷⁾에서 나온 결과만으로는 운전자들이 불편함을 느껴서 현재의 운전 자세를 취했는지, 아니면 현재의 운전 자세로 인해 불편함을 느낀 것인지를 알 수 없다. 신체 부위의 불편함이 현재 취하고 있는 운전 자세에 대한 원인인지 결과인지 알아내기는 매우 힘들다. 장기간동안 피실험자를 관찰해야 하는 방법이 최선이나, 시간적인 제약이 크기 때문에 설문 사항만으로도 운전자들의 상태를 판단내릴 수 있는 기준이 필요했다. 즉, 건강한 운전 자세를 취하고 있는 대상을 설문조사 데이터를 통해 새로운 기준으로 추출해 내야 한다.

2.1.2 건강한 운전 자세 분석 대상 설정 기준

이전에 많은 연구가 되었던 편안한 운전 자세와 건강한 운전 자세를 비교하자면 이 둘 중 가장 큰 차

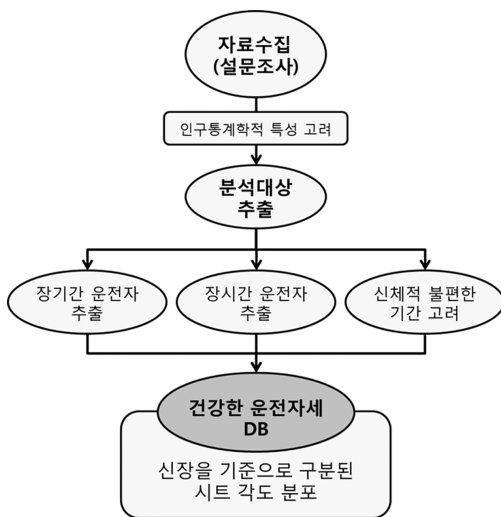


Fig. 1 A flow chart of this study

이점은 ‘시간(혹은 기간)’이다. 편안함과 불편함은 단기적 결과이고 안락감, 폭신함, 딱딱함, (살 등이) 쓸림, 배김 등의 초기착좌에서도 운전자가 느낄 수 있는 감정이나 상태이다. 반면에 건강함과 건강하지 못함이라 함은 장기적 착좌로 인한 결과로 불편함을 넘어선 상태인, 통증이나 근육 결림, 질환 등을 일컫는다. 즉, 건강한 운전 자세란 장기간과 장시간 운전 시에도 운전에 의한 불편함(통증)이 없는 운전 자세이다.

1) 장기간 운전자 추출: 운전경력 5년 미만인 운전자 필터링

여기서 장기간이 의미하는 것은 초보운전자가 아니라, 운전경력이 다소 높은 운전자들을 일컫는다. 교통안전공단에서 ‘초보운전자들의 실태조사’를 한 보고서에 따르면, 초보운전자들을 운전경력이 5년 미만인 자들이라고 지정했다. 초보운전자들을 제외하는 이유는 운전에 의한 영향을 받기에는 운전기간이 부족하기 때문이다. 따라서 설문조사를 통해 얻은 데이터 중 운전경력이 5년 미만인 운전자들을 제외시켰다.

2) 장시간 운전자 추출: 하루 운전 2시간 미만인 운전자 필터링

장기간 운전의 기준에서 운전경력만 고려해서는 안 될 부분이 있다. 예를 들어 실 운전경력이 똑같이 10년이라고 대답한 응답자가 있다고 가정하자. 한 사람은 8시간 이상 매일 운전하는 택시기사이고, 한 사람은 기껏해야 하루에 30분 운전하는 주부라면 이 둘은 같은 집단 안에 속해 있어서는 안 된다. 운전면허가 있다 하더라도 운전을 자주 하지 않은 사람들은 외부 요인으로 인해 신체 부위의 통증을 느낄 확률이 높고, 운전경력이 낮은 사람들은 운전 조작이 미숙하거나 운전 자세에 대한 적응이 덜 됐을 가능성이 높기 때문에 운전기간(운전경력)과 시간(하루 운전시간)을 둘 다 고려하기로 했다. 운전자가 근골격적 문제를 가질 수 있는 가장 영향력 있는 요소는 그들의 운전 기간이라고 보고한 J. M. Porter의 연구⁶⁾를 살펴보면, 운전을 직업으로 하는 사람들의 집단의 기준을 ‘일주일 중 20시간 이상 운전’으로 정했다. 이를 참고하여, 운전에 의한 영향을 받았다고 할 수 있는 사람들을 선정하기 위해 초보

운전자의 기준인 5년, 추가적으로 하루에 2시간 이상 운전한 운전자로 기준을 정하였다.

3) 신체적 불편함을 인지하지 않은 사람을 포함한 ‘신체적 불편함을 인지하기 시작한 기간<< 운전경력’ 추출

신체에 불편함에 대해서도 단순히 운전자가 신체에 불편함을 느끼고 있는지에 대한 질문은 현재의 상태만을 구분 지을 수 있다. 즉, 운전자가 신체적 불편함을 ‘언제부터’ 인지하기 시작했는지도 고려 대상이다. 하지만 단면적으로 조사(cross sectional study)하기에는 운전 기간 및 시간과 운전 자세로 인한 신체적 불편함 간의 인과관계를 규명하기 힘들다. 자세히 말해서, 단순히 불편함이 있는지에 대한 여부는 현재에 대한 것으로 이것이 운전자가 운전으로 인해서만 느낀 불편함이라고는 장담할 수 없다. 또한, 운전 시 장시간 및 장기간 신체적 불편함을 인지한다는 것은 그 신체 부위에 힘이 들어가게 되고 하중이 많이 걸림을 뜻한다. 그러한 불편함이 장시간 지속되고 더 나아가 장기간 신체적 불편함을 느낀다면 이는 건강을 악화시키는 원인이 될 수 있다고 보았다. 신체적 불편함을 인지하는 시작한 시점이 운전경력과 맞먹거나 더 오래전이라면, 운전에 의한 영향을 받아 신체적 불편함을 인지하게 된 것이라고 보기 어렵다. 다시 말해서 신체적 불편함을 느낀 기간이 운전경력에 비해 상대적으로 매우 적은 운전자들은 그 불편함이 운전에 의한 영향이라고 할 수 없기 때문에 이들 또한 분석 시 추출 대상에 포함시켰다.

4) 건강한 운전자세의 개념적 정의

Table 1에서의 음영 처리된 집단, 즉, 장기간, 장시간 운전에도 운전에 의한 영향으로 신체적 불편함을 인지하지 않은 운전자 집단의 운전 자세를 분석 대상으로 한다. 따라서 본 연구에서는, 장기간 및 장시간 운전자들 중 신체적 불편함을 인지하기 시작한 기간이 운전경력 대비 적은 사람들이 건강한 운전 자세를 취하고 있는 사람들이라고 정의하고 이를 분석하고자 한다.

2.2 연구방법

건강한 운전 자세를 찾기 위해 건강한 운전 자세

Table 1 Classification of standard of healthy driving posture

기준 구분	신체에 불편함이		없다
	있다		
	불편함을 인지하기 시작한 기간 ≒ 운전경력	불편함을 인지하기 시작한 기간 ≪ 운전경력	
단기간, 단시간 운전	적응이 덜 된, 혹은 외부 요인으로 인한 불편한 운전 자세		적어도 편안한 운전 자세(건강한 자세인지의 여부는 검증 불가능)
기준변수(운전경력, 평소하루운전시간 고려)			
장기간, 장시간 운전	건강하지 못한 운전 자세	건강한 운전 자세	

를 취한 사람들의 데이터가 필요했다. 데이터를 수집하기 위해 설문조사를 실시하기로 했다. 설문조사와 더불어 그들이 지각하는 운전 자세와 비교할 수 있는 그들의 운전석 시트 조절량을 측정하였다. 다양한 특성을 가진 다수의 운전자들을 만날 수 있는 장소 선정이 필요했다.

2.2.1 설문조사 대상 선정

설문조사는 5월에서 8월까지 총 네 번 실시하였다. 한국도로공사와 교통안전공단에서 교통사고 예방 수칙 중 하나로 운전자들에게 장거리 운전 시 2시간 운전마다 휴식을 권장하고 있다. 최근 보고에 따르면, 2012년 한국도로공사에서 1시간 30분 이하 운전자의 91%가 피로를 느끼지 못하거나 경미한 상태였으나, 2시간동안 휴식 없이 운전할 경우 운전자의 38%가 피로를 느끼는 것으로 조사되었다.⁸⁾ 이에 따라 2시간 운전 후 피로를 느껴 휴식을 취한다는 가정 하에 서울에서 출발 시 2시간 정도 소요될 것으로 예상되는 고속도로 휴게소(덕평 자연휴게소, 행담도 휴게소, 안성 휴게소)를 선정하여 응답자들을 무작위로 표본을 추출하여 설문하였다. 설문을 시행한 기간은 사람들이 나들이를 많이 하는 5월 중에 3번 실시하였고, 학생들의 방학이 끝나는 시점인 8월 말에 한 번 더 실시하였다.

2.2.2 설문지 내용

설문지는 명목척도로 이루어진 운전경력 및 시



Photo. 1 Examples photos of self-aware driving posture

Table 2 Explanations of example photos of self-aware driving posture

	사진 설명
1번 자세	2번 자세와 비교하여 거북이 목을 한 자세
2번 자세	표준에 가까운 자세
3번 자세	2번 자세와 비교하여 상체를 뒤로 누운 자세
4번 자세	2번 자세와 비교하여 전체적으로 시트를 앞으로 당긴 자세

간, 불편함, 자각하는 운전 자세, 기본 프로필과 응답자의 자동차 시트 각도 측정으로 구성되어 있다. 운전 경력 및 시간은 응답자의 실제 운전경력, 평소 하루 운전 시간을 물어보았다. 불편함은 운전 중 불편한 신체 부위 유무를 묻고 언제부터 불편했는지 설문하였다. 자각하는 운전 자세는 Photo. 1과 같이 네 가지의 보기 사진 중 자신의 평소 운전 자세와 가장 흡사한 사진과 건강해 보이는 운전 자세 사진을 선택하게 하였다. 각각의 사진에 대한 설명은 Table 2에 나와 있다. 그리고 기본 프로필로 응답자의 연령, 성별, 신장, 체중을 물어보았다.

2.2.3 시트 각도 측정

설문조사에서는 응답자들이 설문에 응하는 데에 불편함이 없어야 되기 때문에 시간적 한계가 있다. 그래서 운전자의 운전 자세를 알기 위해 가장 필요한 시트각도, 즉, 시트쿠션각도, 시트백각도, 이 두 가지를 측정하기로 결정했다.

각각의 측정은 디지털 각도계(제품명: Digi-Pas™, 모델명 : DWL-80Pro, 제조사 : JSB TECH Pte Ltd, Singapore)로 각 파트의 정 가운데를 측정하였다. 자동차 모델별로 자동차의 시트 각도 측정 방법

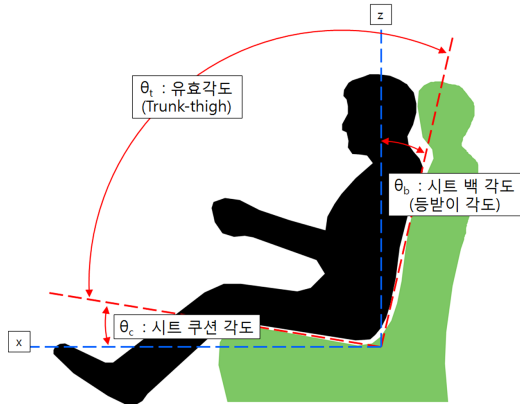


Fig. 2 A summary of measurement of seat-angle

이 달라 모든 자동차의 측정방법을 알아내는 데에는 한계가 있다. 그래서 시트 측정 방법을 한 가지로 통일하여 신뢰성을 확보하였다. 방석이나 추가적으로 시트커버를 장착한 경우 운전자가 앉는 시트의 표면 각도를 고려하여 측정하였다.

설문조사와 더불어 Fig. 2와 같이 시트쿠션각도(θ_c)와 시트백각도(θ_b)를 측정하였다. 또한, 자동차 회사에서는 착좌 자세의 기준에서 trunk-thigh 각도를 사용하기 때문에 시트쿠션과 등받이 사이각도를 유효각도(θ_t)라는 변수로 설정하였다. Chen J-C의 연구⁹⁾에서 시트각도를 계산한 것을 참고하여, 유효각도를 직각에서 시트쿠션각도를 빼고, 시트백각도를 더한 값($\theta_t = 90 - \theta_c + \theta_b$)으로 하였다.

2.2.4 설문조사 결과

설문조사를 통해 얻은 각각의 변수에 대한 평균과 표준편차는 Table 3과 같다. 시트각도 측정에서 시트쿠션각도(θ_c)와 시트백각도(θ_b), 이 둘을 계산한 값인 시트유효각도(θ_t)도 아래 표에 포함시켰다. 응답자의 연령대 분포는 20대는 15명(9.3%), 30대는 45명(27.8%), 40대는 48명(29.6%), 50대는 42명(25.9%), 60대 이상은 12명(7.4%)이다.

2.3 건강한 운전 자세 DB 구축

2.3.1 분석대상 추출

Table 3에서 보는 것과 같이, 응답자의 성비가 균등하지 못하여 데이터에서 남녀 전체의 신뢰도를 얻을 수 없다. 따라서 분석 시 남성 운전자로 제한하

Table 3 Frequency by questions of survey based by drivers

설문 문항	결과
운전경력	162 (%)
5년 미만	10 (6.2)
5~10년 미만	32 (19.8)
10~15년 미만	35 (21.6)
15~20년 미만	32 (19.8)
20년 이상	53 (32.7)
하루운전시간	162 (%)
1시간 미만	44 (27.2)
1~2시간 미만	38 (23.5)
2~3시간 미만	24 (14.8)
3~4시간 미만	3 (1.9)
4시간 이상	53 (32.7)
불편함 유무	162 (%)
있다	146 (90.1)
없다	16 (9.9)
언제부터불편	146 (%)
3개월 이내	11 (7.5)
3개월~3년 미만	50 (34.2)
3~6년 미만	39 (26.7)
6~9년 미만	21 (14.4)
9년 이상	25 (17.1)
자신과 비슷한 운전 자세	162 (%)
1	13 (8.0)
2	80 (49.4)
3	60 (37.0)
4	9 (5.6)
건강해 보이는 운전 자세	162 (%)
1	5 (3.1)
2	78 (48.1)
3	60 (37.0)
4	19 (11.7)
성별	162 (%)
남자	153 (94.4)
여자	9 (5.6)
시트각도(deg)	평균±표준편차
시트쿠션각도(θ_c)	15.87±2.44
시트백각도(θ_b)	22.65±3.80
시트유효각도(θ_t)	96.70±4.23

였다. 그 결과 162명에서 9명이 제외되었다. 그 후 건강한 운전 자세 DB를 구축하기 위해 분석대상을 다음과 같은 방법으로 추출하였다.

- 1) 필터링 1, 2단계 : 운전경력과 하루 운전 시간이 부족하여 운전으로 인한 영향을 받지 않은 사람들 필터링

Table 4 Standards filtering drivers by long-term and long-time

구분		신체적 불편함을 인지하기 시작한 기간				
		① 3개월 미만	② 3개월 ~3년 미만	③ 3년 ~6년 미만	④ 6년 ~9년 미만	⑤ 9년 이상
운전 경력	① 5년 미만	-	-	-	-	-
	② 5년~10년 미만	0	X	X	X	X
	③ 10년~15년 미만	0	0	X	X	X
	④ 15년~20년 미만	0	0	0	X	X
	⑤ 20년 이상	0	0	0	0	X

운전경력이 적어 운전으로 인한 영향을 받기에는 시간적으로 부족한 사람들의 데이터를 신뢰할 수 없기 때문에 첫 번째와 두 번째 건강한 운전 자세 기준에 따라, 운전경력이 5년 미만인 응답자와 하루 운전 시간이 2시간 미만인 운전자들을 제외하였다. 이 단계에서 수행된 추출 결과, 제외된 데이터 수는 74명이고, 추출된 장기간 및 장시간 운전자는 79명이다.

2) 필터링 3단계 : 장기간 운전에 의한 신체적 영향을 받지 않은 사람들 추출

세 번째 운전으로 인해 신체적으로 불편함을 느끼지 않은 응답자 6명을 포함하여, 신체적으로 운전으로 인한 영향을 받았다고 보기 어려운 사람들, 즉, 신체적 불편함을 인지하기 시작한 기간이 운전경력 대비 적은 사람들을 추출하였다. Table 4에서와 같이, 설문 문항에 해당하는 각각의 운전경력에 비해 신체적 불편함을 인지하기 시작한 기간이 적은 운전자들을 분석대상으로 하였다.

2.3.2 건강한 운전 자세 DB 구축

앞서 설정한 건강한 운전자의 기준으로 운전경력 5년 이상과 하루 2시간 이상 운전자를 추출하였다. 그들 중 신체적 불편함을 느끼지 않은 사람과 불편함을 느꼈다 하더라도 운전으로 인한 영향이라고 할 수 없는 운전자들을 추출하기 위해 필터링하였다. 최종 추출된 집단(44명)이 건강한 운전자의 기준에 충족되며, 이들을 건강한 운전 자세 DB에 포함이 가능한지 확인하기 위해 운전자들은 자신의 자세를

어떻게 지각하는지 분석 할 필요가 있다.

건강한 운전자 DB에 포함된 사람들이 지각하는 운전 자세와 실제 그들의 운전 자세 간에 차이검증이 필요했다. 그래서 비모수 검정 중 하나인 wilcoxon 부호 서열 검증을 실시하였다. 그 결과, 대응되는 두 표본의 차이에서 유의성이 나타나지 않았다($p = 0.692 > 0.05$). 이는 그들이 생각하는 건강한 운전 자세와 자신의 운전 자세가 다르지 않다는 것을 보여 준다. 이를 통해 44명의 시트 각도가 그들의 운전 자세를 반영하는 각도이며, 건강하다고 생각하는 자세를 반영하는 각도임을 알 수 있다. 이 44명의 시트 각도를 건강한 운전 자세 DB에 적용시킨 뒤, 시트 각도와 가장 연관성이 깊은 요소인 신장과 측정된 시트 각도와의 연관성을 분석하였다.

2.4 건강한 운전 자세 도출

2.4.1 시트 각도의 군집화

설문조사를 통해 얻은 데이터를 통계분석으로 44명을 추출하였다. 위의 44명으로 구성된 건강한 운전 자세 DB를 시트쿠션각도, 시트백각도, 시트유효각도가 비슷한 응답자끼리 총 세 그룹으로 나뉘었다. 분류된 각도 그룹의 유의성은 시트쿠션각도의 경우는 0.003, 시트백각도는 0.009, 시트유효각도는 0.017로 유의하다. 각도 그룹 1과 2는 뚜렷하게 차이 있는 각도 분포를 그리고 있고, 각도 그룹 3은 두 그룹을 제외한 케이스들을 한 그룹으로 묶었기 때문에 각도의 표준편차가 매우 크다.

Table 5 Distribution grouping by seat angles (seat cushion angle, seat back angle and trunk-thigh angle) groups

구분	각도그룹 1	각도그룹 2	각도그룹 3
시트쿠션각도(Θ_c)	16.26 ± 0.91	17.69 ± 1.25	14.94 ± 3.55
시트백각도(Θ_b)	20.38 ± 0.67	23.89 ± 1.08	22.70 ± 5.60
시트유효각도(Θ_t)	94.12 ± 1.00	96.20 ± 0.71	97.76 ± 6.29

2.4.2 시트 각도에 따른 신장 분포

신체특성별 운전 자세에 가장 많은 영향을 끼치는 신장을 기준으로 신체특성 중 신장의 분포를 알아보기 위해 Table 6과 같이 각도로 분류한 세 그룹 각각의 신장 분포를 알아내었다. 각도 그룹 간 신장의 평균의 차이가 적고, 표준편차가 커서 그룹 간 신

Table 6 Drivers' height distribution by seat angle groups

그룹 구분	평균	최빈값	N	표준 편차	최솟값	최댓값
각도 그룹 1	171.15	170	13	5.46	165	180
각도 그룹 2	174.33	175	15	4.58	165	180
각도 그룹 3	170.63	170	16	5.12	160	180
전체	172.05	175	44	5.21	160	180

장 분포가 서로 겹치기 때문에 신장에 따라 분류하는 다음 방법을 시도하였다.

2.4.3 신장별 시트 각도 분포

반대로, 세 각도 그룹과 가장 유의성이 높은 신장 그룹을 찾아보았다. 건강한 운전 자세 DB에서 운전자들의 신장을 170cm, 175cm를 기준으로 나눈 그룹과 170cm 미만, 170cm, 175cm, 180cm로 나눈 그룹의 유의성을 분석한 결과, 신장이 175cm 기준으로 하는, 즉, 175cm미만과 175cm이상의 두 신장 그룹과 세 각도 그룹의 유의성이 가장 높았다. 이 경우 Table 7과 같이 각각의 각도 그룹에 해당하는 n수 분포를 분석한 결과 175cm 이상인 운전자들은 대부분 각도 그룹 2에 속하는 것을 알 수 있었다. 하지만 175cm 미만의 대부분의 운전자들의 경우 각도 그룹 1과 3에 분산되어 어느 각도 그룹의 각도 분포를 따라야 할지 불분명하다. 그래서 각도 그룹과 신장 그룹의 유의성을 조사하였다.

각도 그룹3을 제거한 두 각도그룹과 신장 175cm 기준의 신장 변수로 나눈 그룹의 유의성을 분석해 본 결과가 Table 5와 같이 세 각도 그룹과 동일한 신장 그룹과의 유의성보다 더 나은 점(p=0.003<0.01)과 각도 그룹 3의 각도의 표준편차가 다른 각도 그

Table 7 Drivers' height classification by seat angle groups

구분	각도 그룹			전체
	각도 그룹 1	각도 그룹 2	각도 그룹 3	
175cm 미만	10	3	10	23
175cm 이상	3	12	6	21
전체	13	15	16	44

Table 8 Distribution of seat angles by drivers' height

구분	시트쿠션각도 (Θ _c)	시트백각도 (Θ _b)	시트유효각도 (Θ _i)
175cm 미만	16.26 ± 0.91	20.38 ± 0.67	94.12 ± 1.00
175cm 이상	17.69 ± 1.25	23.89 ± 1.08	96.20 ± 0.71

룹들에 비해 크다는 점을 고려하여 Table 8에서 보는 바와 같이 각도 그룹 3을 제외하였다.

3. 분석결과

설문조사와 시트 각도 측정 및 통계분석을 통해 건강한 운전 자세 DB를 구축한 결과 건강한 운전 자세를 취하고 있는 운전자 44명의 시트각도를 분류하였다. 신장 175cm을 기준으로 시트 각도 분포가 나뉘었다. 신장 175cm 미만인 운전자들은 시트쿠션각도는 16.26도, 시트백각도는 20.38도, 시트유효각도는 94.12도이다. 신장 175cm 이상인 운전자들은 시트쿠션각도는 17.69도, 시트백각도는 23.89도, 시트유효각도는 96.20도이다. 신장으로 나눈 두 그룹은 세 시트각도마다 1~3도의 차이를 보이고 있다. 이 연구의 포인트는 초기착좌가 아닌 장기간 운전 시 신장 175cm 기준으로 건강한 운전 자세의 시트 각도 차이가 2도라는 것이다. 이 정도의 차이는 초기착좌에서는 구별하기 힘들지만, 현대 자동차의 YF 소나타 매뉴얼 시트의 시트백각도 같은 경우 한 단계의 각도 차이가 약 2도로 조절이 가능하게 설계되어 있다. 따라서 이 결과는 신장이 다른 운전자들에게 권장할 만한 건강한 운전 자세라고 할 수 있다.

4. 결론 및 토의

신체 특성별 건강한 운전 자세를 찾기 위해 설문 및 측정을 이용한 실증조사 및 분석을 통해 건강한 운전 자세 DB를 구축 및 단계별 통계분석을 하였다. 그 결과 건강한 운전 자세를 취한 사람들, 즉, 건강한 운전 자세 DB는 신장 175cm를 기준으로 시트쿠션각도, 시트백각도, 시트유효각도의 특정 분포를 나타내었다. 이로 인해 일반 운전자들에게 건강한 운전 자세를 권고할 수 있는 근거를 확보하였다. 이는 신체 특성별 건강한 운전 자세를 분류한 첫 결과이며 추가적인 연구를 통해 더 많은 운전자 데이터를 세분화 한다면 자동차 시트 설계에 건강함이라는 요소를 반영할 수 있을 것이다. 하지만 설문조사 데이터가 적은 점과 통계분석에 한한 결과인 점에서 개선이 필요하다. 자세한 사항은 다음과 같다.

1) 분석 케이스 수 부족

신체 특성 데이터 중 운전 자세에 가장 영향을 많이 끼치는 신장에 대해 건강한 운전 자세 DB를 구분하였다. 설문조사에서는 신체 특성별로 성별, 연령, 신장과 체중을 설문하였지만 하나 이상의 통제변수를 설정하거나 둘 이상의 변수들을 가지고 다변량 분석을 하기에는 설문한 응답자 수가 적어 분석의 신뢰도를 확보할 수 없었다. 더 많은 분석 대상 데이터를 확보한다면 신체특성 중 둘 이상의 변수의 영향을 분석이 가능할 것이다.

운전 자세를 설명할 때 시트 조절량과 운전자 신체 관절 각도 등 여러 변수를 고려하지만, 설문조사에서 한정된 시간과 비용으로 더 많은 데이터 수를 확보하기 위해 측정하는 부분에 있어서 가장 필수적인 파라미터를 측정하였다. 시트 조절량에 대한 측정요소 같은 경우 시트쿠션각도와 시트백각도, 시트 슬라이딩 거리와 차 밑에서부터 힙 포인트의 높이를 일컫는 H30 등이 있다. 또, 신체특성 변수로는 신장뿐만 아니라 앉은키, 하체길이, 상완길이 등을 들 수 있다. 더 많은 측정요소들이 포함된 데이터를 얻을 수 있다면 세분화된 운전자 신체특성별 건강한 운전 자세를 제시할 수 있을 것이다.

설문조사의 제약 조건 중 하나인 시간 또는 비용과 같은 효율성 문제로부터, 분석 대상 수가 부족함에 따라 운전 자세에 영향을 미치는 변수들 중 가장 영향력이 클 것으로 예측되는 변수인 신장으로 시트 각도를 구분하였다. 만약 충분한 응답자 데이터를 확보한다면 신체부위별 길이, 연령, 성별, 체중, 차종별, 흡연여부 등과 같은 운전자 특이성을 고려한 분석이 가능할 것이다.

2) 분석 결과 재입증 필요성

본 연구에서는 설문조사를 통해 데이터를 수집하고, 통계분석으로부터 추출된 데이터베이스를 기반으로 건강한 운전 자세를 제시하였다. 이와 같은 조사방법론을 이용한 실증분석에 있어서 실험표본의 크기에 따른 일반화의 제약이 존재할 수 있는데, 이는 본 연구의 결과에 대해서도 예외적인 운전자가 있을 수 있는 것을 의미한다. 즉, 본 연구가 조사방법론 측면에서 매우 정밀하게 측정하고 분석했음에도 불구하고 통계적 한계점이 있기 때문에, 결과의

신뢰성과 타당성을 높이기 위해서는 역으로 다양한 운전경력, 운전자에게 건강한 운전 자세 데이터베이스에서 분석한, 신체 특성별로 제시된 시트각도를 취하게 하는 실험을 하거나, 의학적, 인간공학적인 측면에서의 운전 자세에 대한 실험으로 이 결과를 입증할 필요가 있다. 이러한 실험이 입증된다면 운전자들에게 운전 시 발생하는 통증을 예방할 수 있는 자세를 권고할 수 있는 확실한 근거가 될 수 있다.

후 기

본 연구는 현대 자동차의 재원으로 지원을 받아 수행했다.

References

- 1) S. N. Park, "Development Trend of Car Seat Technology," Auto Journal, KSAE, pp.26-33, 2009.
- 2) K. S. Kwon, J. W. Lee and S. J. Park, "A Study on the Optimum Driving Posture for Designing Comfortable Driving Workstation," Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol.52, pp.1-8, 1999.
- 3) Dae Won Kang Up Co., Ltd, Development of Human Sensibility Ergonomics Technique for a Vehicle Seat, Ministry of Science and Technology, pp.144-212, 1998.
- 4) G. H. Kyung and M. A. Nussbaum, "Specifying Comfortable Driving Postures for Ergonomic Design Evaluation of the Driver Workspace Using Digital Human Models," Ergonomics, Vol.52, Issue 8, pp.939-953, 2009.
- 5) S. J. Park, "Estimation of Driver's Standard Postures by a Multivariate Analysis Method," Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol.25, No.1, pp.27-33, 2006.
- 6) T. Sakakibara, Y. Kasai and A. Uohida, "Effects of Driving on Low Back Pain," Occupational Medicine, Vol.56, No.7, pp.494-496, 2006.
- 7) J. M. Porter and D. E. Gyi, "The Prevalence of Musculoskeletal Troubles among Car Drivers," Society of Occupational Medicine, Vol.52, No.1, pp.4-12, 2002.

- 8) S. S. Kim, Drowsy Driving Prevention and Management Expansion of Fatigability Tester for Convenience Promotion at Express Service Station, Korea Expressway Corporation Jeonnam Head Office, 2012.
- 9) J. C. Chen, J. T. Dennerlein, C. C. Chang, W. R. Chang and D. C. Christiani, "Seat Inclination, Use of Lumbar Support and Low-back Pain of Taxi Drivers," Scand J Work Environ Health, Vol.31, No.4, pp.258-265, 2005.