Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 30, No. 5 pp.581-588, October 2011 http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2011.30.5.581

Effects on the Lumbar & Quadriceps Muscle Activities when Getting in and Out of RV · and Passenger Cars

Seong Su Kim, Hyoung Soo Lee

Department of Physiotherapy, Gwang-Ju Health Collage, Gwang-Ju

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to compare muscle activity levels of the lumbar and rectus femoris muscle when entering and exiting RV and passenger vehicles. **Background:** Three varieties of RVs and two varieties of passenger vehicles were selected for this study. **Method:** Twenty individual(10 male and 10 female) in their twenties and thirties with no chronic back pain or any other illness participated in this study. Participants performed entering and exiting the three models of RVs and two models of passenger cars. Appropriate rest time was given to participants between entering and exiting each vehicle in order to recover from muscle fatigue while performing their tasks. **Results:** Results from this study show that muscle activity levels were highest for entering RVs and exiting passenger vehicles. There were no significant differences in muscle activity levels for left and right side muscles in regards to entering and exiting vehicles. **Application:** These results can be used to provide baseline information for reduce muscle fatigue when getting in and out of vehicles.

Keywords: Muscle activities, Lumbar, Quadriceps, RV car, Passenger car

1. Introduction

현대 사회에서 자동차의 대중화는 삶의 질이 향상됨에 따라 점점 더 중요한 요소로 작용하고 있다. 과거의 자동차 개발 경향은 승용차, 왜건, 승합차, 지프형차, 스포츠카 등으로 차종의 구분이 명확하게 분류할 수 있었다. 그러나 현재는 RV의 인기와 함께 점차 그 구분이 불명확하게 되어 RV형 승용차, 미니밴형의 경차, 승용형의 미니밴과 같이 여러 성격을 포함하는 차량이 많이 개발되고 있다(Kim, 2002). 고객의 자동차에 대한 관심과 지식이 상승할수록 자동차의 성능과 편리성 및 경제성을 고려한 차들이 개발되어 왔다. 자동차는 시대와 나라의 문화, 그리고 국민의 체위에 부응하여 변화되고 있으므로 그 설계 형태가 매우 다양하다(Park et al., 2006). 자동차의 인간공학적 설계 목적은 쾌적성 향상, 예방안전의 확보, 피로의 경감 등이며 차량 설계의 제약 조건, 차량 구조, 스타일, 상품성, 법 규제 등과 적절한 trade-off를 통하여 인간 중심으로 설계하는가가 그 요점이다(KSA, 1990). 이러한 상황에서 기존의 자동차 자체의 성능 및 품질 개선뿐만 아니라 운전자 및 탑승자의 인간 중심의 안정성, 편의성, 나아가서는 쾌적성과 감성 우위적 자동차 상품의 개발은 국제 경쟁력 우위를 점하기 위한 매우 중요한 요소가 된다(Son et al., 2007). 현재 진행되는 연구들에서 승차하는 사람들의 안정성과 편리성, 안정감 등을 더욱 효율적으로 개발하는 부분이 부각되고 있다. 또한, 건강문제와도 깊은 관련성을 보여줘야 한다. 근골격계 질환 중 많은 부분을 차지하고 있는 만성요통과 무릎관절염은 요부와 복부(Nam et al., 1999), 그리고 체중부하에 의한 대퇴직근의 근력약화가 주요 원인으로 작용한다(Marks, 2001). 승용차의 운전과 운전의 시작과 끝을 차지하는 승하차 동작은 일상생활에서 빼놓을 수 없는 활동의 한 부분이며, 요부와 대퇴부의 근육을 주동근으로 사용하게 된다. 매일 반복되는 승용차의 승하차 동작에서 사용되는 주요 근육은 승용차의 종류와 운전석 높이, 그리고 자동차의 구조에 영향을

Corresponding Author: Hyoung Soo Lee, Department of Physiotherapy, Gwang-Ju Heallth Collage, Gwang-Ju, 683-3.
E-mail: hslee@ghc.ac.kr
Copyright@2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

받는다. 진동학적 측면을 고려한 승차감에 대한 비교 및 분석결과, 개선 방향 등을 다룬 연구(Jeong et al., 1997; Lee et al., 2004; Bae, 2007; Kim et al., 2007)와 승차만족도와 승하차 시 생체역학을 이용한 평가 등은 보고되고 있다(Kim, 2009; Park et al., 2006). 그러나 승용차의 종류별 승하차 시 근육 활성도나 근피로도의 조사 연구는 부족한 것이 사실이다.

이에 본 연구에서는 서로 다른 3개 회사의 RV 차량 3대와 2개 회사의 일반 승용차 2대를 이용하여 차량별 승하차 시 주동근으로 작용하는 근육들의 근활성도를 측정하였다. 승용차 저, 고 그리고 RV 저, 중, 고의 자동차 유형에 따른 요부근과 하지근의 근활성도를 측정 분석하여 최적의 승하차 동작을 위한 인간공학적 기초 자료로 제시하고자 한다.

2. Method

2.1 Subjects

본 연구는 만성요통과 관절염 등 기타 질환이 없는 20~30대 남녀 20명을 무작위 선택하여 실시하였으며, 대상자는 운전면허증을 소지하고 운전경력이 있는 자로 제한하였다.

평균 연령은 24±4.59세, 신장은 168.5±9.46, 체중은 62.35±14.08이었다. 연구대상자의 성별에 따른 구체적인 특성은 다음과 같다<표 1>.

Table 1. General characteristics of subjects

항목	Male	Female
Age	25.9±5.2	22.1±3.0
Height(cm)	175.7±6.4	161.3±5.7
Weight(kg)	70.1±12.0	54.6±11.8

2.2 Procedure

실험에 사용된 차량은 A, B, C사의 RV 차량 각 1대씩을 선정하고, 일반승용차량은 D, E사의 차량 각 1대를 이용하였다. 실험군은 RV 차량 3종과 일반승용차량 2종 모두 승하차 실험에 참가하였으며, 각 차량 간 탑승시간은 근피로도를 참작하여 30분씩 휴식을 취하도록 하였다.

근전도를 이용한 측정 근육은 승하차 시 허리 및 다리의 작용근으로 사용되는 요부의 척추세움근(erector spinae), 복부의 배곧은근(rectus abdominalis), 대퇴부의 넙다리곧은근(rectus femoris)으로 한정하였다. 근전도값은 측정된 신호에 대한 제곱근(square root) 계산을 통해 신호의 평균 크기를 산출하는 방법으로 가장 선호되는 평활화 기법인 RMS(root mean square)을 사용하였다(Kim et al., 2010). 이 RMS 분석은 승차 또는 하차 시 허리와 다리 근육의 근수축 형태가 시간의 흐름에 따라 계속 달라지고, 시간의 흐름에 따라 힘의 크기와 연관성을 높게 나타낼 수 있어(Basmajian and De Luca, 1985; Soderberg, 1992), 근전도 신호의 원신호를 변경하지 않고도 수학적 방법으로 쉽게 계산할 수 있는 RMS 분석을 사용하였다. 시간 범위(time window)는 신체운동학 연구에서 빠른 동작과 느린 동작의 범위가 포함되도록 20~100ms로 정의하여 측정하였다. 또한 일상생활활동에서 승차와 하차 동작이 분리되어 수행되기 때문에 본 연구에서도 각 근육의 활성도 측정 시 승차와 하차로 각각 분리하여 측정 및 분석하였다.

실험절차는 준비단계, 연습단계, 그리고 실험단계로 진행되었다. 준비단계에서는 실험대상자에게 실험의 목적과 과정을 설명하고 실험 장비인 근전도 기기를 설치하였다. 연습단계에서는 무선 근전도를 착용한 상태에서 평상시와 같은 동작이 나오는지를 반복 실시하였다. 본 실험에서 피실험자는 1인당 1회/1일 측정하였으며, 3일 간 총 3회 측정하였다. 3회 측정값의 평균값을 최종 자료로 사용하였으며, 각 차량 간 탑승순서는 무작위로 교차 실시하였다.

2.3 Apparatus

승하차에 따른 하지와 몸요부 근육의 변화 정도를 측정하기 위하여 Delsys 3.0 EMG(Delsys Inc., Boston, MA, USA)를 사용하였다<그림 1>. 이 측정 장비는 8개 채널의 표면 근전도(surface electronic) 측정도구로 활성전위의 평가 및 근육의 수축, 근육의 재교육을 목적으로 사용할 수 있다.

전극은 DE-3.1 이중차등전극(double differential electrodes; Delsys Inc., Boston, MA, USA)을 사용하였다. 구체적인 전극의 부착부위를 살펴보면, 넙다리곧은근은 위앞엉덩뼈가시(ASIA)와 무릎뼈 사이 50% 지점에 부착하였다. 요부의 척추세움근의 경우 전극은 엉덩뼈능선(iliac crest)과 수평으로 한 가상의 선에 위치한 세 번째 요추 가시돌기로부터 외측으로 2cm 떨어져 있는 근육중앙에 부착하였고, 배곧은근은 배꼽으로부터 하방 3cm 지점에서 외측 3cm 지점에 부착하였다(Nardone et al., 1990).

모든 활성전극은 근섬유의 주행 방향과 평행을 이루도록 부착하였으며, 접지전극은 오른쪽 자뼈 붓돌기에 부착하였다.

전극을 부착하기 전, 측정 결과에 영향을 줄 수 있는 기술적 오류를 피하기 위해 측정 전 표면전극을 붙이기 위한 준비로 환자를 편안하게 눕힌 다음 피부에 털을 제거하고 에틸 알콜솜으로 깨끗이 닦고, 완전히 마른 후에 전극을 부착

하였다. 표면 근전도를 이용하여 신호획득 전에 능동적으로 발목관절 발등굽힘과 발바닥굽힘 운동을 실시하여 각 채널에서 입력되는 근 활동전위 신호가 이상 없는지를 확인하였다. 접지전극은 운동에 방해를 주지 않고, 기록전극과 혼선이 되지 않도록 하였다. 각 근육의 전기적 신호처리를 위한 설정 중 필터는 대역통과필터(bandpass filter) 20~450Hz로 설정하였으며, 표본수집률은 1,000Hz로 하였다.

근전도의 신호저장과 신호처리를 위해 EMGworks 3.0 Analysis(Delsys Inc., Boston, MA, USA) 프로그램을 사용하였다.

실험에 사용한 자동차의 지상에서 좌석까지의 높이, 좌석의 각도, 지상에서 차체 지붕의 높이는 다음과 같으며, 지상에서 좌석까지의 높이는 좌석의 중간지점을 측정하였다. 차체 지붕의 높이는 좌석 높이를 측정한 지점에서 지붕까지의 거리를 적용하였다.

Table 2. Height and angle of cars

	좌석의 높이 (cm)	좌석의 각도 (°)	차체 지붕 높이 (cm)
승용저	51	105	90.7
승용고	55	105	87.5
RV저	64	105	96.0
RV중	71	105	99.5
RV고	80	105	104

3. Results

수집된 자료는 SPSS version 12.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 성별, 연령 체중, 신장, 각각의 근활성도는 평균과 표준편차를 구하였고, 차종과 성별에 따른 승하차 시에 오른쪽과 왼쪽의 넙다리네갈래근, 배곧은근, 척추세움근의 근활성도를 비교를 위하여 이원배치분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검사는 Duncan test를 실시하였다. 통계적 유의수준은 $p<0.05$로 하였다.

3.1 A comparison of the level of right-side muscle activity according to car type and gender at getting in

승차 시 차종과 성별에 따라 오른쪽 넙다리곧은근, 배곧은근, 요부 척추세움근의 근활성도를 비교하였으며, 그 결과는 표 3과 같다. 성별에 따른 차종별 근활성도에서 교호작용은 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Result of ANOVA of right-muscles according to car type and gender at getting in

		DF	SS	MS	F	*p*
Rectus femoris	성별	1	1990.6	1990.6	7.1	.01
	차종	4	42902.4	10725.6	38.3	.00
	성별×차종	4	2011.5	502.8	1.8	.14
Retus abdominalis	성별	1	1495.5	1495.5	7.5	.01
	차종	4	24821.1	6205.2	31.4	.00
	성별×차종	4	1278.9	319.7	1.6	.18
Erector spinae	성별	1	2966.7	2966.7	9.3	.00
	차종	4	37691.4	9422.9	29.7	.00
	성별×차종	4	2830.9	707.7	2.2	.072

남 · 녀 근활성도의 평균결과를 보면 오른쪽 넙다리곧은근은 승용차저와 RV저에서 각각 49.35±21.59, 54.46±25.96로 활성도가 가장 높게 나왔으며, RV중 17.63±8.90, 승용차고와 RV고에서 각각 6.82±10.97, 6.31±10.97로 가장 낮게 나타났다<그림 1>.

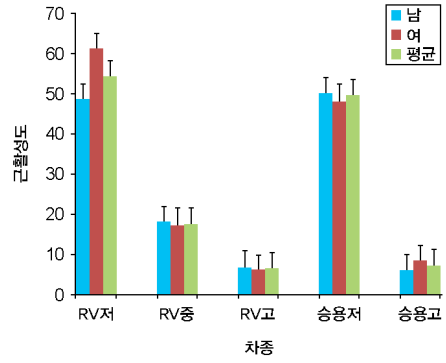

Figure 1. A comparison of the level of right rectus femoris muscle activity according to car type and gender at getting in

오른쪽 배곧은근은 RV저, 승용차저에서 각각 38.06±17.41, 37.79±21.07로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 11.76±7.34, 승용차고와 RV고에서 각각 4.76±9.13, 4.36±1.99로 가장 낮게 나타났다<그림 2>.

오른쪽 척추세움근은 RV저, 승용저에서 각각 49.11±21.60, 48.27±30.12로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 14.47±9.39, 승용차고와 RV고에서 각각 6.08±11.76, 5.47±2.07로 가장 낮게 나타났다<그림 3>.

Duncan 사후 검정결과, 승차 시 오른쪽 넙다리곧은근은 RV고와 승용차고에서는 차이가 없었으나, RV중, 승용저와 RV저에서 각각 차이가 있었다. 승용저와 RV저에서는 차이가 없었다. 오른쪽 배곧은근과 척추세움근에서는 RV고와

승용고, RV중에서는 차이가 없었으나, RV저와 승용저에서는 차이가 있었다. RV저와 승용저에서는 차이가 없었다<그림 4>.

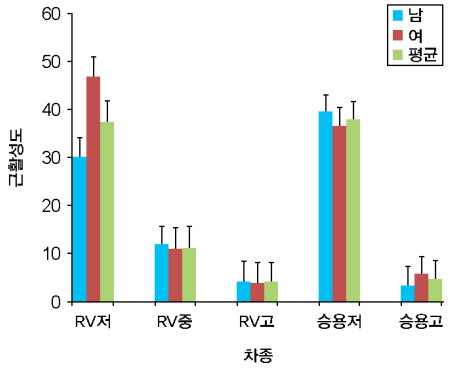

Figure 2. A comparison of the level of right rectus abdominalis muscle activity according to car type and gender at getting in

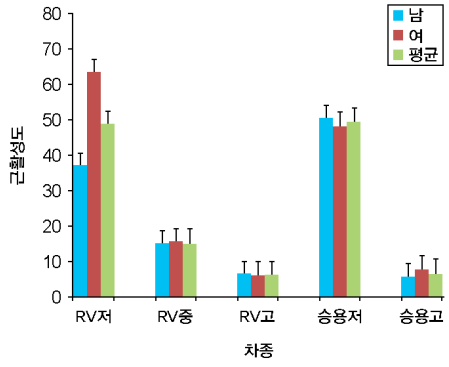

Figure 3. A comparison of the level of right erector spinae muscle activity according to car type and gender at getting in

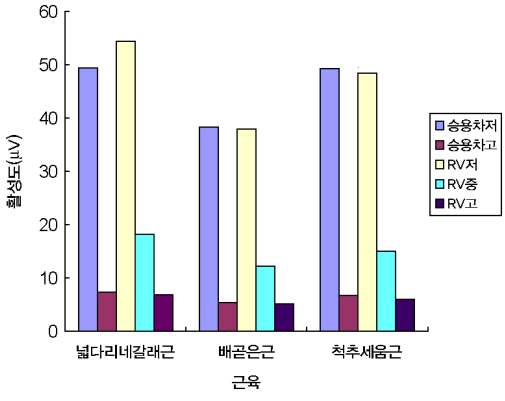

Figure 4. A comparison of the level of right-side muscle activity according to car type at getting in

3.2 A comparison of the level of left-side muscle activity according to car type and gender at getting in

승차 시 차종과 성별에 따라 왼쪽 넙다리곧은근, 배곧은근, 요부 척추세움근의 근활성도를 비교하였으며, 그 결과는 표 4와 같다. 성별에 따른 차종별 근활성도에서 교호작용은 없는 것으로 나타났다.

승차 시 왼쪽 넙다리곧은근의 평균결과를 보면 승용차저와 RV저에서 각각 39.98±17.00, 40.04±21.55로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 12.33±7.71, 승용차고와 RV고에서 각각 5.99±8.56, 4.78±1.81로 가장 낮게 나타났다<그림 5>.

Table 4. Result of ANOVA of left-muscles according to car type and gender at getting in

		DF	SS	MS	F	*p*
Rectus femoris	성별	1	1412.8	1412.8	7.7	.01
	차종	4	25793.7	6448.4	35.4	.00
	성별×차종	4	1276.3	319.1	1.7	.15
Retus abdominalis	성별	1	1002.2	1002.2	6.5	.01
	차종	4	19970.8	4992.7	32.1	.00
	성별×차종	4	1045.4	261.4	1.6	.16
Erector spinae	성별	1	1250.6	1250.6	5.4	.02
	차종	4	30529.9	7632.5	33.5	.00
	성별×차종	4	1210.2	302.5	1.3	.27

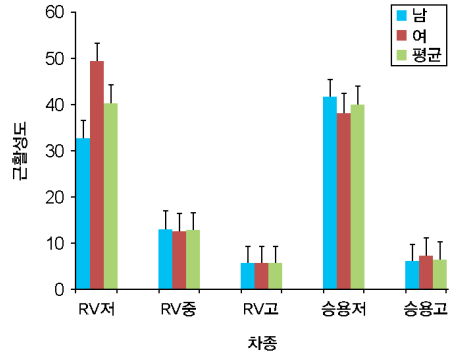

Figure 5. A comparison of the level of left rectus femoris muscle activity according to car type and gender at getting in

왼쪽 배곧은근은 승용저와 RV저에서 각각 34.34±15.99, 38.47±20.60로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 11.88±5.99, 승용차고와 RV고에서 각각 4.46±8.22, 4.79±4.84로 가장 낮게 나타났다<그림 6>.

왼쪽 척추세움근은 승용저와 RV저에서 각각 41.24±

18.77, 45.18±21.88로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 14.51±7.62, 승용차고와 RV고에서 각각 5.18±9.62, 5.01±18.77로 가장 낮게 나타났다<그림 7>.

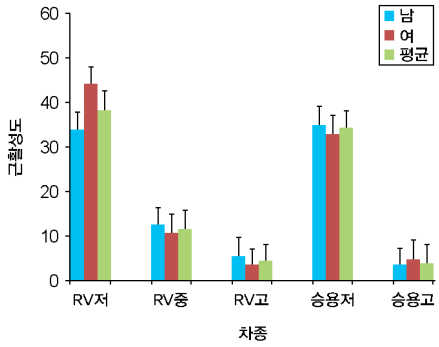

Figure 6. A comparison of the level of left rectus abdominalis muscle activity according to car type and gender at getting in

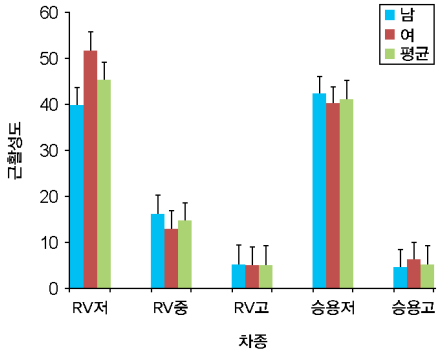

Figure 7. A comparison of the level of left erector spinae muscle activity according to car type and gender at getting in

Duncan 사후 검정결과, 승차 시 왼쪽 넙다리곧은근과 배곧은근에서는 RV고와 승용고, RV중에서는 차이가 없었으나, RV저와 승용저에서는 차이가 있었다. RV저과 승용저에서는 차이가 없었다. 왼쪽 척추세움근은 RV고와 승용고에서 차이가 없었고, 승용저와 RV저에서는 각각 차이가 있었다<그림 8>.

3.3 A comparison of the level of right-side muscle activity according to car type and gender at getting out

하차 시 차종과 성별에 따라 오른쪽 넙다리곧은근, 배곧은근, 요부 척추세움근의 근활성도를 비교하였으며, 그 결과는 표 5와 같다. 성별에 따른 차종별 근활성도에서 교호작용은 없는 것으로 나타났다.

남 · 녀 근활성도의 평균결과를 보면 오른쪽 넙다리곧은

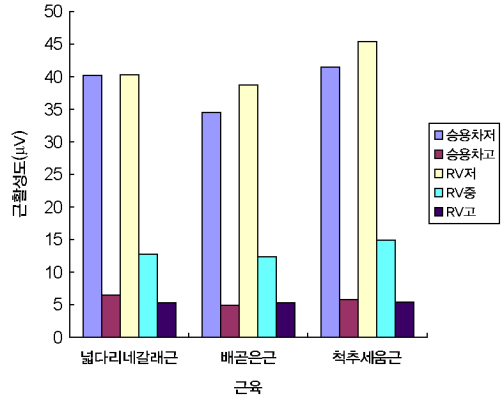

Figure 8. A comparison of the level of left-side muscle activity according to car type at getting in

근은 승용차저와 RV저에서 각각 50.63±27.16, 50.65±24.61로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 14.4±8.79, 승용차고와 RV고에서 각각 6.66±10.01, 7.23±3.6로 가장 낮게 나타났다<그림 9>.

Table 5. Result of ANOVA of right-muscles according to car type and gender at getting out

		DF	SS	MS	F	p
Rectus femoris	성별	1	1990.6	1990.6	7.1	.01
	차종	4	42902.4	10725.6	38.4	.00
	성별×차종	4	2011.5	502.9	1.8	.14
Retus abdominalis	성별	1	1495.6	1495.6	7.6	.01
	차종	4	24821.2	6205.3	31.4	.00
	성별×차종	4	1278.9	319.7	1.6	.18
Erector spinae	성별	1	2966.7	2966.7	9.3	.00
	차종	4	37691.5	9422.8	29.7	.00
	성별×차종	4	2830.9	707.7	2.2	.072

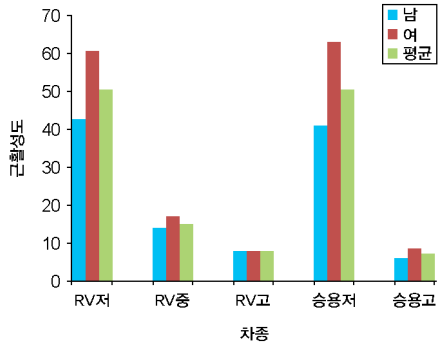

Figure 9. A comparison of the level of right rectus femoris muscle activity according to car type and gender at getting out

오른쪽 배곧은근은 RV저, 승용차저에서 각각 36.42±21.69, 39.24±22.15로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 10.08±6.82, 승용차고와 RV고에서 각각 4.5±8.2, 5.04±2.7로 가장 낮게 나타났다<그림 10>.

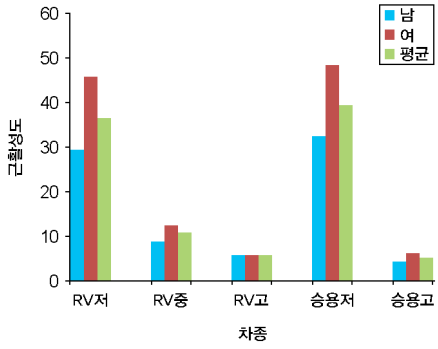

Figure 10. A comparison of the level of right rectus abdominalis muscle activity according to car type and gender at getting out

오른쪽 척추세움근은 RV저, 승용저에서 각각 45.22±29.62, 48.81±27.45로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 12.4±7.96, 승용차고와 RV고에서 각각 6.66±10.16, 6.63±3.3으로 가장 낮게 나타났다<그림 11>.

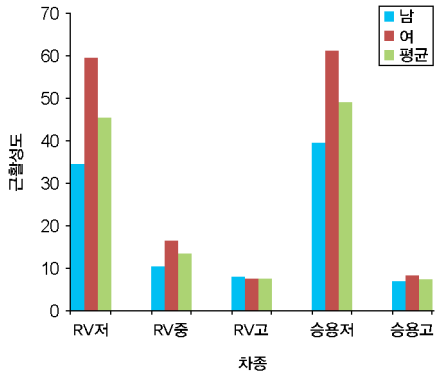

Figure 11. A comparison of the level of right erector spinae muscle activity according to car type and gender at getting out

Duncan 사후 검정결과, 하차 시 오른쪽 넙다리곧은근과 배곧은근, 척추세움근 모두에서 RV고와 승용고, RV중에서는 차이가 없었으나, RV저와 승용저에서는 차이가 있었다. RV저과 승용저에서는 차이가 없었다<그림 12>.

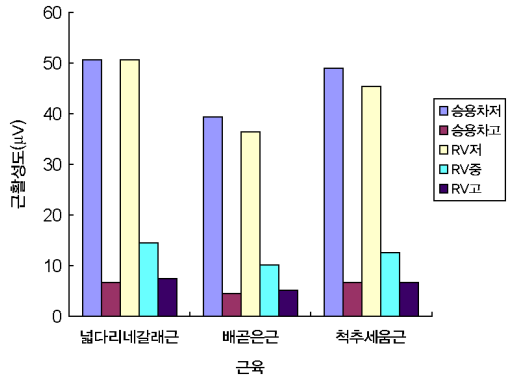

Figure 12. A comparison of the level of right-side muscle activity according to car type at getting out

3.4 A comparison of the level of left-side muscle activity according to car type and gender at getting out

하차 시 차종과 성별에 따라 왼쪽 넙다리곧은근, 배곧은근, 요부 척추세움근의 근활성도를 비교하였으며, 그 결과는 표 6과 같다. 성별에 따른 차종별 근활성도에서 교호작용은 없는 것으로 나타났다.

Table 6. Result of ANOVA of left-muscles according to car type and gender at getting out

		DF	SS	MS	F	*p*
Rectus femoris	성별	1	1412.8	1412.8	7.7	.01
	차종	4	25793.7	6448.4	35.4	.00
	성별×차종	4	1276.3	319.07	1.7	.14
Retus abdominalis	성별	1	1002.2	1002.2	6.5	.013
	차종	4	19970.8	4992.7	32.1	.00
	성별×차종	4	1045.4	261.4	1.7	.16
Erector spinae	성별	1	1250.6	1250.6	5.5	.021
	차종	4	30529.9	7632.5	33.5	.00
	성별×차종	4	1210.2	302.5	1.3	.26

남 · 녀 근활성도의 평균결과를 보면 하차 시 왼쪽 넙다리곧은근은 승용차저와 RV저에서 각각 40.39±20.58, 38.22±21.66으로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 10.53±7.08, 승용차고와 RV고에서 각각 5.86±7.32, 5.55±2.64로 가장 낮게 나타났다<그림 13>.

왼쪽 배곧은근은 승용저와 RV저에서 각각 34.15±19.74, 34.51±18.99로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 9.64±6.13, 승용차고와 RV고에서 각각 4.71±7.14, 4.42±2.19로 가장 낮게 나타났다<그림 14>.

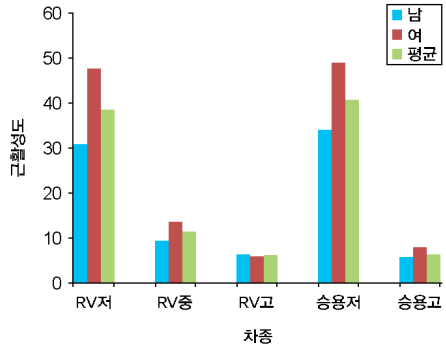

Figure 13. A comparison of the level of left rectus femoris muscle activity according to car type and gender at getting out

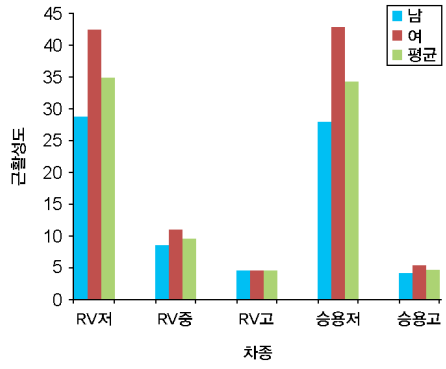

Figure 14. A comparison of the level of left rectus abdominalis muscle activity according to car type and gender at getting out

왼쪽 척추세움근은 승용저와 RV저에서 각각 42.15±23.27, 42.21±22.93으로 가장 활성도가 높게 나왔으며, RV중이 12.3±8.01, 승용차고와 RV고에서 각각 4.74±8.34, 5.31±2.77로 가장 낮게 나타났다<그림 15>.

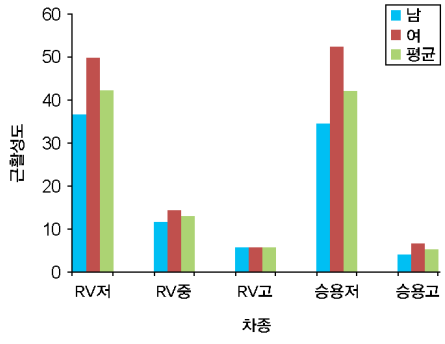

Figure 15. A comparison of the level of left erector spinae muscle activity according to car type and gender at getting out

Duncan 사후 검정결과, 하차 시 왼쪽 넙다리네갈래근과 배곧은근, 척추세움근 모두에서 RV고와 승용고, RV중에서는 차이가 없었으나, RV저와 승용저에서는 차이가 있었다. RV저과 승용저에서는 차이가 없었다.

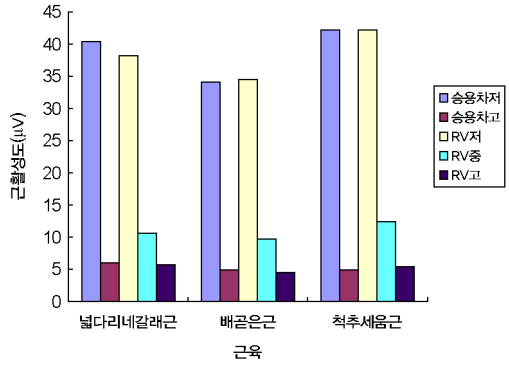

Figure 16. A comparison of the level of left-side muscle activity according to car type at getting out

4. Conclusion

본 연구는 차량의 지면에서 운전석까지의 거리가 승하차 시 관련 근육의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시되었다. 실험은 RV 차량 3종과 일반 승용차 2종을 대상으로 수행하였으며, 연구대상은 20~30대 남성 10명과 여성 10으로 선정하였다. 근활성도의 측정은 무선 근전도를 사용하였고, 근전도 부착부위는 승하차 시 활동성이 제일 높은 넙다리곧은근, 배곧은근, 척추세움근으로 정하였다. 또한, 각 근육은 좌측과 우측으로 나누어 측정 분석하였다. 승차 시 우측 근육에서 넙다리곧은근과 배곧은근 그리고 척추세움근 모두 근활성도의 순서가 동일하였다. 근활성도의 순서는 근활성도가 큰 순서부터 RV저-승용저-RV중-승용고-RV고의 순으로 나타났다.

또한, 승차 시 좌측 근육에서도 넙다리곧은근, 배곧은근, 척추세움근에서 모두 우측 근육의 활성도와 유사하게 나타났다. 배곧은근에서만 승용고와 RV고의 순서가 바뀌었으나, 큰 차이는 나지 않으므로 특이한 영향을 미치지는 않는다.

하차 시의 근활성도 측정에서는 승차 시와 비교하여 큰 변화가 있다면 RV저와 승용저의 순서가 바뀐 정도이다. 하차 시 우측 근육의 근활성도는 승용저-RV저-RV중-RV고-승용고의 순서이며, 척추세움근에서만 RV고와 승용고의 순서가 바뀌었으나 큰 차이는 나지 않는다. 하차 시 좌측 근육의 근활성도는 승용저-RV저-RV중-승용고-RV고의 순으로 나타났다.

차종에 따라 남녀간의 차이는 나타나지 않았고, 승차 시보다는 하차 시에 근활성도가 더 높은 것으로 보아 하차 시 근육 사용이 더 많음을 알 수 있다. 또한, 지면에서 좌석까지의 높이가 낮은 것이 근활성도가 높을 것으로 예상되었으나, 결과는 다양하게 나타났다. 이것은 좌석의 높이뿐만 아니라 좌석에서 차체 지붕까지의 거리가 근활성도에 영향을 미친 것으로 보인다. 지면에서 좌석까지의 거리가 65Cm 이하인 것이 근활성도가 높았으나 좌석에서 지붕까지의 거리가 지면-좌석 높이에 비례하여 높은 경우에는 근활성도가 적게 나타났다.

이상의 연구결과를 종합해 보면, 지면에서 좌석까지의 거리가 65Cm 이상인 경우가 근활성도를 줄일 수 있으며, 좌석에서 차체 지붕까지의 거리가 충분히 확보되어 허리를 구부리는 등의 동작이 최소화되어야 근활성도를 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 타는 것이 아닌 건강과 편의성까지 생각해야 되는 요즘 자동차 시장의 관점에서 본다면 근육의 활성도를 줄이고, 근피로도를 줄이는 것이 운전자의 건강까지 생각하는 차량으로 발전시킬 수 있는 방향이라 생각된다. 또한, 이런 부분의 발전은 안전하고 편안한 주행과 승하차를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 정차된 차량에서 승하차 동작만을 측정하였으나, 일정시간 주행 후 승차감과 승하차 시 근활성도를 비교 측정하는 연구가 추후 필요하다. 또한, 근피로도와 근활성도를 비교하는 연구 등도 앞으로 필요하다.

References

Bae, B. K., Modal Analysis of Full Vehicle Considering Ride, *Proceedings of the Conference on Korea society of automotive engineers*, 681-686, 2007.

Basmajian, J. and De Luca, C. J., Muscles Alive, 5th ed., Williams and Wilkins, Baltimore, 1985.

Cheung, et al. Investigation of Ride Value for Overseas and Domestic Passenger Cars, *Proceedings of the Conference on Korean society for noise and vibration engineering*, 324-335, 1997.

Implications for prevention, management, and Rehabilitation, Degree of Doctor of Education, Columbia University Teachers Collage, 2001.

Kim, et al. Biomechanical Measuring Techniques for Evaluation of Workload, *Journal of the ergonomics society of Korea*, 29(4), 445-453, 2010.

Kim, J. H., A Study on Discomfort Evaluation Method for Car Ingress/Egress Motions Using Biomechanical Analysis, A Master's thesis, Graduate school of automotive engineering Kookmin University, 2009.

Kim, et al. Correlation between Subjective and Objective Assessments of Ride Comfort, *Korea society of automotive engineers*, 15(5), 56-62, 2007.

Kim, J. H., Research on the Design of RVs suitable for Korean motorization environment:Focus on crossover car, A Master's thesis, Graduate school of Mokwon University, 2002.

Korean standards association, Illustration ergonomics, 1990.

Lee, et al. The Development and Application of the Analysis Method for the Ride Comfort Improvement, *Proceedings of the Conference on Korea society of automotive engineers*, 741-745, 2004.

Marks, Ray., Three reports on osteoarthritis: rehabilitation, Degree of Doctor of Education, Columbia University Teachers Collage, 2001.

Nardone, A., Corra, T. and Schieppati, M., Different activations of the soleus and gastrocnemii muscles in response to various types of stance perturbation in man, *Exp Brain Res*, 80, 323-332, 1990.

Nam, et al. A Study of Muscle Fatigue in Lumbar and Abdominal Muscles in Patients with Chronic Low Back Pain by Electromyographic Power Spectral Analysis, *Korean academy of university trained physical therapists*, 6(2), 16-31, 1999.

Park, et al. The Study on the Satisfaction and a Motion analysis when Entering a Car through Change of Vehicle Conditions, *Journal of the ergonomics society of Korea*, 25(3), 25-32, 2006.

Soderberg, G. L., ed., Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives. Rockville, Md: US Dept of Health and Human Services, Public Health Service, Publication No. 91-100, 1992.

Son, et al. Studies on Automotive Ergonomics in Korea, *Proceedings of the Conference on Korea society of automotive engineers*, 12(4), 114-128, 2007.

Author listings

Seong Su Kim: suri1300l@ghc.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Exercise Physiology, Korea University

Position title: Professor, Department of Physiotherapy, Gwang-Ju Heallth Collage

Areas of interest: Musculoskeletal Disease, Spine, Therapeutic exercise

Hyung Soo Lee: hslee@ghc.ac.kr

Highest degree: D.Ed, Department of Special Education, Dankook University

Position title: Professor, Department of Physiotherapy, Gwang-Ju Heallth Collage

Areas of interest: Neurological Disease, EMG, Therapeutic exercise

Date Received : 2010-09-02

Date Revised : 2011-06-03

Date Accepted : 2011-08-30