

# 승/하차 거동 시 발생하는 고령운전자의 하지 근 활성화도 특성

## Muscular demands at the lower extremities of elderly drivers during a car ingress/ egress movement- A pilot study

\*최우진<sup>1</sup>, #최형연<sup>1</sup>, 사성진<sup>2</sup>, 이시욱<sup>3</sup>

\*W. J. Choi<sup>1</sup>, #H. Y. Choi(hychoi@hongik.ac.kr)<sup>1</sup>, S. J. Sah<sup>2</sup>, S. W. Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 홍익대학교 기계시스템디자인공학과, <sup>2</sup> 홍익대학교 과학기술연구소, <sup>3</sup> 서울대학교 의과대학 보라매병원 재활의학교실

Key words : Ingress/ Egress, Elderly Drivers, EMG, Muscle strength

### 1. 서론

우리나라 사회의 고령화 현상은 세계 다른 어느 나라보다 빠르게 진행되고 있으며, 이와 더불어 고령 연령대의 자가 운전 참여 비율이 점차 늘어나고 있는 추세이다. 1990년대 말 65세 이상 운전면허 소지 인구가 전국 대비 8.5%였던 것에 비해, 2010년이 되면 20%가 넘을 것으로 예상되며, 2020년이 되면 34%에 가까워질 것으로 전망하고 있다.<sup>1</sup>

고령운전자의 증가로 안전을 고려한 차량 개발과 함께 편의성에 대한 관심 또한 높아져가고 있다. 특히 차량의 승/하차 편의성 문제는 고령 운전자들에게 있어서 중요한 디자인 이슈로 제기되고 있다.<sup>2</sup>

제한된 차량 레이아웃 조건으로 인해 차량 운행 및 운전 관련된 거동 중 가장 복잡한 관절 움직임을 요하는 승/하차 거동은 젊은 운전자에게 비해 근력이 저하되고, 관절 동작 범위가 감소하며, 균형 능력이 저하되는 등 신체적 능력이 저하되는 고령운전자에게 상대적으로 더 큰 불편 요인으로 작용할 것이다. 특히 하지 근력의 경우 고령자 거동 능력에 중요한 영향을 미치는 요소이며<sup>3,4</sup>, 이에 따라 고령자 거동 불편 요인에 대한 많은 연구들이 걷기, 계단 오르내리기, 의자에서 앉기, 일어나기 등 일상 생활 거동 시 겪게 되는 하지 근력 부담 및 근 활성화도 특성을 중심으로 이루어지고 있다.<sup>5-7</sup>

본 연구에서는 고령 운전자가 발휘할 수 있는 하지 근육의 최대 근 활성화도 대비 승/하차 거동에서 발생하는 근 활성화도를 측정하여, 승/하차 거동 시 고령 운전자가 겪게 되는 근력 부담 정도를 정량화하고 그로부터 하지 근 활성화도 특성을 파악하고자 한다.

### 2. 방법

#### 2.1 대상

건강한 고령(만 65세 이상) 운전자를 대상으로, 신체 사이즈의 다양성을 포괄할 수 있도록 키와 몸무게를 세 범주로 나누어 각 범주에 해당되는 고령자를 모집하였다. 세 범주는 제 5차 사이즈코리아 데이터를 참조하여 표 1과 같이 설정하였다.

고혈압, 협심증, 심장질환, 관상동맥질환, 근육질환, 상하지 골절, 발목인대파열, 무릎인대 손상 등 최대 근력을 발휘하는데 지장이 있는 자는 실험 대상에서 제외하였다.

Table 1 Required height and weight ranges for volunteer recruitments

	Height (cm)	Weight (kg)
Small Female	137.7~ 143.3	38.7~ 47.3
Medium Male	160.9~ 164.7	59.8~ 66.2
Large Male	169.7~ 175.4	73.3~ 82.7

#### 2.2 하지 근육 별 최대 근 활성화도 측정

각 하지 근육들에서 발생하는 최대 근 활성화도를 얻기 위

해 근관절기능검사장비(Biodex System3 Pro)와 근전도 시스템(Noraxon, Telemetry 2400 system)을 이용하였으며, 최대 등척성 모드에서 테스트를 수행하였다. 몇 번의 연습 과정을 통해 피실험자가 측정 방법에 익숙해지도록 하였으며, 본 측정의 경우 3번에 걸쳐 본인이 발휘할 수 있는 최대 근력을 5초 동안 유지하도록 지시하였다.

피실험자가 최대 등척성 근 수축력 실험을 수행하는 동안 표면 전극을 하지 근육에 부착하여 근육 별 최대 근 활성화도를 측정하였다. 부착된 근육 부위는 무릎 펴근(rectus femoris(RF), vastus lateralis(VL), vastus medialis(VM)), 무릎 굽힘근(biceps femoris(BF)), 발등 굽힘근(tibialis anterior(TA))과 발바닥 굽힘근(gastrocnemius lateralis(GAS L), gastrocnemius medialis(GAS M), soleus(SOL))이었다.

#### 2.3 승/하차 거동 시 발생하는 하지 근 활성화도 측정

승/하차 거동은 실제 차량을 운전석 부분만 남기고 절개한 목업에서 수행하였다. 거동 시 하지 근육에서 발생하는 근 활성화도를 측정하기 위해 양쪽 하지 근육 각 8곳(최대 근 활성화도 측정 시 근육에 부착된 동일한 위치)에 표면전극을 부착하였다. 실험실 환경에 의한 영향을 최소화하기 위하여 데이터를 측정하기 전에 충분한 연습을 통해 절개 목업에 대한 승/하차 거동에 익숙해지도록 하였으며, 본 측정 시 승차 동작과 하차 동작을 각각 3번씩 수행하게 하였다.

### 3. 결과

측정된 결과는 고령운전자 1명(키 173.6cm, 몸무게 76.1kg)이 3번의 승/하차 동작을 수행하는 동안 발생된 근육 별 근력 부담 정도(%MVC)를 평균 값으로 환산한 값이다. 승차 동작과 하차 동작을 각각 2단계(초기 동작, 마지막 동작)로 나누어 그림 2와 같이 도식적으로 표현하였다.

승차 동작 중 초기 동작인 오른쪽 다리를 들어 안으로 집어 넣는 동작에서 발생한 하지 근력 부담은 RF에서 평균 72.3%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 TA에서 평균 58.1%, GAS L에서 평균 40.1%의 근력 부담 정도를 나타냈다. VM, VL, SOL, 그리고 BF에서는 각각 33.8%, 32.8%, 27.8%로 유사한 수준의 상대 근 활성화도 비(%MVC)를 나



Fig. 1 Ingress movement at a 1/4 unit mockup

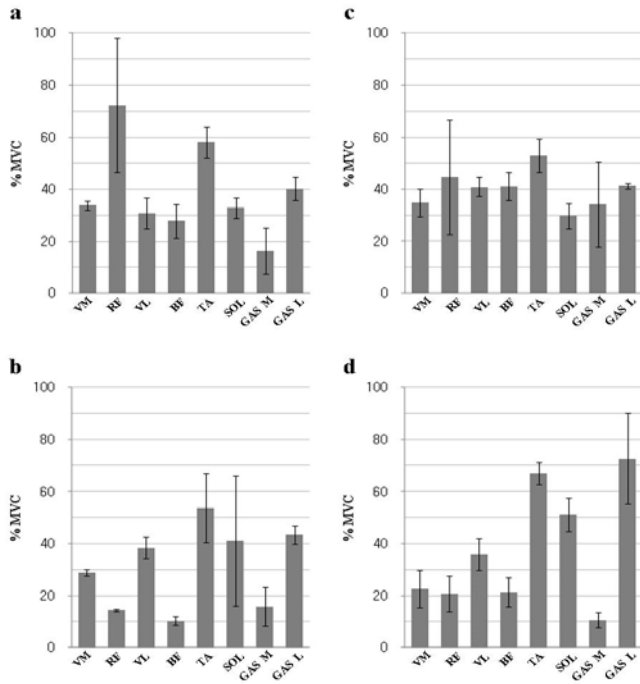


Fig. 2 Muscular activities relative to maximal capacities during the motion of (a) entering right limb, (b) entering left limb, (c) stepping out left limb, (d) stepping out right limb

타났다. 승차 초기 동작에서 가장 낮은 수준의 근 활성화도를 나타낸 근육은 GAS M(16.1%) 이었다.

승차 동작 중 마지막 동작인 왼쪽 다리를 들어 안으로 집어 넣는 동작에서는 TA 가 가장 높은 근력 부담(53.7%)을 갖는 것으로 나타났다. 발바닥 굽힘근인 GAS L, GAS M, 그리고 SOL 에서는 각각 43.3%, 15.8%, 41%, 무릎 폼근인 VL, VM, 그리고 RF 에서는 각각 38.3%, 28.8%, 14.2% 의 상대 근 활성화도 비를 나타냈다. BF 는 10.3%로 가장 낮은 근력 부담 정도를 나타냈다.

하차 동작 중 초기 동작인 왼쪽 다리를 밖으로 빼는 동작에서 발생한 하지 근력 부담은 TA 에서 53%로 가장 높게 나타났으며, RF(44.5%), GAS L(41.4%), BF(41%), 그리고 VL(40.9%)에서 40% 가 넘는 근력 부담을 갖는 것으로 나타났다. VM 에서는 34.9%, GAS M 에서는 34.3%, 그리고 SOL 에서는 29.6%의 상대 근 활성화도 비를 나타냈다.

하차 동작 중 마지막 동작인 오른쪽 다리를 밖으로 빼는 동작에서 발생한 하지 근력 부담은 GAS L 에서 72.7%로 가장 높게 나타났으며, TA(67.1%) 역시 70% 에 가까운 근력 부담 정도를 갖는 것으로 나타났다. SOL 의 경우 51.1%의 상대 근 활성화도 비를 나타냈으며, 무릎 폼근인 VL, VM 그리고 RF 는 각각 35.9%, 22.6%, 20.7%를 나타냈다. 무릎 굽힘근인 BF 의 경우 21.3%의 근력 부담 정도를 나타냈으며, GAS M 에서는 10.6%로 하차 마지막 동작에서 발생한 상대 근 활성화도 비 중 가장 낮은 값을 나타냈다.

세 번의 시도에 따른 일부 근육의 %MVC 변화는 Fig. 3 에서 보여주고 있으며, 대체로 유사한 경향을 보이고 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 승/하차 거동 시 고령운전자가 겪게 되는 하지 근력 부담 정도를 정량화하고 근육 별 활성화도 패턴을 정립하고자 하였다. 정량화 된 근력 부담 정도는 승/하차 거동 시 함께 평가되는 주관적 불편도 점수와 함께 고령운전자 불편도 지표로 활용될 수 있으며, 정립된 근 활성화도 패턴을 통해 고령운전자가 승/하차 거동 시 취하게 되는 신경근육 전략(Neuromuscular strategy)을 파악하는데 큰 도움을 줄 것이다.

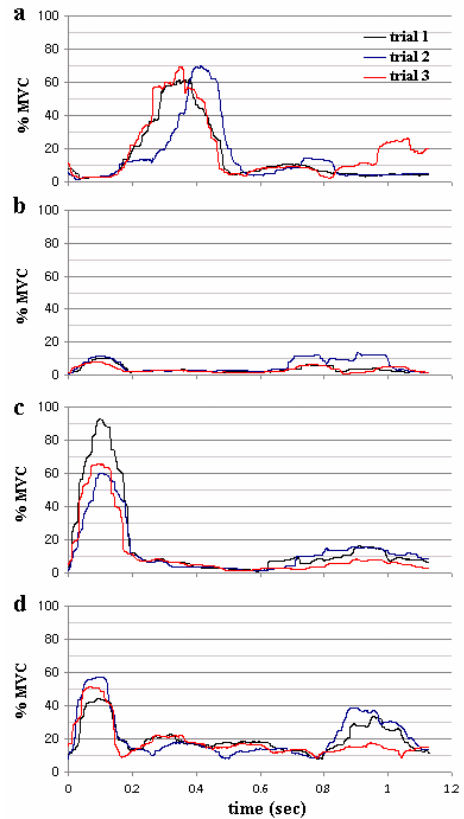


Fig. 3 Muscular activity patterns of a) tibialis anterior (TA), b) gastrocnemius medialis (GAS M), c) gastrocnemius lateralis (GAS L), d) soleus(SOL) during the motion of stepping out right leg

추후에 피검자 수를 20-30 명 정도로 늘려서 추가 실험을 진행할 예정이다. 또한, 본 연구를 통해 정립된 근력 부담 정도 및 근 활성화도 특성을 이용하여 승/하차 거동 불편도를 평가할 수 있는 고려자용 디지털 인체 모델을 구축할 예정이다.

#### 후기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원 (06 교통핵심 C01)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. 신연식, “고령운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전대책 연구”, 교통개발연구원, 2001
2. Herriotts, P., “Identification of vehicle design requirements for older drivers,” Applied ergonomics, v.36 no.3, pp.255-262, 2005
3. Laughton, C.A., et al., “Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. Gait & posture, v.18 no.2, pp.101-108, 2003
4. Hahn, M. E., et al., “Increased muscular challenge in older adults during obstructed gait.” Gait & Posture, 22, 320-326, 2005
5. Hughes MA, et al., “The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly.” J Biomech 29:1509-1117, 1996
6. Namamoto K., et al., “Quantitative analysis of muscular stress during ingress/egress of the vehicle,” JSAE Review, Volume 24, Number 3, July, pp. 335-339(5), 2003
7. T. Hortobagyi, et al., “Old Adults Perform Activities of Daily Living Near Their Maximal Capabilities,” J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci., May 1; 22(5): M417 – 425, 2003