

시트의 각도 및 높이가 앉고 서기 시 하지 및 몸통의 근활성도에 미치는 영향

김병조 · 이수경[†] · 이정훈 · 권혜연
동의대학교 의료보건대학 물리치료학과

The Effects of Lower Limb and Trunk Muscle Activation on Seat Angle and Height during Sit to Stand and Stand to Sit

Byeong-Jo Kim, PT, PhD · Su-Kyoung Lee, PT, PhD[†] ·
Jung-Hoon Lee, PT, PhD · Hae-Yeon Kwon, PT, MD

Department of Physical Therapy, College of Nursing and Healthcare Sciences, Dong-Eui University

Received: October 13, 2015 / Revised: October 15, 2015 / Accepted: October 26, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study investigated the effects of lower limb and trunk muscles activation on seat angle and height during sit to stand and stand to sit.

METHODS: Subjects were instructed to sit and stand on different angles and heights; 0°(43cm), 5°(48cm), 10°(51cm) and 15°(58cm). Measurements were conducted from sit to stand and stand to sit for external oblique, transversus abdominis, rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, tibialis anterior and gastrocnemius muscle activation by surface EMG. The muscle activation was measured three times for five seconds in each posture, and the %RVC value was calculated after the exclusion of one second before and after this measurement. This calculation standardized the data from each participant so it could be comparatively analyzed.

RESULTS: The external oblique, tibialis anterior, and erector spinae muscles showed significant difference in 10° (51cm), 15°(58cm) and 0°(43cm), rectus femoris, in 15° (58cm) and 0°(43cm)($p < .05$) during sit to stand. The external oblique, tibialis anterior, and rectus femoris muscles showed significant difference in 0°(43cm) and 15°(58cm), erector spinae and vastus medialis muscles showed significant difference in 10°(51cm), 15°(58cm) and 0°(43cm)($P < .05$) during stand to sit.

CONCLUSION: The present study findings indicate that the toilet seat angle and height could affect muscle activities of the lower limb and trunk.

Key Words: Seat, Angle and height, Sit-to-stand

I. 서론

앉은 자세로부터 일어서기는 다른 자세로 옮기기, 걷기, 돌기, 계단 오르기 등과 같이 일상생활에서 빈번하게 행해진다(Hwang 등, 2008). 앉은 동작 수행 시 불균

[†]Corresponding Author : ptlsk@deu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

형적인 근력은 낙상을 유발시키는 요인이 되며, 특히 노인들은 42-43%가 의자로부터 일어서는데 어려움을 겪고 있으며, 근력이 부족한 노인에게는 의자높이가 독립적인 생활을 유지하기 위한 필수 요소이다 (Chamberlain 등, 1984). 노화과정에 의한 균형의 감소, 신경계 기능의 퇴화, 보행능력의 감소 및 근력 약화와 같은 신체적 변화로 인해 노인은 걸려서 넘어지거나 미끄러지는 낙상 사고가 쉽게 발생하는데 낙상의 위험 장소로는 욕실이 가장 높았으며, 이어서 현관, 침실, 부엌, 거실, 계단의 순서이며(Park 등, 2004), 앉고 서기 시 신체관절 굽힘에서 무게중심이 안정된 상태에서 불안정한 상태로 전환되어 하지와 몸통 근육의 협응성이 요구되기 때문에(Baer와 Ashbum, 1995) 허약한 노인과 근골격계 환자는 보조 없이 일어서기 동작을 수행하기가 어렵다(Mak 등, 2003). 노인은 젊은 성인에 비해 몸통을 더 많이 굽힘 시키면서 일어서기를 수행하는데 이것은 하지 근력이 약할 경우 몸통의 굽힘을 통해 움직임을 최대한 신체 중심에 가깝게 위치하도록 하기 위한 것이며(Yu와 Lim, 2007), 신체중심에 가깝게 위치하게 하는 근육은 배곧은근과 배빗근으로 몸통을 구부리는 작용근이며, 골반을 적절히 고정 하였을 때는 배곧은근 아래가 주로 작용하며, 골반을 고정하지 않은 채 몸통을 구부리면 배곧은근의 상부가 작용하게 된다. 배빗근들은 몸통을 펴고 옆쪽으로 구부릴 때 안정성에 관여하게 되며(Kim 등, 2001), 기립할 때에는 몸통의 중력중심선은 엉덩관절의 축보다 뒤에 있기 때문에 골반 뒤쪽경사 모멘트가 되며, 또한 동적 안정이 제공되어 인대에 의해서 수동적 안정성이 획득된다(Levanqie 등, 2005). 또한 넓다리네갈래근은 일상생활동작 중에서 기립 자세 동안 하지 체중을 일차적으로 들어 올리는 역할을 하는 근육으로 의자에서 일어서거나 계단을 오르내리는 동작에 필수적이며(Park, 2013), 장딴지근의 경우에는 하지의 운동을 수행하는 동안에 안정성을 유지할 수 있는 충분한 근력을 발생 시킨다(Youm 등, 2012).

따라서 앉고 일어서기 동작은 일상생활에서 가장 많이 쓰이는 동작들 중 낙상의 위험이 높은 동작이며, 낙상으로 이어지는 공간을 나열하였을 경우에는 욕실 또는 화장실이 단연 높다. 일상생활에서 의자에서 앉고

일어서기와 같이 좌변기 시트에서 앉고 일어서기 또한 노인, 임산부 그리고 신체적 장애인들에게서 많이 수행되는 동작으로 좌변기 시트에서의 배변 이후의 앉고 일어서기 동안 하지 근력이 일정한 대상자에게 시트의 각도 및 높이를 조절함으로써 앉고 일어서기 시 몸통과 하지의 근 활성도를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 연구에 필요한 앉고 서기 동작 시 필요한 정상적인 관절가동범위를 가진 G대학 건강한 성인 남녀 15명을 대상으로 실시하였으며 연구내용을 이해하고 참여를 희망한 사람을 대상으로 연구를 진행하였다.

연구대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 독립적인 보행에 문제가 없고, 하지와 몸통의 근력약화가 없는 자.
- 2) 동작 수행 시에 통증을 호소하거나 제한이 되는 관절에 구축이 없는 자.
- 3) 몸통 및 하지의 근육 뼈대 계 관련된 외과적 병력이나 신경학적 병력이 없는 자.
- 4) 본 연구에 참여하는 것을 동의한 자.

2. 실험절차

1) 앉고 일어서기

본 연구에서 필요한 동작인 앉고 일어서기는 일상생활에서 주로 의자에서 일어섰다 앉는 방법으로 대상자는 바로 앉은 자세에서 시작하며 양발을 평행이 되도록 하여 발전체를 바닥에 붙이고, 양 무릎을 굽힘 상태로 유지한다. 또 양손은 손바닥이 바닥으로 가게끔 무릎위에 편안하게 올려놓는다. 이자세에서 대상자는 측정자 신호에 따라 시트에서 일어서기와 앉기를 실시한다.

2) 실험방법

각도 및 높이를 주기 위해 A사 텀블 폼 웨지를 좌변기 위에 놓고 실시하였고 각도 및 높이는 0°(43cm), 5°(48cm), 10°(51cm), 15°(58cm)로 실시하였으며, 무작위 추출방식으로 진행하였다. 시선은 정면을 바라보게 한 후 각 각도 별 3번 반복 후 2분 휴식을 실시하였다.

3. 근전도 기록 및 자료처리

1) 근전도 기록

본 연구에서는 앉았다 일어설 때의 동작 시 필요한 넓다리내갈래근의 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넓다리곧은근, 배가로근과 배바깥빗근의 활성도를 측정하기 위하여 근전도의 전극을 근육들에 부착하였다. 배가로근은 골반의 위앞엉덩뼈가시 중간선 사이 살고랑인대 바로위에 전극을 부착하였고, 배바깥빗근은 배꼽에서 대각선 위로 약 15cm부위에 전극을 부착하였다(Lee 등 2014). 허리뼈 3번의 가시돌기에서 2cm 가쪽에 부착하였고, 넓다리곧은근은 앞면의 엉덩뼈능선과 무릎중간지점, 가쪽넓은근은 무릎뼈의 3~5cm위에서 중심선의 가쪽 사선방향으로 부착하였고 안쪽넓은근은 무릎뼈의 2cm위에서 중심선의 안쪽사선방향에 부착하였으며(Kang 등, 2012), 앞정강근은 정강이뼈선상 가쪽 2cm부위에 부착하였으며 장딴지근은 무릎관절 바로 아래 중심선에서 내측으로 2 cm에 부착하였고(Choi 등, 2003), 근활성도를 비교하기 위하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후분석은 LSD로 하였으며 통계학적 유의수준 $p=0.05$ 로 하였다.

2) 근전도 자료처리

근전도 측정 시 표면근전도계(Biopac student Lap MP 36. Biopac system inc. USA)을 사용하였으며 주변 환경의 잡음을 제거하기 위하여 대역통과필터(band pass filter)를 사용하였다. 그리고 각각의 각도에서 측정된 데이터를 기준으로 앞, 뒤 1초간의 기록을 제외하고 %RVC 값을 산출하였고, %RVC 값의 계산을 위한 각 근육의 자발적 기준 수축 백분율 값은 선 자세를 기준으로 측정되었으며, 이를 통해 각 대상자의 데이터를 표

준화하여 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 정상 성인 남성 15명으로. 연구 대상자의 일반적 특성은 아래와 같다. 나이는 20세에서 31세 사이였고, 평균 연령은 24.13 ± 4.13 세, 평균 신장은 174.00 ± 5.44 cm, 평균 체중은 73.47 ± 13.46 Kg이었다(Table 1).

2. 앉기에서 일어서기 시 각도 및 높이에 따른 근 활성화도 비교.

앉기에서 일어서기 시 배바깥빗근, 앞정강근과 척추세움근은 0°에서 10°와 15°에서 각각 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 넓다리곧은근은 0°에서 15°와 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 2).

3. 앉기 시 각도 및 높이에 따른 근 활성화도 비교.

서기에서 앉기 시 배바깥빗근, 안쪽넓은근, 앞정강근과 넓다리곧은근은 0°에서 15°가 유의한 차이를 나타내었으며($p < 0.05$), 척추세움근은 0°, 10°와 15°에서 각각 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 3).

IV. 고 찰

일상생활 동작을 수행하기 위해 일어서기와 앉기는 기능적 독립성을 결정하는 핵심 요소이다(Schneider와 Guranlink 등, 1999). 노인의 경우 기립동작 시 의자의

Table 1. General characteristics of subjects

(N=15)	
Variables	Mean±SD
Age (yrs)	24.13±4.13
Height (cm)	174.00±5.44
Weight (kg)	73.47±13.46

Table 2. Lower limb and trunk muscle activation on sit to stand

(unit: %RVC)					
muscle	0°(43cm)	5°(48cm)	10°(51cm)	15°(58cm)	p
EO*	220.78 ± 60.15	194.75 ± 48.37	181.29 ± 45.43£	164.70 ± 45.65¥	.026
TRA	206.35 ± 56.42	191.18 ± 51.37	178.89 ± 51.87	157.67 ± 45.61	.078
ES*	241.52 ± 54.31	216.85 ± 48.77	196.72 ± 45.99£	172.27 ± 45.25¥	.002
RF*	222.73 ± 73.60	201.24 ± 69.72	175.22 ± 62.31	155.42 ± 55.45¥	.037
VM	202.06 ± 101.63	181.42 ± 96.82	169.46 ± 91.40	169.46 ± 91.40	.550
VL	272.00 ± 293.73	240.65 ± 262.71	215.49 ± 237.68	186.76 ± 202.15	.816
TA*	217.70 ± 62.81	196.37 ± 49.29	177.59 ± 43.09£	161.00 ± 38.59¥	.017
GA	294.98 ± 196.02	253.64 ± 198.17	253.64 ± 187.38	228.90 ± 187.38	.820

Mean±SD, *p<.05

EO: External oblique, ES: Erector spinae, VM: Vastus medialis VL: Vastus lateralis

TRA : Transvers abdominal RF: Rectus femoris TA: Tibialis anterior GA: gastrocnemius

£sign difference between 0°and 5°, £sign difference between 0°and 10°, ¥sign difference between 0°and 15°

Table 3. Lower limb and trunk muscle activation on stand to sit

(unit: %RVC)					
muscle	0°(43cm)	5°(48cm)	10°(51cm)	15°(58cm)	p
EO*	199.08 ± 43.83	183.19 ± 43.13	170.46 ± 39.92	154.77 ± 39.67¥	.036
TRA	202.99 ± 58.32	190.59 ± 60.01	180.94 ± 60.98	160.42 ± 62.92	.275
ES*	260.04 ± 72.71	233.60 ± 65.42	207.83 ± 52.50£	183.16 ± 45.11¥	.006
RF*	205.94 ± 61.07	186.21 ± 59.39	166.99 ± 50.94	150.03 ± 45.69¥	.041
VM*	172.86 ± 28.43	156.78 ± 24.79	146.46 ± 25.39£	137.05 ± 25.53¥	.003
VL	203.89 ± 77.94	187.10 ± 68.84	171.96 ± 60.10	155.87 ± 57.69	.244
TA*	204.45 ± 63.92	184.39 ± 55.18	168.77 ± 50.93	148.78 ± 39.09¥	.039
GA	223.66 ± 73.05	204.72 ± 72.60	185.78 ± 17.12	166.70 ± 61.11	.147

Mean±SD, *p<.05

EO: External oblique, ES: Erector spine, VM: Vastus medialis, VL: Vastus lateralis

TRA: Transvers abdominis, RF: Rectus femoris, TA: Tibialis anterior, GA: gastrocnemius

£sign difference between 0°and 5°, £sign difference between 0°and 10°, ¥sign difference between 0°and 15°

높이가 하지근육과 무릎관절에 영향을 미치는 것으로 나타났으며(Kim 등, 2010), 의자의 높이가 낮을수록 일어서기 때 엉덩관절 및 무릎관절에서 굽힘 모멘트가 증가하였고(Hwang 등, 2008), 고령 여자그룹의 경우에는 젊은 여자보다 모멘트나 근육활성도 정도가 낮게 측정되었으며, 의자의 높이가 높으면 최대 신전우력이 감소하는 것으로 나타났다(Kim 등 2010). 본 연구의 결과에서도 좌변기의 높이가 높을수록 근 활성도를 측정할 모든 근육의 활성도가 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

먼저 배바깥근과 척추기립근의 활성도가 감소하였는데, 이는 Hwang(2008) 등의 연구와 같이 좌변기의 높이가 높을수록 엉덩관절 및 무릎관절에서의 굽힘 모멘트가 감소함과 동시에 몸통의 굽힘 각도도 줄어들어 일어서기 시에 척추를 바로 세우기 위한 관절 및 근육의 움직임을 크게 만들지 않아도 된 것으로 판단되어진다. 또한 넙다리곧은근의 활성도 또한 감소한 것으로 나타났는데, 엉덩관절과 무릎관절을 펴는 주된 근육으로 굽힘의 각도가 줄어들음에 따라 근활성도도 낮게 측정되

었다. 이러한 결과는 -5도에서 35도까지 좌면의 각도를 높였고 측정결과 노인의 경우 넓다리곧은근은 20도에 서 19%로 가장 높게 나타났으며 35도에서 가장 낮은 16.5%로 나타났으며(Kim 등 2010), 앉고 일어서기 동작 수행에서 의자의 높이가 43 cm와 64 cm인 경우를 비교 하였을 때 엉덩관절 및 무릎관절 신전우력이 2배 정도 차이가 난 결과와 유사하였다(Kim 등 2006). 이외에도 앞정강근의 활성화도 감소된 것으로 나타났는데, 이는 앉기에서 일어서기 시 넓다리곧은근에 의한 엉덩관절 과 무릎이 빠르게 펴되는 동시에 발목에서도 각도변화 만큼의 원심성 근 활성화도 감소로 바른 서기가 가능했던 것으로 생각되어진다. 좌변기의 높이에 따른 서기에서 앉기로의 자세에서도 앉기에서 서기와 같이 배바깥빗 근, 척추세움근, 넓다리곧은근과 앞정강근에서 높이가 낮아질수록 각 근육에서 근활 성도가 높아지며 유의한 차이를 나타내었다. 서기에서 앉기로의 특징으로는 안 쪽넓은근에서의 유의성이 높은 것으로 나타났는데, 이 는 서기에서 앉기로의 체중부하를 줄여주는데 넓다리 곧은근만으로는 역할을 다 할 수 없는 것으로 안쪽넓은 근이 넓다리곧은근과 함께 원심성 근 활성화도를 높여줌 으으로써 앉기의 속도를 조절해준 것으로 판단되어진다. 좌변기 시트의 각도는 키가 작은 노인환자의 경우에 좌변기 시트의 높이만 높였을 때 발이 바닥에 닿지 않는 불편함과 몸통이 바닥에서 떨어져 안정성이 저하되는 것을 방지하기 위해 높이와 함께 좌변기의 시트 각도를 조절하여 줌으로써 발이 바닥에 닿아 닫힌 사슬운동이 가능하도록 한 것이다.

따라서 앉고 일어서기 또는 서기에서 앉기 시 시트의 각도 및 높이의 변화가 하지와 몸통의 근 활성화도의 변화 에 영향을 줄 수 있으며, 노인이나 임신부 또는 장애인 등이 좌변기를 이용할 때 개인에 맞는 시트의 높이와 각도를 선택하여 이용함으로써 근 활성화도 변화로 에너 지를 효율적으로 관리할 수 있으며, 또한 일어서고 앉 기 시 엉덩관절 및 무릎, 그리고 몸통의 굽힘 각도를 작게 사용함으로써 낙상을 예방할 수 있는 이득이 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

시트의 각도 및 높이의 변화가 하지 및 몸통 근활성 도를 알아보기 위해 0°와 43cm, 5°와 48cm, 10°와 51cm, 15°와 58cm 4가지 각도와 높이에 대한 연구를 진행한 결과 좌변기 시트의 높이와 각도의 변화가 높고 각도가 클수록 일어서기에서의 근 활성도는 낮게 측정되었으 며, 좌변기 시트의 높이와 각도가 높은 것에 비해 좌변 기의 높이와 각도가 낮아질수록 엉덩 관절과 무릎관절, 그리고 발목관절의 굽힘 각도는 커짐으로써 이에 따른 근육의 원심성 수축시간이 연장되었고, 근 활성화도도 높아지는 것으로 나타났다.

Acknowledgements

This work was supported by Dong-Eui University Re-search Grant No. 2015AA066.

References

- Baer GD, Ashburn AM. Trunk movements in older participants during sit - to - stand. Arch phys med Rehabil. 1995;76(9):844-9.
- Chamberlain MA, Munton. J. Designing chairs for the disabled arthritic. Br J Rheumatol. 1984;23:304-8.
- Choi JD, Kwon OY, Yi CH, et al. Kinematic and EMG analysis of sit-to-stand with changes of pelvic tilting. Phys Ther Korea. 2003;10(2):99-110.
- Hwang SJ, Son JS, Kim JY, et al. Analysis of Joint Movements and Changes of Muscle Length During STS(sit-to-stand) at Various Sitting Heights in the Korean Elderly's daily life. J. Biomed. Eng. Res 2008;29(6): 484-92.
- Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function : a comprehensive analysis(4TH ed). FA Davis, philadelphia. 2005:355-91.

- Mak Y, Levin O, Mizrahi J, et al. Joint Torques during sit - to - stand in healthy subjects and people with parkinson's disease. *Clin Biomech.* 2003;18(3): 197-206.
- Kang MH, Kim JW, Yoon JY, et al. The effect of changes on patella height using infra-patellar strap on the EMG activity of quadriceps muscle during a squat exercise in adults with patellar baja. *Phys Ther Korea.* 2012;19(1):37-45.
- Kim DH, Park SM, Jeon DY. Kinetic and kinematic comparison of sit-to-stand movement between healthy young and elderly. *J Korean Acad Rehab Med.* 2006;30(4): 385-91.
- Kim JH, Chun KJ, Hong JS, et al. A study on evaluation of seat pan inclination during sit-to-stand for development of elderly lifting-chair. *Gerontechnology Center.* KITECH. 2010.
- Kim SY, Kwon JH. Lumbar stabilization exercises using the sling system. *The Journal of Korea Academy of Orthopedic Manual Therapy.* 2001;7(2):23-38.
- Lee GY, Yoon TL, Kim GS, et al. EMG activity of abdominal muscles during lumbopelvic stabilization exercises. *Phys Ther Korea.* 2014;21(2):1-7.
- Park S. Biomechanical analysis of the quadriceps femoris according to the knee alignment in young adults. *Doctor's Degree.* Daegu Catholic University. 2013.
- Park YH. Influence risk of falls in elders who live at home. *J of Korean Gerontological Nursing.* 2004;6(2):170-8.
- Schneider EI, Guranlink JM. The aging of America: impact on health care costs. *JAMA.* 1999;263(17):2335-40.
- Youm CH, Kim TH. Effects of induced fatigue of ankle joint muscle on the capability and recovery of postural control during single-leg stance. *Korean journal of sport biomechanics.* 2012;22(2):219-28.
- Yu YJ, Lim BO. Kinematic analysis of rising from a chair in healthy and stroke subjects. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2007;17(2):103-22.