

# 역동력학 해석을 위한 의자반력 측정 시스템 System for measurement of the chair reaction forces for inverse dynamics

\*정홍영<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 권유리<sup>1</sup>, 허재훈<sup>1</sup>, 이상기<sup>1</sup>, 박상훈<sup>1</sup>, 호예지<sup>1</sup>, 엄광문<sup>1</sup>

\*Hong-Young Jeong<sup>1</sup>, Ji-Won Kim<sup>1</sup>, Yu-Ri Kwon<sup>1</sup>, Jae-Hoon Heo<sup>1</sup>, Sang-Ki Lee<sup>1</sup>, Sang-Hoon Park<sup>1</sup>, Ye-Ji Ho<sup>1</sup>, Gwang-Moon Eom<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>건국대학교 의학공학부

Key words : force platform, chair reaction force, inverse dynamic, sit-to-stand movement

## 1. 서론

의자에서 앉은 자세로부터 일어서기 동작은 일상 생활에서 많이 행해지는 동작 중 하나로서, 보행의 전단계로서 행해지므로 독립적 생활을 유지하기 위해 필수적이다. 일어서기 동작에 대해 초기에는 속도, 변위, 관절각도 등 운동학적 해석이 수행되었고, 근래에 들어 운동역학적 해석이 진행되었다.

운동역학적 해석으로서, Yamada 등은 일어서기 동작 시 지면반력(GRF)만을 사용하여, 청년과 노인의 비교를 수행하였다[1]. 한편 Roy 등은 둔부에 가해지는 의자반력(chair reaction force)을 측정할 수 있는 시스템을 개발하고, 정상인과 편마비환자의 의자반력 및 지면반력을 비교하였으나, 역동학적 해석은 수행하지 않았다[2].

앉은 상태에서 둔부가 의자에 떨어지기 (lift-off) 전에, 상체가 굴곡함에 따라 무게중심이 전방으로 이동하고, 이 때 발생하는 힘과 모멘트가 기립동작 전반에 걸쳐 영향을 미치게 된다. 따라서, lift-off 이전의 고관절 모멘트가 기립에 중요한 역할을 할 것이 예상된다. 본 연구에서는 의자반력의 측정 시스템을 개발하고, 이를 의자에서 일어서기 동작에 적용하는 것을 목적으로 하였다. 즉, 역동학적 해석으로 얻어지는 lift-off 이전의 고관절의 모멘트가 의자반력이 고려된 경우와 그렇지 않은 경우에 어떻게 달라지는지를 분석하고자 하였다.

## 2. 연구방법

2명의 젊은 성인 (남 2명: 23±2.8yrs)이 본 연구에 참여하였다. 일어서기 동작중의 지면반력을 측정하기 위해 OR6-7 force plate 2장 (AMTI Inc., Watertown, MA)과 대퇴하부의 의자반력을 측정하

기 위해 Acusway dual top force plate (AMTI Inc., Watertown, MA)을 사용하였다. 또한 운동학적 분석을 위해 3차원 동작 분석기(Motion analysis, Santa Rosa, CA)를 사용 하였다. 모션데이터와 반력을 동기화 하였으며 샘플링 주파수는 120Hz로 하였다.

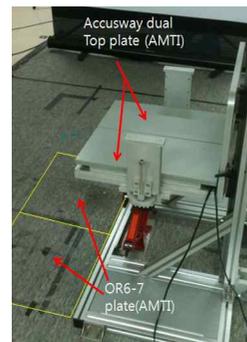


Fig.1 Measurement system of the chair reaction force during sit-to-stand movement.

Fig. 1은 측정 시스템의 구조를 나타낸다. 피험자에는 직경 9mm의 마커 29개(Helen Hayes markers set)를 부착하고 맨발로 실험을 실시하였다. 실험에 앞서 피험자는 충분한 준비운동을 실시 한 뒤 연구자의 음성 지시에 따라 피험자들의 평소 일어나는 속도로 맞게 팔짱자세로 의자에 일어났다. 피험자는 각 동작 당 3분간의 휴식을 취하였다. 모두 5번의 반복 동작을 실행 하였으며, 그 중 3번의 데이터를 사용하였다.

동일한 실험 조건을 위해서 Fig. 2와 같이 의자의 높이는 바닥에서 슬관절까지의 높이의 80% 지점으로 정의하였으며, 의자와 접촉하지 않는 대퇴부분은 전체 대퇴의 길이의 30%가 되도록 의자에 앉은 깊이를 통일

하였다. 측관절과 지면이 이루는 각은 90도로 유지하였으며, 슬관절의 각도와 고관절의 각도 역시 90도로 동일하게 하였다. 측정된 데이터 처리를 위해 6Hz의 저역통과 필터를 사용하였다.

관절모멘트 해석을 위하여 SIMM 6.0.2 프로그램 (Motion analysis, Santa Rosa, CA) 을 사용하였다. 고관절의 굴곡 구간은 고관절 굴곡 모멘트가 변하는 시점에서 대퇴가 의자에서 떨어졌을 때까지로 정의하였다.

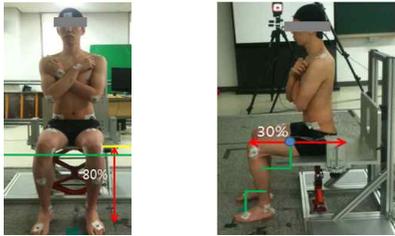


Fig.2 Starting position of the sit-to-stand movement.

### 3. 연구결과

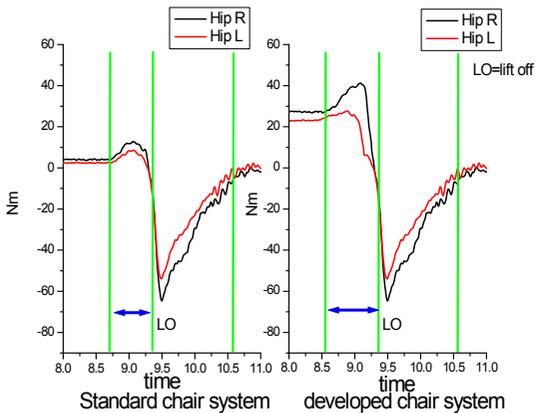


Fig. 3 The result of hip moment

Fig. 3은 일어서기 동작 시 시간에 따른 고관절의 모멘트패턴을 나타낸다. lift off (LO)이전에 고관절의 굴곡모멘트가 최대가 되고, LO 이후 신전모멘트가 발생하는 것을 볼 수가 있다. 이는 일어서기 동작 시 몸을 앞으로 굽혀 무게중심을 발 주변으로 이동시키기 위한 것으로 생각된다. 또한 일어서기 동작 시 정의된 구간에 따른 고관절 모멘트의 시간을 볼 수 있다. Fig. 4와 Fig. 5는 각각, 고관절 굴곡시간과 최대 굴곡모멘트를 나타낸다. 의자반력을 사용하지 않았을 때에 비해, 의자반력을 고려한 경우, 고관절 굴곡시간과 최대굴곡 모멘트 모두 증가하

는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는, 기립동작의 운동학 및 운동역학적 해석에 있어서 의자반력이 필요하다는 것을 나타낸다.

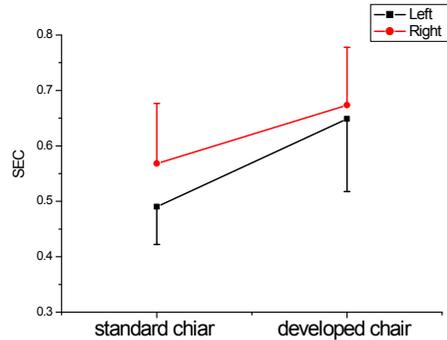


Fig.4 Time of hip flexion and lift off phase during sit-to-stand movement

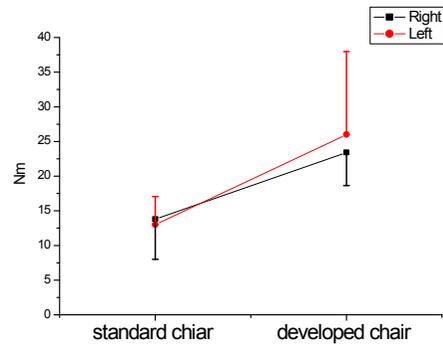


Fig.5 Max moment of hip flexion and lift off phase during sit-to-stand movement

### 후기

이 논문은 한국연구재단의 지역혁신인력양성 사업 (No.2012025502)의 지원을 받아 수행된 연구임

### 참고문헌

- [1] Yamada et al., "Relationships between ground reaction force parameters during a sit-to-stand movement and physical activity and falling risk of the elderly and a comparison of the movement characteristics between the young and elderly" Archives of Gerontology and Geriatrics, 48, 73-77, 2009.
- [2] Roy et al., "The effect of foot position and chair height on the asymmetry of vertical forces during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis" J.Clinical Biomechanics, 21, 585-593, 2006.