

# In-Wheel 모터를 이용한 기립형 이동보조기구의 생체역학적 설계

## Biomechanical Design of Stand-up and Moving Assistive Device using In-Wheel Motor

\*#장대진<sup>1</sup>, 배태수<sup>1</sup>, 김종권<sup>1</sup>, 장윤희<sup>1</sup>, 김신기<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

\*\*D. J. Jang(djjang@korec.re.kr)<sup>1</sup>, T. S. Bae<sup>1</sup>, J. K. Kim<sup>1</sup>, Y. H. Chang<sup>1</sup>, S. K. Kim<sup>1</sup>, M. S. Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>근로복지공단 재활공학연구소

Key words : In-wheel motor, Stand-up and moving Assistive Device, SCI patients

### 1. 서론

노약자 및 척수마비(SCI) 장애인들은 오랜 휠체어 생활로 인하여 골다공증 및 근골격계 약화, 욕창 같은 질환에 걸리기 쉽다. 노약자 및 지체장애인들을 기립시킴으로서 여러 질병을 예방할 수 있고 그들의 삶의 질을 향상시켜줄 수 있다[1]. 또한 노약자 및 장애인들의 일상생활활동(Activities in Daily Life)을 증대시켜주기 위해서는 기립뿐만 아니라 이동성도 확보해줌으로써 제한적 활동에서 벗어나서 보다 나은 일상생활이 가능하게 된다.

노약자 및 장애인들을 기립시켜줄 수 있는 방법으로는 스탠드업 휠체어, 경사기립테이블, 기타 보조기구 등을 이용하는 방법이 있다. 스탠드업 휠체어는 기립이 가능한 휠체어로서 기립시 전도방지를 위하여 바닥을 고정하기 때문에 이동에 제약이 있으며 경사기립테이블은 환자를 눕힌 상태에서 테이블 경사를 조절하여 기립시킬 수 있는 장치며 척추손상, 뇌졸중과 외상성 뇌손상, 기립성 저혈압 치료목적으로 사용된다.

기타 보조기구로는 EasyStand사의 기립형 보조기가 있으며 탑승자 앞뒤 휠이 넓은 간격으로 위치하고 있어서 탑승자를 안정적으로 기립시켜줄 수 있으며 약간의 이동을 허용하지만 자유롭게 이동할 수 없다[2].

이와같이 노약자 및 장애인을 위한 기존의 기립형 보조기구는 일상생활에서 기립과 이동성을 분리시킴으로 인해 활동에 많은 제약이 초래되었다.

본 연구에서는 노약자 및 장애인의 일상생활활동을 위한 이동과 기립이 가능하며 실내에서도 사용에 불편함이 없이 이동이 가능한 이동보조기구를 제작하기 위해 인체공학설계 프로그램을 이

용하여 착석 및 기립시 상하체 고정부위 등에 대한 생체역학적 설계를 통해 기구 작동시 팔걸이, 의자 폭과 높이 등에 따른 신체부위의 불편도를 조사하여 설계에 반영하고자 한다.

### 2. 기립 메커니즘 시스템

기립형 이동보조기구를 설계하기 위해서 평행사변형의 4-bar 링크구조를 적용하였다. 그림 1에서와 같이 4-bar의 링크 A, C의 길이가 같고 B, D의 길이가 같기 때문에 직진운동모터(Linear motor)에 의해서 링크 B가 회전하면 링크 B의 각도와 상관없이 링크 C의 각도는 항상 일정하게 되고 링크 C와 일체구조인 링크 C'의 각도도 일정하게 되어 기립시 등받이의 각도를 항상 일정하게 유지할 수 있다. 4-bar 링크구조와 함께 좁은 실내공간에서 기립시에 작은 회전반경으로 편리하게 이동할 수 있도록 추가링크를 이용해서 4-bar 링크부와 연동하여 기립시 In-wheel 모터축이 전방으로 이동하도록 설계하였다.

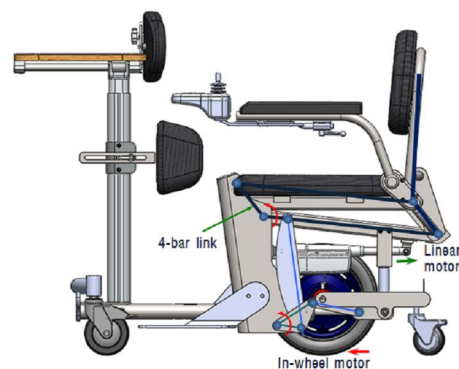


Fig. 1 4-bar link mechanism for standing up

링크 B와 링크 E, F가 별도의 4-bar 링크부를 구성하고 있고 링크 G가 병진운동하는 In-wheel 모터축과 연결되어 있어서 기립시 링크 B가 회전하게되고 링크 B와 연결된 링크 E가 따라서 뒷방향으로 이동하여 링크 F가 시계방향으로 회전하게 되면 링크 G에 연결된 In-wheel 모터축이 전방으로 이동하게 된다.

기립시 In-wheel 모터축은 전방으로 약 170mm 이동하여 탑승자의 체중심 근방으로 오게되고 이동시 최소한의 회전반경을 갖도록 하였다. 그림 2는 착석에서 기립시 후방에 있는 In-wheel 모터축이 전방으로 이동하는 과정을 나타내고 있다.



Fig. 2 Moving process from seating to standing of in-wheel motor axle by links connected 4-bar link mechanism

이동보조기구는 기립 및 이동시에 탑승자의 안전성 확보가 우선되어야 하고 이에 대한 구조적 안전성 검증이 요구되어 정적구조해석을 실시하였으며 기립시 사용되는 모터를 선정하기 위해서 모터 부하해석을 실시하였다.

### 3. 이동보조기구의 생체역학적 설계

실내 주요 구조물을 조사하여 이동보조기구의 베이스 플랫폼의 사이즈를 결정하였으며 시트부 및 발 고정부의 높이와 무릎 쿠션의 크기를 결정하기 위해 사이즈 코리아 데이터를 이용하여 성인 20~70세 남녀가 사용이 가능하도록 설계하였다.

노약자 및 장애인이 이동보조기구에 탑승하여 사용시 팔걸이 및 무릎 쿠션의 무릎간 거리, 발받이 높이 등 주요 신체 접촉부와의 불편함을 최소화하기 위해서 인체공학설계 프로그램인 RAMSIS를 이용하여 한국인 5~95 percentile의 체형에 대한 자료를 이용하여 착석 및 기립시 상하체 고정부위 등에서의 불편도를 모의실험하여 설계시 반영하였다. 그림 3은 RAMSIS 프로그램을 이용하여 착석과 기립시 주요 신체접촉점에서의 불편도를 분석하기 위한 모델을 나타낸 것이다.

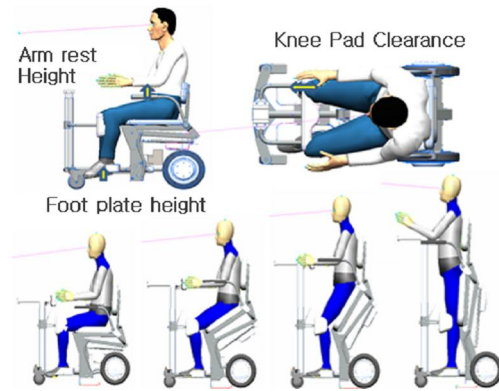


Fig. 3 Anthropometric analysis model using RAMSIS program

### 4. 결론

척수마비환자를 기립상태에서 이동시키기 위해서는 구조적 안정성이 확보되어야하며 전도방지 대책이 수립되어야 한다. 정적 전도방지해석을 통하여 베이스 플랫폼 설계 및 탑승자를 고려한 무게중심의 최적설계가 이루어져야 하며 기립상태에서 이동시 전도 방지가 가능한 최대 모터 구동 속도 및 장애물과의 충돌에 의한 전도 가능성에 대해서 충돌방지시스템 구축이 요구된다[3].

### 후기

본 연구는 보건복지부의 2011 보건의료연구개발사업 (과제번호 : A111090)의 일환으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Alekna, V., Tamulaitiene, M., Sinevicius, T. and Juocevicius, A., "Effect of weight-bearing activities on bone mineral density in spinal cord injured patients during the period of the first two year," *Spinal Cord*, **46**, 727-732, 2008.
2. Gear, A. J., Suber, F., Neal, J. G., Nguyen, W. D. and Edlich, R. F., "New assistive technology for passive standing," *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, **20**, 164-169, 1999.
3. Papadopoulos, B. G. and Rey, D. A., "A New measure of tipover stability margin for mobile manipulators." *Proceedings of the 1996 International Conference on Robotics and Automation*, **4**, 3111-3116, 1996.