

지체장애아용 기립보조기의 구조적 안정성 분석 Structural Stability Analysis of the Standing Support for Physically Handicapped Children

*서정희¹, 전성철¹, 임희철¹, #정덕영¹

*J. H. Seo¹, S. C. Jun¹, H. C. Lim¹, #D. Y. Jung(jung@spic.or.kr)¹

¹고령친화산업지원센터

Key words : Standing Support, Physically Handicapped Children, Structural Stability, Finite Element Analysis

1. 서론

기립보조기는 거동이 불편한 지체장애아의 일상생활이나 교육에서 중요한 보조수단으로 기립자세 훈련과 기립상태에서의 아동교육에 주로 사용된다^[1]. 또한, 기립보조기는 기립형 휠체어와 기립보조기(prone & supine stander)로 구분할 수 있으며, 치료와 교육의 동시 수행을 위해 기립보조기가 더 선호되고 있다^[1,2].

국내의 병원 및 교육기관에서 사용하고 있는 기립보조기는 보호자가 수동으로 기립의 각도를 조절하는 제품이 주를 이루고 있다. 특히, 제작비 절감을 위해 목재 및 중량의 금속소재로 제작되고, 이러한 기립보조기는 장애아 및 보호자의 사용에 있어 안전성과 편의성에 대한 문제를 야기 시킨다고 보고되고 있다. 또한 기존 제품의 기계적인 디자인으로 인해 장애아의 심미성에도 문제를 유발하는 것으로 알려져 있다.

따라서, 본 연구에서는 지체장애아의 신체적 및 정신적 특성이 반영되고, 사용자의 편의성과 안정성을 높인 전동식 기립보조기를 개발 하고, 유한요소해석을 통해 기립보조기의 구조적 안정성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 기립보조기 디자인 개발

두 종류의 기립보조기 형식 중 전동방식의 Prone stander type 기립보조기에 대한 디자인을 개발하였다. 기존 제품의 문제점으로 지적된 편의성, 안전성 및 심미성의 문제를 해결하기

위해 기능성 소재의 적용을 통한 기립보조기의 경량화와 전동식 기립동작 및 곡선을 이용한 기립보조기를 디자인 하였다(Fig. 1).



Fig. 1 Design of the standing support

2.2. 구조적 안정성 분석

설계된 3 차원 기립보조기를 바탕으로 각 구성 요소별 유한요소 모델로 재구현하고, 각 모델의 결합하여, 전체 유한요소 기립보조기의 모델을 구축하였다. 각 구성요소품의 소재와 동일한 물성치를 적용 하고, 구성요소 간의 연결 상태는 접촉조건을 사용하였다(Table 1)^[3].

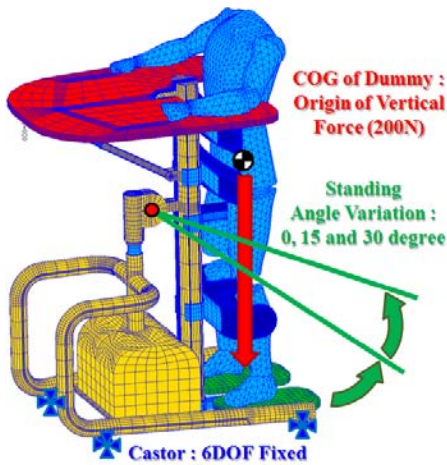
실제 기립보조기의 사용과 동일한 상황을 구현하기 위해 구축된 기립보조기 유한요소 모델의 치수에 적합한 인체더미(130cm, 20kg) 유한요소 모델을 위치하였다^[4].

하중조건은 더미의 몸무게에 의한 중력 방향의 수직하중을 더미의 무게중심에 부여 하였다. 경계조건으로는 바퀴부 하단을 6 방향 모두 구속하였다. 0, 15, 30 도의 기립각도 변화에 따른 기립보조기의 구조적 안정성에 대한 유한요소 해석을 실시하였다(Fig. 2).

Table 1 Material properties and contact conditions of finite element models of the standing support

Components Name	Material Name	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ratio
Table	Acryl	1.4	0.35
Frame	Aluminium	69	0.3
Metal Part	Stainless Steel	14	0.3
Cushion	PU Foam	2	0.45
Foot-Support	PE Plastic	5	0.3

Components Connection	Contact Conditions	Friction of Coefficient
Frame – Castor	Tied	-
Actuator – Post – Table	Hinge	0.15



Dummy – Standing Support General 0.3

Fig. 2 Finite Element Model of Standing Support with Human Dummy

3. 결과

기립각도의 변화에 따른 인체더미의 수직하중에 의한 전체 기립보조기의 유한요소 해석 결과, 각 구성 요소들은 각각 소재의 항복강도의 7% 미만의 max. von mises 응력의 경향을 보였으며, 각도조절을 위한 조인트 부분에서 최대응력이 확인되었다(Fig. 3).

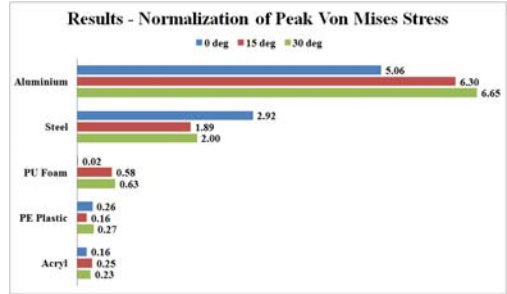


Fig. 3 Results of Normalization of PVMS

4. 토의 및 결론

기립각도는 지체장애아의 하중을 지지하고 유지하는데 있어 안전성을 결정짓는 중요한 설계 요소이다. 본 연구결과 기립각도에 따른 각 소재의 최대응력은 항복응력보다 매우 낮아 새로운 디자인에 따른 구성 요소들의 변형은 발생하지 않을 것으로 판단 된다.

본 결과를 바탕으로 새로운 디자인의 기립보조기에 대한 정적인(static) 안전성은 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 알루미늄을 사용함에 있어 파손(fracture) 등의 문제점들을 극복할 수 있을 것으로 판단된다. 추후 동적인(dynamic) 안전성 평가를 통하여, 구조적 안전성을 재평가할 예정이다.

후기

본 연구는 국립재활원의 재활연구개발용역 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김은영 외, “중증장애 학생의 이동성 촉진을 위한 M.O.V.E 프로그램의 번안과 적용 연구”, 한국복지재단 직원연구논문, 2005.
2. 배주환 외, “고령자 및 장애인을 위한 기립보조자의 설계”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2010.
3. Online Material Property Data, MatWeb, <http://www.matweb.com>.
4. 6 차 한국인 인체치수 직접측정 조사사업 보고서, 기술표준원, 2011