

심폐기능 허약자의 보행보조기법 연구

Research of the power-assistive walking of cardiopulmonary diseases

*#강성재¹, 류제청¹, 김규석¹, 문무성¹, 서수원², 김진국²

*S. J. Kang(kang@korec.re.kr)¹, J. C. Ryu¹, G.S. Kim, M. S. Mun¹, S. W. Seo², J.G. Kim²

¹ 재할공학연구소, ² 삼성서울병원

Key words : rehabilitation, disabled, gait, pulmonary disease

1. 서론

심폐수술환자의 경우 보통 수술 후 중환자실에서 회복할 때 까지 침대에 누워서 지내게 되는데, 이러한 활동 중지는 환자의 폐기능을 저하시켜서 수술 후 예후를 나쁘게 하고 심각한 폐장애를 초래하기도 하지만 환자가 무리한 운동으로 악화되는 것을 방지하기 위하여 누워서 지내게 한다. 그러나 환자의 몸에 가해지는 운동부하를 측정해서 이에 따라 운동 강도나 지속여부를 결정해서 적절한 운동부하를 줄 수 있다면, 이는 환자의 예후에 지대한 도움을 줄 것으로 예상된다.

국내외 적으로 운동기능장애자 및 노약자를 위한 보조 장치는 개발된 것이 있는데, 이러한 보조 장치는 심폐수술 환자의 회복을 용이하게 하여 수술 예후를 개선하는 목적에도 사용 할 수 있다는 장점이 있다.

보행을 보조하기 위해 개발된 고관절 제어형 동력보행보조기는 모터, 공압식, 유압식 액츄에이터를 이용하여 고관절의 신전/굴곡을 보조하는 연구가 진행되어왔다[1,2]. Ruthenberg[3] 등은 고관절의 DC 모터를 제어하여 굴곡 및 신전을 제어하였고, 이를 4절 링크와 CAM 구조를 사용하여 슬관절의 보행을 발생시켰다. 많은 연구에서 동력보행보조 시스템을 개선하고 생체신호를 이용한 동력보행보조기[4]를 개발하였으나, 기존의 연구는 대부분 마비환자 또는 거동이 불편한 노약자를 대상으로 진행되어 왔기 때문에, 큰 동력이 필요하고, 시스템이 무거웠다. 심폐기능이 저하된 환자군은 근골격계의 문제가 아닌 산소부족으로 인한 이동이 불가능하기 때문에, 시스템의 무게는 큰 제약 조건이 된다. 따라서 심폐기능저하 환자의 보행을 보조하기 위해서는 정상성인이 시스템을 착용하고 보행에너지가 감소해야 효과가 있다. 본 연구에서는 심폐기능 저하 환자를 위한 보행보조장치를 개발하기위하여 정상성인에게 동력보조를 통한 보행보조가 에너지 소모도에 미치는 영향을 분석하고, 효과적인 에너지소모를 경감시키는 제어방식을 제안하고자한다.

2. 실험방법

2.1 보행보조기

심폐기능 허약자의 보행을 위하여 고안된 장치로서, 체간을 고정하는 부분과 대퇴를 고정하는 보조기로 구성되며, 고관절에 모터가 부착되어 있어 보행시 고관절 굴곡 및 신전을 보조한다(그림1).

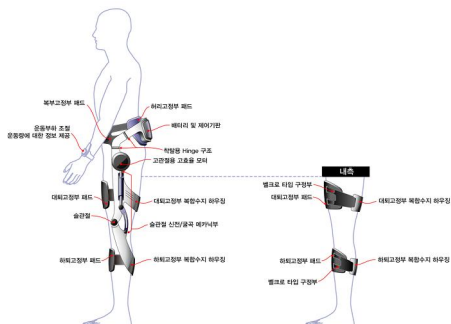


그림 1. 심폐기능 허약자 보행보조장치 개념도

2.2 제어 알고리즘

보행단계를 검출하기 위해 사용되는 센서는 족저압센서와 각도센서 그리고 근전도 센서를 사용하였다. 족저압 센서는 입각기와 유각기를 검출하고, 각도센서는 고관절각도, 근전도 센서는 고관절 굴곡을 위한 모터의 제어 시점으로 사용하였다(그림2).

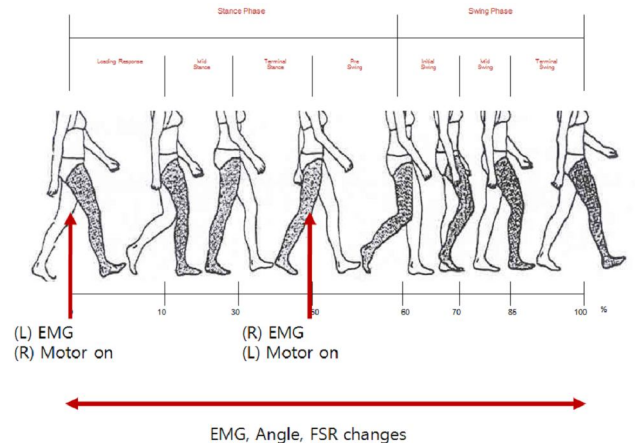


그림 2. 심폐기능 허약자 보행보조장치 제어

2.3 에너지 소모도 분석

실험에 참여한 피검자는 20대 성인 2명을 대상으로 하였다. 피검자들의 평균 나이, 키, 몸무게는 각각 33.25; 11.5세, 170; 1.7 cm, 60.5; 7.5kg 이었다. 실험 조건은 고관절에 부착된 모터를 제어할 때와 제어하지 않을 때의 보행시 에너지 소모도를 비교하였다. 또한 착용한 시스템의 무게가 보행시 미치는 영향을 비교하기 위해 정상보행과 보조기를 다른 구속조건 없이 착용하고 에너지 소모도를 비교하였다(그림3). 보행 분석에 필요한 인체 계측학적(anthropometric) 데이터로 각 피검자에 대해 좌우측 다리의 길이와 무릎의 길이, 발목의 길이, 어깨, 팔꿈치, 팔뚝, 손의 두께를 측정하였다.

보행보조를 에너지 소모도를 측정하기 위하여 각 피검자는 호흡가스 분석기(K4, KOSMED, Italy)를 착용하고 3분간 트레드밀 위를 운동하였다.



Side

Front

그림 3. 에너지 소모도 비교 실험

호흡가스 분석기는 그림4와 같이 터빈이 부착된 마스크와, 가스분석기, 배터리로 구성되어 있다[5]. 실험 시작 전 각 피검자는 호흡가스 분석기를 착용하고 익숙해지도록 훈련하였으며 심박수와 VO2 가 안정 상태가 된 후부터 측정하였다.



그림 4. 호흡가스 분석기

3. 결과

3.1 심박수 변화 비교

그림5는 보행시 4가지 조건에 따른 심박수 차이를 보여준다. 정상 보행시 74bpm의 심박수였으며 보행보조시스템을 착용하고 75bpm이 되었다. 모터를 이용하여 보행을 보조하는 경우 보행속도가 0.5km/h 일때 심박수는 71bpm 이며, 1.5km/h 일때 심박수는 74bpm 이었다. 모터의 전원을 제거하고 무부하상태에서 보행속도가 0.5km/h 일 때 심박수는 72bpm 이며, 1.5km/h 일 때 심박수는 77bpm 이었다.

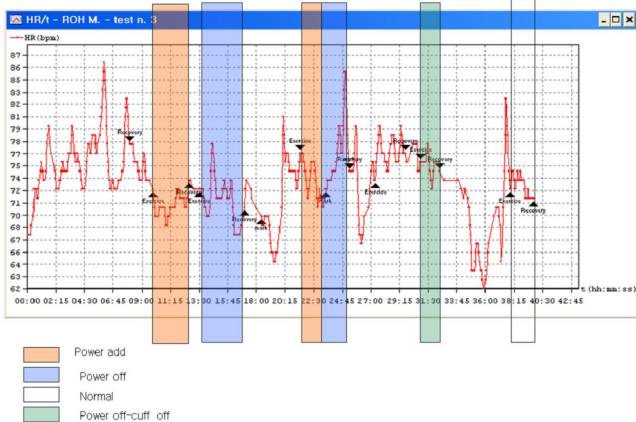


그림 5. 심박수 변화

3.2 에너지 소모도 비교

그림6은 보행시 4가지 조건에 따른 산소 소모도 차이이다. 정상 보행시 4.2ml/min/kg의 산소를 소모하였으며, 보행보조시스템을 착용하고는 5.34ml/min/kg이 되었다. 모터를 이용하여 보행을 보조하는 경우 보행속도가 0.5km/h 일때 산소 소모도는 3.44ml/min/kg 이며, 1.5km/h 일 때 산소 소모도는 4.58ml/min/kg 이었다. 모터의 전원을 제거하고 무부하상태에서 보행속도가 0.5km/h 일 때 산소 소모도는 3.06ml/min/kg 이며, 1.5km/h 일때 산소 소모도는 5.72ml/min/kg 이었다.

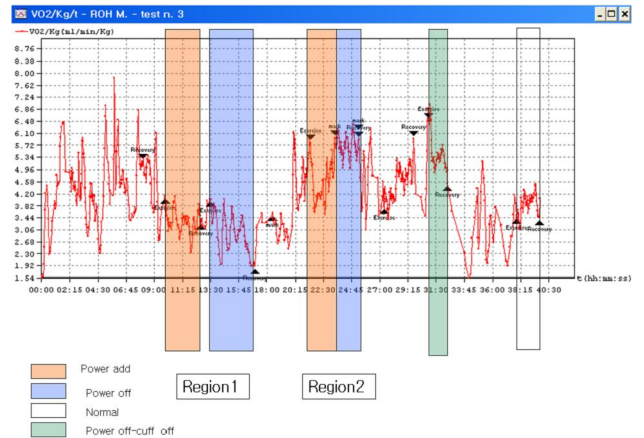


그림6. 산소소모도 변화

4. 결론

실험결과 보행 보조 장치의 무게는 심박수에 큰 영향을 주지 않으나, 산소소모도는 증가되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 심폐기능 허약자의 보행보조장치는 체간 및 대퇴를 고정하는 보조기 및 모터의 무게를 최소화 시켜야한다. 모터를 이용한 보행보조는 심박수 및 산소소모도를 감소시킨다. 모터를 이용할 경우 심박수는 정상보행에 비하여 감소하며 보행속도에 영향을 받지 않는다. 하지만 보행속도가 증가하면 산소소모도는 증가한다.

	Power Add(0.5km/h)	Power Add(1.5km/h)	Power off(0.5 km/h)	Power off(1.5 km/h)	Cuff Off	Normal
HR	71	74	72	77	75	74
% Normal	95.9%	100.0%	97.3%	104.1%	101.4%	100.0 %
VO2	3.44	4.58	3.06	5.72	5.34	4.2
% Normal	81.9%	109.0%	72.9 %	136.2%	127.1%	100.0 %

후기

본 논문은 보건복지가족부 보건의료연구개발사업(과제번호:A091255)의 지원으로 이루어 졌습니다.

참고문헌

- 1.R. Kobetic, R.J. Triolo, and E. B. Marsolais, ; Muscle selection and walking performance of multichannel FES systems for ambulation in paraplegia,; IEEE Trans Rehab Eng, vol. 5, no. 1, pp. 23-29, 1997.
- 2.E. B. Marsolais, G. Polando, HR. Lehneis, and S. Tashman, ; Der gang von paraplegikern mit dem hybrid system aus FNS/orthesen Paraplegic walking with hybrid FNS/Orthotic system,; Orthopadie Technik, vol. 49, pp. 372-376, 1998.
- 3.R. M. Ruthenberg, A. W. Neil, E. B. John, ; An experimental device for investigating the force and power equirements of a powered gait orthosis.,; J. of Rehabilitation, vol. 34, no. 2, pp. 203-213, 1997.
4. 강성재, 류제청, 문인혁, 유제욱, 문무성, ; 근전도를 이용한 동력 보행보조기의 보행 제어, ; 한국정밀공학회 추계 학술대회, 부산, 2004.4.23
5. Crandall C., Taylor S., Raven P. "Evaluation of the Cosmed K2 portable telemetric oxygen uptake analyser.", Med Sci Sports Exercise, Vol. 26, No. 1, pp 108-111, 1994