

손가락 근력 측정 장치

Finger Muscular Force Measurement System

*이정태, #송한욱, 박연규, 이호영

*J. T. Lee (jtleee@kriss.re.kr), #H. W. Song(hanugi16@kriss.re.kr), Y. K. Park, H. O. Lee
한국표준과학연구원 기반표준부 역학센터

Key words : Finger, Muscular force, Bending, Picking

1. 서론

손목 절단 장애인을 위해서 다양한 형태의 의수가 활용되고 있다. 그러나, 기존의 대부분의 의수는 인간 손의 외형적인 모사만을 수행하는 것이 대부분이었으며, 손가락 기능과 같은 기능적인 부분은 극히 일부분으로 제한되었다. 그러나, 인간형 로봇에 대한 기술 개발과 더불어 복잡한 기능을 갖는 인공 손의 개발이 활발히 진행되고 있고, 이의 파생 효과로서 인간 손의 복잡한 기능을 모사할 수 있는 지능형 의수에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재까지의 지능형 의수 연구는 주로 기구학적 관점에서 진행되어 왔으나, 인간 손의 보다 정확한 기능 대체를 위해서는 인간 손의 역학적인 특성을 반영한 연구가 필요 하며 최근 들어 이에 대한 연구가 시작되고 있다. 동적 작업 상황에서 힘 사용에 따른 부하를 정량적으로 측정하기 위해 FSA(Force Sensitive Application) 시스템이 사용되고 있으나, 이 시스템의 측정 성능에 대한 이해가 부족한 실정이다.

손의 악력을 측정하는 장비인 NK dynamometer (NK Bio Technical Co.), Lafayette hand dynamometer(Lafayette Instrument), Jamar hydraulic hand dynamometer(Sammons Preston) 등은 다양한 형태의 작업 대상물에 작용하는 동적 손 힘 측정시 적용 한계가 있다. 이러한 기존 악력 측정 장비의 단점을 보완하기 위해 개발된 FSA 시스템은 손동작을 방해하지 않으며 다양한 형태의 작업 대상물을 취급하는 수작업 분석에 적용할 수 있는 장점이 있으나, 측정 성능에 대한 객관적 평가정보가 부족한 실정이다. 이를 위한 사전 단계로서 인간 손의 역학적인 특성, 즉 손가락의 근력, 악력 등에 대한 기준이 먼저 확립되어야 한다. 본 논문은 그 중 인간 손가락의 근력 측정에 관하여 다루고 있다. 손가락 근력을 측정하기 위한 방법 및 기준, 그리고 실제 측정결과에 대해 기술할 것이다.

2. 실험장비 제작 및 교정

2.1 실험장비 제작

본 연구에서는 한국인의 손가락 근력의 힘을 측정하기 위하여 두가지 형태의 손가락 근력 측정 장비를 제작하였다.

<그림 1-(a)>에 나와있는 장비1의 경우, 손가락 중의 하나인 검지를 구부릴 때 발생하는 힘을 측정하기 위한 장비로써 100 N의 용량을 가지는 strain gauge식 힘측정기를 제작하였다. 제작된 힘측정기의 경우, 4개의 strain gauge를 이용한 full bridge 형식이며 정격출력은 2.0 mV/V 이다.

<그림 1-(b)>에 나타나있는 장비 2의 경우, 엄지와 검지의 두 손가락을 이용하여 집는 힘을 측정하기 위한 것으로써 500 N의 용량을 가지는 strain gauge식 힘측정기를 제작하였다. 제작된 힘측정기의 경우, 4개의 스트레인게이지를 이용한 full bridge 형식이며 정격출력은 0.9 mV/V 이다. 각각의 손가락

근력 측정 장비에 대하여 측정된 데이터는 인디케이터 (CTI-1100A모델)를 통해 수집되었다.



그림 1-(a) 손가락 구부림 근력 측정 장비



그림 1-(b) 손가락 집는 근력 측정 장비

2.2 실험장비 교정

제작된 두 가지 형태의 힘측정기의 경우, 그림 2와 같이 표준분동을 이용하여 교정을 하였다. <그림 2-(a)> 장비의 경우 20, 30, 40, 50, 60 N 분동을 매달아 교정을 하였으며, 손가락 구부림 근력 측정 장비의 상대확장불확도는 0.6 % 이내이었다.

<그림 2-(b)> 장비의 경우 20, 40, 60, 80, 100 N 분동을 매달아 교정하였으며, 손가락 집는 근력 측정 장비의 상대확장불확도는 0.5 % 이내이었다.



그림 2-(a) 손가락 구부림 근력 측정 장비의 교정



그림 2-(b) 손가락 집는 근력 측정 장비의 교정

각각의 손가락 근력 측정 장비는 ‘전기식 힘측정기의 표준 교정 절차(Standard Calibration Procedure of Electric Force Measuring Devices)’⁶에 의거 압축 교정되었고 표준으로 사용된 실하중 방식 교정기의 상대확장불확도(Relative Expanded Uncertainty)는 0.005 % (신뢰수준 약 95 %, k=2) 이내 이었다. 이를 이용하여 계산된 각각의 측정 장비에 대한 상대확장불확도 데이터는 표 1과 같다.

(a) 손가락 구부림 근력			(b) 손가락 집는 근력		
실하중 (N)	상대확장 불확도 (W _i ,%)	불확도를 힘으로 (N)	실하중 (N)	상대확장 불확도 (W _i ,%)	불확도를 힘으로 (N)
0	0	0	0	0	0
20	0.581	0.115	20	0.415	0.082
30	0.387	0.114	40	0.165	0.065
40	0.263	0.103	60	0.098	0.058
50	0.166	0.081	80	0.083	0.065
60	0.239	0.141	100	0.059	0.058

표 1. 상대확장불확도 데이터 (a)장비1, (b)장비

3. 연구결과 및 분석

손가락 근력의 측정에 앞서 제작된 장비의 재현성을 시험하기 위하여 동일인을 대상으로 오른손의 검지의 구부림 근력과 엄지와 검지를 이용한 집는 근력을 10회 반복 측정하였다.

측정방법은 구부림 근력의 경우, 오른손 검지를 <그림 3-(a)>에 나타나 있는 측정 장비에 검지 손가락을 삽입부 두 번째 마디까지 삽입한 후 오른손 검지를 구부려서 발생하는 최대힘을 측정하였고, 집는 근력의 경우, 오른손 엄지와 검지를 이용하여 <그림 3-(b)>에 나타나 있는 측정 장비의 센서부를 집었을 경우 발생하는 최대힘을 측정하였으며 표 2에 측정결과를 나타내었다.

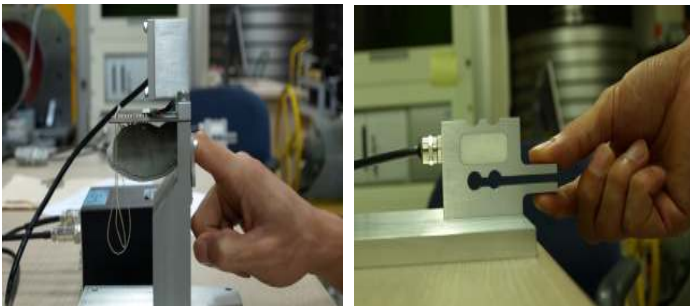


그림 3-(a) 장비의 재현성 검증

그림 3-(b) 장비의 재현성 검증

표 2. 10회 측정에 따른 반복도 불확도

구 분	측정 횟수										반복도 불확도 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
측정힘 (N)											
구부림 힘	30.4	33.3	30.4	32.9	32.6	31.4	33.1	30.2	30.7	31.0	4.8
집는힘	69.9	64.2	66.0	64.9	65.5	63.4	61.9	68.8	67.5	64.9	4.6

4. 결 론

본 연구에서는 strain gauge식 힘측정기를 이용하여 인간의 손가락에 관련된 근력을 측정하는 연구를 수행하였다. 특히 오른손 검지의 구부림 근력과 엄지와 검지를 이용하여 집는 근력에 대한 측정을 행하였다. 제작된 힘 측정장비의 경우 각각의 근력에 대해 5% 이내의 반복도 불확도를 나타내었다.

향후 인간의 보다 정밀한 손가락 근력을 측정하기 위해 장비를 보완하고 더 많은 실험과 모집단을 통해 한국인의 손가락 근력 중 구부림 근력과 집는 근력에 대한 표준치를 구할 수 있으리라고 예상하고 이를 바탕으로 인간공학적인 의수 개발에 기준모델이 될 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 산업자원부의 차세대 신기술 개발사업의 “오감형 진단시스템 개발(과제번호 10028423)” 과제의 지원에 의해 수행되었다.

참고문헌

- Bernstein, N. A., On the Construction of Movements, Medgiz: M, 1947
- Bernstein, N. A., The Coordination and Regulation of Movements, Pergamon Press: Oxford, 1967.
- Buchholz, B., Armstrong, T. J. and Goldstein, S. A., “Anthropometric Data for Describing the Kinematics of the Human Hand”, Ergonomics 35(3), pp.261-273, 1992.
- Jung K.H., You H.C and Kwon O.C, “Evaluation of the FSA Hand Force Measurement System”, Journal of the Ergonomics Society of Korea 24(2), pp.45-49, 2005
- Kim Y.H, Kim S.Y., Kim K.S. and Kwon Y.H., “A study on Multiple Relationship between Finger Force and Neural Command”, Journal of the Ergonomics Society of Korea 25(1), pp.35-41, 2006
- KRISS, Standard Calibration Procedure of Electric Force Measuring Devices (c-07-1-0040-2002), KRISS