

인체상지 운동시의 관절구동 근육토크의 실험적 고찰 Experimental Study on the Joint torque of Human Upper Limb

*#김두형¹, 박경택¹, 정광조¹, 이성휘¹

*#D. H. Kim(kdh649@kimm.re.kr)¹, K.T.Park¹, G.J.Chung¹, S.H.Lee¹

¹한국기계연구원 로봇메카트로닉스연구실

Key words : Upper limb, Joint torque, Muscle, Shoulder, Elbow

1. 서론

제조용 및 서비스용 로봇을 개발함에 있어서 인체상지를 모방한 로봇팔 등이 개발되고 있다. 로봇팔 설계의 실무에 있어서 인체상지의 관절토크를 참조하고자 하여도 관련문헌이 드물 뿐만 아니라, 문헌에 실린 data 들도 힘을 측정한 data나 근전도 측정 data 등으로서 관절토크 data는 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 토크센서를 이용하여 직접 관절토크를 측정하여 로봇팔의 개발에 사용할 수 있도록 한다. 한편 본 연구에서의 관절토크는 임상운동학에서 말하는 등척성 토크임을 전제해 두며, 향후 시스템화 된 장비에 의해 보다 일반적이고 신뢰성있는 관절토크의 측정을 기대해 본다.

2. 실험방법

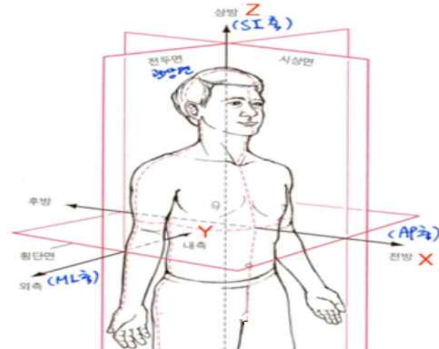
본 연구에서는 20대부터 50대 까지의 10여명의 남성들로부터 각 측정항목별 5set에서 10set의 data를 측정하였다. 측정항목은 상지의 기본 6개 운동, 즉 위팔(상완)의 모음(adduction)과 벌림(abduction), 폼(extension)과 굽힘(flection), 안쪽돌림(medial rotation)과 가쪽돌림(lateral rotation), 수평벌림(horizontal extension)과 수평모음(horizontal flection) 및 아래팔(하완)의 폼(elbow extension)과 굽힘(elbow flection), 옆침(pronation)과 뒤침(supination)이다.

측정 sensor로는 GSE 사의 model 215 토크센서(최대토크;100 lb-ft, 1,380 kgf-cm, 분해능 0.25%/FS)를 사용하였다.

구체적인 실험방법은 실험결과 부분에서 각 측정항목에서 기술한다.

3. 실험 제반사항

인체의 운동을 기술함에 있어서는 기계공학에서 흔히 사용되는 기준좌표계가 인체에는 명확히 정의되어 있지 않아 관련 서적마다 다르고, 해당 좌표계에 따른 관절의 운동범위가 기재되어 있어 혼란을 가중시키고 있다. 본 연구에서는 일반적으로 기계공학의 측면(예로서 공작기계)에 따른 인체 운동의 직각좌표계를 다음 <그림1>과 같이 설정하고, 이에 따른 관절의 운동범위(ROM)을 다음 <표1>에 정리한다.



전후축(Anterior-Posterior); x축(앞쪽 +)
내외축(Medial-Lateral); y축(왼쪽 +)
상하축(Superior-Inferior); z축(위쪽 +)
Fig.1 Cartesian coordinate for joint motion

Table 4 Description of joint motion

구분	운동 항목	운동 범위 (ROM, 도) (오른팔)
위팔	모음(adduction)과 벌림(abduction)	0 ~ -120
	폼(extension)과 굽힘(flection)	+40 ~ -100
	안쪽돌림(medial rotation)과 가쪽돌림(lateral rotation)	+90 ~ -50
	수평벌림(horizontal extension)과 수평모음(horizontal flection)	-30 ~ 120
아래팔	폼(elbow extension)과 굽힘(elbow flection)	0 ~ -145
	옆침(pronation)과 뒤침(supination)	-75 ~ 85

4. 실험결과

실험방법에서 언급한 관절운동의 각 항목에 대해서 실험결과를 설명한다.

1) 위팔(상완)의 모음/벌림과 펴/굽힘

아래 그림2와 같이 모음/벌림은 자세로 팔을 벌린 상태(-120도)에서, 30도 간격으로 팔을 모았다가 다시 벌리면서 측정하였다. 펴/굽힘은 팔을 -90도 굽혀 올린 상태에서, 30도 간격으로 내리면서 +30도 까지 측정하고, 다시 올리면서 측정하였다.

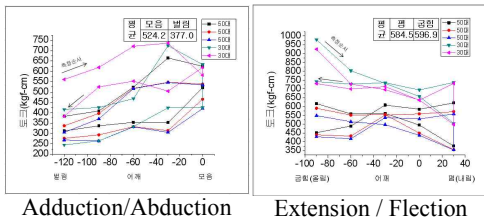


Fig. 2 Muscle torques of shoulder-1

3) 위팔의 안쪽돌림/가쪽돌림과 수평벌림/수평모음

아래 그림3과 같이 안쪽돌림/가쪽돌림은 아래 팔을 90도 굽혀 올린 상태에서, 몸 바깥쪽 -45도에서 시작하여 +60도 까지 측정하고, 다시 바깥쪽으로 돌리면서 측정하였다.

수평벌림/수평모음은 위팔을 옆으로 편 상태에서 시작하여 30도 간격으로 안쪽으로 모으면서 +90도 까지 측정하고, 다시 바깥쪽으로 벌리면서 측정하였다. 운동범위(ROM)은 -30도 ~ 120도이나 편의상 0 ~ 90도 구간을 측정하였다.

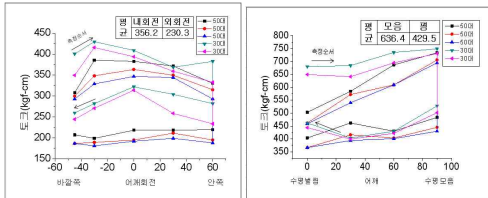


Fig. 3 Muscle torques of shoulder-2

5) 아래팔(하완)의 펴/굽힘과 옆침/뒤침

아래 그림4와 같이 펴/굽힘은 아래팔을 굽힌 -145도에서 시작하여 30도 간격으로 펴면서 0도 까지 측정하고, 다시 굽히면서 측정하였다. 운동범위(ROM)인 -145도 ~ 0도 구간을 측정하였다.

옆침/뒤침은 아래팔을 90도 굽힌 상태에서 측정봉을 잡고 -75도의 옆침 자세에서 시작하여 30도 간격으로 뒤치면서 85도 까지 측정하고, 다시 옆치면서 측정하였다. 운동범위(ROM)인 -75도 ~ 85도 구간을 측정하였으나 일부 구간에서는 그림 13과 같이 0값(힘을 줄 수 없음)이 측정되었다.

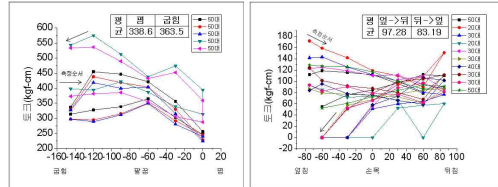


Fig. 4 Muscle torques of elbow

4. 결론

제조용 및 서비스용 로봇을 개발함에 있어서 인체 상지를 모방한 로봇팔의 설계에 활용하기 위해, 상지관절 구동근육의 최대토크 (등척성 토크)를 측정하였다. 측정사진과 같이 간이측정에 불가하나 참고문헌에서 볼 수 있는 일부 기 측정 data의 그래프 양상과 값이 유사함을 확인하였다. 보다 신뢰성있는 대량의 data를 측정하기 위해서는 시스템화 된 장비가 필요할 것이다.

참고문헌

1. 김대중의 10인, 무어 임상해부학, 신희메드사이언스, 2007
2. 이현옥의, 임상운동학 -인체운동의 역학과 병태역학 중심으로-, 영문출판사, 2008
3. 이현옥의, Brunstrom's 임상운동학 개정5판, 영문출판사, 2009
4. 김경의, 임상운동학 뼈대계와 근육의 기능, 엘스비어코리아, 2011