

## 상지 운동 시 주동근에 대한 Timing analysis The timing analysis of antagonist on Isokinetic of the Upper limb

\*김종현<sup>1</sup>, 심주현<sup>1</sup>, 홍재수<sup>1</sup>, #전경진<sup>1</sup>

\*J. H. Kim<sup>1</sup>, J. H. Sim<sup>1</sup>, J. S. Hong<sup>1</sup>, #K. J. Chun(chun@kitech.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 실버기술개발단

Key words : Upper limb, EMG, Timing analysis, Agonist, Isokinetic

### 1. 서론

EMG(electromyograph) 측정을 통한 근육의 근활성도(muscle activity) 측정은 근육의 수축정도를 정량적으로 측정하는 방법과 더불어 근육의 수축개시 시간(onset time)을 분석할 수 있어 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 근육의 수축개시 시간을 분석하는 것은 아직 표준화된 방법이 없다. 선행연구들에서는 분석자의 능력에 의존하는 방법(visual detection)과 다양한 알고리즘(Hodges and Bui algorithm 등)들이 통용되고 있는 실정이다. 또한 실험을 진행하는 방법에 있어서도 소리, 이미지 등을 통해 피 실험자가 동작을 시작하고 이에 대한 근전도 측정을 통해 근 수축 개시시점을 분석하여왔다. 이와 같은 방법은 소리(청각)나 이미지(시각)에 대한 반응 시간 별 오차가 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 Biodex Multi-Joint System 4 Pro(Biodex Medical System Corp., N.Y., USA.)을 EMG와 동기화하여 어깨관절운동에 관한 실험을 진행하였고, 동작에 의한 각도 변환 시점을 중심으로 근 수축 개시에 대한 Timing analysis를 실시하였다. 그리고 Timing analysis에 대한 대상은 어깨관절운동에서 근전도 측정/분석을 통해 도출된 주동근들을 대상으로 하였다.

### 2. 실험방법

본 연구에서는 20대 남성 10명을 대상으로 실험을 실시하였다. 대상자의 연령은 24(±0.8)세, 신장은 175.9(±2.6)cm, 체중은 71.1(±5.7)kg, BMI는 23.0(±2.2), 체지방률은 19.7(±7.3)%이다.

등속성 근력 측정 장비와 동기화된 근전도 측정을 위해서는 Myosystem 2400A(16 channels,

Noraxon System Inc., USA) 사용하였으며 Flexion과 Abduction 동작과 관련된 U.T.(Upper Trapezius), A.D.(Anterior deltoid), M.D.(Middle deltoid), P.D.(Posterior deltoid), Bi(Biceps), T.R.(Tricep Long), P.M.c(Pectoralis major C.), P.M.s(Pectoralis major S.), If(Infraspinatus), L.D.(Latissimus Dorsi) 이렇게 10개 근육들의 근전도를 측정하였다.

EMG 데이터의 처리는 일반적인 EMG데이터 후처리 과정을 거쳐 Flexion과 Abduction에서의 주동근들을 도출하였다. 첫째로 필터링은 Bandpass 타입(20Hz~350Hz)의 FIR 필터를 사용하여 필터링하였다. 둘째로 전파 정류(full wave rectification)과정을 수행하였다 셋째로 상지 근육의 근전도 측정시 흔히 나타나는 EMG Artifacts중에 하나인 ECG artifact를 제거하는 절차를 진행하였다. ECG의 제거는 ECG pattern recognition mode를 통해 ECG을 필터링 하였다. 넷째로 Smoothing은 30ms로 Sampling 하여 RMS(Root Mean Square)를 취하였다.

Flexion과 Abduction 동작별 Timing Analysis를 통해 10개 근육들에 대한 Onset time을 도출하였다. Onset time을 분석하기 위하여 등속성 근력 측정 장비의 각도가 변환시점을 동작이 이루어진 시점으로 정의하여 분석을 시작하였다.

Onset time의 분석은 동작이 이루어진 시점을 기준으로 하여 그 이전의 -0.5s ~ -1s 간의 EMG 결과 값을 기준으로 하여 그 값이 2배가 되고 0.3초 이상 유지 되는 시점(2times SD, 0.3s)를 Onset time으로 정의하여 분석하였다.

### 3. 실험결과

주동근 분석은 각 동작(Flexion, Abduction)별 근 수축 값(uV)을 기준으로 분석하였다.

Flexion 에서의 주동근의 분석결과는 다음의 순서로 5가지 근육 : ①U.T., ②A.D., ③P.M.c, ④Bi, ⑤M.D. 들이 분석되어졌다. ①U.T., ②A.D., ③P.M.c, ④Bi, ⑤M.D.

Abduction 에서의 주동근 분석결과는 다음의 순서로 5가지 근육 : ①U.T., ②A.D., ③P.M.c, ④Bi, ⑤M.D. 들이 분석되어졌다.

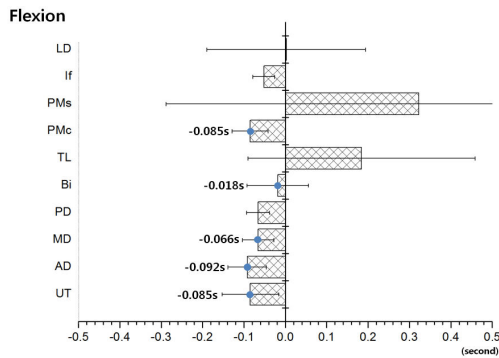


Fig. 1 The results of onset time on flexion. (Concentric 30°/s), (● : Agonist)

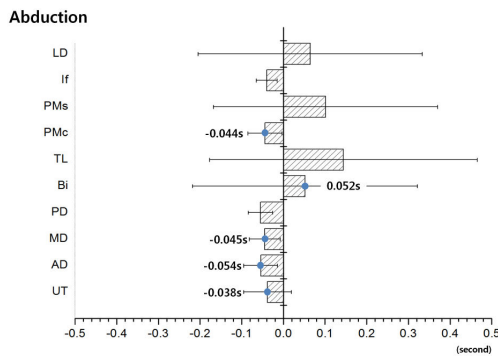


Fig. 2 The results of onset time on abduction. (Concentric 30°/s), (● : Agonist)

Flexion에서의 Timing analysis 결과 값은 Onset time(second)평균치를 토대로 Firing order를 도출하였다.

Timing analysis결과 값은 ①P.M.s(0.64s, ±0.32) ② P.M.c(0.75s, ±0.15) ③ If(0.76s, ±0.16) ④ Bi(0.77s, ±0.16) ⑤ U.T.(0.82s, ±0.07) ⑥ M.D.(0.82s, ±0.05) ⑦ A.D.(0.83s, ±0.05) ⑧ T.L.(0.83s, ±0.14) ⑨ L.D.(0.84s, ±0.10) ⑩ P.D.(0.85s, ±0.08) 의 순서대로 나타났다(Fig. 1).

Abduction에서의 Timing analysis 결과 값은 ① A.D.(0.67s, ±0.13) ②M.D.(0.67s, ±0.18) ③ U.T.(0.69s, ±0.21) ④P.D.(0.69s, ±0.16) ⑤L.D.(0.74s, ±0.16) ⑥Bi(0.75s, ±0.11) ⑦If(0.76s, ±0.14) ⑧ T.R.(0.77s, ±0.12) ⑨P.M.c(0.80s, ±0.14) ⑩ P.M.s(0.81, ±0.17)의 순서대로 나타났다(Fig. 2).

#### 4. 결론

본 연구에서는 청년층을 대상으로 어깨관절 운동 시 10개 근육의 활성도를 분석하였다. Flexion, Abduction 에서 실험결과는 피험자별로 유사한 경향을 보였으며 각 동작별로 같은 위치의 5개 주동근이 나타났다.

Timing analysis에 대한 기존 연구들은 동작 신호음을 기준으로 분석하였던 것을 본 연구에서는 Biodex와 EMG 장비를 동기화한 실험을 통해 피험자가 움직인 시점을 기준으로 onset time 결과를 도출할 수 있었다. 이와 같은 실험방법으로 신호음을 인지하는데 걸렸던 시간을 제거한 onset time을 도출할 수 있었다.

앞으로 실험절차와 분석방법을 정확히 정의하여, 실험 절차에서의 오차를 줄이고, 유의한 실험결과를 확보할 계획이다. 또한 근 수축 개시에 대한 실험결과는 어깨 재활 치료 장비를 개발하는데 기초자료로 활용할 계획이다.

#### 참고문헌

1. James Wickham, Tania Pizzari, Katie Stansfeld, Amanda Burnside and Lyn Watson, "Quantifying 'normal' shoulder muscle activity during abduction", Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol. 20, 212~222, 2010
2. Lev Vaisman, Jose Zariffa, Milos R. Popovic, "Application of singular spectrum-based change-point analysis to EMG-onset detection", Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol. 20, 750~760, 2010
3. Nordin, M. and Frankel V. H., "Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System", Lippincott Williams & Wilkins, Inc., 2001
4. A. Shklar and Z Dvir, "Isokinetic strength relationships in shoulder muscle", Clinical biomechanics, Vol. 10, No. 7, pp. 369~373, 1996