



한국운동역학회지, 2004, 제14권 3호, pp. 177-189
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 3, pp. 177-189

골프스윙시 근육협응관계 구명을 위한 EMG 분석

심태용* · 신성휴 · 오승일 · 문정환(성균관대학교)

ABSTRACT

EMG Analysis for Investigation Muscle-Collaborated Relationship during Golf Swing

Shim, Tae-Yong* · Shin, Seong-Hyu · Oh, Seung-Il, Mun, Jung-Hwan
(Sungkyunkwan University)

T. Y. SHIM, S. H. SHIN, S. I. OH, J. H. MUN. EMG Analysis for Investigation Muscle-Collaborated Relationship during Golf Swing. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 3, pp. 177-189, 2004. Kinematic and kinetic analysis using 3D Motion Capture system are common, yet there is little in the literature that discuss the relationship and coactivity between muscles during the golf swing. The purpose of this study was to describe the relationship between the employed 16 muscles during golf swing. We could observe 3 muscle patterns such as 'Line' shape, 'L' shape, and 'Loop' shape for the golf swing activity. The 'Line' shape indicates that two muscles act almost perfectly in phase, and the 'L' shape represents that two muscles act in a reciprocating manner(When one is active, the other is quiescent and vice versa). And the 'Loop' shape indicates that two muscles act sequentially(After one is active, the other act). In these results, we knew the muscle patterns during golf swing is similar to the patterns during gait. And we presented it was possible to show the consistence of golf swing through the frequency analysis of muscle patterns. We believe that the results potentially useful for the golf players and coaches to analyze their performance.

KEY WORDS : GOLF SWING, ELECTROMYOGRAPHY, MUSCLE, COACTIVITY

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업 지원에 의해 수행. 02-PJ3-PG6-EV06-0002

* kakiraka@hanmail.net

I. 서론

골프는 고도의 기술과 섬세한 감각이 필요한 스포츠로서 좋은 스윙과 상황에 대한 빠른 대처 능력을 필요로 하는 운동이다. 여기서 좋은 스윙은 빠른 스피드와 정확성, 그리고 일관성을 포함하고 있어야 하는데 특히 좋은 스윙을 위해서는 지면에 고정되어 있는 양발로부터 몸통, 양팔에 걸친 신체 각 부분의 협응을 통해 이루어져야 한다(박성순,1992). 골프 스윙에 대한 기구학적 연구는 1960년대부터 Carlsoo.(1967)와 Williams(1967)에 의해 2차원 영상 분석을 통해 수행되었다(Carlsoo, S.,1967; Williams, D.,1967). 그러나 Cooper, Bates, Bedi와 Scheuchenzuber(1973)는 골프 스윙 동작의 정확한 자료 수집을 위해서는 3차원 분석법이 필요하다고 지적함(Cooper, J. M.,Bates B. T., Bedi, J. & Scheuchenzuber, J.,1973)에 따라 골프 스윙에 대한 3차원적 연구가 시작되어 현재까지 많은 연구가 수행되었다. 그리고 골프 스윙시 근전도에 관한 연구를 살펴보면 60년대의 적은 채널 수의 EMG를 이용한 전신 근육의 연구를 시작으로 현대에 와서는 좀더 많은 채널 수의 EMG를 이용하여 국부적인 근육의 연구가 수행되고 있다. Carlsoo(1967)는 1채널(channel)의 EMG를 사용하여 골프 스윙시 23부위의 근전도 유형을 분석하였다(Carlsoo, S,1967). 그리고 Pink, Jobe와 Perry(1990)는 어깨 근육의 근전도를(Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jaquelin Perry,1990), Pink, Perry와 Jobe(1993)는 골프 스윙시 척추기립근(Erector spinea), 외복사근(Abdominal oblique)의 반응을 EMG와 근력도수검사(MMT, Manual Muscle Test)를 이용하여 백분율로서 나타내었다(Marilyn Pink, Jaquelin Perry & Frank W. Jobe,1993). Kao, Pink, Jobe와 Perry(1995)는 골프 스윙시 EMG와 근력도수검사를 이용하여 견갑골 주위의 근육들에 대한 반응을 백분율로서 나타내어 분석하였고(John T. Kao, Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jaquelin Perry,1995), Bechler, Jobe, Pink, Perry와 Ruwe(1995)는 슬관절과 고관절의 근육 부분에 대한 근전도를 EMG를 이용하여 스윙 국면별로 분석하였다(Jeffery R. Bechler, Frank W. Jobe, Marilyn Pink, Jacquelin Perry & Patrick A. Ruwe,1995). 국내에서도 김원중(1989)은 하지근 4부위의 근육을 4 채널 EMG로 측정하여 숙련자와 비숙련자에 대한 비교 분석하였고(김원중,1989), 박찬희, 오성기, 백승국 및 김창욱(1997)이 상완삼두근(Triceps brachii), 승모근(Trapezius), 상완이두근(Biceps brachii), 대흉근(Pectoralis major), 대퇴직근(Rectus femoris), 그리고 비복근(Gastrocnemius)에 대한 숙련자와 비숙련자의 근전도를 비교 분석하였다(박찬희, 오성기, 백승국, 김창욱,1997). 그리고 김창욱과 박종진(2001)이 상지근에 대하여 근전도 유형, 근전도 누적분포비율 및 근전도 부하율에 대하여 분석하였다(김창욱, 박종진,2001).

골프는 정확성과 비거리가 필수적인 운동이므로 일관된 동작의 반복 동작이 매우 중요시되는 운동이고 그 동작은 팔에 의한 동작이 아니라 신체 근육의 조화로운 작용이 중요하게 적용되는 동작이다(김창욱, 박종진,2001). 또한 각 클럽이 낼 수 있는 거리에 대한 오차를 최소화하기 위하여 인체의 근육은 일정한 순서와 규칙성을 가지고 움직여야 하며, 일관성을 유지하기 위해서는 신체의 각

근육들이 항상 일정하게 반응하여 근육에 기억시켜 주는 것이 중요하다. 즉, 임팩트시 클럽헤드에 최대 속도를 전달하기 위해서는 유일하게 지면에 접촉해 있는 양발로부터 다리, 몸통을 거쳐 양팔, 그리고 양손에 이르기까지 신체의 근육들이 효율적으로 상호 작용해야 한다. 또한, Mann과 Hagy(1980), Jorgensen(1998)는 몸체의 큰 근육은 적당하게 이완된 상태에서 한 번 수축할 때마다 낼 수 있는 역학적인 파워는 근육 0.45 kg당 약 9.38 kg·m/s이고, 프로 골퍼는 다운 스윙 동작시 약 300 kg·m/s의 파워를 필요하게 되는데, 이 때 인체는 약 14.4 kg의 근육을 필요로 하게 된다고 연구 발표하였다(Mann, R.A. & Hagy, J.,1980;Theodore P. Jorgensen,1998). 그러나 근육들이 완전히 준비되지 못한 상태에서 운동하게 되면 14.4 kg 이상의 근육이 있어야만 할 것이고, 어른의 신체 어느 한 부분에서 14.4 kg에 해당하는 근육을 찾는다는 것은 불가능하다. 그러므로 골프 스윙에 필요한 나머지 근육들은 하퇴부, 대퇴부, 상체 등으로부터 찾지 않으면 안 될 것이다.

보행 분석의 예를 들면, Mann과 Hagy(1980)는 보행시 어느 한 근육이 작용하는 순간 다른 한 근육은 작용을 멈추는 경우가 있다는 사실을 제시하였으며(Mann, R.A. & Hagy, J.,1980), 이는 Inman, Ralston과 Todd(1981), Procter과 Paul(1982)에 의해 검증되었다(Inman, V. T., Ralston, H. J. & Todd, F.,1981;Procter, P. & Paul, J.,1982). 그리고 Vaughan, Davis와 O'Connor(1992)는 보행간에 근육의 상호 작용을 분석하기 위하여 Winter(1987)가 실험한 데이터(Winter, D.A.,1987)를 바탕으로 근육간의 패턴을 직선형과 Loop형, L자형으로 분류하여 분석하였다(Christopher L. Vaughan, Brian L. Davis, & Jeremy C. O'Connor,1992). 직선형은 보행시 같은 패턴으로 반응하는 두 근육을 각각 x축과 y축에 위치하여 분석한 형태로서 양의 기울기를 갖는 직선 형태를 나타낸다. 그리고 Loop형의 형태는 한 근육의 반응에 비해 다른 근육의 반응이 늦거나 다소 작을 때 나타나는 패턴으로서 폐곡선 모양을 나타낸다. L자형의 형태는 한 근육이 반응한 후 다른 근육이 반응하는 경우에 나타나는 패턴으로서 먼저 반응하는 근육을 y축에, 나중에 반응하는 근육을 x축에 위치하여 두 근육의 상호 작용을 분석하면 L자의 모양을 나타낸다. 이와 같은 연구 방법은 어떤 한 근육에 대한 다른 근육의 패턴을 분석하는 방법으로 운동시 근육이 동시에 반응하거나, 혹은 다른 패턴으로 반응하는 것을 분석하는데 있어 매우 효과적인 방법이다. 그리고 Mann과 Hagy(1980)는 근육간의 상호 반응을 분석하는 것은 보행 뿐 만 아니라 운동에 있어서도 중요한 요소라고 보고하였다(Mann, R.A. & Hagy, J.,1980).

골프 스윙에서 근육간의 상호 작용을 보는 것은 골프 스윙 동작은 어느 한 근육의 독자적인 움직임에 의해 이루어지는 것이 아니라 신체 모든 근육들의 조화로운 협응에 의해 이루어지기 때문이다. 또한, 골프 스윙 동작이 회전과 수평으로 이루어지는 주기적인 움직임으로 보았을 때, 보행시와 같이 근육들의 상호 작용을 분석하는 것은 의미 있는 일이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 골프 스윙 동작에서도 보행 동작에서와 마찬가지로 서로 다른 근육간에 일정한 패턴이 존재하는가, 만약 존재한다면 패턴들이 어떠한 근육들 사이에서 존재하는 지를 밝히고, 각 피험자 별로 반복된 근육간 패턴의 빈도수를 파악하여 일관된 스윙을 분석할 수 있는 가능성을

제시하는데 그 목적이 있다고 할 수 있다. 또한, 더 나아가 숙련자들의 근육의 움직임과 비숙련자들의 근육의 움직임을 전체적인 국면뿐만 아니라 국부적인 면에서도 비교 분석할 수 있는 자료를 제시하고자 한다.

1-1. 연구의 제한점

- i. 실제 경기중에 행해진 동작의 분석이 아니며 실험실에서 행해진 스윙동작으로 제한하였고 EMG 전극의 부착으로 평소보다는 움직이는데 있어 제약을 받았다.
- ii. 실험시 클럽은 7번 아이언을 사용하였다.
- iii. 실험에 참여한 피험자는 총 3명이었다.

II. 연구 방법

2-1. 실험대상

실험은 현재 성균관대학교에 재학 중이며 국가대표상비군인 남자 3명을 대상으로 하였고, 경력은 모두 7년 이상이었으며 핸디캡이 없는 숙련된 골퍼를 대상으로 하였다. 연구에 참여한 각 피험자의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 특성

	Age(yr)	Career(yr)	Hc	Sex	Height(cm)	Weight(kg)
Subject 1	23	8	0	male	185	75.3
Subject 2	21	7	0	male	172.4	74
Subject 3	23	7	0	male	179	70

2-2. 실험도구

실험에 사용된 실험 장비로는 근육의 반응을 근전도로서 측정하는 Motion Lab System사의 EMG 시스템(MA300, 16channel)과 스윙 동작을 분석하기 위한 MCam2 카메라 6대, 근전도 신호와 스윙 동작 데이터의 동기화(Synchronization)를 위한 VICON460 시스템이 사용되었다. EMG 시스템은 16

채널로서 16개의 전극(electrode)으로부터 16 부위의 근육의 반응을 동시에 측정할 수 있고, 6대의 MCam2 카메라는 각 카메라에서 얻은 골프 스윙 동작의 2차원 영상들을 3차원으로 재구성한다. 그리고 각 전극으로부터 얻은 신호와 3차원으로 재구성된 스윙 동작은 VICON460 시스템에서 동기화 처리되어 컴퓨터에 출력되었다. <그림 1>은 실험 시스템의 모식도이며, 숫자 1~6은 카메라의 번호를 의미한다.

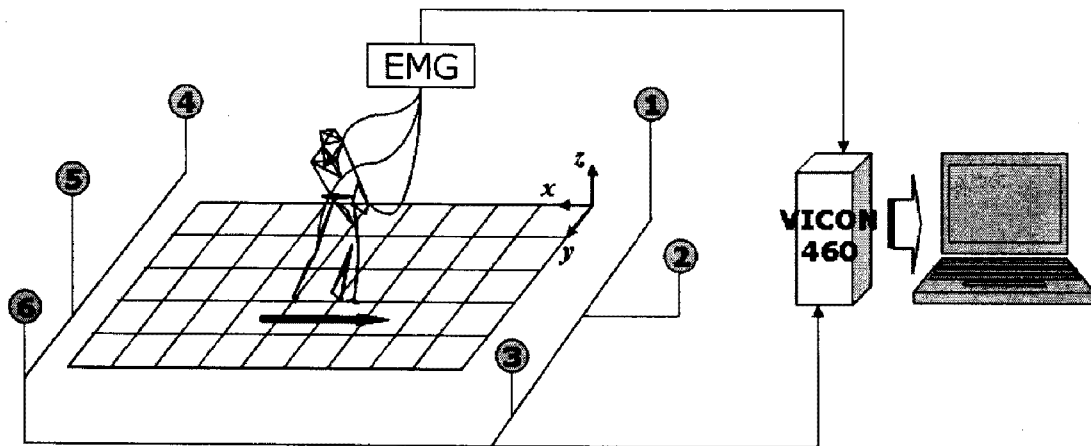


그림 1. 실험 시스템의 모식도

실험에 사용된 골프 클럽은 Ping사의 7번 아이언을 사용하였는데 7번 아이언은 샤프트의 길이, 헤드 면적과 로프트 각도, 헤드의 무게 면에서 전체 아이언중 중간에 해당되며 피험자의 신장과 관계없이 피험자와 공과의 거리도 전체 아이언중 7번 아이언일 때 중앙에 위치하게 하는 기준 아이언이다.

2-3. 측정근육

이 실험에서 사용된 근전도계(EMG, Electromyography)는 16 채널이며 좌, 우 각 8부위의 근육에 부착하였다(김원중,1989;Jeffery R. Bechler, Frank W. Jobe, Marilyn Pink, Jacquelin Perry & Patrick A. Ruwe,1995;John T. Kao, Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jaquelin Perry,1995;Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jaquelin Perry,1990). 전극이 부착된 총 16 부위의 근육은 <그림 2>에 나타내었고 해당 근육의 명칭과 각 근육에 부착된 EMG 채널은 <표 2>와 같다.

2-4. 측정내용 및 분석방법

골프 스윙시 전신 근육의 상호 관계를 구명하기 위하여 하지 8부위, 상지 8부위에 EMG 전극

(electrode)을 부착한 후 성균관대학교 생명공학부 의공학 연구실에서 골프 스윙을 하였다. 골프 스윙은 각 피험자가 만족하는 스윙 중 다섯 번의 스윙을 선택하였다. 근전도 신호의 분석 방법은 한

표 2. EMG부착 근육 명칭과 해당 EMG 채널

Muscle	EMG Channel(L,R)
(a) Gastrocnemius(GA)	1, 2
(b) Biceps Femoris(BF)	3, 4
(c) Rectus Femoris(RF)	5, 6
(d) Gluteus Medius(GM)	7, 8
(e) Deltoid(DT)	9, 10
(f) Latissimus Dorsi(LD)	11, 12
(g) Trapezius(TP)	13, 14
(h) Brachioradialis(BR)	15, 16

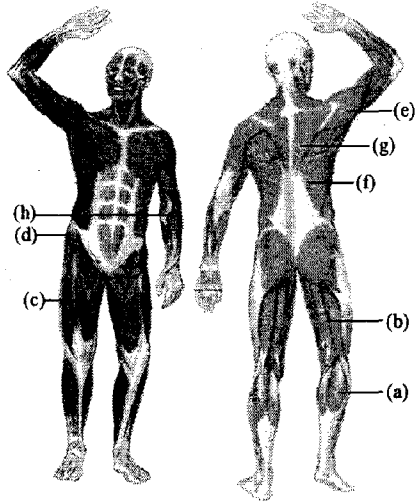


그림 2. EMG를 부착한 근육의 위치

근육에 대한 다른 근육의 움직임에 대한 패턴을 관찰하기 위해 측정된 EMG 데이터를 전파정류(Full-wave rectification)한 후, cut-off 주파수 6Hz로 저역필터(Low pass filter)를 사용하여(Winter, D.A.,1990) 처리하였다. 그리고 첨두치(Peak value)로 정상화(Normalization)하였다(Hottenrott, K., Hoos, O. & Sommer, H. M.,2001). 이와 같은 방법으로 처리된 데이터를 각각 x축과 y축에 위치시킨 후 두 근육이 그리는 패턴을 분석하였다. 각 피험자의 다섯 번의 스윙을 분석하여 반복적으로 나타나는 패턴을 결과로서 선택하였다. 분석 방법에 대한 모식도는 <그림 3>에 나타내었다.

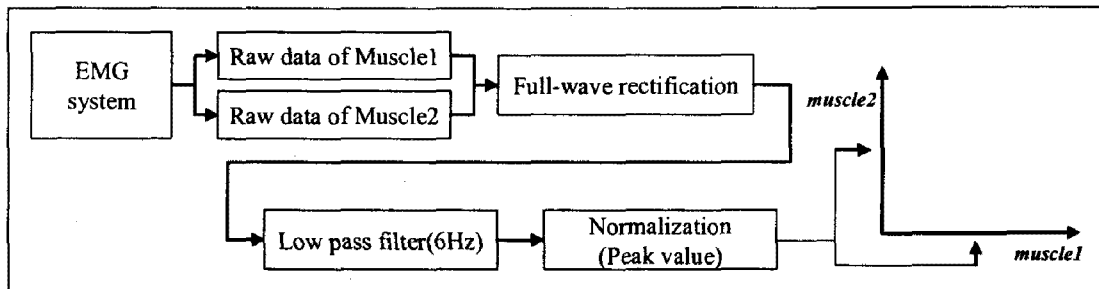
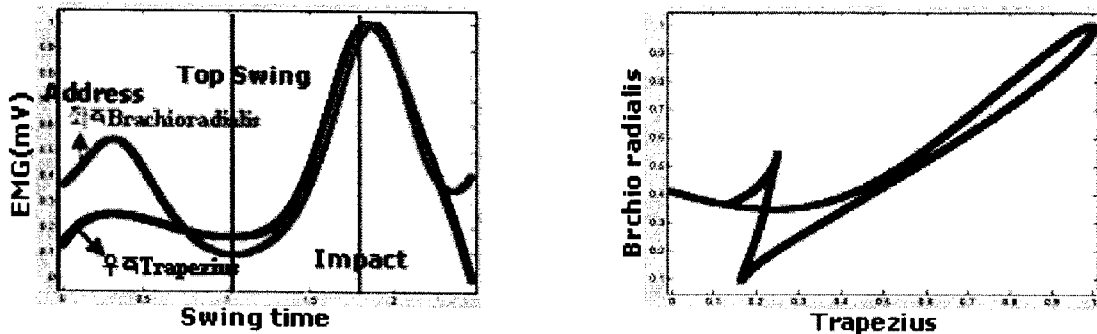


그림 3. EMG 데이터의 처리과정

Ⅲ. 결과 및 논의

본 연구의 결과는 현재 성균관대학교에 재학 중인 국가대표상비군 3명을 대상으로 신체 16부위의 근육에 EMG 전극을 부착하여 실험한 결과이다. 16부위의 근육을 측정하면 총 256가지 유형이 발생한다. 그 중에서 같은 근육을 비교하는 16가지 유형을 제외하면 240가지의 경우가 남게 되고, 240가지 경우 중에서 중복되는 경우를 제외한 절반을 선택하게 되면 분석해야 할 유형은 총 120가지 유형이 선택된다. 이렇게 선택된 120가지 유형을 분석한 결과 크게 3가지 패턴으로 분류되었으며 그 일반적인 예시적 결과는 <그림 4> ~ <그림 6>에 나타내었다.

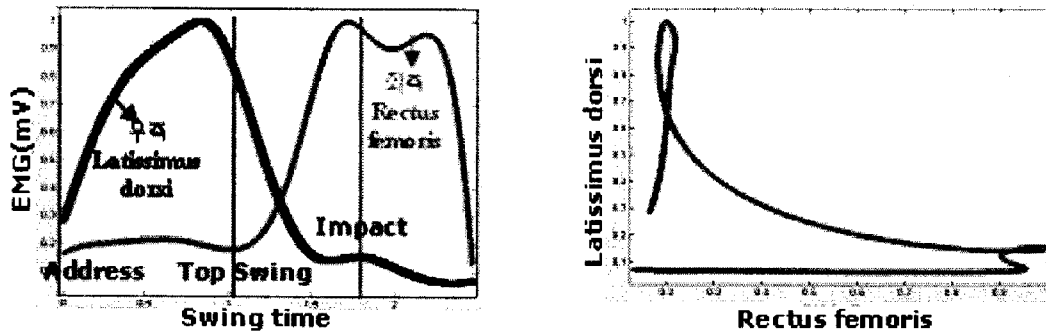


(a) 골프 스윙시 두 근육에 대한 근전도

(b) Line형 패턴

그림 4. 골프 스윙시 (a)서로 다른 두 근육에서의 근전도와 (b)두 근육이 이루는 Line형 패턴

<그림 4>는 Line형으로 두 근육의 패턴이 거의 일치하는 경우에 나타난다. EMG 채널 14번과 15번, 즉 인체의 우측 승모근(Trapezius)을 x축에 위치하고 인체의 좌측 완요골근(Brachio radialis)을 y축에 위치하여 분석한 패턴이다. <그림 4>의 (a)와 같이 우측 승모근은 탑스윙 이후 반응을 보이다가 임팩트를 기준으로 급격한 반응을 하며, 좌측 완요골근은 어드레스 이후 작은 반응을 보이는데 이는 골프 동작 중 코킹(cocking)에 해당된다. 그리고 탑스윙 이후 반응을 보이다가 임팩트 직전에 급격한 반응을 보이는데 이는 언코킹(un-cocking)에 해당하는 동작이다. 이 두 근육은 임팩트를 전후하여 큰 반응이 서로 정확히 일치하게 나타나므로 <그림 4>의 (b)와 같이 Line형의 패턴을 보이게 된다.

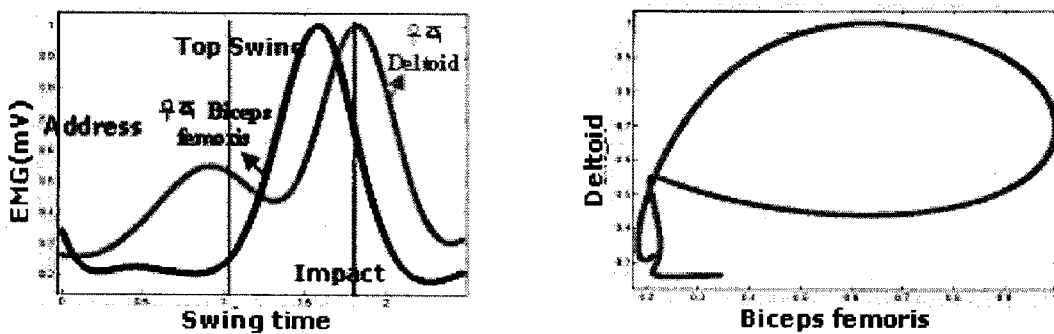


(a) 골프 스윙시 두 근육에 대한 근전도

(b) L자형 패턴

그림 5. 골프 스윙시 (a)서로 다른 두 근육에서의 근전도와 (b)두 근육이 이루는 L자형 패턴

<그림 5>는 L자형으로 한 근육이 반응한 후에 다른 근육이 반응하는 경우에 나타나는 패턴이다. x축에는 인체의 좌측 대퇴직근(Rectus femoris)의 근전도를, y축에는 우측 광배근(Latissimus dorsi)의 반응을 분석한 패턴이다. <그림 5>의 (a)와 같이 백스윙 구간에서는 체중이 오른쪽으로 이동하는 국면이므로 좌측 대퇴직근은 특별한 반응을 보이지 않다가 탑스윙 이후 체중이 왼쪽으로 복귀되는 현상에 의해 반응을 보이기 시작해서 스윙을 마칠 때까지 지속적인 반응을 보인다. 반면에 우측 광배근은 백스윙 구간에서 상체가 오른쪽으로 꼬이는 현상에 의해 반응하게 되는데 백스윙 구간에서 지속적으로 반응하다가 다운스윙과 임팩트 이후의 구간에서는 큰 반응을 보이지 않는다. 이 두 근육은 서로 상응되게 반응하므로 <그림 5>의 (b)와 같이 L자형의 패턴을 보이게 된다.



(a) 골프 스윙시 두 근육에 대한 근전도

(b) Loop형 패턴

그림 6. 골프 스윙시 (a)서로 다른 두 근육에서의 근전도와 (b)두 근육이 이루는 Loop형 패턴

<그림 6>은 Loop형으로 두 근육의 반응이 약간의 시간차를 두고 반응하는 경우에 나타난다. 인체의 우측 대퇴이두근(Biceps femoris)의 반응과 인체의 우측 삼각근(Deltoid)의 반응을 각각 x축과 y축에 위치하여 골프 스윙시 두 근육의 상관관계를 분석한 패턴이다. <그림 6>의 (a)와 같이 우측 대퇴이두근은 탑스윙을 기준으로 왼쪽으로의 체중 이동이 시작되면서 반응을 보이며 우측 삼각근은

백스윙시 오른쪽 팔을 상방향으로 들어 올리는 동작에서 작은 반응을 보이다가 우측 대퇴이두근과 마찬가지로 다운스윙이 시작되면서 큰 반응을 보이게 되는데 두 근육의 반응 시점 차이는 전환(Transition)과정에 기인한다. 즉, 탑스윙에서 하체와 상체의 꼬임 현상이 풀리는 동작시 상체보다 하체가 먼저 왼쪽으로의 회전과 이동이 이루어지기 때문이다. 이 두 근육은 약간의 시간차를 두고 반응하므로 <그림 6>의 (b)와 같은 Loop형의 패턴을 나타낸다.

<표 3> ~ <표 5>에는 골프 스윙시 근육의 상관 관계를 분석한 각 피험자의 결과를 나타내었다. <표 3>은 골프 스윙시 피험자1의 근육상관관계를 분석한 결과를 나타낸 표이다. 이는 총 120가지의 경우에서 피험자1이 수행한 다섯 번의 스윙 모두에서 공통적으로 나타나는 37가지 경우를 일정한 패턴으로 분류하였다. EMG의 해당 채널과 근육의 이름은 <표 2>를 참고한다.

<표 4>는 골프 스윙시 피험자2의 근육상관관계를 분석한 결과이다. 피험자2가 수행한 다섯 번의 스윙을 분석한 결과, 다섯 번의 스윙 모두에서 공통적으로 나타나는 43가지 경우를 일정한 패턴으로 분류하였다. EMG의 해당 채널과 근육의 이름은 <표 2>를 참고한다.

<표 5>는 골프 스윙시 피험자3의 근육상관관계를 분석한 결과이다. 피험자3이 수행한 다섯 번의 스윙을 분석한 결과, 다섯 번의 스윙 모두에서 공통적으로 나타나는 36가지의 경우를 일정한 패턴으로 분류하였다. EMG의 해당 채널과 근육의 이름은 <표 2>를 참고한다.

표 3. 골프 스윙시 피험자1의 근육상관관계 분석 결과

	EMG1	EMG2	EMG3	EMG4	EMG5	EMG6	EMG7	EMG8	EMG9	EMG10	EMG11	EMG12	EMG13	EMG14	EMG15	EMG16
EMG1																
EMG2																
EMG3																
EMG4		L	Loop													
EMG5																
EMG6																
EMG7		Line														
EMG8			Line	Line												
EMG9				L	L			L								
EMG10			Line	Loop	Line			Loop								
EMG11								L								
EMG12		L	L	L	L			L	L	L	L					
EMG13		Loop														
EMG14			Line	Loop				Loop		Line	L	L				
EMG15			Loop	Loop				Loop		Loop	L	L		Line		
EMG16											L					

(Line : Line형 , L : L자형 , Loop : Loop형)

표 4. 골프 스윙시 피험자2의 근육상관관계 분석 결과

	EMG1	EMG2	EMG3	EMG4	EMG5	EMG6	EMG7	EMG8	EMG9	EMG10	EMG11	EMG12	EMG13	EMG14	EMG15	EMG16
EMG1																
EMG2																
EMG3																
EMG4		L														
EMG5				Loop												
EMG6																
EMG7		Line		L												
EMG8		L	Loop	Loop	Loop											
EMG9		Line	L	L				L								
EMG10		L	Loop	Loop				Line	L							
EMG11		L		L			Line									
EMG12			L	L	L		L		L	L	L					
EMG13																
EMG14			Loop	Loop	Line					Line		L				
EMG15			Loop	Loop	Loop			Loop	L	Loop		L		Line		
EMG16										Loop				Loop	Loop	

(Line : Line형 , L : L자형 , Loop : Loop형)

표 5. 골프 스윙시 피험자3의 근육상관관계 분석 결과

	EMG1	EMG2	EMG3	EMG4	EMG5	EMG6	EMG7	EMG8	EMG9	EMG10	EMG11	EMG12	EMG13	EMG14	EMG15	EMG16
EMG1																
EMG2																
EMG3		Loop														
EMG4			Loop													
EMG5			Line	Loop												
EMG6																
EMG7																
EMG8		Loop	Loop	Line	Loop											
EMG9				L				L								
EMG10		Loop	Line	Loop	Line			Loop	L							
EMG11																
EMG12		L	L	L	L		L	L	L	L	L					
EMG13																
EMG14		Loop	Line	Loop						Line		L				
EMG15			Loop	Loop				Loop		Loop						
EMG16			Loop							Loop						

(Line : Line형 , L : L자형 , Loop : Loop형)

IV. 결론 및 토론

골프 스윙시 근육의 상호 작용을 구명하기 위하여 3명의 피험자에게 EMG 전극을 부착시켜 골프 스윙 실험을 한 결과 *Line*형 패턴과 *L*자형 패턴, *Loop*형 패턴의 일정한 근육의 반응을 관찰할 수 있었다. 각 피험자들의 스윙을 분석한 매우 흡사한 패턴의 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 그러나 피험자1은 37가지의 일정한 패턴이, 피험자2는 44가지의 일정한 패턴, 피험자3은 36가지의 일정한 패턴을 갖는 것으로 보아 피험자1,3보다는 피험자2가 상대적으로 일관성 있는 스윙을 하는 것으로 판단된다. 그리고 일정한 패턴을 보이는 경우를 제외한 나머지 경우에는 특별한 패턴을 보이지 않았는데 이는 골프 스윙시 거의 반응하지 않았거나, 혹은 미세하게 반응하는 근육들에 의한 것으로 사료된다. 특히, 인체의 좌측 비복근(*Gastrocnemius*)이 관계된 상관관계에서 일정한 패턴을 찾을 수 없었다. 이는 피험자들의 좌측 비복근이 거의 작용하지 않거나 아주 작은 반응을 나타내기 때문에 가시적인 패턴을 관찰할 수 없었던 것으로 판단된다.

골프 스윙시 3명의 근육상관관계를 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 가장 뚜렷하게 나타나는 특징은 EMG 채널12번에 관계된 근육에서 가장 많이 나타나는 *L*자형 패턴이다. 이 근육은 인체의 우측 광배근(*Latissimus dorsi*)으로서 백스윙시 오른팔을 뒤쪽으로 보내는데 주된 역할을 하는 근육이다. 대부분의 근육이 다운스윙에서 임팩트 기간에 반응하는데 비해 이 근육은 백스윙때 주로 작용하기 때문이다.
- (2) EMG 채널15번 근육에 관한 패턴에는 *Loop*형이 많이 나타난다. 이 근육은 인체의 왼쪽 완요골근(*Brachioradialis*)으로서 코킹(*cocking*)시 서서히 반응하고 언코킹(*un-cocking*)시, 즉 임팩트 직전에 크게 반응하므로 다운 스윙시 반응하는 다른 근육들에 비해 다소 늦게 반응하기 때문이다. 그리고 3명에게 공통적으로 나타나는 *Loop*형의 패턴은 인체의 우측 대퇴이두근(*Biceps femoris*)과 우측 삼각근(*Deltoid*)이 관계된 반응에서도 나타나는데 이는 다운 스윙시 하체가 상체보다 순간적으로 먼저 왼쪽으로 회전과 이동, 즉 전환(*Transition*) 과정에 의해 나타나는 패턴에 기인한다.

또한, 각각의 패턴은 근육의 상대적인 반응 정도에 따라서도 구별됨을 알 수 있는데 *Line*형의 경우에는 *x*축에 위치한 근육이 상대적으로 크게 반응하는 것과 *y*축에 위치한 근육이 상대적으로 크게 반응하는 것에 따라 *Line*형의 기울기가 각각 작아지거나 커지는 패턴을 보이고, *L*자형의 경우에는 *x*축에 위치한 근육이 상대적으로 크게 반응하는 것과 *y*축에 위치한 근육이 상대적으로 크게 반응하는 것에 따라 가로선이 긴 *L*자 형태와 세로선이 긴 *L*자형태의 패턴을 나타낸다. 그리고 *Loop*형 패턴의 경우에도 *x*축에 위치한 근육과 *y*축에 위치한 근육의 반응 정도에 따라 *Loop*의 크기를 결정한다.

본 연구에서는 골프 스윙시 EMG를 이용하여 근전도를 측정된 결과, 골프 스윙에서도 보행과 마찬가지로 일정한 패턴이 나온다는 것을 알 수 있었다. 그리고 피험자별로 스윙 패턴의 빈도수를 통해 근육의 힘응 관계로서 각 피험자의 스윙에 대한 일관성(Consistency)을 판단할 수 있는 가능성이 존재한다는 것을 제시하였다. 향후에는 보다 많은 수의 피험자를 대상으로 일반화된 데이터베이스를 구축하고 골프 클럽에 따른 영향도 고려한다면 골프 스윙시 근육간 상호작용을 구명하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김원중(1989). 골프스윙 동작시 EMG 분석(II). 한국체육학회지, 28(2), pp.283-289.
- 김창욱, 박종진(2001). 골프스윙시 상지근의 근전도 분포 및 부하율 분석. 한국운동학회지, 11(1), 13-26.
- 박성순(1992). 골프 스윙 동작의 운동역학적 분석. 국민대학교 논문, 제 11집.
- 박찬희, 오성기, 백승국, 김창욱(1997). 골프스윙시 초보자와 숙련자의 근전도에 관한 비교 연구. 과학연구논문집. 제 15집, pp.195-204.
- Carlsoo, S(1967). A Kinetic analysis of the golf swing. American Journal of Sports Medicine, 7(2), pp.76-82.
- Christopher L. Vaughan, Brian L. Davis, & Jeremy C. O'Connor(1992). Dynamics of Human Gait.
- Cooper, J. M., Bates B. T., Bedi, J. & Scheuchenzuber, J.(1973). Kinematic and kinetic analysis of the golf swing. Biomechanics, IV, pp.298-305.
- Hottenrott, K., Hoos, O. & Sommer, H. M.(2001). Structure of locomotion and neuromuscular activity of lower extremity muscles during non-fatigued and fatigued running. in: Proceedings of the XVIII th Congress of Biomechanics (ISB), July 8-13, Zurich, Switzerland, Edition.
- Inman, V. T., Ralston, H. J. & Todd, F.(1981). Human Walking. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Jeffery R. Bechler, Frank W. Jobe, Marilyn Pink, Jacquelin Perry & Patrick A. Ruwe(1995). Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. Clinical Journal of Sport Medicine, 16(2), pp.162-166.
- John T. Kao, Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jacquelin Perry(1995). Electromyographic analysis of the scapular muscles during a golf swing. American Orthopedic Society for Sports

- Medicine, 23(1), pp.19-23.
- Mann, R.A, & Hagy, J.(1980). Biomechanics of walking, and sprinting. American Journal of Sports Medicine, 8, 345-350.
- Marilyn Pink, Frank W. Jobe & Jaquelin Perry(1990). Electromyographic analysis of the shoulder during the golf swing. The American Journal of Sports Medicine, 18(2), pp.137-140.
- Marilyn Pink, Jaquelin Perry & Frank W. Jobe(1993). Electromyographic analysis of the trunk in golfer. American Orthopedic Society for Sports Medicine, 21(3), pp.385-388.
- Procter, P. & Paul, J.(1982). Ankle joint biomechanics. Journal of Biomechanics, 15, pp.627-634.
- Theodore P. Jorgensen(1998). The Physics of Golf.
- Williams, D.(1967). The dynamics of the golf swing. The Quarterly of Mechanics and Applied Mathematics, pp.247-264.
- Winter, D.A.(1987). The biomechanics and motor control of human gait. Waterloo, ON, Canada: University of Waterloo.
- Winter, D.A.(1990). Biomechanics and motor control of human movement. 2nd edition, pp.204-206.

투 고 일 : 10월 29일

심 사 일 : 11월 4일

심사완료일 : 12월 11일