



한국운동역학회지, 2005, 제15권 1호, pp. 63-74
Korean Journal of Sport Biomechanics
2005, Vol. 15, No. 1, pp. 63-74

검도 머리치기 동작의 근전도 및 운동학적 분석

박종율*(연세대학교)

ABSTRACT

The Analysis of Electromyography and Kinematic of Kumdo Player's Head Hitting

Park, Jong-Rul*(Yonsei University)

J. R. PARK. The Analysis of Electromyography and Kinematic of Kumdo Player's Head Hitting. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 1, pp. 63-74, 2005. The purpose of this study were to describe and compare the selected electromyographical muscle activities of arm and kinematic data of kumdo player's head hitting. Using surface electrode electromyography, we evaluated muscle activity in 6 male players during head hitting motion. Surface electrodes were used to record the level of muscle activity in the carpi radialis, deltoid, triceps, biceps muscles during the player's head hitting. These signals were compared with %RVC(Reference voluntary contraction) which was normalized by IEMG(Integrated EMG). The kumdo head hitting motion was divided into two phases: back swing, down swing. we observed patterns of arm muscle activity throughout two phases of the kumdo head hitting

The results can be summarized as follows: right elbow angle had decreased and left deltoid muscle's activation had higher than right deltoid muscle's activation, right carpi radialis muscle's activation had higher than left carpi radialis muscle's activation in back swing phase, knee angle had decreased and left triceps muscle's activation had higher than right triceps muscle's

* klt@chollian.net

activation, right deltoid muscle's activation had higher than left deltoid muscle's activation, right carpi radialis muscle's activation had higher than left carpi radialis muscle's activation in down swing phase

KEYWORDS: KUMDO, HEAD HITTING, EMG, %RVC

I. 서 론

검도는 정신적인 수련을 강조하는 스포츠라는 인식이 널리 퍼져있다. 일선에서 검도의 수련은 검의 기술적 단련뿐만 아니라 정신적인 수련을 강조한다. 특히 청소년들의 신체 단련과 정신적 수련은 검도를 통하여 많이 향상되고 있다. 검도 수련의 진정한 목적은 검을 통하여 자신의 몸과 마음을 보다 건강하게 닦는 것이다. 검이라는 매개체를 통하여 검법과 기술을 이해하여 자신의 내면적 성찰과 상대방에 대한 깊은 연구가 이루어져야 한다(박종울, 2001).

검도에 대한 연구는 경기 분석, 검도 배기에 관한 연구들이 있다. 대학부 경기에서 머리공격이 73.8%, 손목 공격이 21.4%, 허리 공격이 13.4%로 훈련기간에 관계없이 머리공격이 많이 사용되고, 허리 공격동작이 어려우며 득점률이 낮아 사용횟수가 적었다고 보고하였다(박현호, 1984).

민창기(2001)는 검도 경기 시 공격성공 요인에 대한 운동학적 변인을 분석하여 공격빈도와 성공률에서 머리공격, 손목공격, 손목-머리치기 공격, 허리공격, 찌름 공격 순으로 나타났으며, 공격부위별 득점에서는 머리공격, 손목공격, 허리공격, 손목-머리 공격, 찌름 순으로 나타났다고 보고하였다. 이철구(1988)는 공격빈도 및 득점면에서 머리, 손목, 허리공격 순으로 나타났고, 득점 부위중 허리 공격을 회피하는 경향이 있는 것으로 나타났으며 허리공격 성공률이 높은 개인이나 팀이 우승한 것으로 나타났다고 보고하였다. 전홍철(2002)은 검도의 공격기술중 머리치기 기술에 의한 득점획득이 높았지만, 경기시에는 후의 선 공격보다는 선의 선 공격을 통한 손목치기 기술을 효과적으로 사용한다면 다득점을 하는데 유리 할 것으로 보고하였다.

또한 검도 동작의 분석을 위하여 근전도를 사용한 연구들도 있다. 근전도 분석을 통하여 선수들의 기능 향상과 부상 예방을 위한 분석이 진행되고 있으나 현재로는 매우 미미한 상태이다. EMG는 활동근 전위를 두 개의 전극을 통하여 추출한 후 preamplifier와 main amplifier를 통해 신호를 증폭시킨 다음 기록지나 컴퓨터에 나타나는 EMG 신호의 파형이나 amplitude의 크기 변화 및 frequency의 변화를 비교 분석할 수 있는 것이다(Winter et al., 1990). 근전도의 연구는 정성적 연구와 정량적 분석으로 이루어진다. 일반적으로 정량적 분석은 근육의 피로현상 및 근력의 변화들을 분석한다.

신영찬(2000)은 검도 선수들은 큰 동작 머리치기 동작시 우측 전완보다 좌측 전완을 잘 사용하여야 하며, 좌측 전완근을 좀 더 빨리 동원할 수 있도록 보강 훈련을 시키는 것이 검도 경기에서 큰 효과를 얻을 수 있다고 보고하였다. 권은택(1992)은 검도 공격 동작시 우측 전완보다, 좌측 전완을 사용하여야 한다는 검도 이론에 알맞은 기본동작 연습을 수행하고 있는 것으로 나타났으며, 머리를 공격할 때는 우측수근굴근과 방형회내근, 손목을 공격할 때는 좌측수근굴근을 빨리 동원할 수 있도록 하여야 하며, 검도의 공격동작 시 전완 근육 중 좌측 수근굴근의 역할이 가장 중요한 것으로 나타났다고 보고하였다.

검도에 관한 연구들에서 경기에 대한 결과 분석과 운동학적인 분석들이 몇몇 연구자들에 의해 진행되어 왔으며, 근전도를 통한 근 활성화도에 관한 연구도 진행되어 왔다. 그러나 지금까지 운동학적인 분석과 근전도를 이용한 통합적인 검도 동작에 대한 분석이 매우 미흡한 실정이다.

검도 동작에 대한 운동학적인 변인과 근전도 분석을 통한 근 활성화도, 근 수축기전 등에 대한 관계 분석이 필요한 실정이다. 이는 선수들의 공격 타이밍과 훈련 경향에 따라 여러 가지의 공격 스타일로 나뉜다. 이러한 분류에 대하여 과학적인 자료 분석이 이루어져야 하겠다. 이에 검도 경기에서 가장 많이 시행되는 머리치기 동작에 대한 운동학적 변인을 분석하며, 머리치기 동작 시 동원되는 주요 근육들에 대한 근전도 분석이 필요하다고 사료된다. 따라서 본 연구의 목적은 검도 선수들의 머리치기 동작 시 주요 근육들의 근 활성화도를 비교 분석하며, 아울러 운동학적 변인 분석을 통하여 검도 머리치기 동작에 대한 전반적인 자료를 제시하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구를 위하여 선정된 연구 대상자는 H대학 소속 검도선수 6명이었다. 연구 대상자들의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 특성

대상자	나이(yrs)	키(cm)	몸무게(kg)	경력(yrs)
검도선수	19.8±0.7	177.7±4.1	69.6±7.1	6.7±2.4

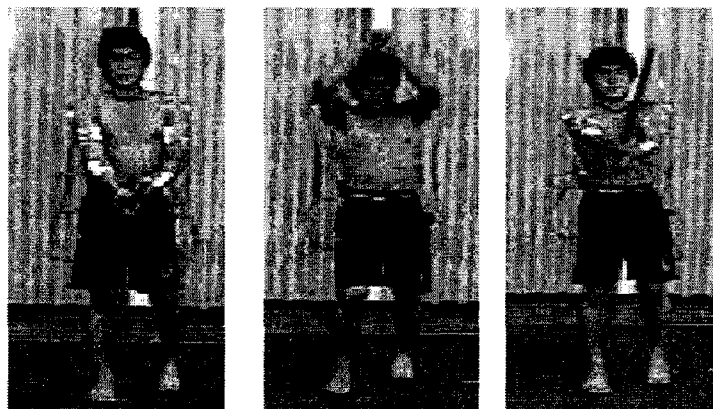
2. 실험장비 및 방법

영상 촬영을 위한 실험은 H대학교 실내체육관에서 실시하였다. 대상자들은 좌표화(digitizing)과정에서 해부학적 경계점의 오차를 최소화하기 위하여 반바지만을 착용하고, 각 인체의 해부학적 경계점에 반사용 테이프를 부착하였다. 영상촬영은 2대의 6mm 디지털 비디오 카메라(GR-DVR 9800, JVC, Japan)를 설치하여 스윙 동작을 촬영하였다. 카메라 촬영속도는 60field/s로 촬영하였으며, 해부학적인 경계점의 3차원 공간 좌표를 계산하기 위해 8개의 통제점(Control point)을 갖는 3차원 통제점들을 동작지점에 2m x 1m x 3m의 정육면체 공간이 이루어지도록 설치하여 촬영 후 제거하였다. 영상 자료는 SIMI^o Motion analysis 5.5v(Germany)을 사용하여 운동학적인 자료를 얻었다.

근전도 측정을 위해 Mega Win System (Mega Electronics Ltd, Fin)을 사용하였으며, 표면전극은 ME3000 P8(MegaWin Sys Ltd. Ma. Fin)에 연결하여 사용하였다. 사용한 표면전극은 mini electrode(3M. Ltd. USA)이다. 전극의 공통성분제거비(CMRR: Common Mode Rejection Ratio)는 110dB이다. 이 전극은 지름이 2cm이며, 두 전극간의 간격은 3cm를 두고서 배치하였다. 근전도 신호의 주파수 대역폭(bandwidth)은 20-500Hz 사이로 정하였으며, 1000Hz로 샘플링 하였다. 근전도 신호를 정량화하기 위하여 IEMG (Integrated EMG)를 이용하였다. 이러한 근전도 신호처리와 저장은 소프트웨어 프로그램인 Mega Win v2.1(Mega Electronics Ltd, Ma. FIN)을 이용하였다. 대상자들의 동작에 대한 근전도 자료들의 동조화를 위해 특수 제작한 마우스를 이용하여 근전도 신호의 시작과 함께 후레쉬를 터뜨려 근전도 signal에 마크를 기록하여 영상과 signal을 동조한다.

근전도의 영상은 비디오카메라를 거쳐 Marvel connector Box를 지나 Matrox marvel Adapter를 통해 컴퓨터에 저장된다. 대상자는 "시작" 구령에 따라 동작을 시행하였다.

3. 동작시점 및 구간의 분류



Stance

Back swing top

Impact

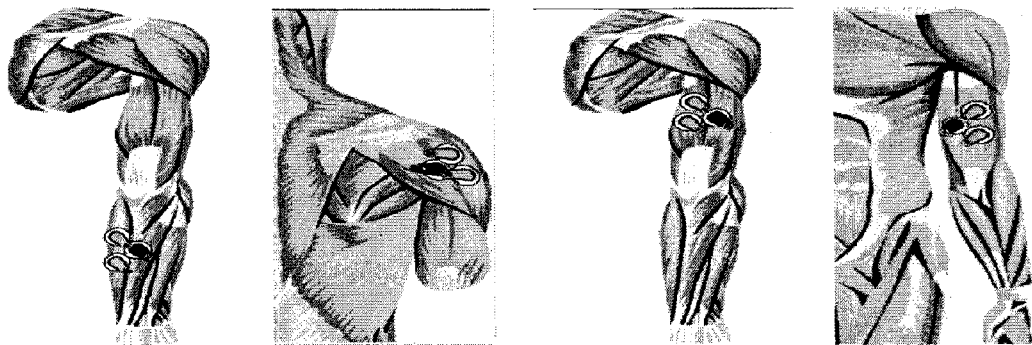
그림 1. 김도 머리치기 동작의 동작 시점

연구 대상자들은 본인이 느끼기에 정상적인 머리치기 동작을 가질 수 있을 때까지 워밍업(warming up)을 하였으며, 실험 동작으로는 평상시 머리치기 연습 동작을 대상으로 하였다. 검도 머리치기 동작의 동작 구간은 <그림 1>과 같이 stance 시점, back swing top 시점, impact 시점으로 구분하였다. 구간 설정은 stance 시점에서 back swing top 시점까지를 back swing 구간으로 구분하며, back swing top 시점에서 impact 시점까지를 down swing 구간으로 설정하였다.

4. 근전도 신호의 측정 및 표준화 과정

표면전극의 부착위치는 Cram, Kasman과 Holtz(1998)를 참조하여 아래 <그림2>와 같이 붙였다. 표면전극을 피부에 부착하기 전 모든 대상자들에게 피부 저항을 감소시키기 위하여 일련의 처리과정을 거쳤다. 전극 부착부위에 털이 있는 경우 면도를 하여 털을 제거한 뒤, 사포를 이용하여 각질을 제거하였으며 알코올로 닦았다. 근전도 실험을 위해 지정된 좌, 우 근육들은 요측수근(Carpi Radialis), 삼각근(Deltoid), 삼두근(Triceps), 이두근(Biceps)이었다. 이들 근육들은 상지의 근육들로서 검도 머리치기 동작 시 주요 근육으로 작용을 하는 것으로 나타내었다(권은택 1992; 성기홍, 권은택과 이덕분 1993; 신영찬 2000).

근전도 신호를 표준화하는 방법으로는 최대 등척성 수축(Maximal Voluntary Isometric Contraction: MVIC)을 사용하여 표준화하는 %MVIC 방법과 특정 동작의 근수축을 기준 수축(Reference Voluntary Contraction: RVC)으로 삼아 이를 기준으로 표준화하는 %RVC 방법이 있다(Cram 등, 1998). 이는 근전도 신호를 대상자간 비교나 근육간 비교 또는 측정일간 비교를 하기 위해서 표준화 과정이 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 %RVC 방법을 사용하여 검도 머리치기 시 근전도 신호를 표준화하였다. 기준 수축(RVC)은 머리치기 동작을 하기 위한 겨눔 자세를 5초 동안 지속하도록 하였으며, 각 구간에 해당되는 겨눔 자세를 RVC로 하여 IEMG를 구하였다. 검도 머리치기 시 각 구간별 8개 근육에서 구한 IEMG와 RVC-IEMG값을 비교하여 %RVC를 통하여 각 근육의 근전도 신호를 표준화 하였다. 이 때 %RVC의 수치는 RVC와 IEMG의 배수를 나타내고 있다



요측수근

삼각근

삼두근

이두근

그림 2. 표면 전극의 위치

5. 자료 분석 방법

영상 분석에서 각 분절의 각도에 대한 정의는 다음과 같다. 팔꿈치의 각도는 상완과 하완이 이루는 상대각(Relative angle)이며, 어깨의 각도는 상체와 상완 사이의 상대각이며, 엉덩이 각도는 대퇴와 상체가 이루는 상대각이며, 무릎 각도는 하퇴와 대퇴가 이루는 상대각으로 정의하였다.

근전도는 근육의 활동량과 힘을 측정하는데 주로 사용된다. Raw EMG의 적분값은 Zero이며, 절대값을 구하기 위하여 Raw signal의 전파정류(Full-wave rectify)가 필요하다. 이는 수식(1)과 같이 나타낼 수 있다(U.S DHHS, 1992).

$$I(|EMG(t)|) = \int_0^t |EMG(t)| dt \quad (1)$$

IEMG(Integrated EMG)는 근전도의 파형을 전파정류 한 후 각 근육이 근수축한 시간 동안의 적분값을 나타낸 것이다. 평균 적분 근전도의 수학적 산출방식은 수식(2)과 같다.

$$\text{Averaged IEMG} = \int_0^t \frac{|EMG(t)| dt}{1024 * t} \quad (2)$$

자료의 분석과정에서는 Excel 2000 프로그램을 사용하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

검도 머리치기 동작에 따른 주요 시점에 대한 각도 변인들에 대하여 전체 평균값을 그래프로 제시하였으며, 주요 시점에 따른 동작 구간에서의 주요 근육들에 대한 적분 근전도 값을 평균값과 표준편차로 제시하여 주요 근육들의 근활성도를 나타내었다.

1. Back swing 구간의 왼 분절 각도

아래 <그림 3>은 Back swing 구간에서의 왼 팔꿈치, 왼 어깨, 왼 엉덩이, 왼 무릎의 각도를 나타내고 있다.

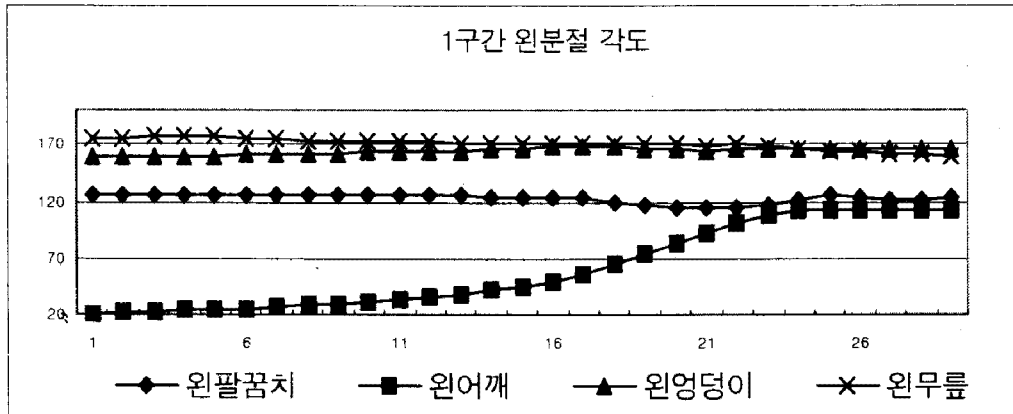


그림 3. Back swing 구간의 왼 분절 각도

Back swing 구간에서의 왼 팔꿈치 각도는 거의 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 왼 어깨 각도는 증가하는 양상을 나타내고 있으며, 왼 엉덩이 각도는 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 왼 무릎의 각도는 약간 작아지고 있는 것으로 나타났다. 선행연구의 김병철(1998)은 선 손목치기 동작분석에서 진행시 구간에서 왼 팔꿈치 각도가 143.4도, 왼 엉덩이 각도는 158.3도, 왼 무릎의 각도는 155.7도를 나타낸다고 보고하였다. 위 선행연구는 Back swing 구간과 Down swing 구간의 중간 단계로 보여 진다.

2. Back swing 구간의 오른 분절 각도

아래 <그림 4>는 Back swing 구간에서의 오른 팔꿈치, 오른 어깨, 오른 엉덩이, 오른 무릎의 각도를 나타내고 있다.

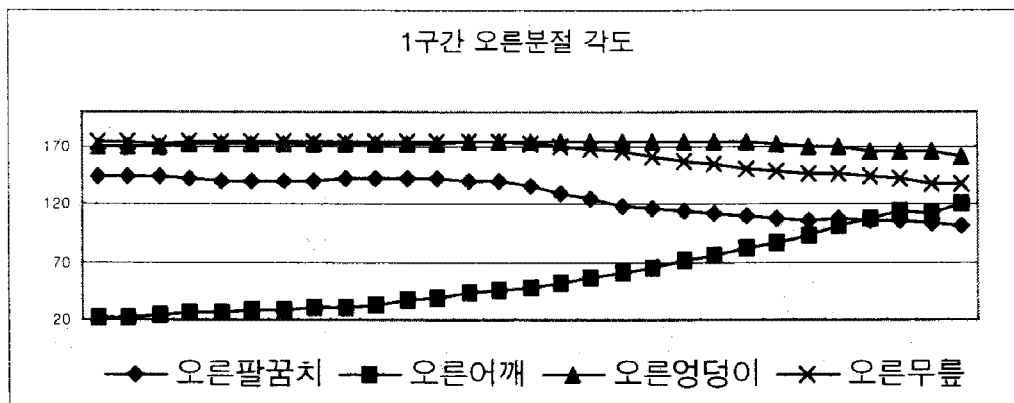


그림 4. Back swing 구간의 오른 분절 각도

표 2. 각 구간별 %RVC (단위:배수)

구간	우요측수근	우삼각근	우삼두근	우이두근	좌요측수근	좌삼각근	좌삼두근	좌이두근
1구간 (평균±SD)	4.32±1.40	22.62±29.16	5.60±2.58	3.68±0.90	1.84±0.70	25.44±13.61	9.23±4.86	4.51±2.08
2구간 (평균±SD)	3.56±1.69	14.40±13.02	18.62±8.43	2.06±0.76	2.53±0.97	11.92±9.84	27.01±32.62	8.95±3.92

Back swing 구간에서의 오른 팔꿈치 각도는 점점 작아지고 있는 것으로 나타났으며, 오른 어깨 각도는 증가하는 양상을 나타내고 있으며, 오른 엉덩이 각도는 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 오른 무릎의 각도는 작아지고 있는 것으로 나타났다. Back swing 구간에서 좌, 우 팔꿈치 각도는 비슷한 경향을 나타내며, 좌, 우 어깨 각도는 지속적으로 증가하는 양상이며, 좌, 우 엉덩이 각도는 비슷한 경향을 나타내고 있으며, 오른 무릎 각도가 왼 무릎의 각도에 비하여 낮은 각도를 나타내고 있다. 선행연구의 김병철(1998)은 선 손목치기 동작분석에서 진행시 구간에서 오른 팔꿈치 각도가 132도, 오른 엉덩이 각도는 111.2도, 오른 무릎의 각도는 100도를 나타낸다고 보고하였다. 위 선행연구는 Back swing 구간과 Down swing 구간의 중간 단계로 보여 진다.

3. Back swing 구간의 근전도 분석

위 <그림 5>는 Back swing 구간의 %RVC를 나타내고 있다. 삼각근과 삼두근이 높게 나타났으며, 좌 삼각근이 우 삼각근보다 비교적 높은 근활성도를 나타내었다. 요측수근에서는 우측이 좌측보다

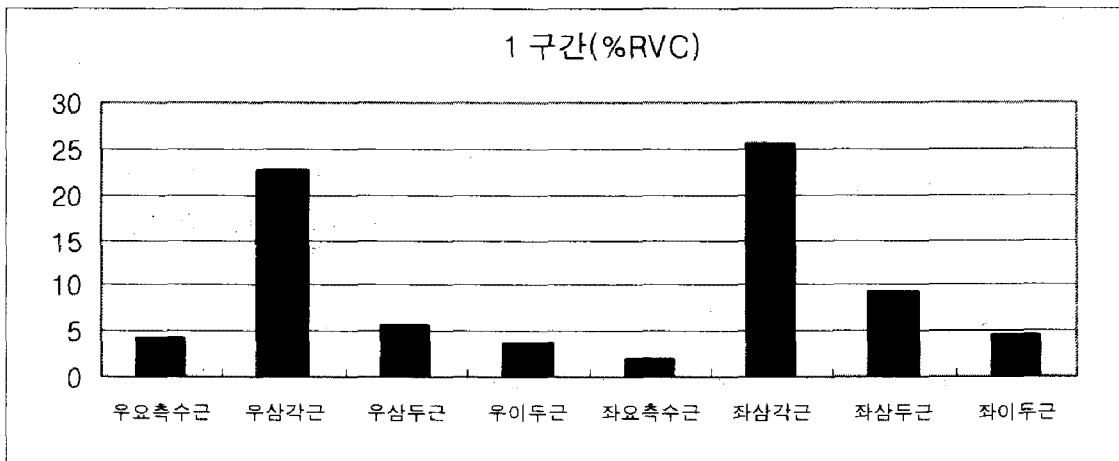


그림 5. Back swing 구간에서의 근활성도

높게 나타났다. 선행연구의 신영찬(2000)은 우 요측수근에서 미숙련자, 숙련자, 사범그룹의 순으로 근활성도가 높게 나타났으며, 좌 요측수근에서 미숙련, 사범, 숙련그룹의 순으로 근활성도가 높게 나타났다고 보고하였다.

성기홍 등(1993)은 우 요측수근의 근활성도가 낮은것은 안정적인 타격에 중요한 요인으로 작용하며, 좌 요측수근은 타격 시 손목을 비트는 굴신 운동을 하고 있는 것으로 사료된다고 보고하였다. 장언량, 박영훈, 염창홍, 서국웅과 노석규(2004)는 준비구간에서 숙련그룹은 우 요측수근이 높은 근활성도를 나타내었으며, 비숙련그룹은 좌 요측수근이 높은 근활성도를 나타내었다. 이상의 선행연구와 비교하여 보면 본 연구에서는 우 요측수근의 근활성도가 좌 요측수근의 근활성도 보다 높게 나타내었다. Back swing 구간의 의미는 Down swing을 위한 죽도의 안정성과 연관이 있다. 즉 정확한 임팩트를 위한 동작으로 오른팔이 주도적으로 Back swing을 리드하는 것으로 보여진다.

위 <표 2>는 검도 머리치기 동작시 1, 2구간에서의 %RVC를 나타내고 있다.

4. Down swing 구간의 왼 분절 각도

아래 <그림 6>은 Down swing 구간에서의 왼 팔꿈치, 왼 어깨, 왼 엉덩이, 왼 무릎의 각도를 나타내고 있다. Down swing 구간에서의 왼 팔꿈치 각도는 약간씩 증가하는 추세를 나타내었으며, 왼 어깨 각도는 지속적으로 감소하는 양상을 나타내고 있으며, 왼 엉덩이 각도는 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 왼 무릎의 각도는 약간씩 작아지고 있는 것으로 나타났다. 선행연구의 민창기(1993)는 타격 시 왼 어깨의 각도는 95-100도를 나타내고 있다고 보고하였다. 김병철(1998)은 선 손목치기 동작분석에서 타격 시 구간에서 왼 팔꿈치 각도가 147.3도, 왼 엉덩이 각도는 156.6도, 왼 무릎의 각도는 159도를 나타낸다고 보고하였다.

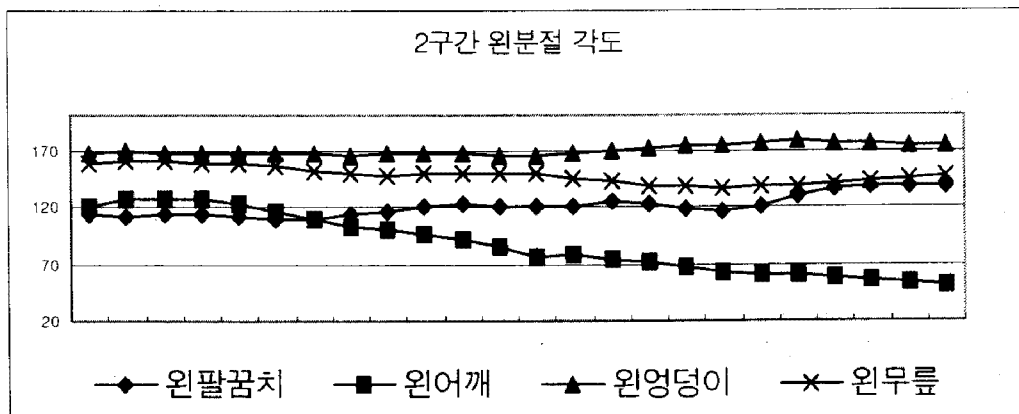


그림 6 Down swing 구간의 왼 분절 각도

5. Down swing 구간의 오른 분절 각도

아래 <그림 7>은 Down swing 구간에서의 오른 팔꿈치, 오른 어깨, 오른 엉덩이, 오른 무릎의 각도를 나타내고 있다.

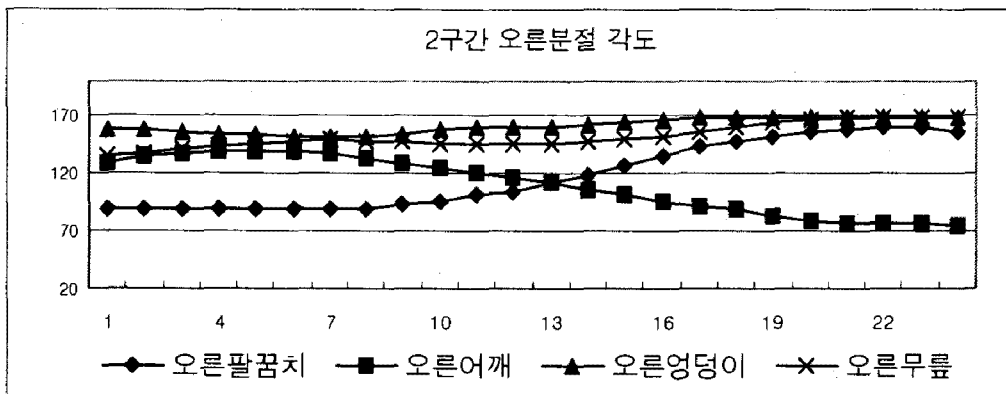


그림 7. Down swing 구간의 오른 분절 각도

Down swing 구간에서의 오른 팔꿈치 각도는 점점 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 오른 어깨 각도는 증가하다가 지속적으로 감소하는 양상을 나타내고 있으며, 오른 엉덩이 각도는 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 오른 무릎의 각도는 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있다. Down swing 구간에서 좌, 우 팔꿈치 각도는 비슷한 경향을 나타내며, 좌, 우 어깨 각도는 지속적으로 감소하는 양상이며, 좌, 우 엉덩이 각도는 비슷한 경향을 나타내고 있으며, 좌, 우 무릎 각도는 비슷한 경향을 나타내었다. 선행연구의 민창기(1993)는 타격 시 오른 어깨의 각도는 80-88도, 오른 무릎의 각도는 100-120도를 나타내고 있다고 보고하였다. 김병철(1998)은 선 손목치기 동작분석에서 타격 시 구간에서 오른 팔꿈치 각도가 152.4도, 오른 엉덩이 각도는 100.3도, 오른 무릎의 각도는 107.1도를 나타낸다고 보고하였다.

6. Down swing 구간의 근전도 분석

아래 <그림 8>은 Down swing 구간의 %RVC를 나타내고 있다. 삼두근과 삼각근이 높게 나타났으며, 좌 삼두근이 우 삼두근보다 비교적 높은 근활성도를 나타내었으며, 우 삼각근이 좌 삼각근보다 높게 나타났으며, 요측수근에서는 우측이 좌측보다 높게 나타났다.

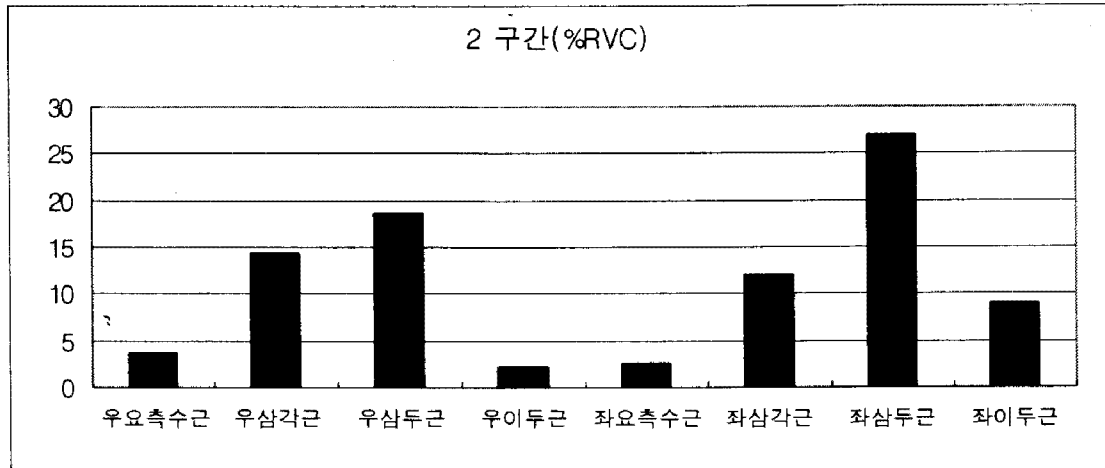


그림 8. Down swing 구간에서의 근활성도

선행연구의 신영찬(2000)은 미숙련자, 숙련자, 사범의 그룹에서 좌 요측수근이 우 요측수근보다 높은 근활성도를 나타내었다고 보고하였다. 이는 선행연구에서는 전체 구간으로 설정을 하였으며, 본 연구에서는 Back swing 구간과 Down swing 구간으로 나누어 본 결과이다. 장언량 등(2004)은 타격 구간에서 숙련, 비숙련그룹 모두 좌 요측수근이 높은 근활성도를 나타내었다. 권은택(1992)은 좌 요측수근이 검도 공격 시 가장 먼저 동원되고, 나머지 근육은 거의 같은 시각에 동원되어, 손목을 먼저 비트는 동작을 한다고 보고하였다. 본 연구에서는 전반적으로 오른팔이 스윙을 리드하고 있는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 H대학교 소속 검도선수 6명을 대상으로 검도 머리치기 동작 시 주요 근육들의 근활성도의 비교 분석 및 운동학적 변인 분석을 하였다. 머리치기 동작시 각 근육의 근전도를 기준 수축(RVC)으로 나누어 표준화 한 뒤 IEMG를 구하여 %RVC로 비교하여 얻은 결론은 다음과 같다.

Back swing 구간에서 왼 팔꿈치의 각도는 일정하게 유지가 되었으며, 오른 팔꿈치의 각도는 점점 작아지고 있으며, 좌 삼각근이 우 삼각근보다 근활성도가 높게 나타났으며, 우 요측수근이 좌 요측수근보다 높은 근활성도를 나타내었다. 이는 머리치기 동작 시 적절한 Back swing을 나타내고 있다.

Down swing 구간에서 좌, 우 무릎의 각도는 약간씩 작아지고 있으며, 좌 삼두근이 우 삼두근보다 근활성도가 높게 나타났으며, 우 삼각근이 좌 삼각근보다 높은 근활성도를 나타내었으며, 우 요측수근이 좌 요측수근보다 높은 근활성도를 나타내었다. 머리치기 동작 시 오른팔의 미는 힘과 왼팔의 당기는 힘의 균형을 통한 머리치기 동작을 나타내고 있다.

국내 대학 선수들의 검도 머리치기 연습 동작을 대상으로 하여 본 연구가 이루어졌으며, 이는 실제 경기 장면에서의 동작인 호구를 착용한 상태의 동작과 약간의 차이가 있는 것으로 보여진다. 아울러 본 연구의 결과가 검도 머리치기 동작에 대한 정확한 이해를 할 수 있게 함으로써 보다 나은 검도 수련을 할 수 있게 도와줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- 권은택(1992). 검도 공격 동작 시 전환 근육활동의 근전도적 분석. 세종대학교 석사학위논문.
- 김병철(1998). 검도 머리치기 공격 시 선손목치기 공격 동작분석 연구. 울산대학교 석사학위논문.
- 민창기(1993). 검도 머리치기 동작의 모형에 관한 연구. 청주대학교 석사학위논문.
- 민창기(2001). 검도경기 시 공격 성공요인에 대한 운동학적 변인 분석. 세종대학교 박사학위논문.
- 박종율(2001). 우리 검결의 이해. 서울: 학민사
- 박현호(1984). 검도 경기에서 타격부위별 공격이 승패에 미치는 영향. 조선대학교 석사학위논문.
- 성기홍, 권은택, 이덕분(1993). 검도 공격 동작시 전환 근육활동의 근전도적 분석. *대한스포츠의학회지*, 11(2): 233-243
- 신영찬(2000). 검도 숙련도에 따른 큰 동작 머리치기의 근전도 분석. 부산대학교 석사학위논문.
- 이철구(1988). 검도 경기에 있어서 득점부위별 공격빈도수에 관한 조사 분석. 건국대학교 석사학위논문.
- 장언량, 박영훈, 염창홍, 서국웅, 노석규(2004). 검도 머리치기 유형에 따른 상지의 근전도 분석. *한국운동역학회지*, 14(3): 219-234
- 전홍철(2002). 검도 경기시 선, 후 공격형태에 따른 공격기술 분석. 대구대학교 석사학위논문.
- Cram, J.R., Kasman, G.S., & Holtz, J.(1998). *Introduction to Surface Electromyography*. Gaithersburg. An Aspen Pub.
- U.S, DHHS.(1992). *Selected Topics in Surface Electromyography for use in the Occupational Setting: Expert Perspectives*. DHHS. Pub.
- Winter, D.A., and Yang, J.F.(1990). Backward walking. *Motor Behavior*, 21:291-305.

투 고 일 : 2005. 02. 15

심 사 일 : 2005. 02. 23

심사완료일 : 2005. 03. 04