



한국운동역학회지, 2003, 제13권 1호, pp. 73-94
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 1, pp. 73-94

유도 양팔업어치기 패턴에 따른 공격팔 기울이기 동작의 운동학적 분석

김의환* · 윤 현*(용인대학교)

ABSTRACT

A kinematic analysis of the attacking-arm-kuzushi motion as to pattern of morote-seoinage in judo

Kim, Eui-Hwan · Yoon, Hyeon(Yong-In University)

Kim, E-H and Yoon, H. A Kinematic analysis of the attacking-arm-kuzushi motion as to pattern of morote-seoinage in Judo. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol.13, No. 1. 73-94. The purpose of this investigation was to analyze A kinematic analysis of the *Kuzushi*-arm motion when performing *Morote-Seoinage* in judo who was 5 females university representative judokas of light weight category in judo, and filmed on video cameras(60field/s).

The data of this study digitized by KWON3D 2.1 program computed the average and standard deviation calculated individual 5 trials with Programing Lab view 6i.

From the data analysis & discussion, the following conclusions were drawn :

1) distance variable of attacking hand arm in *kuzushi* motion

Left · right(X direction) displacement variable was all of A, B, C pattern with moving left to right and leaning. Strip of displacement variable was order to C(55.6cm), A(53.3cm), B(43.9cm) pattern, C pattern largely leaned to left

Front · Rear(Y direction) displacement variable was different A(131.3cm±3.1cm), B(128.7±4.0cm) and C(111.0cm) on ready position, 3 pattern leaned to rear direction. Strip of displacement was order to B(43.4cm), A(41.1cm) and C pattern(28.3cm).

2003년 3월 22일(토) 접수

* 교수, 449-714 경기도 용인시 삼기동 용인대학교 무도대학 유도학과

** Corresponding author, 449-714 경기도 용인시 삼기동 용인대학교 대학원
연락처 : juyh123@hanmir.com, Tel : 011-699-5037

Up · down(Z direction) displacement variable was all of A, B, C pattern leaned to up in the *Kuzushi*-phase and leaned to down in the *Take*-phase. Strip of displacement was order to A(83.9cm), B(80.4cm), C pattern(71.9cm).

2) Shoulder joint angle variable

Flexion and extension : Ready position' angle was A($138.3 \pm 4.9^\circ$), B($142.9 \pm 3.7^\circ$) and C(164.5°) pattern, strip of flexion · extension was order to C(80.9°), A(79.9°) and B(39.0°) pattern, greatly C pattern had largely angle change.

Adduction and abduction : B and C pattern's angle change were adduction and abduction in the *Kuzushi*-phase after adduction in the *Take* phase, A pattern's angle change was abduction in the *Kuzushi*-phase after adduction in the *Take* phase.

internal and external rotation : 3 pattern were internal rotation in the *Tsukuri* phase and external rotation in the *Take* phase. After B and C pattern were external rotation and A pattern was internal rotation.

3) Elbow joint angle variable Flexion and extension : 3 pattern's ready position angle were A($142.0 \pm 4.4^\circ$), B($123.5 \pm 5.5^\circ$) and C(105.5°)

and flexion. Strip of flexion · extension were order to A(57.9°), C(34.6°) and B(25.2°) pattern.

Keywords : Tori, Uke, attacking-arm-kuzushi

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

오늘날 유도 경기는 인간의 생리적 능력으로 승패를 겨루던 경기를 뛰어넘어 고도로 발달된 과학이 접목되어 과거에는 상상도 하지 못했던 경이적인 기술의 발달을 보이고 있다. 이러한 획기적인 발전의 결과로써 지난 '84년 L. A. Olympic에서 한국 유도의 위상이 높아지기 시작하여 '88년 서울 올림픽에서는 종합 1위의 성적과 '92년 바르셀로나 올림픽, '96년 아틀란타 올림픽에서도 우수한 성적을 거두었다(김상철, 2000).

한편, 한국 여자 유도는 지난 '88서울올림픽대회에서 시범 종목으로 채택되어 이를 시작으로 '92년 바르셀로나 올림픽대회 -72kg급(김미정)에서, '96아틀란타 올림픽대회 -66kg급(조민선)에서 금메달 획득으로 한국 여자유도가 세계 유도의 강국에 진입되었다(김의환, 2000:9). 최근 2000 시드니올림픽에서는 -63kg(정성숙), +78kg(김선영) 등이 동메달을 획득하여 우리나라의 국위선양에 큰 몫을 하였을 뿐만 아니라 2002 부산아시안게임에서도 다수(금4, 은 5, 동5)의 메달 획득으로 유도 강국의 위치를 지켜 나가고 있다.

이러한 유도의 기술은 구조적으로 메치기(*nage-waza*)와 굳히기(*ne-waza*)로 구분되며, 메치기는 선기

술(*tachi-waza*)과 누우며메치기기술(*sutemi-waza*)로 나뉘어진다. 또, 선기술을 다시 손기술, 발기술 및 허리기술로 세분되며, 누우며메치기는 바로누우며메치기(*ma-sutemi-waza*)와 모로누우며메치기(*yoko-sutemi-waza*)로 세분된다. 굳히기는 누르기(*osaekomi-waza*), 조르기(*shime-waza*) 및 꺾기(*kansetsu-waza*)로 세분되어 행해지고 있다(IJF, 1992).

최근 2000년 국제 파리 오픈 유도대회에서 여자선수들의 체급별 업어치기 기술의 빈도를 살펴보면 -48kg급에서 43%, -52kg급에서 25%, +78kg급에서 41%로 가장 높은 빈도를 나타내었는데, 이는 여자 경량급과 중량급 선수들이 업어치기 기술을 선호하고 있는 것으로 알 수 있다(강선영, 2000).

또한, 세계대회에서 좋은 성적을 내고 있는 -52kg, -57kg급 여자선수들을 살펴보면, 2000 Sydney Olympic 대회에서 -52kg급에서 금메달을 획득한 쿠바의 VERDECIA Legna 선수는 업어치기, 안다리 걸기를 주특기로 하는 선수이고, -57kg급에서 금메달을 획득한 스페인의 FERNANDEZ Lsabel 선수 또한 업어치기, 발뒤축후리기, 다리들어메치기를 주특기로 하는 선수들이다. 이밖에도 세계대회에서 두각을 나타내고 있는 많은 여자선수들이 업어치기를 선호하고 있다(김의환, 2000).

유도의 양팔업어치기기술은 메치기의 선기술 중 손기술에 속하는 기술로, 받기를 때어서 넘기는 기술에 해당하는 기술인데, 양팔업어치기 동작 수행 중 팔의 움직임은 기술의 성공과 실패를 결정짓는데 중요한 역할을 하고 있다. 특히, 양팔업어치기 동작 중 상대를 기울이기(*kuzushi* : blance breaking)하는 공격팔(*attacking-arm*)의 움직임은 상대의 소매부위를 잡고 당겨(*hikite* : sleeve-pulling hand) 기울이기 역할의 핵심적인 동작으로서 상대의 중심을 기울여 빼앗는데 매우 중요한 역할을 하고 있다.

유도 양팔업어치기의 공격패턴(김의환 등, 2002)은 다음 3가지로 분석되었다. 첫째, A 패턴 : 상대를 당기며 업어 메치는 패턴(*lifting and pulling force pattern, PFP*), 둘째, B 패턴 : 상체를 굽히면서 상대를 업어 메치는 패턴(*upper body drown pattern, UBP*), 셋째, C 패턴 : 낮은 자세에서 상대를 업어 메치는 패턴(*lower COG pattern, LCP*)으로 분석되었다.

유도는 격기 종목 운동으로 상대와 맞잡은 상태로써 다양한 동작으로 행해지고 특히, 상대성의 영향을 받게되는 경우가 많으므로 객관적이고 과학적인 접근에 한계가 있을 수 있다.

본 연구에서는 유도 양팔업어치기 동작 시 몸통 트위스트각 분석을 통해 규명된 업어치기 공격 패턴에 따른 공격팔 기울이기 동작을 과학적으로 규명할 필요가 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 여자 경량급 대학생 유도선수 5명을 대상으로 김의환 등(2002)의 유도 양팔업어치기 3가지 공격 패턴 분석의 후속연구로써 공격패턴별 공격하는 팔의 기울이기 동작에 대하여 팔 분절의 이동변위, 어깨관절, 팔꿈치관절의 각도변인을 규명하는데 있다.

2. 연구의 제한점

- 1) 피험자는 여자 유도선수 중 · 경량급으로 제한하였다.
- 2) 실제 상황이 아닌 실험 상황에서 실시하였다.

- 3) 받기는 피험자와 신체조건이 비슷한 한 명으로 제한하였다.
- 4) 복장은 유도복이 아닌 실험복으로 제한하였다.
- 5) 피험자의 소수로 연구의 결과를 일반화하기에는 한계가 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 우수 여자유도선수 경량급 5명을 대상으로 하였으며, 김의환 등(2002)의 선행 연구에 의해 피험자 A와 E를 A 패턴, 피험자 B와 D를 B 패턴, 피험자 C를 C 패턴으로 분류되었으며, 이들의 신체적 특징은 아래의 표 II-1과 같다.

표 II-1. 피험자의 신체적 특성

패턴(pattern)	성명	나이(세)	키(cm)	수상경력	단급(단)
A 패턴	MKS (A)	24	160	2001 전국체전 1위	4
	KSY (E)	26	159	1998 범태평양 3위	4
B 패턴	LGL (B)	21	158	2001 전국체전 2위	2
	JHM (D)	22	163	2001 추계대학연맹 1위	3
C 패턴	PSJ (C)	23	164	1999 유니버시아드 1위	3
	M±SD	23.2±1.9	160.8±2.6		3.2±0.8

2. 실험도구

본 연구에 동원된 기자재는 크게 촬영용과 분석용 기자재로 구분되며, 촬영용 기자재로는 비디오카메라2대(AG-456MP, Panasonic), 통제점 틀(2m×2m×1m, V·TEX), 조명기3대(575 spot, Kong-il.co), 조도계(Spotmeter V, Asahi Pentax), 동조타이머(SYNC-TIMEER, V·TEX)로 하였다. 분석용 기자재로는 VCR(AG-7350, Panasonic), computer(Pentium III, samsung), monitor(CDP155, Samsung)로 하였다.

3. 실험방법

1) 실험절차

Y.대학교 유도장에서 여자 5명의 피험자를 동원하여 업어치기 동작을 실제와 같은 상황을 위해 유도 경기장에서 실시하였고, 정확한 디지털타이징을 위해 피험자의 복장은 검정색 타이즈와 짧은 반팔티 셔츠를 착용하였으며, 인체의 주요관절에 백색 테이프를 랜드마크 표식을 하였다. 2대의 분석용 비디오 카메라를 좌표 기준점으로부터 각각 9m 위치에서 카메라 렌즈가 지면에서 1.1m 높이가 되도록 삼각대 위에 수평상태로 설치한 후, 카메라의 속도는 30frames/sec로 설정하였다. 촬영준비 완료 후 부상방지와 최대의 동작수행을 위해서 충분한 준비운동과 보조띠를 이용한 메치기 연습을 실시하였으며, 3차원 좌표를 산출하기 위해 통제점 틀(calibration frame)을 촬영한 후 제거한 후, 연구자의 '카메라'라는 신호와 함께 실제와 같이 기술을 발휘하였다.

2) 동작구간의 설정

본 연구에 필요한 오른쪽 양팔업어치기 동작의 국면과 이벤트는 그림 II-1과 같다.

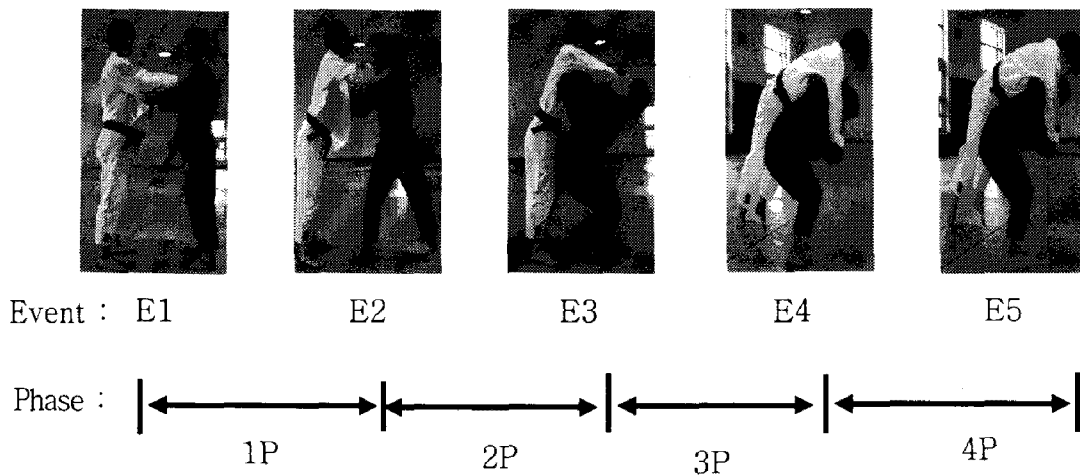


그림 II-1. 양팔업어치기의 이벤트와 국면

(1) 이벤트(Event)

- ① E1 : 기술을 발휘를 위해 오른발이 앞으로 나가기 직전
- ② E2 : 기울이기 시 왼 팔목의 수직좌표가 최대인 시점
- ③ E3 : 기술이 발휘되어 왼발이 닿기 직전 자세
- ④ E4 : 받기의 한발이 매트를 이탈하기 직전 자세(걸기1단계)
- ⑤ E5 : 받기의 두발이 매트를 이탈하기 직전 자세(걸기2단계)

(2) 국면(Phase)

- ① 1P (기울이기국면): 맞잡기에서 기울이기까지의 구간동작(E1~E2)
- ② 2P (지오티기국면) : 기울이기에서 지오티기까지의 구간동작(E2~E3)
- ③ 3P (걸기1단계) : 지오티기에서 걸기1단계까지의 구간동작(E3~E4)
- ④ 4P (걸기 2단계) : 걸기 1단계에서 걸기 2단계까지의 구간동작(E4~E5)

4. 지역좌표계

지역좌표계(local Cartesian :G x y z)는 다음과 같은 가정하에 설정하였다. 개개분절은 기시부(P)와 말초(D)를 지나는 장축이 있고, 이 장축을 중심으로 분절은 지리적으로 질량들이 대칭되어 분포되었다고 가정하였다. 따라서 무게 중심점(G)은 이 장축 위에 놓여 있게 된다. 분절 좌표계 G x y z는 분절의 무게 중심점(G)에 고정시키는데 x, y, z 축은 주관성 좌표계(principal axes of inertia)와 일치하며, 특히, z축은 장축과 일치하게 된다.

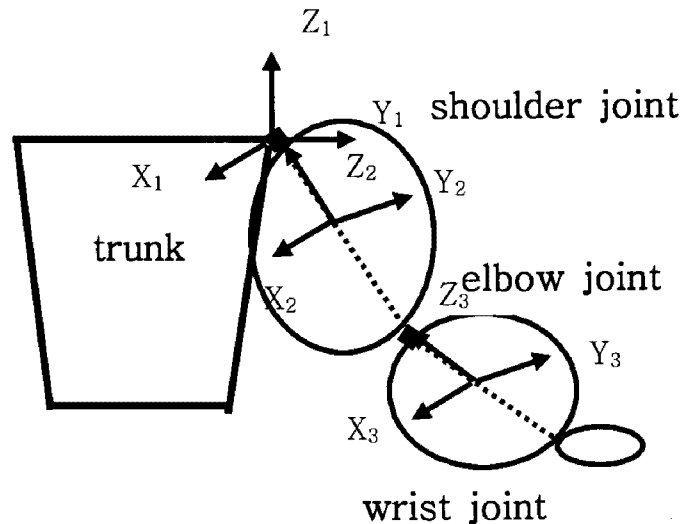


그림 II-2. 공격팔의 지역좌표계

1) 어깨중심점(shoulder) 지역좌표계

어깨의 분절좌표계는 그림 II-2과 같이 우측에서 좌측을 잇는 어깨중심선을 단위벡터를 취한 후 Y_1 로 설정하였고, 왼 어깨중심점에서 왼 엉덩중심점을 잇는 벡터와 Y_1 을 cross product한 뒤 단위 벡터를 취하여 X_1 로 정의하였으며, Z_1 은 X_1 과 Y_1 을 cross product 하여 정의하였다.

2) 상완중심점(upperarm)의 지역좌표계

상완의 분절좌표계는 그림 II-2과 같이 어깨중심점에서 팔꿈치중심점을 잇는 벡터를 설정한 후 단

위벡터를 취하여 상완 분절계의 z축(상완고정축, 수직축)으로 정의하였으며, X_2 벡터는 전완의 종축 방향의 벡터인 z축과 상완의 z축을 cross product하여 설정하고 단위벡터를 취한 후 x축으로 정의하였으며, 마지막으로 y_2 벡터는 z축과 x축을 cross product하여 나온 벡터에 단위벡터를 상완 분절좌표계의 y축으로 설정하였다. 이렇게 하여 얻어진 세 가지 방향의 축들을 상완의 질량중심점으로 이동시켰다.

3) 전완중심점(forearm)의 지역좌표계

전완의 분절좌표계는 그림 II-2과 같이 팔꿈치중심점에서 손목중심점을 잇는 벡터를 설정한 후 단위벡터를 취하여 전완 분절좌표계의 Z축(전완고정축, 수직축)으로 정의하였고, X_3 벡터는 전완의 종축 방향의 벡터인 Z축과 상완의 Z축을 cross product하여 단위벡터를 취한 후 X_3 으로 정의하였으며, 마지막으로 Y_3 벡터는 Z축과 X_3 축을 cross product하여 나온 벡터의 단위벡터를 전완 분절좌표계의 Y_3 축으로 설정하였다. 이렇게 하여 얻어진 세 가지 방향의 축들을 전완의 질량중심점으로 이동 시켰다.

5. 연구내용

1) 공격팔 분절의 이동변위

본 연구에서 구하는 자세변인은 업어치기 동작 시 공격팔 기울이기동작 인 왼손 중심점의 이동변위는 다음 공식III-1에 의해 산출되었다.

잡기의 분절 i 의 무게중심의 좌표 C_i 는 다음의 식으로 계산하였다.

$$C_i = (1 - p_i) \cdot P_i + p_i \cdot D_i \quad \langle \text{공식III-1} \rangle$$

단, P_i = 분절 길이에 대한 근위단으로부터의 무게중심 거리비

P_i, D_i = 분절 근위단 및 원위단의 좌표

2) 관절의 각도의 정의와 계산

(1) 팔꿈치관절 각도

팔꿈치관절은 단축성 관절인 경첩관절(hinge joint)로 가정하였으며, 양팔업어치기 기술의 경우는 Y축의 회전으로 발생하는 상완 분절의 종축인 Z축과 전완 분절의 종축인 Z축이 이루는 팔꿈치관절의 각도의 변화를 양(+)의 방향을 굴곡(flexion) 그리고 음(-)의 방향을 신전(extension)으로 정의하였다.

(2) 어깨관절 각도

어깨관절은 3축성 관절인 구상관절(ball and socket joint)로 가정하였으며, 어깨관절 각도는 어깨중심점에 설정한 분절좌표계와 상완중심점에 설정한 분절좌표계를 Euler's 함수를 이용하여 축변환 하였

다. 이때 발생하는 X축간의 변환 양(+)의 방향을 굴곡(flexion), 음(-)의 방향을 신전(extension)으로 정의하였고, Y축간의 변환 양(+)의 방향을 내전(adduction), 음(-)의 방향을 외전(abduction)으로 정의하였으며, Z축간의 변환 양(+)의 방향을 내측회전(internal rotation), 음(-)의 방향을 외측회전(external rotation)으로 정의하였다.

5. 자료처리

본 연구에서는 규명된 패턴에 따라 피험자 A와 E의 동작을 평균으로 하여 A패턴, B와 D의 동작을 평균으로 하여 B패턴, C의 동작을 C패턴으로 설정하였다. 잡기의 인체관절에 21랜드마크를 표식하였고, 받기의 인체관절에 4개의 랜드마크를 표식하였으며, KWON3D 2.1 프로그램을 이용하여 디지털화하였다. 디지털화 된 2차원 좌표를 DLT(Abdel-aziz, & Kararh, 1971)방법을 사용하여 3차원 좌표를 산출하였다. 해부학적 경계점의 3차원 좌표에 포함되는 디지털화 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해서 Butterworth의 2nd order 저역통과 필터(low-pass filter)를 사용하여 스무딩(smoothing) 하였으며, 이때 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하였다. 피험자 간 실험 횟수별 시간이 각각 다르므로 가장 긴 동작시간을 나타낸 대상자를 기준으로 3차 스플라인 보간법(cubic spline interpolation)을 이용하여 시간축을 표준화(normalization)하였다.

이러한 과정을 거쳐 얻은 3차원 좌표값은 LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 6i graphical program(Jhonson, G.W., 1999)을 통하여 본 연구자가 직접 프로그램을 작성하여 양팔업어치기의 패턴별 공격팔의 이동변위와 어깨관절, 팔꿈치관절의 각도를 계산하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구의 여자 양팔업어치기 공격 시, 공격팔에 대한 기울이기 동작의 운동학적 변인의 결과를 업어치기 패턴별로 살펴보면 다음과 같다.

1. 공격팔의 기울이기 이동변위

1) 공격 팔의 기울이기 X방향 이동변위

양팔업어치기 공격 시 공격팔 기울이기방향의 좌·우 방향인 X방향 이동변위는 다음 표 III-1과 같다.

표 III-1. 업어치기 공격팔의 기울이기 X방향 이동변위 (단위 : cm)

패턴	최소	최대	이동변위	걸기1단계	걸기2단계
A	8.9±1.8	62.2±8.7	53.3	58.4±11.4	62.2±8.7
B	20.0±1.8	63.9±1.3	43.9	58.4±0.6	63.9±1.4
C	15.5	71.1	55.6	65.5	71.1
M±SD	14.8±5.6	65.7±4.7	50.9±6.2	60.8±4.1	65.7±4.7

패턴별 맞잡기 자세인 E1에서 A패턴(23.9cm), B패턴(30.5cm), C패턴(23.7cm)로 나타났다. 즉, B패턴이 가장 좌측으로 이동되어 기술을 발휘하기 시작하였음을 알 수 있다.

A패턴의 공격팔 X방향 최소값은 8.9±1.8cm, 최대값은 62.2±8.7cm 이었고, B패턴의 X방향 최소값은 20.0±1.8cm 최대값은 63.9±1.3cm 이었으며, C패턴의 X방향 최소값은 15.5cm 최대값은 71.1cm 로 나타났다. 이동변위 폭은 C와 A패턴이 유사한(55.6cm, 53.3cm) 성적이었으며 다음 B패턴(43.9cm)이 가장 낮은 성적이었는데 이는 B패턴이 가장 좌측에서 기술발휘를 시작하였으나 이동변위는 짧은 것으로 나타났다. 이것은 시작한 위치가 좌측으로 많이 이동된 위치에서 기술이 발휘되었음을 알 수 있었다. 반면, A패턴은 반대로 가장 우측으로 이동된 위치에서 좌측으로 상대를 기울이고 있음을 알 수 있었고 때문에 기울이기 폭도 크게 나타났다. 두 패턴의 이러한 차이는 맞잡기 자세인 E1에서 팔의 위치가 서로 다르다는 것을 나타내며, A패턴의 경우 상체를 숙이지 않은 자세이고 B패턴의 경우는 상체를 숙인 자세임을 알 수 있다.

E4인 걸기 1단계에서는 A와 B패턴(58.4cm, 58.4cm)이 유사하였으나 C패턴은 65.5cm로 크게 나타났다. E5인 걸기 2단계에서도 마찬가지로 A와 B패턴은 각각 62.2cm, 63.9cm였으나 C패턴은 71.1로 큰 값으로 나타났다. 이러한 현상은 C패턴이 A와 B패턴보다 상대의 몸을 좌측으로 더욱 많이 기울이는 것을 알 수 있었다.

또한, 전체 패턴의 최소값은 14.8cm, 최대값은 65.7cm였으며, 기울이기팔의 X방향 이동변위는 50.9cm, 걸기 1단계보다, 걸기 2단계(65.7cm)가 높았다. 전체적으로 세 패턴 모두 큰 편차를 나타내지는 않았지만 패턴간에는 약간의 차이를 나타내고 있었다.

패턴별 공격팔의 좌·우방향인 X방향에서 이동 변위는 C패턴이 비교적 큰 이동변위 폭을 나타냄으로써 효과적인 기울이기동작임을 알 수 있었다. 각 패턴별 X방향의 이동변위를 그림으로 비교해보면 그림 III-1과 같다.



공격팔의 X방향 이동변위

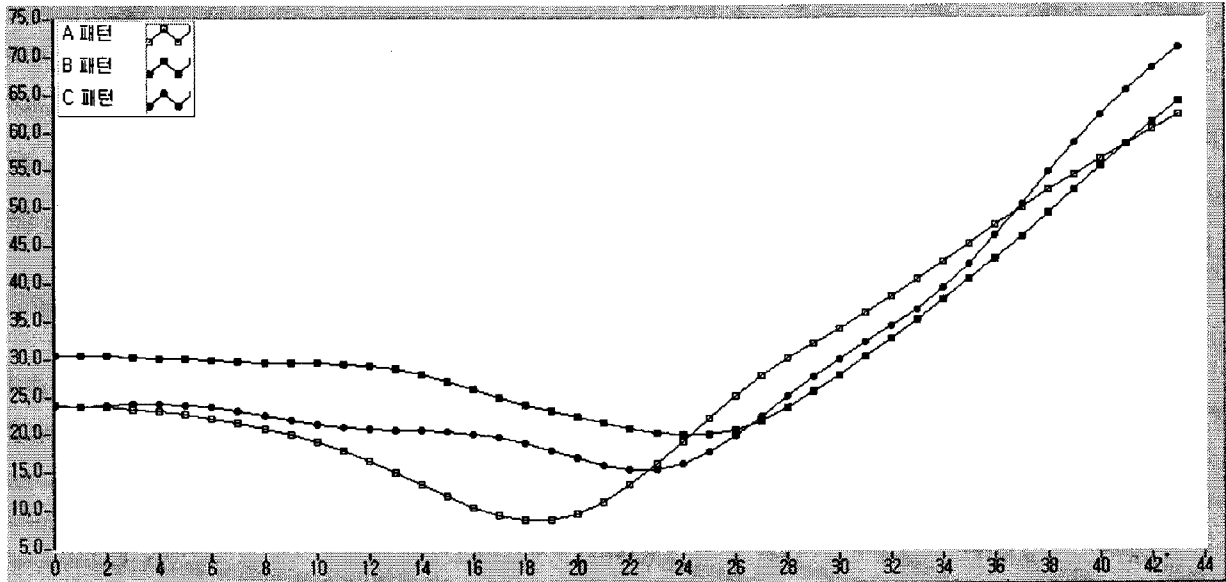


그림 III-1. 공격팔 기울이기 X방향 이동변위

전체적인 이동패턴은 세 패턴 모두 큰 차이를 나타내지는 않았지만, A패턴이 기울이기 국면에서 다른 패턴과 달리 약간 우측으로 기울이는 것을 알 수 있었고, 결기 국면에서는 세 패턴 모두 좌측으로 크게 기울이는 동작임을 알 수 있었다.

세 패턴 모두 오른쪽 양팔업어치기를 발휘하였고 받기를 우측으로 기울여 메치는 동작임이었음을 알 수 있었으며 기울이기 국면에서는 A패턴이 우측으로 기울였다가 다시 좌측으로 기울이는 동작이었는데 A패턴은 기울이기 국면에서 상대를 팔로 당겨 기울이어 밀착시키는 동작을 취하고 있음을 알 수 있다.

2) 공격팔 기울이기 Y방향 이동변위

양팔업어치기 공격 시 공격팔 기울이기방향의 전·후 Y방향 이동변위를 살펴보면 다음 표 III-2와 같다.

표 III-2. 공격팔 기울이기 Y방향 이동변위

(단위 : cm)

패턴	최소	최대	이동변위	걸기1단계	걸기2단계
A	92.1±0.7	133.2±0.2	41.1	101.7±5.6	109.5±8.7
B	87.3±6.7	130.7±3.4	43.4	92.6±2.6	99.3±2.3
C	82.7	111.0	28.3	85.4	90.7
M±SD	87.4±4.7	125.0±12.2	37.6±8.1	93.2±8.2	99.8±9.4

패턴별 피험자들의 맞잡기 자세인 E1에서 A(131.3), B(128.7cm), C(111.0cm) 중 A패턴이 가장 앞으로 이동된 자세에서 기술을 발휘하였다. A패턴에 있어서, 공격팔 기울이기방향의 Y방향 최소값은 92.1cm, 최대값은 133.2cm 이었고, B패턴의 Y방향 최소값은 87.3cm 최대값은 130.7cm 이었으며, C패턴의 Y방향 최소값은 82.7cm 최대값은 111.0cm 로 나타났다. 이동변위는 A와 B패턴이 유사(41.1cm, 43.4cm) 였다. C패턴(28.3cm)의 전·후 이동변위 폭이 가장 짧은 것은 맞잡기 자세인 E1에서 후 방향으로 많이 이동된 상태에서 기술 발휘가 이루어졌음을 알 수 있었고 그 이유는 C패턴의 특성인 낮은 자세, 즉, 자신의 중심을 낮추면서 기술을 발휘하는 특성과 관련이 있다하겠다.

E4인 걸기 1단계에서는 A패턴(101.7cm), B패턴(92.6cm)보다 C패턴(85.4cm)이 가장 낮은 이동범위였다. E5인 걸기 2단계에서도 1단계와 같은 성적으로 C패턴이 가장 낮았다.

각 패턴별 Y방향의 이동변위를 비교해보면 그림 III-2와 같다.

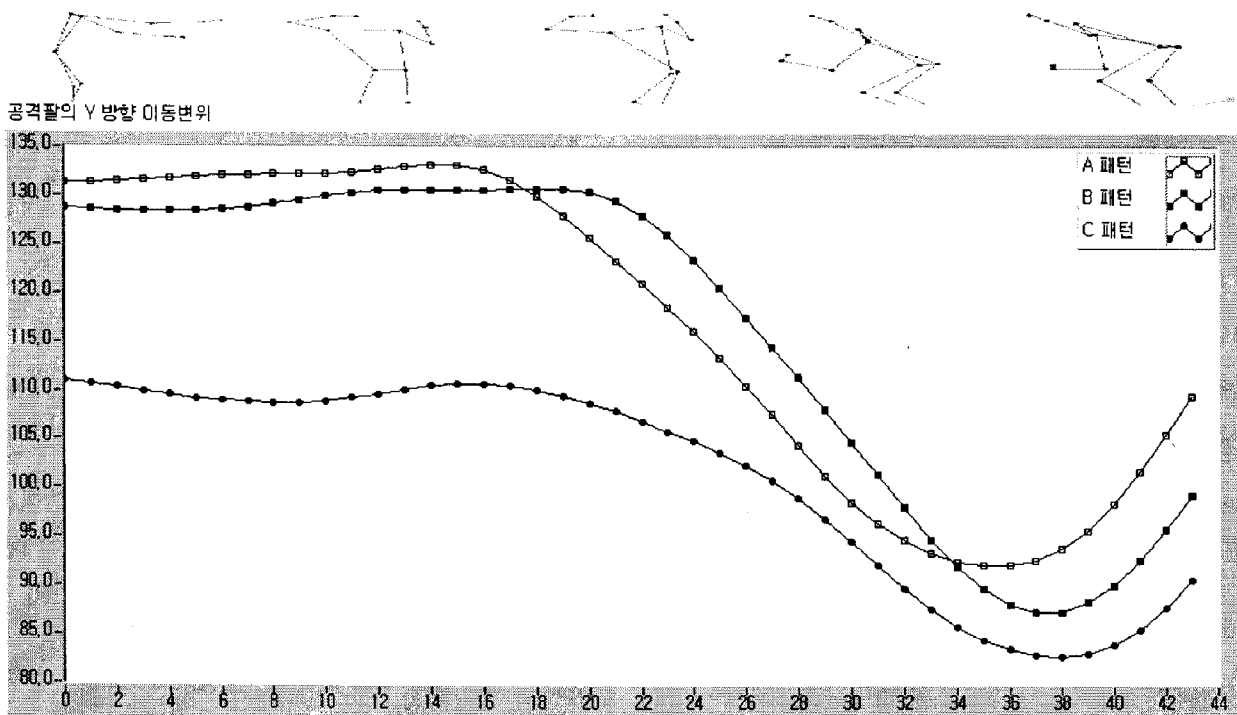


그림 III-2. 공격팔 기울이기 Y방향 이동변위

전체 패턴의 Y방향 최소값은 $87.4 \pm 4.7\text{cm}$, 최대값은 $125.0 \pm 12.2\text{cm}$ 로 나타났고 이동변위는 37.6 ± 8.1 로 나타났으며, 걸기 1단계($93.2 \pm 8.2\text{cm}$), 걸기 2단계(99.8cm)에서 이동범위가 컸다.

전체적인 이동패턴에서 A와 B패턴은 C패턴보다 앞쪽방향에서부터 뒤 방향으로 크게 이동하면서 상대를 기울이는 것을 알 수 있다.

양팔업어치기는 받기와 마주본 상태에서 잡기의 몸을 회전 시켜 상대를 등쪽과 맞닿게 한 후 엮는 동작이 일어난다. 이때 기울이기팔이 뒤쪽(몸쪽)으로 움직이는 것은 받기와 잡기의 등을 정확히 밀착시키기 위한 중요한 역할을 한다. 즉, C패턴은 A와 B패턴과 달리 이미 뒤쪽으로 공격팔을 이동시킨 상태에서 기술을 발휘하고 있음을 알 수 있다. 이러한 패턴은 받기와 몸을 밀착시키는 과정에서 다른 패턴과 달리, 시간을 줄이면서 빠르게 기술을 발휘할 수 있는 특징을 가지기도 한다.

따라서 공격팔의 기울이기방향, 전·후 Y방향 즉, 양팔업어치기기술 특성상 기울이기국면이후 바깥쪽/몸쪽에 있어서 효율적인 기울이기팔의 이동변위는 이동궤적을 최소화하고 자신의 몸쪽으로 최대한 당겨 기울이고 있는 C패턴이 매치는 방향과 최대한 일치하므로 A와 B패턴에 비해 효과적인 기울이기를 하고 있는 것으로 판단된다.

3) 공격팔 기울이기 Z방향 이동변위

양팔업어치기 공격 시 공격팔 기울이기방향의 상·하 Z방향 이동변위를 살펴보면 다음 표 III-3과 같다.

표 III-3. 공격팔 기울이기 Z방향 이동변위

(단위 : cm)

패턴	최소	최대	이동변위	걸기1단계	걸기2단계
A	49.9 ± 14.5	133.8 ± 2.6	83.9	59.1 ± 7.4	49.9 ± 14.5
B	37.9 ± 4.2	128.3 ± 5.2	80.4	59.8 ± 11.0	37.9 ± 4.2
C	51.2	123.1	71.9	61.5	51.2
M \pm SD	49.7 ± 1.7	128.4 ± 5.4	78.7 ± 6.2	60.1 ± 1.2	49.7 ± 1.7

패턴별 피험자들의 맞잡기 자세인 E1에서 A패턴(97.6cm), B패턴(97.3cm), C패턴(96.3cm) 중 A패턴이 가장 위쪽으로 이동되어 기술을 발휘하였다.

A패턴에 있어서 공격팔 기울이기 Z방향 최소값은 49.9cm , 최대값은 133.8cm 이었고, B패턴의 Z방향 최소값은 37.9cm 최대값은 128.3cm 이었으며, C패턴의 Z방향 최소값은 51.2cm 최대값은 123.1cm 로 나타났다. 그리고 이동변위는 A와 B패턴이 근소차(83.9cm , 80.4cm)이었으나, C패턴 71.9cm 의 이동변위의 성적이 가장 낮았다.

E4인 걸기 1단계에서는 A패턴(59.1cm), B패턴(59.8cm)이 매우 유사하였으며, C패턴도 61.5cm 으로 거의 일치함을 알 수 있었다. E5인 걸기 2단계에서는 A패턴(49.9cm)과 C패턴(51.2cm)이 차이가 있었으나, B패턴(37.9cm)은 낮았다. B패턴이 $37.9 \pm 4.2\text{cm}$ 로 나타났으나 C패턴은 51.2cm 의 순으로 나타났다.

전체적으로 보면 Z방향 최소값은 49.7cm, 최대값은 128.4cm이었고 이동변위는 78.7, 걸기 1단계 (60.1cm)보다 걸기 2단계(49.7cm)에서 이동변위 성적이 낮았으나 전체적으로 세 패턴 모두 큰 편차를 나타내지는 않았다.

각 패턴별 상·하 Z방향의 이동변위를 그림으로 비교해보면 그림 III-3와 같다.

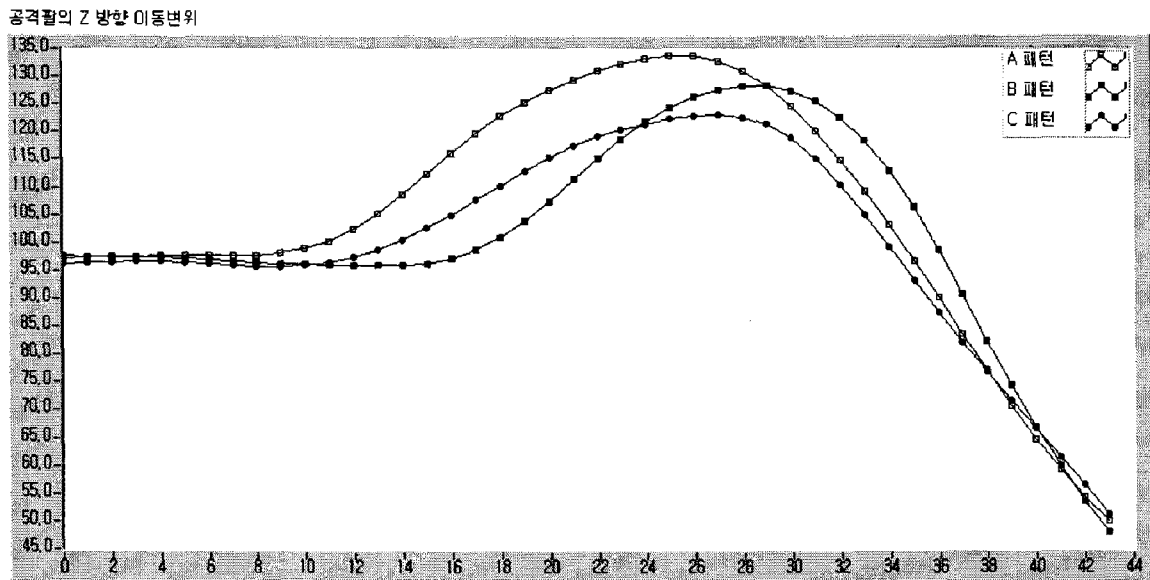


그림 III-3. 공격팔의 기울이기 Z방향 이동변위

전체적인 이동패턴에서 A, B, C패턴 모두 비슷하게 일어나고 있음을 알 수 있었다. 이는 상·하 이동변위에 큰 영향을 미치는 피험자의 신장과 받기의 신장을 제한한 결과로 판단된다.

이러한 결과 기울이기 국면에서 세 패턴 모두 기울이기 손을 위쪽으로 드는 동작이었고 걸기 국면에서는 아래쪽으로 당겨 이동시키는 동작임을 알 수 있었다. 상대와 몸을 밀착시키는 기울이기 국면에서는 상대의 중심을 빼앗기 위해 위쪽으로 이동시키기 위한 동작이었으며 한편, 걸기 국면에서는 제압한 상대의 중심을 아래쪽으로 매치기 위한 동작임을 알 수 있었다.

양팔업어치기는 받기와 마주본(마주잡은) 상태에서 잡기의 몸을 회전시켜 받기와 밀착시키면서 중심을 앞으로 이동시키고 있음을 알 수 있었고, 이때 공격팔이 위쪽으로 움직이는 것은 받기의 중심을 불안정하게 하면서 기울이는데 중요한 역할을 하기 때문이다. 즉, A, B, C패턴 모두 공격팔 기울이기 방향의 상·하 Z방향(양팔업어치기기술 특성상 기울이기국면이후 바깥쪽/몸쪽)있어서 기울이기국면에서 자신의 몸위쪽으로 최대로 기울이고 있는 것을 알 수 있었다.

2. 어깨 관절의 각도변화

1) 어깨 관절의 굴곡·신전

양팔업어치기 공격 시 공격팔 어깨관절의 굴곡과 신전을 살펴보면 다음 표 III-4와 같다.

표 III-4. 어깨관절의 굴곡·신전

(단위 : °)

패턴	최대굴곡	최대신전	폭	걸기1단계	걸기2단계
A	176.4±6.3	96.5±1.9	79.9	129.6±11.4	176.4±6.3
B	148.7±16.3	109.7±12.4	39.0	115.0±5.8	116.7±15.5
C	175.7	100.3	80.9	93.6	99.8
M±SD	166.9±15.8	102.2±6.8	66.6±23.9	112.7±18.1	131.0±40.2

패턴별 피험자들의 맞잡기 자세인 E1에서 A패턴(138.3°), B패턴(142.9°), C패턴(164.5°)중 C패턴이 가장 굴곡 된 상태에서 기술을 발휘하기 시작하였다.

A패턴의 어깨관절의 최대굴곡은 176.4°, 최대신전은 기울기국면 말기에서 96.5°, B패턴의 최대굴곡은 기울이기 초기국면에서 148.79°, 최대신전은 기울이기 말기국면에서 109.7±12.4°이었으며, C패턴의 최대굴곡은 기울이기 국면에서 175.7°, 최대신전은 걸기2단계에서 102.2°이었다.

B패턴의 굴신 폭이 작은 것은 기울이기 국면에서 다른 패턴과 달리 자신의 팔을 들어 기울이는 것이 아니라 자신의 중심을 낮추는 자세로 받기 쪽을 파고들어 중심을 빼앗는 공격으로써, 기울이기 동작 시 팔보다는 자신의 자세를 낮추면서 상대를 기울이는 동작임을 알 수 있다.

E4인 걸기 1단계에서 A, B, C패턴 중 C패턴에서 가장 낮은 값(93.6°)을 보였으며, E5인 걸기 2단계에서는 A, B, C패턴 중, B, C패턴이 유사하였으나 A패턴은 어깨관절을 최대로 굴곡 시키면서 상대를 메치는 공격이었다.

각 패턴별 어깨관절의 굴신 동작을 비교해보면 그림 III-4와 같다.

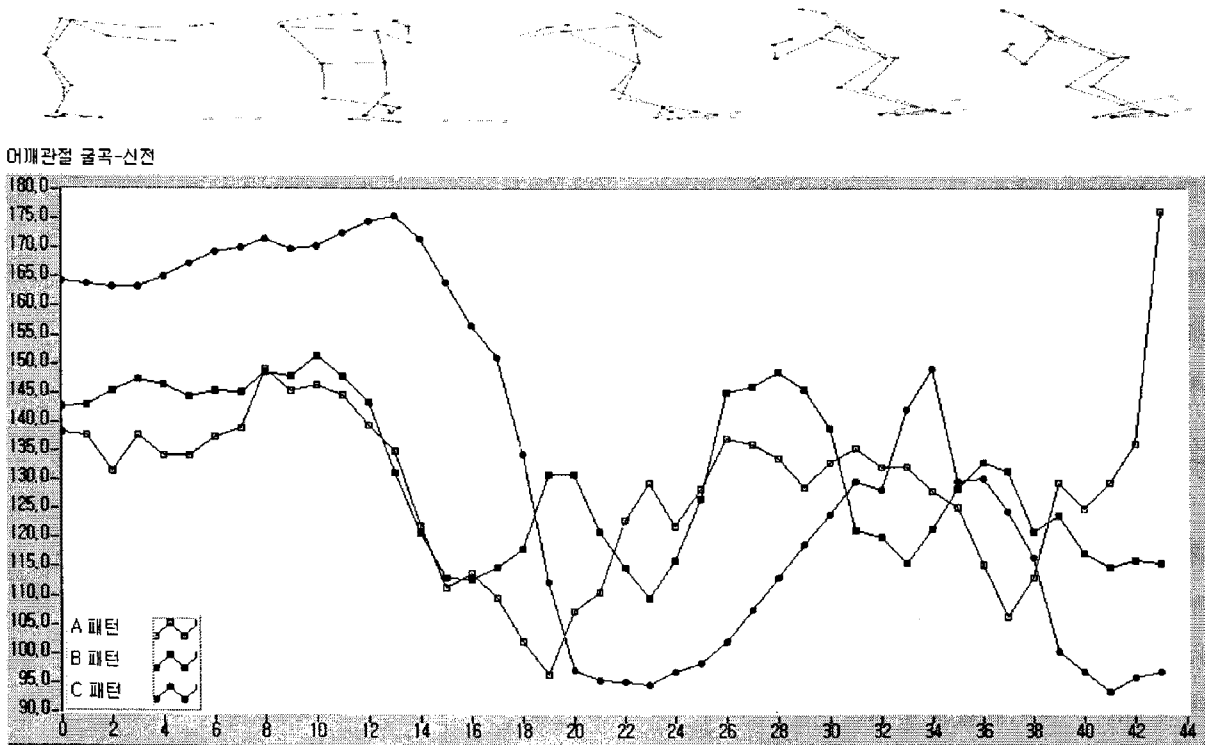


그림 III-4. 업어치기 공격팔 기울이기 동작의 어깨관절의 굴곡·신전

전체적인 굴신패턴은 A와 B가 기울이기 국면에서 굴신동작이 일어난 후, 지웃기·걸기국면에서 다시 굴곡되는 패턴을 나타내었고 C 패턴은 A, B와 달리 어깨관절을 많이 굴곡된 자세에서 기술을 발휘하여 어깨관절을 크게 신전 시킨 후 걸기 1국면에서 굴곡한 뒤 걸기 2국면에서 다신 신전 시키는 형태를 나타내 보였다. 모든 패턴이 기울이기 국면에서 몸을 밀착시킬 때 어깨관절을 굴곡에서 시작하여 신전 시키면서 기울이기로 상대를 제압한 후, A와 B패턴 신전·굴곡 신전으로 걸기국면으로 이어져, A는 굴곡 B는 신전으로 걸기2단계동작에 이어졌으나 C패턴만 걸기국면에서 굴곡, 신전하는 패턴이었다.

C패턴은 상대를 완전히 제압한 후 끝까지 어깨를 신전 시키면서 제압하는 공격패턴이었지만 반면, A패턴은 어깨관절을 오히려 크게 굴곡시켰고 B패턴은 큰 각의 변화를 보이지 않았다.

이와 같은 결과는 상대의 중심을 빼앗은 뒤 각각의 패턴별로 어깨의 굴신각을 다르게 하고 있다는 패턴의 특이점으로 볼 수 있다. 즉, A패턴의 경우, 상대를 당겨 기울이는 패턴이므로 걸기 국면에서 어깨관절이 굴곡되었고 이와 반대패턴인 C패턴의 경우, 자신의 중심을 낮추어 기울이는 패턴이므로 걸기 국면에서 어깨를 신전시켰으며, B패턴은 견관절의 굴·신동작의 큰 차이가 없어 걸기 2단계로 이어졌다. 그中间的 각도변화를 나타내고 있었다.

2) 어깨 관절의 내전·외전

양팔업어치기 공격 시 공격팔인 어깨관절의 내전과 외전을 살펴보면 표 III-5와 같다.

표 III-5. 어깨관절의 내전·외전

(단위 : °)

패턴	최대외전	최대내전	내·외전폭	걸기1단계	걸기2단계
A	155.3±1.4	105.4±0.4	49.9	114.0±6.3	116.1±11.4
B	151.5±3.7	104.9±1.9	46.6	118.7±3.8	123.7±8.0
C	158.8	106.8	52.0	122.3	120.9
M±SD	155.2±3.7	105.7±1.0	49.5±2.7	118.1±4.2	120.2±3.8

패턴별 피험자들의 맞잡기 자세인 E1에서 A패턴 134.3°, B패턴 138.5°, C패턴 157.1°로써 C패턴이 가장 많이 외전 된 상태에서 기술을 발휘하기 시작하였다.

A패턴의 기울이기 팔 최대외전은 155.3±1.4°, 최대내전은 105.4±0.4°, B패턴의 최대외전은 151.5±3.7°, 최대내전은 104.9±1.9°, C패턴의 최대외전은 158.8°, 최대내전은 106.8°로써 A, B, C패턴별 최대외전·내전 각팔 유사하였다.

E4인 걸기 1단계에서 A패턴(114.0°), B패턴(118.7°), C패턴(122.3°)이었으며, E5인 걸기 2단계에서는 B패턴(123.7°), C패턴(120.9°), A패턴(116.1±11.4°)순이었는데 걸기1, 2단계 공히 어깨관절의 내·외전동작이 매우 유사하였다는 것을 알 수 있다.

각 패턴별 어깨관절의 내·외전 동작을 비교해보면 위의 그림 III-5와 같다. 먼저 C패턴의 경우 준비 자세인 맞잡기 자세에서 크게 외전 자세에서 시작하여 기울이기, 지긋기, 걸기 국면에서 B패턴과 유사한 견관절동작이었다. 즉, B와 C패턴은 맞잡기 자세를 제외하고 기울이기 국면에서 내전되었다가 지긋기국면에서 외전된 후, 다시 걸기국면까지 내전되는 패턴을 나타내었으나, A패턴의 경우는 B, C와 달리 기울이기 국면의 말기에서 크게 외전 되었다가 이후 계속 내전되는 패턴을 나타내보였다. 이러한 움직임은 몸통의 트위스트와 연관되는데 B와 C패턴은 기울이기 국면에서 기울이기 방향으로 몸통이 트위스트 되면서 움직이고 있었고 A패턴의 경우는 받기를 기울이기 할 때까지 몸통의 트위스트 동작이 일어나고 있지 않았기 때문에 A패턴의 경우, 팔의 내전동작으로 이어지다가 기울이기 말기에서 외전되면서 기울이기하는 동작을 나타내 보였다.

A, B, C패턴을 종합해보면, A패턴의 기울이기 말기동작이 외전동작을 제외하고는 모두 지긋지, 걸기1, 2단계 동작에서 매우 유사한 패턴동작을 나타내 보였다.

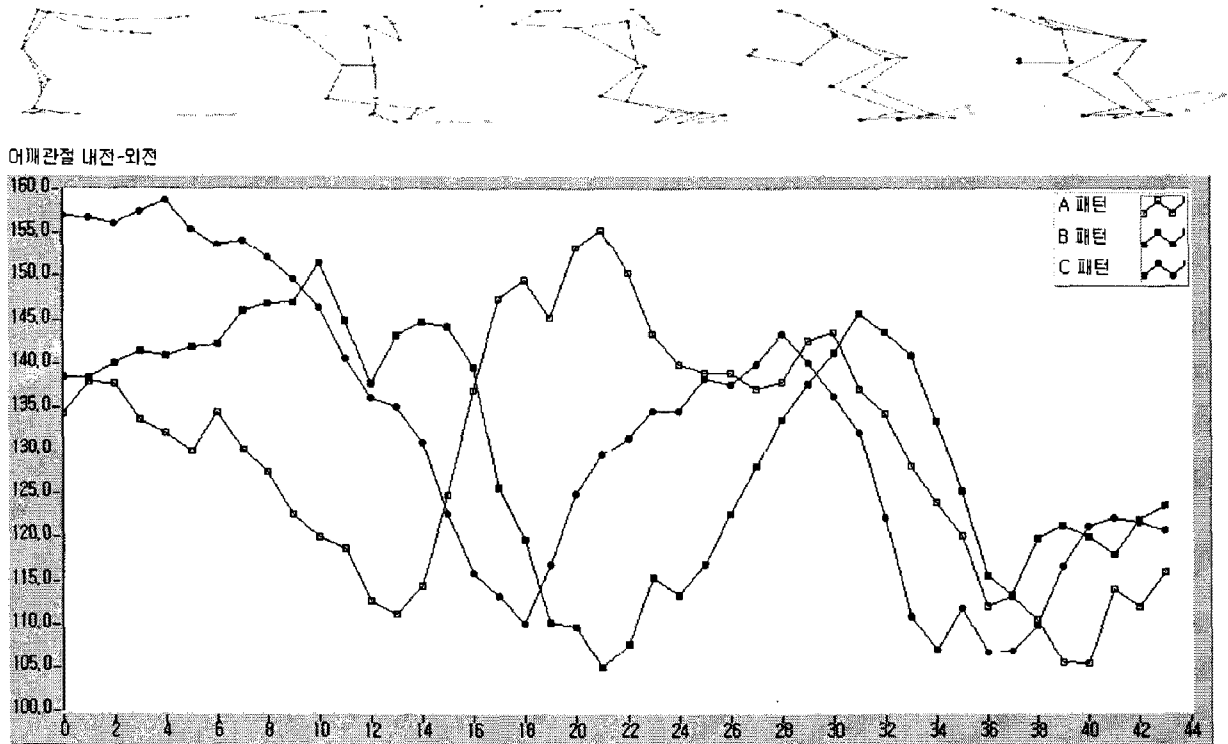


그림 III-5. 업어치기 공격팔 기울이기 동작의 어깨관절의 내전·외전

3) 어깨 관절의 내측회전 외측회전

양팔업어치기 동작 시 기울이는 어깨관절의 내측회전과 외측회전을 살펴보면 다음 표 III-5와 같다.

표 III-6. 어깨관절의 내측회전/외측회전

(단위 : °)

패턴	최대내측	최대외측	내·외회전폭	걸기1단계	걸기2단계
A	24.8±5.7	86.4±3.1	82.3	50.5±0.6	24.8±5.7
B	8.1±13.6	79.3±10.4	71.2	70.2±4.8	73.3±10.2
C	27.9	86.1	58.2	86.1	77.7
M±SD	20.3±10.7	83.9±4.0	70.6±12.1	68.9±17.8	58.6±29.4

패턴별 피험자들의 맞잡기 자세인 E1에서 A패턴(65.6°), B패턴(68.4°), C패턴(74.0°) 중, C패턴이 가장 많은 외측회전 된 상태에서 기술을 발휘하기 시작하였다.

A패턴의 어깨관절의 최대내측회전(24.8°)과 최대외측회전(86.4°), B패턴의 최대내측회전(8.1°), 최대외측회전(79.39°), C패턴의 최대내측회전(27.9°), 최대외측회전(86.1°) 중, B패턴의 최대내측이 기울이기 국면 말기에서 지웃기국면으로 이어지면서 낮은 성적을 나타내 보였다.

E4인 걸기 1단계에서는 C패턴(86.1°), B패턴(70.2°), A패턴(50.5°)순이었으며, E5인 걸기 2단계에서는

C패턴(77.7°), B패턴(73.3°), A패턴(24.8°)순으로 A패턴이 낮은 성적을 보였다.

각 패턴별 어깨관절의 내·외측 회전 동작을 비교해보면 위의 그림 III-6와 같다.

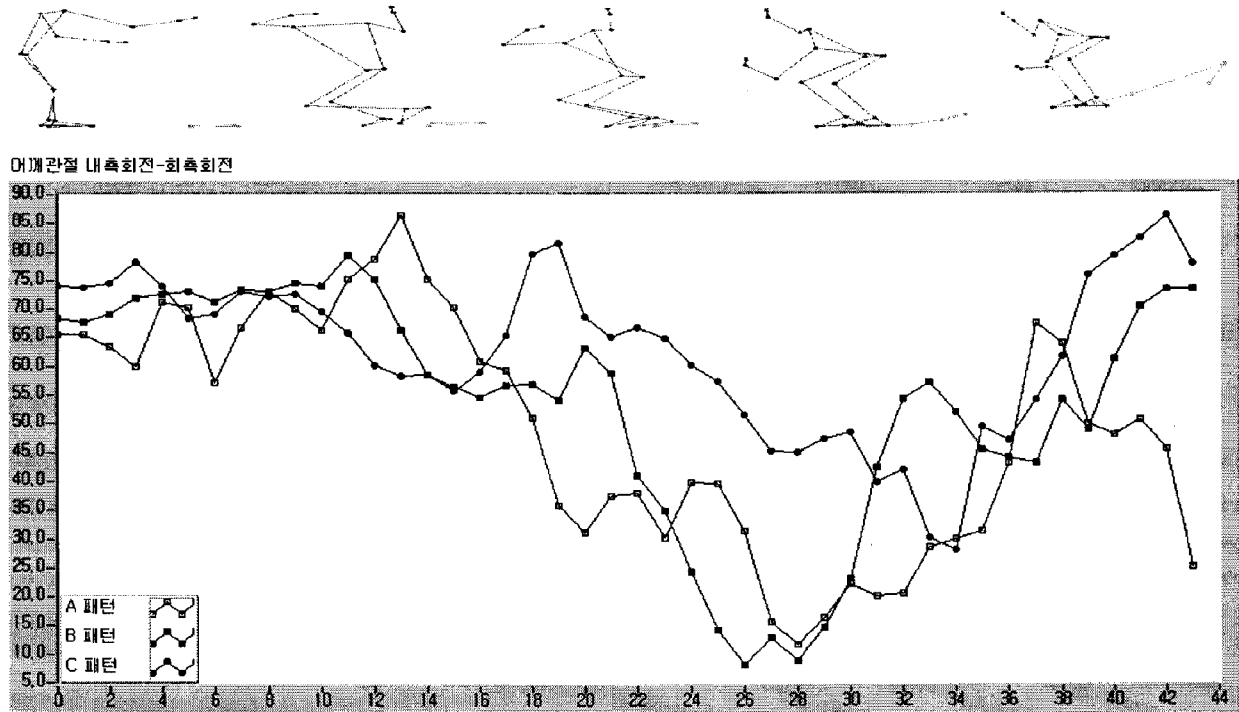


그림 III-6. 업어치기 공격팔 기울이기 동작의 어깨관절의 내측회전·외측회전

업어치기 공격시 A, B, C 패턴의 초기에 있어서 내·측 회전 각도는 큰 차이가 없으나 A, B 패턴은 기울이기국면말기와 지움기국면에서 내측회전의 큰 동작을 보여주었으며, C 패턴은 A와 B 패턴보다는 적은 내측회전이 일어났다.

걸기국면에서는 B와 C 패턴은 외측회전을 일으키며 상대를 제압하였으나 A패턴은 걸기 2국면에서 내측회전을 일으키며 상대를 매치는 동작을 나타내 보였다. 이러한 동작은 받기를 엮은 형태에 따라 힘을 쓰는 방향이 차이가 나타나는 것과 관련되는 것으로 판단된다. 즉, 걸기1, 2단계에서 어깨관절의 동작을 종합해보면, 받기를 등쪽으로 엮어매치는 형태인 B와 C패턴은 외측회전을 일으키며 받기를 매치는 동작을 발휘하였고, 받기를 어깨쪽으로 엮은 형태인 A패턴은 내측회전을 일으키며 매치는 동작을 발휘한 것으로 판단된다.

3. 팔꿈치관절의 각도변화

1) 팔꿈치관절의 굴곡신전

양팔업어치기 동작 시 기울이기팔의 팔꿈치관절의 굴곡과 신전을 살펴보면 표 III-5와 같다.

표 III-7. 팔꿈치관절의 굴곡·신전

(단위 : °)

패턴	최대신전	최대굴곡	굴신폭	걸기1단계	걸기2단계
A	150.3±5.6	92.4±0.5	57.9	100.5±5.0	102.5±6.4
B	123.4±5.5	98.2±8.6	25.2	106.8±2.4	105.0±6.1
C	126.6	92.0	34.6	94.2	101.6
M±SD	133.4±14.7	94.2±3.5	39.2±16.8	100.5±6.3	103.0±1.8

패턴별 피험자들의 E1에서 A패턴(142.0°), B패턴(123.5°), C패턴(105.5°) 중, 팔꿈치관절이 A패턴에서 가장 신전된 상태에서 기술을 발휘하기 시작하였다.

A패턴의 팔꿈치관절의 최대신전은 150.3°, 최대굴곡은 92.4°, B패턴의 최대신전은 123.4°, 최대굴곡은 98.2±8.6°이었으며, C패턴의 최대신전은 126.6°, 최대굴곡은 92.0°였는데 A패턴이 최대 신전동작에서 이어졌으며 다음이 B, C패턴 순이었다.

E4인 걸기 1단계에서는 B패턴(106.8°), A패턴(100.5°), B패턴(94.2°)순이었으며, E5인 걸기 2단계에서도 마찬가지로 B패턴(105.0°), A패턴(102.5°), C패턴(101.6°)순이었다.

업어치기 각 패턴별 기울이기팔꿈치 관절의 굴신동작을 비교해보면 위의 그림 III-7와 같다.

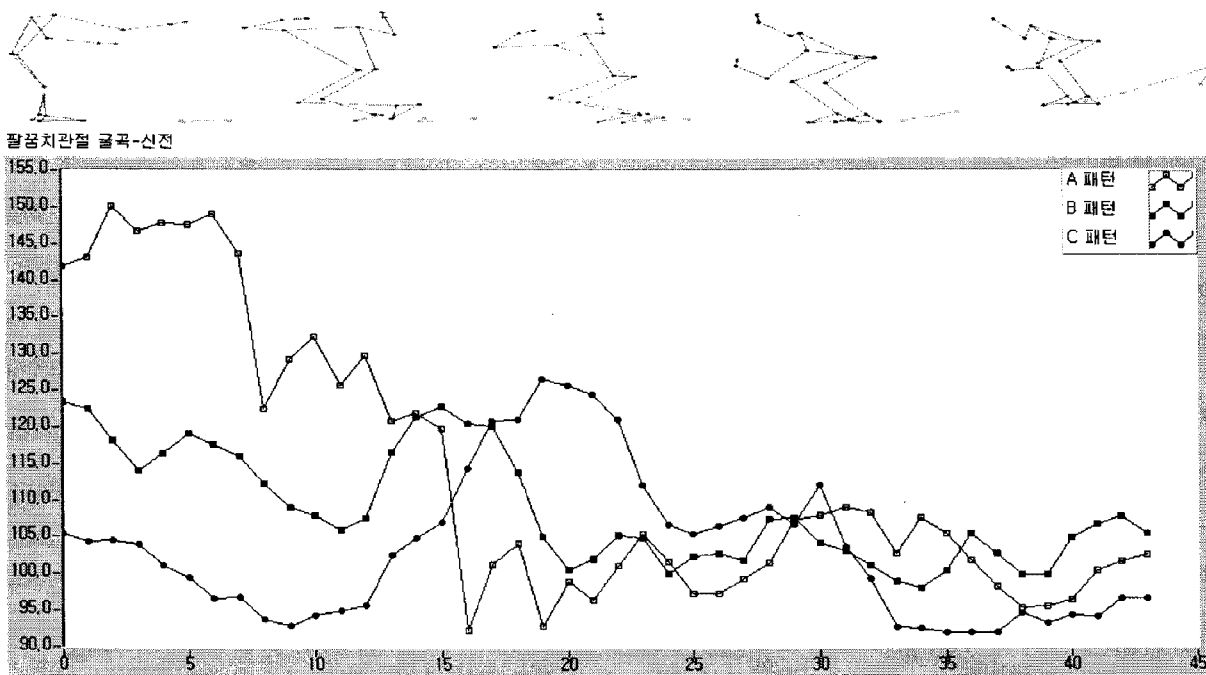


그림 III-7. 업어치기 공격팔 기울이기동작의 팔꿈치 관절의 굴곡·신전

A, B, C 패턴의 맞잡기 자세의 굴신폭은 각각 다르게 나타났으나 기울이기, 지웃기, 걸기 국면에서 점차적으로 굴곡되어 마지막 걸기 2국면에서는 비슷한 각도의 변화를 나타내 보여주고 있다.

특히, A패턴의 경우 가장 크게 신전 상태에서 기술을 발휘하였기 때문에 굴신폭도 가장 크게 나

타났으며, 프레임간의 굴신의 동작이 현저했다. 이와 같은 결과는 A패턴은 자신의 상체를 기울이지 않고 상대를 당겨 기울이며 메치는 패턴이므로 선자세에서 자신의 기울이기 팔의 힘을 최대한 이용하면서 자유도가 큰 팔꿈치의 굴신정도의 차이가 큰 것으로 판단된다. 따라서 A패턴의 경우 전체국면에서 팔꿈치의 신전되는 동작을 얻기가 용이하지 않은 것이다. 이를 종합해보면, A패턴은 강한 상체의 힘을 바탕으로 상대를 기울이고 있음이 증명된다하겠다.

B와 C 패턴은 이와 다르게 기울이기국면 중기에서 팔꿈치가 신전되었다가 굴곡되는 현상을 보이고 있는데, 이는 상대를 적당히 당겨 기울여 놓고 몸통을 돌리면서 팔꿈치를 신전시켜 받기에게 몸을 밀착시킨 후 다시 굴곡시켜 완전히 기울이기 한 후 받기를 엮는 패턴임을 알 수 있다. 이러한 동작은 기울이기 팔과 몸통, 하지의 동작이 서로 연관되어 일어나고 있음을 말해 준다.

위의 결과를 종합해 패턴별 기울이기 팔의 운동학적 변인을 살펴보면, A패턴은 자신의 강한 상체의 힘을 바탕으로 상대의 중심을 빼앗아 기울이기하고 있음을 알 수 있었고, B패턴은 잡기의 유연한 몸통 움직임을 통하여 상대쪽으로 파고들어 기울이기 하였으며 C패턴은 강한 하지의 힘을 바탕으로 기술 발휘 초기부터 낮은 자세를 취하며 중심을 빼앗아 기울이기하였음을 알 수 있었다.

따라서 A패턴은 자연체로 맞잡기하여 기울이기동작의 팔의 이동궤적과 각도의 변화가 크게 나타내 보였으며, B패턴은 상체를 숙인자세에서 맞잡기하여 상대를 기울이기하였으며, C패턴은 받기와 가까운 위치에서 맞잡기하여 기술을 발휘한 연유로 이동궤적과 각도의 변화량이 적음을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 여자 유도경량급선수 5명을 대상으로 김의환 등(2002)의 오른쪽 양팔업어치기의 3가지 공격패턴에 있어서 공격하는 방향의 기울이기 동작에 대하여 운동학적 변인(공격팔 기울이기 동작의 중심이동변위, 어깨관절과 팔꿈치 관절의 각도변화)을 규명하는데 있다. 이를 위하여 양팔업어치기 동작을 30frame/sec로 촬영하였으며 운동학적 변인의 표준화를 위해 패턴별 피험자간의 동작을 평균치와 표준편차를 산출하였다. 피험자별 최대동작시간을 기준으로 삼차원 스플라인 보간법(cubic spline interpolation)을 이용하였으며 이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 결 론

1) 공격팔 기울이기동작의 이동변위

좌·우(X 방향) 이동변위는 A, B, C 패턴 모두 우측에서 좌측으로 이동하면서 기울이기 하였고 이

동변위 폭은 C패턴(55.6cm), A패턴(53.3cm), B패턴(43.9cm)의 순이었으며, C패턴이 가장 많이 우측으로 기울었다가 좌측으로 기울이는 동작이었다.

전·후(Y 방향) 이동변위는 A(131.3cm±3.1cm), B패턴(128.7±4.0cm)과 C패턴(111.0cm)의 준비자세 위치가 일치하지 않았으며, 세 패턴 모두 뒤방향으로 기울이기 하였고, 이동변위 폭은 B패턴(43.4cm), A패턴(41.1cm), C패턴(28.3cm)의 순으로서 C패턴이 이동폭이 가장 적었다.

상·하(Z 방향) 이동변위는 세 패턴 모두 기울이기국면에서 위쪽으로 당겨 기울였다가 걸기국면에서 아래쪽으로 기울이는 동작이었는데 이는 *hikite* 본래의 목적에 적합하였다. 이동변위 폭은 A패턴(83.9cm), B패턴(80.4cm), C패턴(71.9cm)의 순으로서 패턴간의 편차는 적었다.

2) 어깨관절의 각도변화

굴곡과 신전은 초기 맞잡기 자세의 각도는 A패턴(138.3±4.9°), B패턴(142.9±3.7°)와 C패턴(164.5°)이 편차를 나타내었고 굴곡·신전의 폭은 C패턴(80.9°), A패턴(79.9°)과 B패턴(39.0°)이 편차를 나타내었으며 전체적으로 C패턴이 전 국면에서 큰 굴·신동작의 기울이기였다.

내전과 외전에 있어서, B와 C패턴은 기울이기국면에서 내전된 후, 외전되었다가 걸기국면에서 내전되는 동작이었으며, A패턴은 기울이기국면에서 크게 외전 된 후, 걸기국면까지 내전되는 동작이었다.

이는 기울이기 국면에서 A패턴과 B, C패턴의 몸쓰기가 서로 반대방향이었다.

내측회전과 외측회전에 있어서, 세 패턴 모두 지오티기국면까지 내측회전을 나타내다가 걸기국면에서 외측회전된 후 B와 C패턴은 걸기 2국면까지 외측회전하였고 A패턴은 내측회전하였다.

3) 팔꿈치관절의 각도변화

굴곡과 신전은 세 패턴 모두 서로 다른 각도(A: 142.0±4.4°, B:123.5±5.5°, C: 105.5°)에서 시작하여 모두 굴곡되는 패턴이었으며, 굴신 폭은 A패턴(57.9°), C패턴(34.6°), B패턴(25.2°)의 순이었다.

참 고 문 헌

- 김상철 (2000). 유도론. 서울 : 교학연구사 p.175.
- 김의환 (1988a). 유도외깃업어치기의 생체역학적 분석. 스포츠과학정보. 제25호, 서울 : 대한체육회 훈련원 스포츠과학연구소.
- (1991). 유도 한팔업어치기의 Kinematic 분석. 무도연구소지. 제3집, 경기 : 대한체육과학대학 무도연구소.
- (1995). 유도 메치기 기술의 생체역학적 분석을 통한 유도인형의 유용성 평가. 미간행 박사학

- 위 논문 성균관대학교 대학원.
- (1997). 유도 한팔업어치기의 역학적 특성 분석 사례연구. 무도연구소지. 제8집, 용인대학교 무도연구소.
- (2000). 2000년 제27회 시드니 올림픽대회 유도경기 대비 - 국제경기편 -, 용인대학교.
- 김의환, 김상철 (1988b). 유도 한팔업어치기의 생체역학적 사례연구. 스포츠과학정보. 제26호, 서울 : 대한체육회 훈련원 스포츠과학연구소.
- 김의환, 이학래, 김정행, 김상철, 최중삼, 김기진 (1991). 유도경기훈련지도서. 서울 : 한국체육과학연구회.
- 용인대학교 유도학과 교수(1995). 유도지도법. 용인 : 용인대학교 출판부.
- 김의환, 강선영, 정재욱, 윤 현(2002). 유도 양팔업어치기 패턴에 따른 하지동작의 운동학적 분석. 한국체육학회 전국체육 대회 기념 학술발표회
- 윤용발 (1989). 유도 기술 중 업어치기에 대한 운동학적 분석, 미간행 석사학위논문, 성균관대학교 교육대학원.
- 이연중, 백진호 (2001). 기초 스포츠 생체역학. 서울 : 흥경.
- Abdel-Aziz, Y.I., & Karara, H.M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of ASP/UI Symposium.*
- IJF (1992). *Composition of judo techniques.* international Judo Federation.
- Johnson, G.W. (1999). *LabVIEW 6i graphical programming: Parcial applications in Instrumentation and control.* NewYork:McGraw-Hill
- Kim, eui-hwan, Han, sung-cheol, Kang, sun-young, Chung, chae-wook & Lim, jung(2002). A Trunk Twisting Angle Analysis of *Morote-Seoinage*(two arm shoulder throw) in judo 2002 BUSAN ASIAN GAMES SPORT SCIENCE CONFERE Conference. pp. 1496~1507.
- Kwon, Y.-H. (1994). *KWON3D Motion Analysis Package Version2.1 User's Reference Manual.* Anyang : Visual Technology System