

여자 유도 허리후리기 기술의 운동학적 특성분석

김갑선¹ · 박철홍² · 이일구³ · 정남주⁴ · 김동현⁵

¹목포대학교 생활과학예술체육대학 체육학과 · ²목포대학교 대학원 레저스포츠학과 · ³송곡대학 레저스포츠학과
⁴호남대학교 환경이공대학 스포츠레저학과 · ⁵성화대학 골프학과

A Kinematic Analysis of Harai-Goshi(Hip Throw) in Judo

Kab-Sun Kim¹ · Chuel-Hong Park² · El-Koo Lee³ · Nam-Ju Chung⁴ · Dong-Hyeon Kim⁵

¹Department of Physical Education, College of Human Ecology, Music, Fine Arts and Physical Education,
Mokpo National University, Muan, Korea

²Department of Leisure Sports, Graduate School of Mokpo National University, Muan, Korea

³Department of Leisure Sports, Songgok College, Chuncheon, Korea

⁴Department of Sports Leisure, College of Environmental Science & Engineering, Honam University, Gwangju, Korea

⁵Department of Golf, Sunghwa College, Gangjin, Korea

Received 31 October 2010; Received in revised form 6 November 2010; Accepted 28 December 2010

ABSTRACT

The purpose of this study was to perform a kinematic analysis of Harai-goshi(hip throw) in superior female judo players. From our analysis, it appeared desirable for the player to shorten the duration of the technique for maximum results. It was also desirable for the player to draw the opponent backward while simultaneously maneuvering her close to her own body. A turning movement of the body toward the left side was found to be required for the technique, during which the player must lower the position of the center of gravity. During the subsequent angular change of the elbow, the player winds the elbow and, by moving the left shoulder, pulls the opponent toward her. The player lowers the body center by bending the left knee and letting the right knee extend, while turning the upper body and bending the hip joint. The player then draws the opponent in, contacts the opponent closely, turns, and stretches the right knee and hip joint rapidly and concisely, completing the move; it was also found to be desirable for the angular velocity to be increased for maximum efficacy.

Keywords : Judo, Harai-goshi, Kinematic, Angular Velocity

I. 서론

유도는 동양문화를 배경으로 발생되어 수백 년 동안 격투 형식의 무술로 전승되어 오다가 1882년 일본의 Jigro Kano(1860~1938)

에 의하여 현대 스포츠로 체계화 되었다. Wyang과 Jun(1998)은 1952년에 국제적으로 국제유도연맹(IJF)이 조직된 이후, 1956년 동경 세계 유도선수권대회 개최와 1964년에 유도가 아시아 지역에서 유일하게 정식종목으로 채택된 제18회 동경올림픽은 유도의 국제화 시대가 열리게 되는 계기가 마련되었다고 발표하였다.

한국 유도는 1984년 제23회 LA올림픽대회에서 2개의 금메달(남2개)을 획득, 1988년 제24회 서울올림픽에서 2개의 금메달(남2개), 1992년 제25회 바르셀로나올림픽에서 1개의 금메달(여1개), 1996년 제26회 애틀랜타올림픽에서 2개의 금메달(남1개,

Corresponding Author : Chuel-Hong Park
Department of Leisure Sports, College of Human Ecology,
Music, Fine Arts and Physical Education, Mokpo National University,
61 Dorim-ri, Cheonggye-myeon, Muan-si, Jeollanam-do, Korea
Tel : +82-61-450-2380 / Fax : +82-61-450-6427
E-mail : bluepch5000@paran.com

여1개), 2004년 제28회 아테네올림픽에서 1개의 금메달(남1개), 2008년 제29회 베이징올림픽에서 1개의 금메달(남1개)을 획득하여 대내외적으로 한국 유도 의 위상을 드높이는 역할을 하였다.

그러나 2003, 2005년 세계선수권대회에서 여자 유도는 메달을 획득하지 못하는 수모를 겪은데 이어, 2000년 시드니올림픽과 2004년 아테네올림픽, 2006년 도하아시안게임에서는 단 한개의 메달을 획득하지 못하는 불운을 겪어왔으며, Choi(2007)은 세계선수권대회에서의 노메달은 “우리나라 유도의 경기력이 저하되었음을 나타내는 결과이다”라고 주장하며, 이러한 경기력 저하의 원인 분석과 그에 대한 대책이 필요한 시점이라고 주장했다.

또한 Choi, Kim과 Park(2005)은 유도 기술의 분석은 개인의 기술 향상뿐만 아니라 경기력 향상과 지도자들에게 큰 도움이 된다고 주장했다.

유도 기술에 관한 연구를 살펴보면, Park(2001)는 유도 어깨로 메치기를 운동학적 특성을 분석하였고, Kang(2002)은 여자 유도 양팔 엮어치기 기술을 운동학적으로 분석하였다. Kim, Kim과 Jung(2005)은 유도 허벅다리결기 기술발휘 시 받기의 자세와 저항수준에 따른 중심변인을 분석하였고, Ha(2005)는 유도 빗당겨치기 동작을 운동학적으로 분석하였으며, Heinz(2005)는 상대방의 중심을 무너뜨리는 요인들을 분석하였다. Laurent, Francis와 Patrick(2007)은 양팔엮어치기에 대한 힘과 모멘트를 3차원적 분석을 하였다.

이와 같은 유도 기술에 대한 연구는 대부분이 손기술과 발 기술에 대한 연구로써 다양한 기능이 요구되는 유도의 기술측면에서 한계가 있어 보이며, 일부에서는 허리기술에 대한 중요성을 느끼고 관련 연구를 하고 있지만 유도 특성을 되살린 허리기술에 대한 연구는 부족한 실정이다.

그리고 많은 연구가 남자 유도에 대한 연구결과를 나타내고 있는 반면 여자 유도에 대한 연구결과가 부족한 실정이며 남녀의 신체적 특성상 근력의 차이로 훈련방법에도 차이가 있는데 여자 유도 선수에 대한 자료가 부족하여 여자 유도선수를 대상으로 이루어진 연구를 통해 다양한 기술 함양과 경기력 향상을 고려해야 할 것으로 판단된다.

따라서 이 연구에서는 여자 유도 우수선수들의 허리후리기 기술을 운동학적 분석을 통해 지도자 및 선수들에게 보다 향상된 정량적인 자료를 구명하는데 있다.

이 연구의 목적은 전국대회에서 3위 이상 입상 경력이 있고, 허리후리기를 주 득점 기술로 하는 J지역 고등학교 여자 유도 우수선수 3명을 대상으로 허리후리기 동작의 3차원 영상분석을 통해 보다 정량화된 운동학적 변인을 마련, 지도자들에게는 효율적 지도 방법 제시와 선수들에게는 기술 교정, 기술 향상, 경기력 수행능력 증진을 시키는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

이 연구의 대상은 전국대회에서 3위 이상 입상 경력이 있고, 허리후리기를 주 득점 기술로 하는 J지역 고등학교 여자 유도 우수선수 3명을 대상으로 선정하였다. 실험 전 대상자들에게 실험의 목적과 훈련내용을 설명하고, 사전 실험 동의서를 받았다. 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Participant information

	Heigh(cm)	Weight(kg)	Age(yr)	D.B.
subj A	168	57	17	2
subj B	160	52	18	2
subj C	166	60	17	2
<i>M±SD</i>	164.67 ±4.16	56.33 ±4.04	17.33 ±0.58	2 ±0.00

2. 실험도구

이 연구를 수행하는데 있어 사용된 실험도구는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experimental equipments

	Product	Model	Manufacturer
Photograph instrument	Video Camera (4EA)	VX-2100	Sony, Japan
	Control Object	2m×2m×2m	V-TEK, England
	Illumination (4EA)	505 Spot	Kong-Il, Korea
Analysis instrument	Computer	Libero 2200R	Hyundai, Korea
	Monitor	Libero 2200R	Hyundai, Korea
	Motion Analysis	KWON3D	VISOL, Korea

3. 실험설계

1) 실험배치도

이 연구의 구체적인 실험 배치도는 <Figure 1>과 같다.

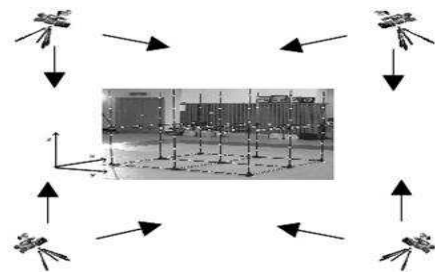


Figure 1. Experimental arrangement

2) 실험방법

J지역 고등학교 유도장에서 여자 유도 우수선수 3명을 대상으로 유도 허리후리기 동작분석을 유도 전문가(대한유도회 1급 지도자 및 심판)의 입회하에 실시하였고, 분석 시 정확한 디지털 타이징(digitizing)을 위해 대상자의 복장은 상·하의 타이즈를 착용시켰다. 단, 허리후리기 동작 시 뒤쪽 깃(목 부분)과 오른쪽 소매(팔꿈치 부분)를 잡기에 지장이 없도록 하기 위하여, 상대의 타이즈위에 <Figure 2>와 같이 보조 끈을 착용시켰다.



Figure 2. Ancillary strap

인체의 주요관절에는 백색 테이프를 부착하고, 4대의 비디오 카메라와 조명기기를 좌표 기준점으로부터 각각 6 m위치에서 카메라 렌즈가 지면에서 1.5 m높이가 되도록 삼각대 위에 설치하였다. 이 때, 카메라의 속도는 60 frames/s로 세팅했으며, 촬영 준비 완료 후 부상방지와 최대의 동작수행을 위해서 실험에 들어가기 전에 충분한 준비운동과 보조 끈을 이용한 매치기 연습을 실시했다. 3차원 좌표를 산출하기 위해서 DLT방법을 이용하고, 높이 2 m, 길이 2 m, 폭 2 m의 통제점 틀(calibration frame)을 사용하였으며, 기술발휘 직전에 4대의 비디오카메라와 조명기기를 작동시켜 통제점 틀을 1분가량 촬영한 후 제거하였다.

“준비”라는 구호와 함께 피험자는 맞잡기 자세를 취하게 하고, 각 카메라의 동조를 위해 LED램프를 이용해 불빛을 비추 주었으며, “시작”이라는 구호와 함께 유도 허리후리기 동작을 수행하였다. 연구에 적합한 동작을 선택하기 위하여 5회를 실시하였다.

3) 동작구간의 설정

본 연구의 목적에 적합하게 하기 위하여 <Figure 3>와 같이 유도 허리후리기 동작을 총 4개의 국면과 5개의 이벤트로 설정하였다.

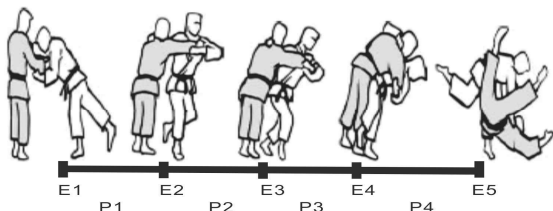


Figure 3. Phases and events of Harai-goshi

(1) 국면(Phase)

- ① P1. : E1 ~ E2 까지(기울이기 국면)
- ② P2. : E2 ~ E3 까지(지웃기 국면)
- ③ P3. : E3 ~ E4 까지(걸기1단계)
- ④ P4. : E4 ~ E5 까지(걸기2단계)

(2) 이벤트(Event)

- ① E1 : 대상자의 오른발이 떨어지는 순간
- ② E2 : 대상자의 왼발이 떨어져 다시 착지하는 순간
- ③ E3 : 대상자의 왼발이 상대의 다리 앞에 착지하는 순간
- ④ E4 : 상대의 두발이 이탈하여 공중에 뜬 순간
- ⑤ E5 : 상대의 두발이 다시 매트에 닿는 순간

4. 자료 분석

1) 통제점 좌표화

통제점 틀에 대한 좌표화는 동조용 타이머의 왼쪽아래에 부착된 LED를 기준점으로 좌표화 하여 자료처리 과정에서 대상자가 동작 수행하는 수평방향을 X축, 좌·우 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로 설정하였다.

2) 신체 분절점 좌표화

신체를 총 19개의 관절점과 12개 분절이 연결된 강체시스템(linked rigid body system)으로 정의하였다.

3) 신체분절의 각도 정의

신체분절의 각도 정의는 <Figure 4>와 같다.

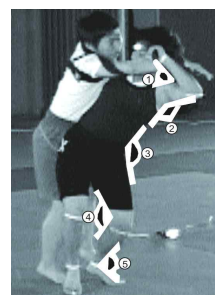


Figure 4. Angle of segment(①elbow ②shoulder ③hip ④knee ⑤ankle)

5. 자료 분석 방법

4대의 비디오카메라를 동조화(synchronization)시키기 위하여 KWON3D(performance analysis aystem, korea)프로그램에서 synch point를 이용하여 4대의 비디오카메라로 캡처한 화면을 일치시켜 촬영한 동작을 동일한 시각에 동일한 위치의 좌표값을 계산하

기 위하여 스플라인 함수를 이용하였다. 3차원 영상을 2차원 상의 필름 매체에 저장한 후 정보를 2차원 좌표로부터 신체 분절점의 3차원 좌표를 계산하는 방식인 Abdel-Aziz와 Karara(1971)의 DLT 기법을 이용하여 미리 실 공간에서의 좌표값이 알려진 몇 개의 점(control point)을 촬영한 후 실 공간 좌표와 필름면상의 좌표계로부터 DLT 변환식의 계수를 산출하였다.

계산된 DLT계수와 신체분절 중심점의 평면좌표를 이용하여 피험자의 3차원 공간좌표를 산출했고, 3차원 좌표값을 계산할 때 여러 가지 원인에 의해 잡음(noise)이 발생하는데 이러한 오차를 제거하기 위해 Butterworth의 2nd order 저역통과 필터(low-pass filter)를 사용해 스무딩(smoothing)을 실시, 차단 주파수(cut-off frequency)는 10.0 Hz로 하였다.

III. 결 과

이 연구에서는 허리후리기 기술을 주 특징으로 하는 우수 여자 유도선수 3명을 대상으로 허리후리기 동작의 이벤트별 소요 시간변화, 신체중심의 위치변화, 신체분절의 각도변화, 신체분절의 각속도변화에 대하여 운동학적으로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 소요 시간변화

대상자의 각 이벤트별 소요시간과 국면별 소요시간은 <Table 3>과 같다.

Table 3. Change of Necessitated Time (unit: sec)

	E1	E2	E3	E4	E5
subj A	0.00	0.90(0.90)	1.35(0.45)	1.58(0.23)	2.22(0.63)
subj B	0.00	0.80(0.80)	1.28(0.48)	1.50(0.22)	2.08(0.58)
subj C	0.00	0.50(0.50)	1.00(0.50)	1.23(0.23)	1.83(0.60)
<i>M±SD</i>	0.00	0.73±0.21	1.21±0.19	1.44±0.18	2.04±0.20

Note. () : Phase of Necessitated Time

유도 허리후리기 동작의 평균 소요시간은 2.04 sec로 나타났고, 이벤트별로 살펴보면 E2의 평균 소요시간은 0.73 sec, E3의 평균 소요시간은 1.21 sec, E4의 평균 소요시간은 1.44 sec, E5의 평균 소요시간은 2.04 sec로 나타났다. 대상자별 소요시간은 subj B는 2.22 sec, subj B는 2.08 sec, subj C는 1.83 sec로 subj A는 가장 긴 소요시간을, subj C는 가장 짧은 소요시간을 나타내었다.

대상자들의 국면별 소요시간은 기울이기 국면에서 subj A가 0.90 sec, subj B가 0.80 sec, subj C가 0.50 sec로 subj C는 subj A와 B보다 짧은 소요시간이 나타났다. 지오티 국면에서 subj A가 0.45 sec, subj B가 0.48 sec, subj C가 0.50 sec로 나타났고, 결기 1단계 국면에서 subj A가 0.23 sec, subj B가 0.22 sec, subj C가 0.23 sec로 나타났으며, 결기 2단계 국면에서 subj A가 0.58 sec, subj B가 0.63 sec, subj C가 0.60 sec로 나타났다.

2. 신체중심의 위치변화

대상자별 신체중심의 위치변화는 <Table 4>와 같다.

Table 4. Position Change of CG (unit: cm)

	E1	E2	E3	E4	E5	
subj A	X	107.1	91.7	88.2	81.7	73.1
	Y	75.0	119.2	114.9	104.1	95.0
	Z	90.0	89.1	89.1	76.1	82.9
subj B	X	105.3	100.7	98.9	91.8	96.1
	Y	94.1	120.3	112.4	104.6	104.0
	Z	85.2	86.2	81.0	72.4	74.4
subj C	X	104.7	101.0	91.0	82.0	72.1
	Y	59.6	75.3	75.9	69.8	66.3
	Z	88.3	89.9	86.1	83.3	78.4
<i>M±SD</i>	X	105.7 ±1.1	97.8 ±5.3	92.7 ±5.5	85.1 ±5.8	80.4 ±13.6
	Y	76.2 ±17.3	104.9 ±25.6	101.0 ±21.8	96.8 ±19.9	88.4 ±19.7
	Z	87.8 ±2.5	88.4 ±1.2	85.4 ±4.1	77.3 ±5.5	78.6 ±4.2

유도 허리후리기 동작 시 평균 수평(X)위치변화에서 E1 105.7 cm, E2 97.8 cm, E3 92.7 cm, E4 85.1 cm, E5 80.4 cm로 나타났다. 대상자별 수평위치변화는 E2에서 subj A가 91.7 cm, subj B가 100.7 cm, subj. C가 101.0 cm로 subj A보다 subj B와 C가 많은 이동을 나타내었고, subj B는 E3에서 98.9 cm, E4에서 91.8 cm, E5에서 96.1 cm로 많은 이동을 나타내었다.

평균 좌우(Y)위치변화에서 E1 76.2 cm, E2 104.9 cm, E3 101.0 cm, E4 96.8 cm, E5 88.4 cm로 나타났다. 대상자별 좌우위

치변화는 E1에서 subj A가 75.0 cm, subj B가 94.1 cm, subj C가 59.6 cm로 대상자간 유의한 차이가 나타났고, subj C는 E2에서 75.3 cm, E3에서 75.9 cm, E4에서 69.8 cm, E5에서 66.3 cm로 subj A와 B에 비해 적은 이동을 나타내었다.

수직(Z)위치변화는 다른 위치변화에 비해 거의 차이가 없었고, E5에서 subj A가 82.9 cm으로 많은 이동을 나타내었다.

3. 신체분절의 각도변화

1) 팔꿈치 각도변화

대상자별 왼쪽·오른쪽 팔꿈치 각도변화는 <Table 5>와 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 팔꿈치 각도변화는 E1에서 97.7°, E2에서 122.4°, E3에서 65.2°, E4에서 52.4°, E5에서 115.9° 로 나타났고, E3 ~ E4의 변화에서 subj B가 1.8° 로 가장 작은 변화를 보였으며, E5에서 subj A가 121.5°, subj B가 137.8°, subj C가 88.4° 로 나타났다.

평균 오른쪽 팔꿈치 각도변화는 E1에서 98.0°, E2에서 130.3°, E3에서 50.0°, E4에서 49.0°, E5에서 114.7° 로 나타났고, E1 ~ E3 까지 subj C가 74.1°, 101.0°, 41.0° 로 가장 작은 각도가 나타났다.

Table 5. Angle change of Left · Right elbow (unit: deg)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	98.9	124.2	64.6	42.6	121.5
	R	103.4	154.6	58.4	50.0	114.2
subj B	L	93.1	124.2	72.4	70.6	137.8
	R	116.4	135.4	50.7	49.1	116.4
subj C	L	101.0	118.7	58.7	44.2	88.4
	R	74.1	101.0	41.0	47.8	113.6
M±SD	L	97.7 ±4.1	122.4 ±3.1	65.2 ±6.8	52.4 ±15.7	115.9 ±25.2
	R	98.0 ±21.7	130.3 ±27.2	50.0 ±8.7	49.0 ±1.1	114.7 ±1.4

2) 어깨 각도변화

대상자별 왼쪽·오른쪽 어깨 각도 변화는 <Table 6>과 같다. 유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 어깨 각도변화는 E1에서 35.9°, E2에서 63.6°, E3에서 109.0°, E4에서 61.7°, E5에서 44.3° 로 나타났고, E3 ~ E4의 변화에서 subj B가 77.0° 로 가장 큰 변화를 나타냈다. 평균 오른쪽 어깨 각도변화는 E1에서 57.9°, E2에서 92.5°, E3에서 55.6°, E4에서 51.0°, E5에서 32.3° 로 나타났고, subj C가 E3에서 74.6°, E4에서 63.0°, E5에서 63.0° 로 가장 크게 나타났다.

Table 6. Angle change of Left · Right shoulder (unit: deg)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	41.1	73.3	96.1	63.9	35.3
	R	48.1	97.1	41.6	36.2	38.7
subj B	L	29.4	59.2	122.7	45.7	47.2
	R	65.0	95.0	50.7	53.8	21.4
subj C	L	37.2	58.2	108.1	75.7	50.3
	R	60.7	85.4	74.6	63.0	36.9
M±SD	L	35.9 ±6.0	63.6 ±8.4	109.0 ±13.4	61.7 ±15.1	44.3 ±7.9
	R	57.9 ±8.8	92.5 ±6.2	55.6 ±17.1	51.0 ±13.7	32.3 ±9.5

Table 7. Angle change of Left · Right ankle (unit: deg)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	86.9	90.4	87.8	82.8	95.0
	R	78.0	91.7	92.8	92.3	112.5
subj B	L	86.4	87.3	69.7	78.3	94.1
	R	83.3	91.7	85.6	110.9	116.5
subj C	L	81.6	89.7	78.5	84.0	93.2
	R	101.0	90.1	83.0	87.8	135.3
M±SD	L	85.0 ±2.9	89.2 ±1.6	78.7 ±9.1	81.7 ±3.0	94.1 ±0.9
	R	87.4 ±12.0	91.2 ±0.9	87.2 ±5.1	97.0 ±12.2	121.4 ±12.2

3) 발목 각도변화

대상자별 왼쪽·오른쪽 발목 각도 변화는 <Table 7>과 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 발목 각도변화는 E1에서 85.0°, E2에서 89.2°, E3에서 78.7°, E4에서 81.7°, E5에서 94.1° 로 나타났고, subj A가 E2에서 90.4°, E3에서 87.8°, E4에서 82.8° 로 가장 크게 나타났다. 평균 오른쪽 발목 각도변화는 E1에서 87.4°, E2에서 91.2°, E3에서 87.2°, E4에서 97.0°, E5에서 121.4° 로 나타났고, subj C가 E3에서 83.0°, E4에서 87.8°, E5에서 135.3° 로 가장 크게 변화가 나타났다.

4) 무릎 각도변화

대상자별 왼쪽·오른쪽 무릎 각도 변화는 <Table 8>과 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 무릎 각도변화는 E1에서 164.7°, E2에서 143.8°, E3에서 119.6°, E4에서 149.8°, E5에서 168.1° 로 나타났고, E2에서 subj B가 156.1°로 subj A와 C의 138.6°, 136.7° 보다 크게 나타났다. 평균 오른쪽 무릎 각도변화는 E1에서 156.8°, E2에서 158.0°, E3에서 139.9°, E4에서 143.1°, E5에서 135.9° 로 나타났고, E2와 E3에서 subj A가 165.4°, 148.7° 로 가장 크게 나타났다.

Table 8. Angle change of Left · Right knee (unit: deg)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	172.1	138.6	117.8	149.6	170.4
	R	153.5	165.4	148.7	148.7	135.6
subj B	L	162.8	156.1	120.4	153.9	167.5
	R	157.1	154.8	138.8	135.2	141.6
subj C	L	159.2	136.7	120.6	146.0	166.2
	R	159.7	153.7	132.2	145.5	130.5
<i>M±SD</i>	L	164.7 ±6.7	143.8 ±10.7	119.6 ±1.5	149.8 ±4.0	168.1 ±2.1
	R	156.8 ±3.1	158.0 ±6.5	139.9 ±8.3	143.1 ±7.1	135.9 ±5.6

5) 고관절 각도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 고관절 각도 변화는 <Table 9>과 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 고관절 각도변화는 E1에서 170.2°, E2에서 153.0°, E3에서 152.0°, E4에서 105.5°, E5에서 104.5° 로 나타났다. 평균 오른쪽 고관절 각도변화는 E1에서 165.2°, E2에서 143.2°, E3에서 137.0°, E4에서 124.6°, E5에서 159.8° 로 나타났고, subj A가 E3에서 144.8°, E4에서 90.2°, E5에서 98.4° 로 가장 작게 나타났다.

Table 9. Angle change of Left · Right hip (unit: deg)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	172.3	156.1	144.8	90.2	98.4
	R	168.2	144.2	131.3	104.9	169.8
subj B	L	166.9	150.9	148.5	108.7	116.4
	R	160.7	142.3	136.2	132.0	156.9
subj C	L	171.4	152.0	162.6	117.6	98.7
	R	166.7	142.9	146.2	137.8	152.7
<i>M±SD</i>	L	170.2 ±2.9	153.0 ±2.8	152.0 ±9.4	105.5 ±14.0	104.5 ±10.3
	R	165.2 ±4.0	143.2 ±1.0	137.9 ±7.6	124.6 ±17.6	159.8 ±8.9

4. 신체분절의 각속도변화

1) 팔꿈치 각속도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 팔꿈치 각속도변화는 <Table 10>과 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 팔꿈치 각속도변화는 E1에서 -39.64 deg/sec, E2에서 -30.79 deg/sec, E3에서 -91.75 deg/sec, E4에서 64.57 deg/sec, E5에서 86.22 deg/sec 로 나타났고, subj A가 E1, E2에서 -81.56 deg/sec, 151.3 deg/sec 로 가장

Table 10. Angular Velocity Change of Left · Right elbow (unit: deg/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	31.93	-81.56	-151.31	60.44	-96.37
	R	17.11	-58.95	-93.69	67.84	148.05
subj B	L	-86.08	25.75	-75.97	71.01	281.38
	R	25.43	-62.15	-152.50	178.85	-16.11
subj C	L	-64.78	-36.56	-47.96	62.26	73.65
	R	106.94	26.11	-95.34	68.04	26.80
<i>M±SD</i>	L	-39.64 ±62.89	-30.79 ±53.89	-91.75 ±53.45	64.57 ±5.65	86.22 ±189.19
	R	49.83 ±49.64	-31.66 ±50.06	-113.84 ±33.49	104.91 ±64.03	52.91 ±85.14

높은 각속도를 보였다. 평균 오른쪽 팔꿈치 각속도변화는 E1에서 49.83 deg/sec, E2에서 -31.66 deg/sec, E3에서 -113.84 deg/sec, E4에서 104.91 deg/sec, E5에서 52.91 deg/sec 로 나타났고, E3, E4에서 subj B가 -152.50 deg/sec, 178.85 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다.

2) 어깨 각속도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 어깨 각속도변화는 <Table 11>와 같다.

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 어깨 각속도변화는 E1에서 -3.44 deg/sec, E2에서 -28.55 deg/sec, E3에서 -185.89 deg/sec, E4에서 -179.27 deg/sec, E5에서 4.38 deg/sec 로 나타났고, subj B가 E3과 E4에서 -256.71 deg/sec, -281.77 deg/sec로 가장 높은 각속도를 보였다. 평균 오른쪽 어깨 각속도변화는 E1에서 22.80 deg/sec, E2에서 50.85 deg/sec, E3에서 44.02 deg/sec, E4에서 -78.47 deg/sec, E5에서 29.18 deg/sec 로 나타났다.

Table 11. Angular Velocity Change of Left · Right shoulder (unit: deg/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	-90.80	13.88	-149.37	-85.17	-61.17
	R	26.14	20.22	36.25	-70.57	61.96
subj B	L	-16.78	14.26	-256.71	-281.77	42.07
	R	18.67	56.32	90.25	-26.04	38.15
subj C	L	97.26	-113.79	-151.59	-170.86	32.25
	R	23.58	76.00	5.57	-138.81	-12.57
<i>M±SD</i>	L	-3.44 ±94.74	-28.55 ±73.82	-185.89 ±61.34	-179.27 ±98.57	4.38 ±56.98
	R	22.80 ±3.80	50.85± 28.29	44.02± 42.87	-78.47 ±56.80	29.18 ±38.07

3) 발목 각속도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 발목 각속도변화는 <Table 12>와 같다.

Table 12. Angular Velocity Change of Left · Right ankle (unit: deg/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	27.62	-55.23	-223.65	81.90	-20.21
	R	-89.11	-61.33	122.19	105.68	64.27
subj B	L	-2.42	-145.14	-136.90	116.87	-7.14
	R	-2.47	-210.10	125.37	253.07	-154.96
subj C	L	-11.53	-49.99	-126.63	74.45	3.09
	R	-102.58	62.31	170.01	-161.64	-65.95
M±SD	L	4.56	-83.45	-162.39	91.07	-8.09
		±20.49	±53.49	±53.30	±22.65	±11.68
	R	-64.72±	-69.71	139.19	65.70	-52.21
		54.33	±136.40	±26.74	±210.23	±110.26

유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 발목 각속도변화는 E1에서 4.56 deg/sec, E2에서 -83.45 deg/sec, E3에서 -162.39 deg/sec, E4에서 91.07 deg/sec, E5에서 -8.09 deg/sec 로 나타났다. 평균 오른쪽 발목 각속도변화는 E1에서 -64.72 deg/sec, E2에서 -69.71 deg/sec, E3에서 139.19 deg/sec, E4에서 65.70 deg/sec, E5에서 -52.21 deg/sec 로 나타났고, subj B가 E2와 E4에서 -210.10 deg/sec, 253.07 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다.

4) 무릎 각속도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 무릎 각속도변화는 <Table 13>과 같다. 유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 무릎 각속도변화는 E1에서 18.02 deg/sec, E2에서 17.68 deg/sec, E3에서 189.65 deg/sec, E4에서 156.04 deg/sec, E5에서 26.62 deg/sec 로 나타났고, E1과 E2에서 subj C가 72.83 deg/sec, 83.54 deg/sec로 가장 높은 각속도를 보였으며, E3와 E4에서 subj B가 325.03 deg/sec, 186.05 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다. 평균 오른쪽 무릎 각속도변화는 E1에서 -28.74 deg/sec, E2에서 -67.16 deg/sec, E3에서 7.47 deg/sec, E4에서 -62.11 deg/sec, E5에서 69.47 deg/sec 로 나타났고, E2에서 subj B가 -174.43 deg/sec로 가장 높은 각속도를 보였으며, E4에서 subj C가 -240.65 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다.

Table 13. Angular Velocity Change of Left · Right knee (unit: deg/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	-33.14	-34.51	124.55	170.03	33.76
	R	-73.48	-39.00	81.88	139.09	64.45
subj B	L	15.11	4.01	325.03	186.05	33.99
	R	-97.91	-174.43	-11.82	-84.78	189.54
subj C	L	72.10	83.54	119.37	112.05	12.12
	R	85.17	11.94	-47.64	-240.65	-45.59
M±SD	L	18.02	17.68	189.65	156.04	26.62
		±52.68	±60.20	±117.27	±38.93	±12.56
	R	-28.74	-67.16	7.47	-62.11	69.47
		±99.40	±96.32	±66.88	±190.88	±117.65

5) 고관절 각속도변화

대상자별 왼쪽 · 오른쪽 고관절 각속도변화는 <Table 14>와 같다. 유도 허리후리기 동작의 평균 왼쪽 고관절 각속도변화는 E1에서 -17.35 deg/sec, E2에서 28.10 deg/sec, E3에서 -177.27 deg/sec, E4에서 -110.34 deg/sec, E5에서 60.16 deg/sec 로 나타났고, E2에서 subj C가 91.86 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였으며, E3에서 subj A가 -252.29 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다. 평균 오른쪽 고관절 각속도변화는 E1에서 -33.11 deg/sec, E2에서 -47.78 deg/sec, E3에서 -217.17 deg/sec, E4에서 74.91 deg/sec, E5에서 -32.04 deg/sec 로 나타났고, E4 에서 subj A가 218.92 deg/sec 로 가장 높은 각속도를 보였다.

Table 14. Angular Velocity Change of Left · Right hip (unit: deg/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
subj A	L	-18.11	-18.64	-252.29	-113.79	40.31
	R	-39.52	-89.25	-253.70	218.92	82.84
subj B	L	-13.79	11.08	-154.27	-94.58	93.59
	R	-57.03	-6.70	-216.65	65.78	-95.22
subj C	L	-20.14	91.86	-125.25	-122.65	46.58
	R	-2.78	-47.40	-181.16	-59.96	-83.75
M±SD	L	-17.35	28.10	-177.27	-110.34	60.16
		±3.24	±57.18	±66.57	±14.35	±29.12
	R	-33.11	-47.78	-217.17	74.91	-32.04
		±27.69	±41.28	±36.27	±139.66	±99.66

IV. 논의

본 연구의 목적은 전국대회에서 3위 이상 입상 경력을 가진 J지역 고등학교의 허리후리기를 주 득점 기술로 하는 여자 유도 우수선수 3명을 대상으로 허리후리기 동작의 3차원 영상분석을 통해 보다 정량화된 운동학적 변인을 마련, 지도자들에게는 효율적 지도 방법 제시와 선수들에게는 기술 교정, 기술 향상, 경기력 수행능력 증진을 시키는데 그 목적이 있다.

따라서 대상자들의 허리후리기 동작의 이벤트별 소요 시간 변화, 신체중심의 위치변화, 신체분절 각도변화, 신체분절 각속도 변화를 알아보았다.

1. 소요 시간변화

유도 허리후리기 동작 시 기울이기부터 결기2단계까지의 각 국면별 소요시간에서 상대의 중심을 무너뜨리는 기울이기 국면(1국면)이 가장 긴 시간이 소요되었고, 상대를 공중으로 띄우는 결기1단계 국면(3국면)에서 가장 짧은 시간이 소요된 반면,

Imamura, Hreljac, Escamilla와 Edwards(2006)는 허리후리기 동작에 따른 3차원 분석에서 0.68 sec, 0.61 sec, 0.55 sec, 0.68 sec 로 보고한바, 이와 상이한 결과를 보였다. 이는 남자 유도 선수들에 비해 여자유도 선수들의 근력이 낮은 것으로 사료되며, 또한 고등학교 여자 선수들을 대상으로 한 실험이기에 성인 남자 선수들에 비해 신체적인 조건이 다소 미완성되었다고 판단된다. Kwon(2002)은 제 1국면인 상대의 중심을 뺀 기술이 국면에서 가장 많은 소요시간이 나타나고, 제 3국면인 걸기 국면에서 가장 짧은 소요시간을 나타냈다고 보고한 것과 같이 유사한 결과를 보였다. 그러나 기울이기 국면에서 subj C가 가장 짧은 소요시간을 보였는데 이는 실험상황에서 발생되었기 때문이며, 상대를 기술을 구사하기 편한 자세로 만들기 위해 팔과 다리의 근력을 충분히 향상시키는 훈련을 함으로서 반복적 실수가 없도록 훈련시키는 것이 중요한 것으로 사료된다.

2. 신체중심의 위치변화

유도 허리후리기 동작의 수평위치변화에서 subj B는 가장 많은 이동을 보였는데, 이는 상대를 밀착시키지 못하여 과도하게 전방으로 이동하여 기술을 구사한 것으로 나타났고, 좌우위치 변화에서 용이하게 기술을 발휘하기 위해서는 신체를 좌측으로 회전하는 움직임이 필요하다. 수직위치변화에서는 중심의 위치를 낮추어 허리후리기를 해야 상대를 메치는데 안정된 기술을 나타냈고, Shin, Son, Kim과 Choi(1998)는 신체의 중심을 낮춰야 안정된 기술결기가 이루어진다고 보고하였는데 이와 유사한 결과를 보였다.

3. 신체분절의 각도변화

왼쪽 팔꿈치 각도변화에서 subj B는 기술을 구사하여 상대를 띄워 메치는 국면에서 가장 크게 나타났고, 이는 상대를 몸에 충분히 밀착시키지 못한 것으로 E5에서 대상자간 유의한 차이는 실험상황이기에 매트에 떨어지는 상대의 소매 깃을 대상자들이 일찍 놓아버린 것으로 추정된다. 오른쪽 팔꿈치 각도변화에서는 subj C가 중심이 높아 팔의 힘을 통해 상대를 메친 것으로 사료된다. 어깨 각도변화는 걸기 1단계 구간에서 subj B가 왼쪽 어깨각도가 큰 변화를 나타내었는데 이는 왼팔을 과도하게 높이 들어 올린 것으로 보이고, 걸기 1, 2단계 구간에서 subj C가 오른쪽 어깨 각도가 크게 나타났는데 이는 중심이 높아 팔의 힘으로 기술을 구사한 것으로 사료된다.

발목 각도변화는 subj A가 충분한 기울이기와 지웃기로 짧고 간결하게 몸을 회전시켰기 때문으로 보이고, 오른 발목각도는 걸기 직전에 87.15° 로 Jung(1986)의 A형 100°, B형 106° 와 상이한 결과를 보였다. subj C는 상체의 힘을 이용해 기술발휘가 된 것

로 보였다. 왼쪽 무릎 각도 변화에서 subj B는 균형을 깨뜨리는 기울이기와 지웃기가 되지 않은 것으로 볼 수 있으며, 상대가 매트를 이탈해 공중으로 띄워지는 순간의 평균 왼쪽 무릎 각도는 119.60° 로 Jung(1986)의 A, B형의 141° 와 상이하게 나타났다. 오른쪽 무릎 각도변화에서 subj A는 빠른 회전을 통해 간결한 동작을 수행했고, 공중에 떠 있는 상대가 매트에 착지하는 순간의 평균 오른쪽 무릎 각도는 142.11° 로 Jung(1986)의 A형 129°, B형 132° 와 상이하게 나타났다. 고관절 각도 변화에서 subj A는 대상자의 몸에 밀착되어 있는 상대를 신체중심 쪽으로 허리후리기 동작이 구사된 것으로 이는 신체분절의 각도변화에서는 상대의 중심을 무너뜨려 밀착시키고 기술을 구사해야 정확한 허리 후리기가 이루어지는 것으로 Kim과 Cho(2005)의 주장과 일치한다.

4. 신체분절의 각속도변화

팔꿈치의 각속도변화에서 subj A는 기울이기 구간에서 빠른 속도로 잡아당겨 상대의 중심을 무너뜨린 것으로 생각되며, subj B는 상대를 공중으로 띄우지 못해 상체의 빠른 회전을 통해서 메치기를 한 것으로 나타났다. 어깨와 발목 각속도변화에서 subj B는 상대의 중심을 제대로 무너뜨리지 못해 과도한 발의 움직임과 상체의 힘으로 기술을 구사한 것으로 사료되나 무릎의 각속도변화에서 subj B는 상대의 균형을 깨뜨리는 기울이기가 되지 않아 중심이 앞으로 치우치면서 오른쪽 무릎이 빠르게 신전된 것으로 판단되며, subj C는 기울이기가 되지 않아 왼쪽 무릎이 빠르게 신전되었고, 오른쪽 다리가 과도하게 후방으로 움직인 것으로 보여 진다.

고관절의 각속도변화에서 subj A는 빠른 회전을 통해 상대를 등에 밀착시켜 바람직한 움직임이 나타났으며, subj C는 기울이기 시간이 짧아 왼쪽의 고관절을 과도하게 움직인 결과를 보였다.

V. 결론

이 연구는 전국대회에서 3위 이상 입상 경력이 있는 J지역 허리후리기 기술을 주 특점으로 하는 고등학교 여자 유도 우수 선수 3명을 대상으로 허리후리기 동작의 3차원 영상분석을 통하여 각 이벤트마다 운동학적으로 연구 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소요 시간변화

상대의 중심을 무너뜨리는 구간에서 후방으로 움직이면서 팔꿈치를 굴곡 시켜 기울이기의 소요시간을 길게 하고, 중심이 무너져 밀착되어 있는 상대를 공중으로 띄우는 구간에서 빠른

신체의 회전과 무릎과 고관절을 신전시켜 기술이 발휘되는 소요시간을 짧게 하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

빠르게 밀착시켜 몸통을 회전시키기 위해서는 팔의 당기는 힘을 증가시키는 훈련방법이 필요한 것으로 사료됩니다.

2. 신체중심의 위치변화

수평위치변화에서 후방으로 끌어당겨 상대의 중심을 깨뜨리는 동시에 몸에 가깝게 하고, 좌우위치변화에서 용이하게 기술을 발휘하기 위해서는 신체를 좌측으로 회전하는 움직임이 필요하며, 수직위치변화에서 중심의 위치를 낮추어 기술을 발휘해야 바람직한 것으로 나타났다.

중심을 낮추어 기술을 발휘하기 위해서는 다리의 근력을 증가시키는 훈련방법이 필요한 것으로 사료됩니다.

3. 신체분절의 각도변화

팔꿈치 각도변화는 상대를 몸에 밀착시키기 위해 굴곡하고, 왼쪽 어깨를 신전시킴으로서 상대의 중심을 빼앗고, 오른쪽 어깨를 굴곡시킴으로 상대를 끌어당겨야 바람직한 것으로 나타났으며, 왼쪽 무릎은 굴곡 시켜 기술 구사에 있어 신체 중심을 낮추고, 오른쪽 무릎은 신전시켜 상대를 공중에 띄워 상체를 회전 시키면서 고관절을 굴곡 시켜 상대를 메치는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

4. 신체분절의 각속도변화

상대의 중심을 무너뜨리는 구간에서 상대를 끌어당겨 팔꿈치를 빠르게 굴곡 시키고, 상대를 몸에 밀착시키는 구간에서는 왼쪽 어깨를 빠른 회전과 동시에 좌측으로 신전시키며, 오른쪽 어깨는 굴곡 시켜 회전력을 최대로 이용함으로써 각속도를 증가시키는 것이 바람직하게 나타났으며, 상대를 공중에 띄우기 위해 오른쪽 무릎과 고관절을 빠르고 간결하게 신전시켜 각속도를 증가시키는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

참고문헌

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971). *Direct Linear Transformation From Comparator Coordinates in Object-Space Coordinates in Close-Range Photogrammetry*. Proceedings of the ASP Symposium of Close-Range Photogrammetry. Urbana, IL.
- Choi, K. Y.(2007). *Judo Magazine(The Spring Issue)*. Korea Judo Association.
- Choi, I. A., Kim, T. W., & Park, J. R.(2005). Kinematical Analysis on Side Falling for Throwing Techniques in Judo. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 19(4), 77-83.
- Chung, W. W.(1986). *Biomechanical Analysis of Harai-goshi's(hip throw) A and B Type in Judo*. Unpublished Master's Thesis. Education Graduate School of Kong-Ju National University.
- Ha, J. S.(2005). *A Kinematical Analysis of Tai-Otosh In Judo*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Han-Yang University.
- Heinz, N.(2005). *Computer Simulation of the Movement of Balance in Judo*. Proceedings of International Symposium on Biomechanics in Sports, 23(2). 598-599.
- Imamura, R. T., Hreljac, A., Escamilla, R. F., & Edwards, W. B.(2006). A three-dimensional analysis of the center of mass for three different judo throwing techniques. *Journal of Sports Science and Medicine*, CSSI, 122-131.
- Park, J. J.(2001). *A Kinematical Analysis of Kata-Guruma(Shoulder Wheel) in Judo*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Yong-In University.
- Kang, S. Y.(2002). *A Kinematical Analysis of Morote-Seoinage(Two Arm Shoulder Throw) In Judo*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Yong-In University.
- Kim, E. H., Kim, S. S., & Chung, C. W.(2005). A Case Study on Center of Gravity Analysis When Performing Uchimata by Posture and Voluntary Resistance Levels of Uke in Judo(II). *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(1), 237-257.
- Kim, J. H., & Cho, Y. C.(2005). *Theory of Modern Judo*. Seoul : Daehanmedia.
- Kwon, M. S.(2002). *A Kinematical Analysis of Uchi-Mata(Inner Thigh Reaping Throw) by Kumi-Kata in Judo*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Yong-In University.
- Laurent, B., Francis, T., & Patrick, L.(2007). Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoi Nage). *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1211-1220.
- Shin, S. H., Son, M. S., Kim, W. S., & Choi, S. P.(1998). Kinematical Analysis of Uchimata in Judo. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 8(2), 103-123.
- Wyang, S. W., & Jun, S. H.(1998). *The First Step of Judo*. Seoul: Woo-Rae publishing company.