



유도전방낙법의 운동학적 특성 분석(I)

김 의 환* · 김 지 태**

국 문 요 약

본 연구의 목적은 유도 경력이 2년(2~3단) 이상인 유단자 5명을 대상으로 전방낙법 동작시 3차원 영상 분석법을 이용하여 운동학적 변인의 특성을 규명하는데 그 목적이 있다. 운동학적 변인은 시간·거리 변인들이었으며, 각 변인별 평균치와 표준편차를 구하여 유도 전방낙법 동작의 운동학적 변인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 전방낙법 동작시 손목각은 낙법직전자세에서 낙법자세까지는 신전되었고, 낙법자세에서 낙법직후자세까지는 굴곡되는 패턴을 보였으며 손목의 좌·우각은 변위차이를 보였다. 팔꿈치각은 준비자세에서 낙법직후자세까지 굴곡되는 패턴이었고, 발목각은 준비자세에서 반동자세까지는 굴곡되었으며 점핑자세에서 변환자세까지 신전, 낙법직전자세와 낙법직후자세에서는 굴곡 패턴이었다. 매트와 어깨와의 거리(높이)는 낙법직전자세에서 32.2cm, 낙법자세에서는 18.3cm, 낙법직후자세에서 20.5cm 이었다. 매트와 엉덩이와의 거리(높이)는 낙법직전자세에서 48.0cm, 낙법자세에서는 23.4cm, 낙법직후자세에서 30.6cm이었다.

주제어 : 유도, 전방낙법, 동작분석

2002년 11월 8일(금) 접수

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

** Corresponding author, 시간강사, 302-729 대전광역시 서구 도안동 목원대학교 측정평가실
연락처 : tae7689@hanmail.net, Tel : 016-474-8989

I. 서론

1. 연구의 필요성과 목적

유도의 기본에서는 ‘자세, 잡기, 낙법, 기울이기, 지웃기, 걸기’ 등의 동작을 중요시하고 있으며, 이러한 기본동작을 대인기술(對人技術)에 대하여 기초기술(基礎技術)이라고 한다. 따라서 유도는 자연과학과 밀접한 관계를 갖는다.

우선적으로 유도는 역학적 원리를 기술의 기초로 하고 있는데, 첫째로 중심의 문제를 그중 핵으로 하며, 둘째로 기저면, 셋째로는 지렛대의 원리를 응용하는 것이라 하겠다.(이제황, 1976).

국내에서는 다수의 역학적 연구(김의환, 1988a,b,c ; 1991 ; 1995 ; Lee,K.S. and E.H.Kim, 1986)가 진행되어 올림픽이나 세계대회 등 국제대회에서 입상하는 데 많은 성과를 거두어 국제적 위상을 높이는 데 기여해 왔다.

모든 스포츠 종목에서 공통적으로 요구되는 것이 ‘기본 기’의 중요성인데 이는 유도에서도 마찬가지이다.

유도의 기본 동작 중 낙법(落法, *ukemi, falling safe method, breakfall*)은 자신이 넘어지거나 상대에 의해 메쳐졌을 때 신체를 안전하게 보호하는 신체 안전법의 일종이다. 낙법할 때에 팔로 강하게 매트 를 치는 동작은 낙하하는 신체가 매트로부터 받는 충격을, 즉 상체가 매트에 닿기 직전에 팔로 매트를 치므로써 속도변화로 인해 생기는 시간을 늘리어 충격을 완화하려는 것이다. 낙법 연습을 충분히 하여 낙법에 상당한 자신을 가지고 메치기에 들어가도록 해야 되며, 낙법에 자신이 없으면 메치는 것이 무서워서 넘어지지 않으려고 버티는 자세가 됨으로 대담하게 동작을 할 수 없게 된다. 이렇게 되면 기술의 진보가 늦어질 뿐 아니라 연습에도 흥미가 없어지게 된다. 낙법을 완전히 익히지 않으면, 좌·우, 전·후 등 어느 방향으로든 공격이 가능한 상황에서 부상을 쉽게 당하게 될 것이다.

낙법의 종류는 넘어지는 방향에 따라 즉, 앞으로 넘어졌을 때 자신의 신체를 안전하게 갖는 방법인 전방낙법(*mae ukemi, forward breakfall*), 뒷 방향이면 후방낙법(*ushiro ukemi, rear breakfall*), 좌·우의 옆 방향이면 측방낙법(*yoko ukemi, side breakfall*), 앞 방향으로 굴러 넘어지게 되면 전방회전낙법, 공중방향이면 공중회전낙법 등으로 구분된다.

전방낙법은 앞으로 넘어질 때 얼굴 및 가슴을 보호하는 낙법으로써 양팔을 8자로 하여 앞으로 넘어지면서 자리를 치는 낙법이다. 이때 왼팔과 오른팔을 정삼각형이 되도록 깊고 어깨와 손과 팔꿈치로 이어지는 선도 정삼각형이 되도록 해야 한다. 양팔과 발끝으로는 신체를 지탱하여 배와 무릎이 자리에 닿지 않도록 해야 하며, 얼굴은 좌·우 한 방향으로 돌리도록 해야 한다. 유도 기술에 의해 넘어지는 낙법에 대하여 운동학적인 변인을 분석한 구중천(1986)과, 유도후방낙법의 운동학적 특성을 분석한 박태춘(2001)의 연구와 KBS TV의 ‘스포츠는 과학이다’ 프로그램에서 유도 낙법의 과학성(김의환, 1999).을 소개한 것을 제외하면 기초동작인 낙법에 대한 역학적 연구가 미흡한 실정이라 할 수 있겠다.

따라서 본 연구의 목적은 경력이 2년(2~3단) 이상인 유단자 5명을 대상으로 전방낙법 동작시 3차원 영상분석법을 이용하여 운동학적 변인의 특성을 규명하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 경력이 2년 이상인 유단자 5명을 대상으로 실시하였으며, 이들의 신체적 특성은 <표-1>과 같다.

<표-1> 피험자의 신체적 특성

피험자	나이(세)	신장(cm)	체중(kg)	경력(년)	급수(단)
CMU(A)	19	178	88	3	2
KSR(B)	19	175	88	2	2
SJM(C)	17	170	70	2.5	2
LJH(D)	20	165	62	5	3
UYS(E)	25	178	85	10	3
M±SD	20.0±2.7	173.2±5.0	78.6±10.7	4.5±2.9	2.4±0.5

2. 실험장비

본 실험에서 전방낙법 동작을 분석하기 위해 사용된 촬영장비와 자료처리를 위한 영상분석장비는 <표-2>와 같다.

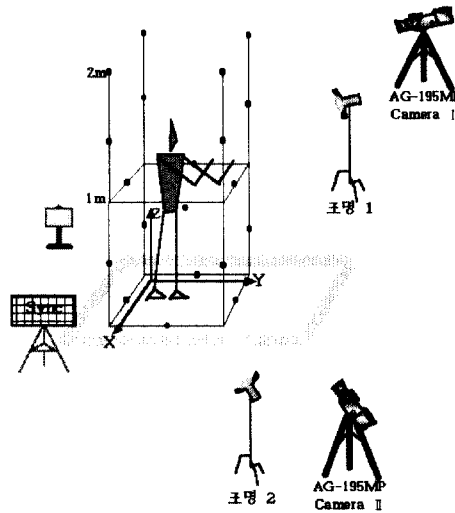
<표-2> 실험장비

구분	명칭	모델명	제조회사
촬영장비	비디오 카메라(2대)	AG-195MP	Panasonic
	통계점 틀	1m × 2m × 2m	V · TEK
	조명기(2대)	575 spot	Kong-il.co
	조도계	Spotmeter V	Asahi Pentax
	동조타이머	SYNC- TIMEER	V · TEK
영상분석 및 자료처리	모니터	CVM-2933A1	Anam
	비디오	820SV-A80	Samsung
	컴퓨터	SENS	Sony
	동작분석기	AG-7350	Panasonic

3. 실험절차

피험자에게 동작수행을 시켜보고 카메라의 뷰파인드에 각 관절이 가려지는 부분을 최소화하여 피험자를 기준으로 전방으로 좌우 60° 를 각각 여유를 두었으며 따라서 피험자와 카메라간의 전체각도 범위는 120° 로 촬영되었다. 그리고, 카메라를 피험자로부터 10m 위치에 고정시키고 카메라 높이를 피험자의 인체 중심에 가장 가까운 1.2m로 하여 카메라를 최종 고정시켰다. 두 카메라 속도는 30frame/sec.로 촬영되었다.

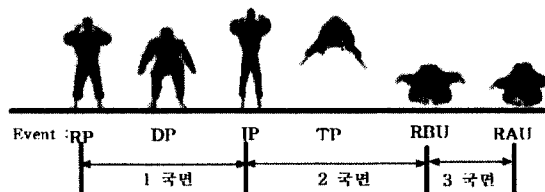
촬영순서는 먼저 통제점틀(1×2×2m)을 기준으로 피험자의 동작이 완전히 들어갈 수 있도록 설치하고 약 10~20초간 촬영한 후 제거되었다. 이후 촬영은 7~8회 실시하여 가장 이상적이라고 판단되는 3회의 동작만 채택했으며 준비동작에서 '시작'이란 구령에 따라 전방낙법을 실시하고 동작의 전과정을 필름에 수록하였다.



<그림-1> 실험 배치도

4. 연구내용

1) 이벤트(event)



<그림-2> 전방낙법의 주요 국면의 구분

본 연구에서의 이벤트 구분은 총 6개로 구분할 수 있으며 <그림-2>와 같다.

- ① E-1 : 낙법을 실시하기 위한 안정된 자세로 무릎을 약간 구부리고, 다리를 어깨넓이로 벌린 상태에 「八」 자형으로 올린 상태(ready position).
- ② E-2 : 제자리에서 몸을 띄우기 위해 몸을 숙인 자세(down position).
- ③ E-3 : 몸을 공중으로 띄우기 위해 발끝이 땅에서 떨어지는 순간(jumping position).
- ④ E-4 : 몸이 공중에서 상승하다가 하강으로 전환하는 순간(transition position).
- ⑤ E-5 : 신체의 일부위가 매트에 닿는 순간(right before ukemi).
- ⑥ E-6 : 낙법 완료 후 자세(right after ukemi).

2) 국면(phase)

E1 ~ E6을 3국면으로 구분하였다.

- ① 1국면(도약국면) : 준비에서 점핑까지의 동작
- ② 2국면(공중국면) : 점핑에서 낙법직전까지의 동작
- ③ 3국면(낙법국면) : 낙법직전에서 낙법직후까지의 동작

3) 연구내용

연구내용은 크게 자세, 거리변인으로 나눌 수 있으며 세부적인 사항은 다음과 같다.

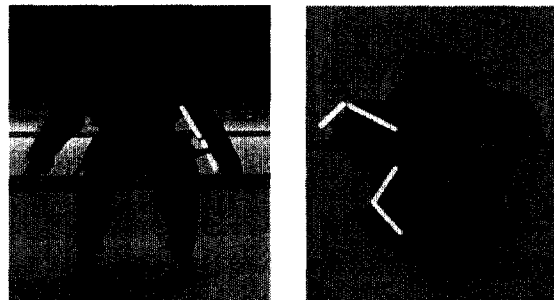
(1) 자세변인

본 연구의 각도변인은 낙법 발휘시 각 이벤트별 손목각, 팔꿈치각, 발목각을 구하였으며 다음 <공식-2>에 의해 계산되었다.

$$\theta = \arccos\left(\frac{U \cdot V}{|U| \cdot |V|}\right) \text{ ----- <공식-1>}$$

$$= \arccos\left(\frac{X_i X_j + Y_i Y_j + Z_i Z_j}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2} \cdot \sqrt{X_j^2 + Y_j^2 + Z_j^2}}\right)$$

본 연구에 계산된 주요 관절의 각 변인은 <그림-3>와 같다.



<그림-3> 주요 관절의 각 변화

- ① 손목각(wrist angle : $\angle W$) : 손끝, 손목, 팔꿈치를 잇는 각도.
- ② 팔꿈치각(elbow angle : $\angle E$) : 전완과 상완이 이루는 각도.
- ③ 발목각(ankle angle : $\angle A$) : 무릎, 복숭아뼈, 발끝을 잇는 각도.

(2) 거리변인

본 연구에서 구한 거리변인은 매트와 어깨와의 거리, 매트와 엉덩이와의 거리변인은 다음의 <공식4> 로 계산하였다.

$$d = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2 + (Z_j - Z_i)^2} \quad \text{-----} \quad \text{<공식-2>}$$

X = 좌 · 우 중심, Y = 전 · 후 중심, Z = 상 · 하 중심

5. 자료처리

통제점들을 좌표계는 좌 · 우 방향을 X축, 전 · 후 방향을 Y축, 상 · 하 방향을 Z축으로 정의하였고, 28개의 통제점을 5번 디지털타이징하여 평균값을 사용함으로써 오차를 최소화하였고, 인체는 16개의 강체분절로 21개의 관절점을 통하여 연결된 계(linked rigid body system)로 정의하였다.

디지털타이징하여 얻은 2차원 좌표 값을 3차원 공간 좌표 값으로 변환하기 위하여 DLT(Abde-Aziz & Kararah, 1971) 방법을 이용하였고, 2대의 비디오 카메라는 그 속도가 60fields/sec이고 그로부터 얻은 정보를 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용, 0.01초 간격으로 보간(interpolation) 하여 동조(synchronization)시키는데 본 연구에서는 동조용타이머(sync. timer)를 이용하여 동조시키는 방법을 사용하였다.

3차원 좌표에 포함되는 디지털타이징 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 스무딩(smoothing)이 행하여지는데, 본 연구에서는 Butterworth의 2nd order 저역 통과 필터(low-pass filter)를 사용하여 스무딩하고, 이때 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하였으며, 자료결과 처리는 평균값과 표준편차를 구하여 집단의 특성으로 처리하였다.

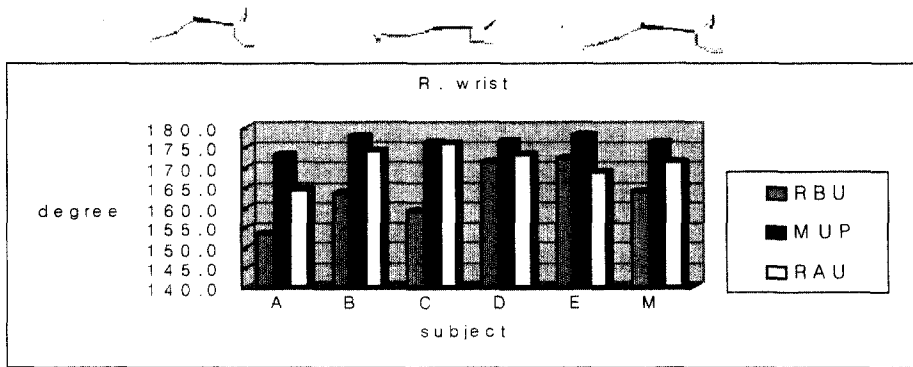
Ⅲ. 결과 및 논의

1. 자세변인

전방낙법 동작시 자세변인의 분석내용으로는 손목각, 팔꿈치각, 발목각의 변화를 살펴보고자 한다.

1) 손목각

전방낙법 동작시 오른 손목각의 변화는 <그림-4>에 제시한 바와 같다.



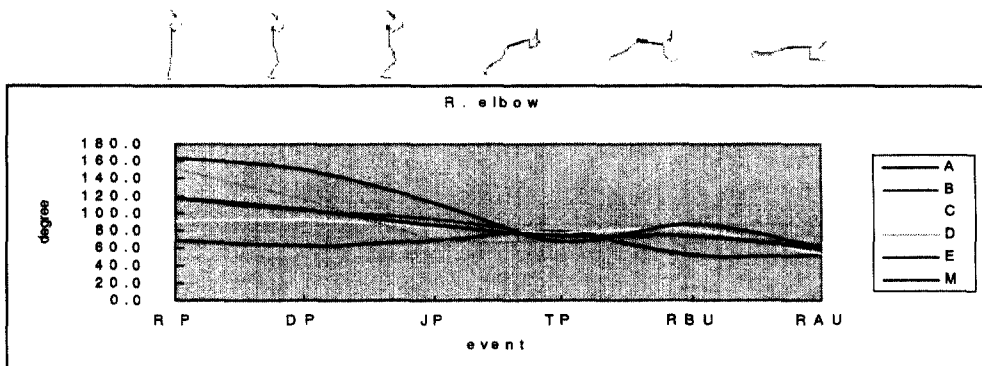
<그림-4> 오른 손목각 변화 비교

MUP *: 낙법이 이루어진 순간. *RAU* * * *: 낙법 완료 후 동작.

전방낙법 동작시 이벤트에 있어 오른 손목각을 살펴보면 낙법직전에서 163.8°, 낙법자세에서주) *RBU* *: 신체의 일부위가 매트에 닿는 순간. 176.1°, 낙법직후에서는 171.2°로 나타났으며, 피험자별 각의 변화를 살펴보면 <그림-4>와 같이 낙법직전에서 굴곡되면서 각이 작아졌다가 낙법자세에서는 신전되면서 각이 커지며 다시 낙법직후에서 충격으로 인해 굴곡되면서 각이 줄어든 것을 알 수 있다. 피험자 C는 낙법자세에서 낙법직후까지 각의 변화가 거의 없는데 이는 낙법시 오른손만을 사용하여 매트를 쳐 충격을 충분히 완화하지 못한 자세라 판단되며, 이러한 경우 상해를 입게 된다.

2) 팔꿈치각

전방낙법 동작시 오른 팔꿈치각의 변화는 <그림-5>에 제시한 바와 같다.



<그림-5> 이벤트별 오른 팔꿈치각 변화 비교

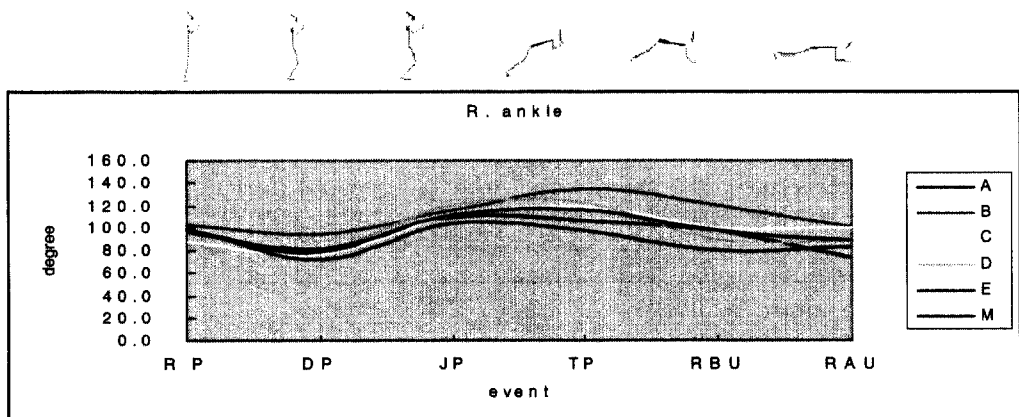
전방낙법 동작시 각 이벤트에 있어 오른 팔꿈치각을 살펴보면 준비자세에서 118.6° , 반동자세에서 105.1° , 점핑자세에서 85.9° , 변환자세에서 73.4° , 낙법직전자세에서 73.4° , 낙법직후자세에서 58.8° 로 나타났으며, 피험자별 변화를 살펴보면 <그림-5>와 같이 준비자세에서 피험자 A와 C는 팔꿈치를 굴곡된 상태로 시작하였으며, 피험자 B와 D, E는 팔꿈치를 신전한 상태로 시작하여 점핑자세까지 각의 차이가 나타났으며, 피험자 B, C, D, E는 변환자세에서 각이 줄어든 것은 매트를 치기 위해 팔을 몸쪽으로 당기며 굴곡되면서 나타난 결과이고, 전체적으로 낙법직전자세에서 신전되었다가 다시 굴곡되는 패턴을 나타내 보였다. 낙법직후자세에서 팔꿈치각이 60° 에 근접하게 나타난 것은 손이 몸의 중심선을 향해 짚는 동작과 관련된다.

이는 용인대학교교수(1995)의 연구에서 '왼팔과 오른팔을 정삼각형이 되도록 짚고, 어깨와 손과 팔꿈치로 이어지는 선도 정삼각형이 되도록 해야 한다' 라는 연구결과와 같았다.

3) 발목각

전방낙법 동작시 오른 발목각의 변화는 <그림-6>에 제시한 바와 같다.

전방낙법 동작시 각 이벤트에 있어 오른 발목각을 살펴보면 준비자세에서 96.3° , 반동자세에서 80.6° , 점핑자세에서 112.2° , 변환자세에서 116.2° , 낙법직전자세에서 97.3° , 낙법직후자세에서 89.3° 로 나타났으며, 피험자별 변화를 살펴보면 <그림-6>과 같이 준비자세에서 반동자세까지 감소, 점핑자세에서 변환자세까지 증가한 후 낙법직전자세와 낙법직후자세에서 감소하는 유사한 패턴을 나타내었다. 반동자세에서 점프를 실시하기 위해 발목이 굴곡되면서, 점핑자세에서 그 반동을 얻어 점핑을 실시하여 발목이 신전되면서 각의 차이를 나타냈다.



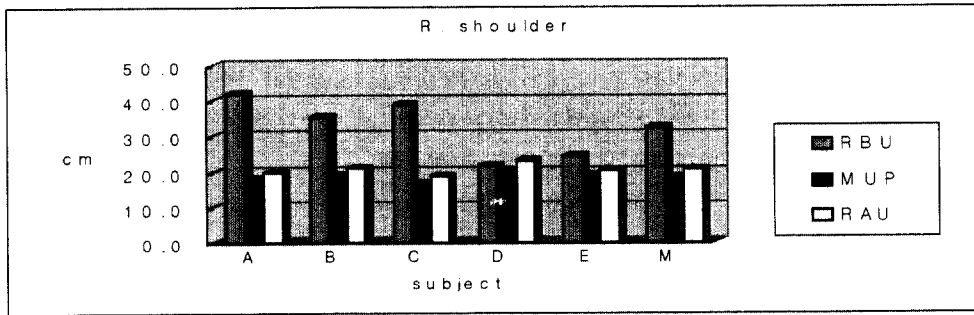
<그림-6> 이벤트별 오른 발목각 변화 비교

2. 거리변인

전방낙법 동작시 거리변인의 분석내용으로는 매트와 어깨와의 거리높이, 엉덩이와의 거리높이 변화를 살펴보고자 한다.

1) 어깨 거리

전방낙법 동작시 매트와 오른 어깨간의 거리 변화는 <그림-7>에 제시한 바와 같다.



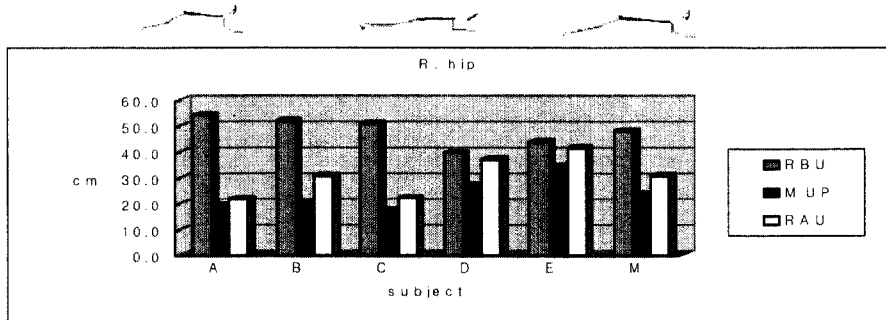
<그림-7> 오른 어깨거리 변화

전방낙법 동작시 낙법직전자세, 낙법자세, 낙법직후자세시 매트와 오른 어깨간의 거리 변화를 살펴본 결과 낙법직전자세(32.2cm), 낙법자세(18.3cm), 낙법직후자세(20.5cm)를 나타냈는데, 이때 낙법직전자세와 낙법자세에서의 차이는 -13.9cm이며 낙법자세에서 낙법직후자세까지 차이는 2.2cm 인 것을 알 수 있으며, 이와 같이 낙법자세에서 낙법직후자세까지의 차이는 작용과 반작용의 원리로 나타나는 결과라 판단된다.

각 피험자들의 오른 어깨각의 변화를 <그림-7>에서 살펴본 결과 피험자 A와 B, C는 낙법직전자세에서 거리가 높게 나타났는데, 이는 접지시 팔을 신전을 시키며 매트에 닿아서 나타난 결과이고, 피험자 D와 E는 굴곡된 상태에서 매트에 닿으며 낙법을 실시했기 때문이다.

2) 엉덩이 거리

전방낙법 동작시 매트와 오른 엉덩이의 거리 변화는 <그림-8>에 제시한 바와 같다.



<그림-8> 오른 엉덩이 거리 변화

전방낙법 동작시 낙법직전자세, 낙법자세, 낙법직후자세에서의 매트와 오른 엉덩이의 거리 변화를 살펴본 결과 낙법직전자세는 48.0cm, 낙법자세에서 23.4cm, 낙법직후자세에서 30.6cm를 나타냈는데, 이때 낙법직전자세와 낙법자세에서의 차이는 -24.6cm이며, 낙법자세와 낙법직후자세에서의 차이는 7.2cm 인 것을 알 수 있다. 이와 같이 낙법자세와 낙법직후자세에서의 차이는 충격을 완화하고자 엉덩이가 스프링 같은 작용을 하여 나타나는 결과라 판단된다.

각 피험자들의 오른 엉덩이의 변화를 <그림-8>에서 살펴본 결과 피험자 A와 C는 낙법직후자세에서 매트와 낮은 거리를 나타내고 있는데, 이는 충격으로 인해 낙법직후자세를 완전하게 수행하지 못해 나타난 결과이며, 이런 동작은 상해를 당하기 쉽게 된다.

V. 결론

1) 자세변인

전방낙법 동작시 손목각은 낙법직전자세에서 낙법자세까지는 신전되었고, 낙법자세에서 낙법직후자세까지는 굴곡되는 패턴을 보였으며 손목의 좌·우각은 변위차이를 보였다. 팔꿈치각은 준비자세에서 낙법직후자세까지 굴곡되는 패턴이었고, 발목각은 준비자세에서 반동자세까지는 굴곡되었으며 반동자세에서 변환자세까지는 신전, 변환자세에서 낙법직후까지 굴곡 패턴이었다.

2) 거리변인

매트와 어깨와의 거리(높이)는 낙법직전자세에서 32.2cm, 낙법자세에서는 18.3cm, 낙법직후자세에서 20.5cm이었다. 매트와 엉덩이와의 거리(높이)는 낙법직전자세에서 48.0cm, 낙법자세에서는 23.4cm, 낙법직후자세에서 30.6cm이었다.

참 고 문 헌

- 구중천(1986). 유도 낙법의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문 공주사범대학 교육대학원.
- 김상철(2000). 유도론. 서울 : 교학연구사.
- 김상철·김의환(1991). 유도 한팔업어치기의 KINEMATIC분석. 무도 연구소지 제3집, pp.117~145, 경기 : 용인대학교 무도연구소.
- 김의환(1988a). 유도의 외깃 업어치기의 생체역학적 분석. 스포츠과학정보 제2호, pp.1~20, 서울 : 대한체육회 훈련원 스포츠과학연구소.
- 김의환(1988b). 유도의 한팔업어치기의 생체역학분석사례. 스포츠과학정보 제2호, pp.42~64, 서울 : 대한체육회훈련원 스포츠과학연구소.
- 김의환(1988c). 유도의 경기력 요인. 1988년 제 13회 유도과학세미나.
- 김의환(1991). 유도경기훈련지도서. 서울 : 한국체육과학연구원.
- 김의환(1995). 유도메치기 기술의 생체역학적 분석을 통한 유도인형의 유용성 평가. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
- 김의환(1999). 유도낙법의 비밀. KBS : TV-스포츠는 과학이다.
- 남 용(1998). 유도교본. 서울 : 스포츠서적편집실.
- 박춘자(1989). 현대유도교본. 서울 : 진활당.
- 박태춘(2001). 유도 후방낙법의 운동학적 특성 분석. 용인대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 용인대학교유도학과교수(1995). 유도지도법. 용인 : 용인대학교 출판부.
- 이궁세(1983). 유도의 코우칭. 서울 : 대한체육회 스포츠과학연구소.
- 이성우(1999). 최신 유도기법. 서울 : 서림문화사.
- 이제황(1976). 신유도. 서울 : 수상계사.
- 정철정 외 8인(1997). 인체운동의 제어와 생체역학. 서울 : 도서출판 흥경.
- 한국체육과학연구원(1997). 1급 경지지도자 연수교재(스포츠생체역학II). 서울 : 동원사.
- 채중겸(1992). 학교유도. 서울 : 삼일당.
- 竹内善徳, 手塚政孝, 彩山重利, 高橋邦郎(1984). 論說 柔道. pp.127-164, 동경 : 不味堂出版.
- Abdei-Aziz, Y.I. & Kara, 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*. Intenational Judo Federation.
- Kwon,Y.H.(1993). Kwon3D. Film Motion Analyssis Package Ver 2.1.
- Lee, Keung-Seh and Eui-Hawn Kim(1986). 「A Biomechanical Analysis of Osotogari in Korean Representative Judo Contestants」.Asian Games Scientific Congres Abstracts SOSCOG.
- Oimatsu, Shinichi(1984). The way of of Seiroku Zenyo. Jita Kyoei and it instruction. *Bulletin of the Association for the Scientific Studies Judo Kodokan Report IV*: 3-8. Tokyo : kodokan.
- Plagenhoef, S.C., Evans, F. G. and Abdelnour, T.(1983). Anatomical Data for Analyzing Human Motion. *Reseach Quarterly for Exercise and Sport* 54(2).

ABSTRACT

A Kinematical Analysis of Mae-ukemi (forward breakfall) in Judo

Eui-Hwan Kim* · Ji-Tae Kim**

The purpose of this study was to analyze kinematic variables of a *Mae-ukemi* (forward breakfall :MU) in *Judo* through 3-D image analysis with five *Judoka* with over 2 years' career (2nd dan, 3rd dan). The kinematic variables include posture, and distance variables; the mean values and the standard deviations for each variable were obtained to analyze kinematic variables of a MU in *Judo*.

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

1) Posture variables : The angles of wrists during right before *Mae-ukemi* (RBU) were extended from the just MU position(MUP) and flexed from in the right after MU(RAU), and there was a difference in the displacement between the angles of the right and left wrists.

The angles of elbows were flexed in the ready position from in the RAU.

The angles of ankles were flexed from the ready position to that down position, extended from the down position to that transition, and flexed from the transition position to that RAU.

2) Distance variables : The distance height between the mat and shoulders in the RBU(32.2cm) to in the MUP(18.3cm) and in the RAU(20.5cm). during that height between the mat and hips in the RBU(48.0cm) to in the MUP(23.4cm), and in the RAU(30.6cm).

key words : *Judo, Mae-ukemi(forward breakfall), motion analysis*

Received in final form 8 November 2002

* Professor, Yong-In University College of Martial Arts Dept. of Judo. Sports Biomechanics Lab. 470, San-ga dong, Yong-In city, Gyeonggi-do, Korea

** Corresponding author, Instructor, Mokwon University Doan-dong 800 Seo-ku, Taejon 302-729 Korea
E-mail : tae7689@hanmail.net, Tel : 016-474-8989