



## 리듬체조 Ring jump 동작의 운동학적 분석

우 병 훈\* · 인 희 교\*\* · 이 계 산\*\*\*

### 국 문 요 약

본 연구는 리듬체조를 구성하는 기술 중에서 신체 기본요소군의 Jump에 포함되는 C난도 Ring jump의 3차원 동작분석을 통해 분석하여 선수들의 기술향상과 지도에 필요한 정량적 자료를 제공하는데 목적을 두었다.

이벤트별 소요시간에서는 E-3에서  $0.409 \pm 0.017$ sec로 가장 긴 소요시간을 보였다. 신체중심의 변위에서는 E-3에서  $88.5 \pm 1.3\%$ 로 가장 높은 높이를 보였다. 좌·우 발끝 속도에서는 E-2에서 각각  $732.4 \pm 46.1$ cm/sec,  $1958.4 \pm 25.1$ cm/sec로 가장 빠르게 나타났다. 상체후경각에서는 E-3에서  $97.8$ degree로 가장 낮은 각도를 보였다. 슬관절 각변위에서는 E-3에서 좌·우 각각  $92.8 \pm 14.9$ degree,  $69.2 \pm 5.7$ degree로 가장 낮은 각도를 보였다. 족관절 각변위에서는 E-3에서 좌·우 각각  $171.3 \pm 6.9$ degree,  $167.9 \pm 8.4$ degree로 가장 큰 각도를 보였다.

이런 결과로 볼 때, Ring jump 동작을 수행하기 위해서는 족관절의 신전을 통한 높은 점프로 상체를 후경할 수 있는 유연성과 체공을 시간을 갖추는 것이라고 사료된다.

주제어 : 리듬체조, Ring jump 동작, 운동학

---

2002년 11월 10일(일) 접수

\* Corresponding author, 대학원 박사과정, 135-080 서울특별시 성동구 행당동 17번지 한양대학교 체육과학연구소 기능학 실험실 연락처 : woowoo@ihanyang.ac.kr

\*\* 대학원박사과정, 425-791 경기도 안산시 사1동 한양대학교(안산캠퍼스) 생활과학체육대학 생활스포츠학부 대학원

\*\*\* 교수, 210-701 강원도 강릉시 내곡동 522번지 관동대학교(강릉캠퍼스) 사범대학 체육교육과

## I. 서론

리듬체조에 대한 관심의 증대와 경기력 향상을 위한 노력이 요구되면서 폭넓은 연구가 진행되고 있다. 리듬체조의 신체 기본 요소들은 수년동안 변함없이 지도자들의 경험과 지혜에 의존하여 지도되어 왔으며 그 기술들을 정확하게 수행하고 또 지도하기 위해서는 각 신체 기본요소들의 운동학적 특성들을 숙지하여야 한다. 이러한 리듬체조 기본동작들을 정확히 실시하기 위한 동작 훈련에 있어서 전문인의 모방보다 인체의 지렛대 작용과 같은 인체 공학적인 지식을 알고 훈련하는 것이 신체의 상해를 예방 할 수 있으며 효율적으로 지도 할 수 있는 이점이 있고, 높은 기능을 습득하기 위해 신체의 움직임을 과학적으로 분석하는 것이 절실히 요구된다. 또한, 리듬체조는 역학적인 기능을 요구하는 예술적인 동작을 요구하기 때문에 미적 감각에 앞서 과학적인 관점에서 인체의 기능을 이해하고 사용하는 것이 기교적 향상을 얻을 수 있는 기초가 된다.

리듬체조의 연기 면에서의 구성상 기본요소는 Jump와 Leap, Balance, Pivot, 유연성이나 웨이브이며, 기타요소는 이동, Skip과 Hop, Swings와 Circles, turn이고 수구조작과 함께 어우러져 수행되어야 한다(F.I.G 2001). Jump는 리듬체조를 구성하는 기술 중에서 신체 기본요소군에 포함되며 충분한 높이, 공중에 있는 동안 형태가 고정, 형태의 충분한 크기의 기본 특징을 지녀야 하며 그렇게 못할 시 감점의 요인이 된다.

Jump는 인간의 발달과정 중 걸기, 달리기와 더불어 수행되는 기본 동작중의 하나이며 발이나 손에 의해 생성된 내력이 지면에 작용하여 발생하는 반작용이 신체를 공중으로 띄우는 동작이라 하였다. 점프의 원리는 도약력(take-off speed)을 요구하며 도약하는 각도는 도약하고자 하는 방향에 의하여 결정되는데 점핑능력은 마루면에 대하여 발휘하는 힘(force) × 힘이 적용된 시간(time)에 의하여 추진력(impulse)이 측정된다고 밝히고 있다. 점프는 무릎관절이 굴곡한 후 발로 마루면을 미는 힘(action-reaction)에 의하여 성취되며, 대부분의 고급수준의 점퍼(jumper)는 최소의 시간에 최대의 힘을 적용하여 점프를 수행한다고 하였다(Adrian & cooper,1989).

Jump는 달리기운동과 마찬가지로 지지기 동안 도약판에 가한 힘의 반작용에 의해 최대의 수평거리(멀리뛰기)나 최고의 높이(높이뛰기)를 얻는 운동이다. 도약판에서 발이 떨어지는 순간부터 몸의 무게중심은 중력에 의해서만 영향을 받는 투사체 운동을 수행하므로 점프의 결과는 도약적 지지기 동안에 여러 가지 요인이나 착지시의 자세 등에 의하여 영향을 받게 된다(임용규 등, 1993).

도약시(take-off)모든 신체 분절을 효율적으로 통합하여 신체를 띄우는 능력과 도약속도(take-off velocity)는 점프의 거리나 높이를 결정하는 중요한 요소이며, 힘-시간 곡선(force-time curve)에서 신체가 지면에 작용하는 힘에 대한 반작용으로서의 지면 반력(ground reaction force)의 크기와 역적(impulse)의 크기는 효율적인 점프 동작 수행의 지표가 된다.

도약에 의해 신체가 지면에서 상승하는 것은 다리를 차올리는데 따라 신체에 운동에너지가 공급되기 때문에 동작 중 전반부에서는 무릎, 발 관절이 굴곡, 대퇴직근이 현저하게 활동하여 되며, 동작

중 후반부에서는 무릎, 발관절이 급격히 신전, 비복근이 현저하게 활동하여 차는 힘은 체중이상이 되게 된다(임용규 등, 1993).

리듬체조는 역학적인 기능을 요구하는 예술적인 동작을 요구하기 때문에 미적 감각에 앞서 과학적인 관점에서 인체의 기능을 이해하고 사용하는 것이 기교적 향상을 얻을 수 있는 기초가 된다.

신체 동작 요소는 개인 및 단체경기에서 없어서는 안될 기본 요소이다. 수구 조작과 어우러져 수행하여야 하며, 신체동작은 심판에 의해서 그 등급의 평가에 따른 기준이 정해지는 것이다. 즉 수구 조작과 조화를 이룬 신체동작의 난도에 따라 난도가 결정된다. 리듬체조의 기본 동작들은 역학적인 기능을 요구하면서 예술적인 동작을 요구하기 때문에 미적 감각에 앞서 과학적인 관점에서 인체의 기능을 이해하고 사용하는 것이 기술적 향상을 얻을 수 있는 기초가 되는 것이다.

따라서 본 연구에서는 리듬체조를 구성하는 기술 중에서 신체 기본요소군의 Jump에 포함되는 C 난도 Ring jump의 3차원 동작분석을 통해 분석하여 선수들의 기술향상과 지도에 필요한 정량적 자료를 제공하고자 하다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 피험자는 국가대표 리듬체조 선수 4명을 대상으로 하였으며, 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> Physical Characteristics of Subjects

Subject	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Career(yr)
M.I.H	13	150.0	42	5
K.S.Y	12	147.1	36	5
P.J.Y	12	151.3	38	5
K.J.E	13	149.2	43	4

### 2. 측정도구

본 연구에 사용된 장비는 3차원 영상분석장비와 자료분석장비를 사용하였으며, 영상분석장비에는 JC-labs S-VHS, Panasonic HSC 250×2 등의 고속카메라 2대와, Panasonic AG-5700, Panasonic

AG-7350 등의 비디오 레코드 2대와, TDK S-VHS XP120 의 비디오 테이프 2개와 통제점들을 사용하였고, 자료분석장비에는 APAS 분석시스템과 펜티엄-133s 컴퓨터를 이용하여 3차원 좌표와 모든 변인들을 계산하였다.

### 3. 측정방법

측정방법의 내용은 동작에 지장을 받지 않고 리듬체조동작을 하기에 충분한 공간을 확보하고, 카메라 2대를 오른쪽과 왼쪽에 고속카메라를 45° 로 설치하였다. 피험자를 중심으로 X축은 좌우방향, Y축은 상하방향, Z축은 전후방향으로 <그림. 1>과 같이 설치하였다.

실험시 카메라 속도는 60frame/sec로 하였으며 카메라 노출 시간은 1/500sec로 하였다.

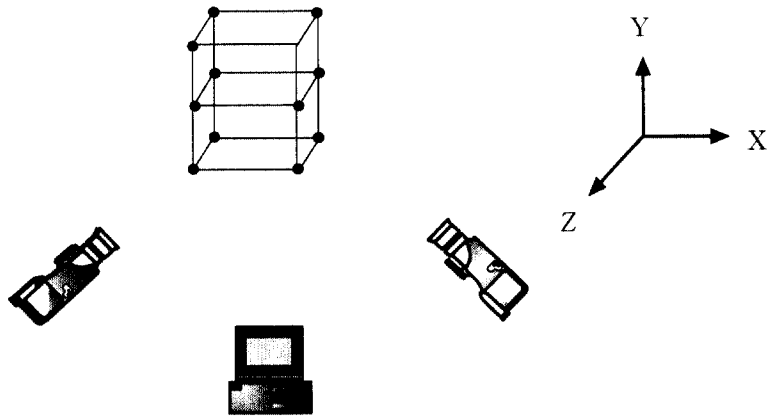


그림 1. Setting of camera.

### 4. 자료처리 방법

통제점 틀에서 DLT 통제점군의 3차원 좌표를 설정하기 위하여 피험자의 동작을 최대한 크게 관찰될 수 있는 범위를 설정하여, 통제점 틀을 세우고 2대의 카메라로 약 5초간 녹화한 후 통제점 틀을 제거하였다. 피험자들은 준비 운동을 충분히 한 후 동작을 수행하였고, 1명당 3회씩 수행하여 그 중 가장 잘 수행되었다고 판단된 동작을 선정하여 자료 처리하였다. 인체관절 중심점의 Plagenhoef (1983)에 의한 인체 모델에 따라 순서대로 좌표화했고, 식별을 용이하게 하기 위해 조명에 잘 반사될 수 있는 볼 마크를 부착하였다.

통제점 및 인체관절 중심점을 좌표화하기 위하여 APAS의 5단계 동작분석 프로그램을 통하여 분석하였다.

### 5. 이벤트(event) 구분

Ring jump 동작을 4개의 이벤트로 구분하여 분석하였다.

- event-1 : 양발을 모아 지면에 닿아있을 때(준비)
- event-2 : 지면에서 양발이 떨어졌을 때(수직)
- event-3 : 신체중심이 최고점일 때(상체를 최대로 과신전)
- event-4 : 양발이 지면에 닿았을 때(착지)

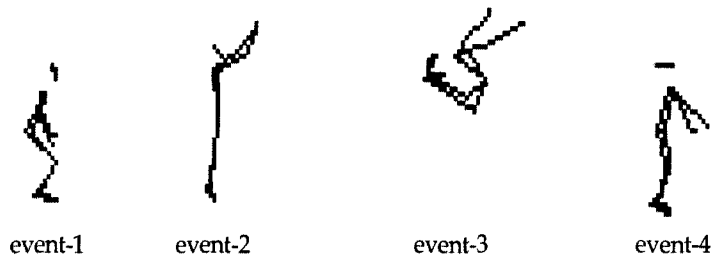


그림 2. Ring jump 동작의 event별 구분

## III. 결과 및 고찰

### 1. event별 소요시간

표 2. 이벤트별 소요시간

(unit : sec.)

	M.I.H	K.S.Y	P.J.Y	K.J.E	M±SD
E-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
E-2	0.150	0.167	0.167	0.133	0.154±0.016
E-3	0.417	0.417	0.417	0.383	0.409±0.017
E-4	0.750	0.850	0.850	0.817	0.817±0.047

E-2에서 소요시간은  $0.154 \pm 0.016$ 초, E-3에서 소요시간은  $0.409 \pm 0.017$ 초, E-4에서 소요시간은  $0.817 \pm 0.047$ 초로 나타났다. E-1의 양발이 지면에 닿아서 점프 전에서 E-3의 신체중심이 최고 점에 올라올 때의  $0.409$ 초로 E-3의 신체중심의 최고점에서부터 E-4까지의 지면에 양발이 착지 하였을 때  $0.408$ 초로 나타나 E-3의 좌우축에 따른 상체를 과신전하며 신체 중심이 최고점의 소요시간보다 E-4 착지의

소요시간이 적은 것은 상체의 과신전 상태에서 굴곡 상태로 돌아오려는 힘에 의한 것으로 사료된다.

## 2. 신체중심의 변위

신체중심은 신체중심을 각 피험자의 신장의 나누어 백분율을 구한 것으로 변위를 나타낸 것이다.

표 3. 신체중심의 변위 (unit : %)

	M.I.H	K.S.Y	P.J.Y	K.J.E	M±SD
E-1	51.4	48.3	47.4	49.6	49.2±1.7
E-2	65.9	69.7	70.1	67.5	68.3±2.0
E-3	87.0	90.0	88.1	89.0	88.5±1.3
E-4	52.5	55.0	53.1	50.1	53.7±2.0

E-1에서 신체중심의 변위는  $49.2 \pm 1.7\%$ 로 다리모아 제자리에서 수직점프동작을 하기 위해 신체중심을 낮추어 실시하여 E-2에서  $68.3 \pm 2.0\%$ , E-3에서  $88.5 \pm 1.3\%$ 로 동작이 진행되면서 신체중심이 높아졌고, E-3에서 가장 높은 신체중심을 보였으며, E-4에서는  $53.7 \pm 2.0\%$ 로 다시 준비자세로 되돌아왔다. 여기서 E-3에서 높이의 정도에 따라 기술수행력을 평가할 수 있을 것이라 사료된다.

## 3. 좌·우 발끝 속도

좌·우 발끝 속도는 점프동작시 나타난 발끝의 변위를 소요시간으로 나눈 것이다.

표 4. 좌·우 발끝 속도 (unit : cm/sec)

	M.I.H		K.S.Y		P.J.Y		K.J.E		M±SD	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
E-1	139.9	34.3	29.4	17.9	28.1	42.0	90.4	96.6	71.9±53.83	47.7±34.0
E-2	665.4	176.3	744.3	216.0	770.0	218.1	750.0	171.3	732.4±46.1	195.4±25.1
E-3	181.2	127.1	130.6	86.4	151.2	147.9	126.4	82.5	147.4±35.1	111.0±31.8
E-4	128.0	41.8	146.6	62.8	41.9	39.5	49.9	68.7	64.1±56.7	53.2±14.7

E-1에서 왼쪽 발끝 속도는  $71.9 \pm 58.83\text{cm/sec}$ 를 보였고, E-2에서는 동작 수행중 가장 빠른  $732.4 \pm 46.1\text{cm/sec}$ 를 보였다. E-3에서는  $147.4 \pm 35.1\text{cm/sec}$ , E-4에서는  $64.1 \pm 56.7\text{cm/sec}$ 를 보여 처음 속도와 유사하게 나타났다. 오른쪽 발끝 속도에서는 E-1에서  $47.7 \pm 34.0\text{cm/sec}$ , E-2에서  $195.4 \pm 25.1\text{cm/sec}$ , E-3에서  $111.0 \pm 31.8\text{cm/sec}$ , E-4에서  $53.2 \pm 14.7\text{cm/sec}$ 를 보여 좌·우 모두 유사한 속도

의 흐름을 볼 수 있었다. 특히 좌·우 발끝 모두 E-2에서 점프를 하기 위해 가장 빠른 속도를 보였으며, 이후에는 자유낙하의 형태를 취하였다. 이런 이유로, 신체를 높이 점프하기 위해서는 E-2에서 빠른 발끝의 속도가 요구될 것이라 사료된다.

#### 4. 상체후경각

상체후경각은 대퇴와 몸통이 이루는 각으로 설정하였다.

표 5. 상체후경각 (unit : degree)

	M.I.H	K.S.Y	P.J.Y	K.J.E	M±SD
E-1	125.7	127.7	131.1	123.6	127.0±3.2
E-2	160.7	163.2	166.3	160.0	162.6±2.9
E-3	110.2	89.5	91.8	99.8	97.8±9.4
E-4	139.5	121.2	134.7	114.4	127.5±11.7

Ring jump 동작에서 중요한 상체후경각은 E-1에서  $127.0 \pm 3.2$  degree, E-2에서  $162.6 \pm 2.9$  degree, E-3에서  $97.8 \pm 9.4$  degree, E-4에서  $127.5 \pm 11.7$  degree로 E-3에서 가장 낮은 각을 보였다. E-3에서  $97.8 \pm 9.4$  degree로 최고높이의 신체중심변위에서 가장 유연한 동작을 보여준 것으로 서세미(2000)의 Ring Split Leap 동작에서도 상체후경각이 최고점에서 가장 작은 각을 이루는 것이 이 동작에 필요한 근육의 힘과 유연성의 통합된 훈련이 이루어지는 것이 중요하다고 사료된다.

#### 5. 슬관절 각 변위

슬관절 각변위는 대퇴와 하퇴의 각을 의미한다.

표 6. 슬관절 각 변위 (unit : degree)

	M.I.H		K.S.Y		P.J.Y		K.J.E		M±SD	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
E-1	126.0	122.1	115.7	112.7	116.4	118.3	114.3	112.7	118.1±5.3	116.5±4.6
E-2	166.6	164.3	178.9	166.3	176.0	166.0	177.1	171.7	174.7±5.5	167.1±3.2
E-3	87.7	61.1	106.5	74.3	102.9	71.2	74.0	70.1	92.8±14.9	69.2±5.7
E-4	128.2	123.4	114.5	108.5	108.2	110.5	115.8	114.2	116.7±8.4	114.2±6.6

event별 슬관절 각 변위는 E-1에서 왼쪽이  $118.1 \pm 5.3^\circ$  으로 오른쪽은  $116.5 \pm 4.6^\circ$  으로 오른발을

먼저 내어 두발을 모아 점프 하기 때문에 오른쪽 슬관절을 더 구부려 수치가 약간 작게 나타났지만 E-2의 오른쪽은  $167.1 \pm 3.2^\circ$  으로 왼발은  $174.7 \pm 5.5^\circ$  으로 슬관절이 굴곡한 후 발로 마루면을 미는 힘(action-reaction)에 의하여 최고의 수직점프를 위해 슬관절을 이완시켜 높이 점프를 하여 E-3에서 최고높이의 신체중심변위를 나타내며 오른쪽 슬관절은  $69.2 \pm 5.7^\circ$  으로 왼쪽은  $92.8 \pm 14.9^\circ$  으로 가장 이상적인 모양, 충분한 높이, 공중에 있는 동안 형태가 고정, 형태의 충분한 크기의 기본 특징을 갖추어 난도로 인정 받을 수 있을 것으로 사료된다.

## 6. 족관절 각 변위

족관절 각변위는 하퇴와 발과의 각을 의미한다.

표 7. 족관절 각 변위 (unit : degree)

	M.I.H		K.S.Y		P.J.Y		K.J.E		M±SD	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
E-1	98.0	94.8	90.7	91.6	89.8	89.2	88.8	104.5	$91.8 \pm 4.2$	$95.0 \pm 6.7$
E-2	140.6	140.0	153.1	152.7	158.1	164.1	142.0	150.0	$148.5 \pm 8.5$	$151.7 \pm 9.9$
E-3	164.1	159.1	177.8	177.1	176.6	162.7	166.6	172.6	$171.3 \pm 6.9$	$167.9 \pm 8.4$
E-4	87.7	87.7	90.4	95.2	95.8	108.1	97.6	100.2	$92.9 \pm 4.6$	$97.8 \pm 8.6$

족관절 각 변위는 E-1에서 왼쪽은  $91.8 \pm 4.2^\circ$ , 오른쪽  $95.0 \pm 6.7^\circ$  로 점프 전의 굴곡 된 자세에서 E-2에서 왼쪽은  $148.5 \pm 8.5^\circ$ , 오른쪽  $151.7 \pm 9.9^\circ$  로 지면에서 양발이 떨어졌을 때 족관절의 이완은 대퇴근과 관절의 힘에 의해 수직 점프로 E-3에서의 왼쪽은  $171.3 \pm 6.9^\circ$ , 오른쪽  $167.9 \pm 8.4^\circ$  로 최고높이의 신체중심변위와 이상적인 모양, 충분한 높이, 공중에 있는 동안 형태가 고정, 형태의 충분한 크기의 기본 특징을 만족 시키며 E-4에서는 양발이 지면에 닿았을 때 착지동작의 상해 없이 족관절의 이상적인 굴곡이라고 사료된다.

## IV. 결 론

본 연구는 리듬체조를 구성하는 기술 중에서 신체 기본요소군의 Jump에 포함되는 C난도 Ring jump의 3차원 동작분석을 통해 분석하여 선수들의 기술향상과 지도에 필요한 정량적 자료를 제공하



는데 목적을 두었다.

1. 이벤트별 소요시간에서는 E-3에서  $0.409 \pm 0.017$ sec로 가장 긴 소요시간을 보였다.
2. 신체중심의 변위에서는 E-3에서  $88.5 \pm 1.3\%$ 로 가장 높은 높이를 보였다.
3. 좌·우 발끝 속도에서는 E-2에서 각각  $732.4 \pm 46.1$ cm/sec,  $1958.4 \pm 25.1$ cm/sec로 가장 빠르게 나타났다.
4. 상체후경각에서는 E-3에서  $97.8$ degree로 가장 낮은 각도를 보였다.
5. 슬관절 각변위에서는 E-3에서 좌·우 각각  $92.8 \pm 14.9$ degree,  $69.2 \pm 5.7$ degree로 가장 낮은 각도를 보였다.
6. 족관절 각변위에서는 E-3에서 좌·우 각각  $171.3 \pm 6.9$ degree,  $167.9 \pm 8.4$ degree로 가장 큰 각도를 보였다.

이런 결과로 볼 때, Ring jump 동작을 수행하기 위해서는 족관절의 신전을 통한 높은 점프로 상체를 후경할 수 있는 유연성과 체공을 시간을 갖추는 것이라고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 김지영(1987). 리듬체조 Leap동작 분석에 관한 연구. 세종대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박정민(1996). 리듬체조 Illusions 동작의 운동학적 분석. 국민대학교 대학원 석사학위 논문
- 서세미(2000). 리듬체조 Ring Split Leap동작의 운동학적 분석. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 인희교(1997). 리듬체조 Double pivot attitude동작의 운동학적 분석.한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 임용규 · 하철수(1993). 기능학. 대한미디어
- Adrian & cooper(1989) The Biomechanics of Human Movement. Indianapolis, Indiana: Benchmark Press.
- F.I.G 2001 Code of Point - Technical Committee for Competitive Rhythmic Sportive Gymnastics.

## ABSTRACT

### Analysis of Kinematic on Ring jump in the Rhythmic Sport Gymnastics

Byung-Hoon Woo<sup>\*</sup> · Hee-Kyo In<sup>\*\*</sup> · Kae-San Lee<sup>\*\*\*</sup>

This study has a goal that produces abundant documents that needed for athletes to teach and progress skills by analyzing 3-dimensional action analysis of C-difficulties Ring jump included in body original elements among techniques constructing Rhythmic Sport Gymnastics.

1. It was the longest applied time delay that E-3 indicates  $0.409 \pm 0.017$ sec in each event applied time delay.
2. It was the tallest height that E-3 indicates  $88.5 \pm 1.3\%$  in displacement of body's center.
3. It was the fastest velocity in E-2 where the velocity of left foot is  $732.4 \pm 46.1$ cm/sec, the velocity of right foot is  $1958.4 \pm 25.1$ cm/sec.
4. the lowest angle was founded at 97.8 degree in the E-3 on the trunk extension angle.
5. The lowest angle of both sides were seen at  $92.8 \pm 14.9$ degree and  $69.2 \pm 5.7$ degree in the E-3 on the each displacement of knee joint.
6. The highest angle of both sides were seen at  $171.3 \pm 6.9$ degree and  $167.9 \pm 8.4$ degree in the E-3 on the each displacement of ankle joint

As a result of these studies, by jumping with ankle joint extension to accomplish the Ring jump action, it is considered to have the time of flexibility and staying in the air which we can see in a back.

*key words : Rhythmic Sport Gymnastics, Kinematic, Ring jump*

---

Received in final form 10 November 2002

\* Corresponding author, The Research Institute for Hanyang University(Seoul Campus) 17, Heangdong-dong, Seongdong-gu, Seoul, 133-791, Korea

E-mail : woowoo@ihanyang.ac.kr

\*\* Hanyang University(Ansan Campus) 1271, Sa-1 dong, Ansan, Kyunggi-do 425-791, Korea

\*\*\* Kwan-dong University College of Education dept. of Physical Education. Gangneung city, Gangwon-do, Korea