



한국운동역학회지, 2003, 제13권 2호, pp. 75-87  
Korean Journal of Sport Biomechanics  
2003, Vol. 13, No. 2, pp. 75-87

## 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작에 따른 착지동작의 성공요인 분석

한윤수\* · 이용식\*\*(경북대학교 · 성균관대학교)

### ABSTRACT

#### Analysis of Successful Landing of the Salto Backward Dismount on the Parallel Bars

Han, Yoon-Soo\* · Lee, Yong-Sik\*\*

(Kyungpook National University · SungKyunkwan University)

Han, Y-S and Lee, Y-S. Analysis of Successful Landing of the Salto Backward Dismount on the Parallel Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 2, pp. 75-87. The purpose of this study was to identify the mechanical factors that are crucial to the successful double salto backward piked dismount on the parallel bars. The subjects were 5 national gymnasts(G1: succeeded landing, G2: failed landing), two video cameras were used to record the dismount of the subjects. It summarizes that (a) It is important to make small slope angle(X axis, Y axis) at release, whereas it makes large shoulder angle and trunk rotation angle. (b) It is important to prepare landing in advance, reducing vertical velocity and making large hip angle at BTO(body take off). (c) It is also important to make small knee angle and hip angle, and reduce the angle of trunk rotation.

KEY WORDS : SALTO BACKWARD PIKED DISMOUNT, LANDING

2003년 6월 21일(월) 접수

\* Corresponding author, 교수, 702-701, 대구광역시 북구 산격동 1370번지 경북대학교 사범대학 체육교육과  
연락처: hanyu@kebi.com, Tel: 053-950-5934

\*\* 440-746, 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 대학원

## I. 서론

기계체조경기에서 내리기 동작은 연기구성의 마지막 단계로써 성공적인 착지동작을 수행하여야 하며, 심판으로부터 전체 연기의 내용을 평가받는데 있어 상당한 비중을 차지하고 있다. 그럼에도 불구하고 내리기 동작 동안 스윙국면, 공중국면, 그리고 착지국면에는 복잡한 역학적인 요인이 내재되어 있어 성공적인 착지동작을 수행하는데 많은 어려움을 가지고 있다.

모든 체조선수들은 평행봉 운동의 연기구성에서 최소 C 난이도 이상의 내리기 동작으로 연기를 종료해야 하며(Federation of International Gymnastics, 2001), 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작은 D 난이도 동작으로써 0.1의 가산점을 받게 된다. 또한 내리기 동작 전 D 난이도 이상의 기술과 연결하여 실시할 경우 연결 가산점 0.1 ~ 0.2점을 추가로 얻을 수 있어 시작 점수(start value)를 충족시키는데 매우 유용한 기술이다. 그러나 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작은 다른 내리기 동작에 비해 완전한 착지동작을 수행하는데 많은 어려움이 따른다.

새롭게 개정된 채점규칙(FIG, 2001)은 내리기 동작 시 착지에 대한 감점을 엄격하게 적용하고 있다. 만일 체조선수가 내리기 동작을 실시하지 않을 경우 0.3의 감점을 받게 되며, 불완전하거나 부적절한 착지를 실시했을 경우 0.1 ~ 0.3까지 감점을 받게 된다. 또한 착지 시 넘어졌을 경우에는 0.5의 감점을 받게 될 뿐만 아니라 추가적으로 부적절한 착지동작은 연기요소그룹의 내리기 동작을 충족시키지 못한 것으로 간주되어 최대 0.8의 감점을 받게 될 수 있어 내리기 동작이 전체 연기내용을 평가받는데 상당한 영향을 미친다고 할 수 있다.

따라서 보다 완전한 착지동작을 수행하기 위해서는 이에 영향을 미치는 운동학적 변인을 규명해야 한다. 이러한 관점에서 볼 때 내리기 동작에 따른 성공적인 착지자세의 특성을 연구하는 것은 매우 중요한 과제 중의 하나이다.

이와 관련된 선행연구를 살펴보면, 강병의(1998)는 평행봉 무릎 펴고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작을 스윙운동에 초점을 두고 운동학적으로 분석한 결과 릴리즈(release) 시 큰 수직속도와 팔 경사각은 신체를 수직으로 상승시키는데 중요한 요인으로 작용한다고 보고하였으나 착지국면에 관한 연구결과는 구체적으로 언급되지 않고 있다. 황경숙, 곽창수, 조승구 및 진성태(1988)은 평행봉의 2회전 뒤로 돌아 내리기 동작을 운동학적으로 분석한 결과 릴리즈 시의 수직속도가 2.7m/sec ~ 3.0m/sec로 체공시간에 영향을 미쳤으며, 릴리즈 및 체공시의 신체 자세가 중요한 요인이라고 보고하였다. 그러나 3차원 영상분석을 위한 프로그램이 계속 개발 중인 단계였기 때문에 내리기 동작에 영향을 미치는 운동학적 변인들을 다 포함하지 못하였다고 보고하고 있다. 또한 한윤수(2002)는 체조선수 5명을 대상으로 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작 시 착지자세를 분석한 결과 릴리즈 시 신체의 각도를 크게 하고 착지 동작 전 고관절 각도를 신전해야 하며 착지국면 동안 슬관절과 고관절의 각도는 각각 157deg, 114deg로 나타났으며 신체중심의 수평속도를 감속시켜야

한다고 보고하고 있다.

Prassas (1995)는 2차원 영상분석을 통하여 1992년 바르셀로나 올림픽대회에서 실시된 평행봉 몸 잡고 뒤 공중 돌아 내리기 동작을 분석한 결과 성공적인 수행에 있어 중요한 운동학적 변인들은 릴리즈 시 각도, 속도, 그리고 신체위치에 따른 각운동량과 각속도가 있다고 하였으며, 고득점자와 저득점자 간에 상당한 변인의 차이가 있다고 보고하고 있으며, 몸 굽히고 내리기 동작과 몸 잡고 내리기 동작간에 상당한 차이가 있다고 보고하고 있다(Geiblinger, Morrison, McLauhlin and Wrigley, 1996).

이상과 같이 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작의 연구는 미흡한 실정이며, 이에 대한 정량적인 연구가 필요하다. 따라서 이 연구는 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작 시 성공과 실패에 따른 착지동작을 비교하여 중요한 운동학적 요인을 규명하는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

이 연구의 대상자는 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작을 수행할 수 있는 현 국가 대표 남자 체조선수 5명을 선정하였으며, 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

내리기 동작의 성공집단(G1)과 실패집단(G2)의 분류는 6명의 국제심판이 남자 체점규칙(FIG, 2001)을 근거로 체점하여 가장 높은 점수를 획득하였을 때를 성공집단(G1), 가장 낮은 점수를 획득하였을 때를 실패집단(G2)으로 구분하였다. 성공집단의 평균점수는 9.940점, 실패집단의 평균점수는 9.540점을 획득하였으며, 두 집단의 평균점수간에 통계적으로 유의 있는 차이가 있다( $p < .05$ ).

표 1. 대상자의 신체적 특성

대상자	신장(cm)	체중(kg)	경력(year)	나이(year)
S1	163	62	20	28
S2	170	61	19	27
S3	162	55	17	28
S4	162	60	20	29
S5	163	53	9	19
M±SD	163±3.85	58±3.96	17±4.64	26±4.53

## 2. 실험절차

평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작을 촬영하기 위하여 영상장비를 태능 선수촌 체조장에 설치하여 다음과 같은 순서로 실시하였으며, 실험장면은 <그림1>과 같다.

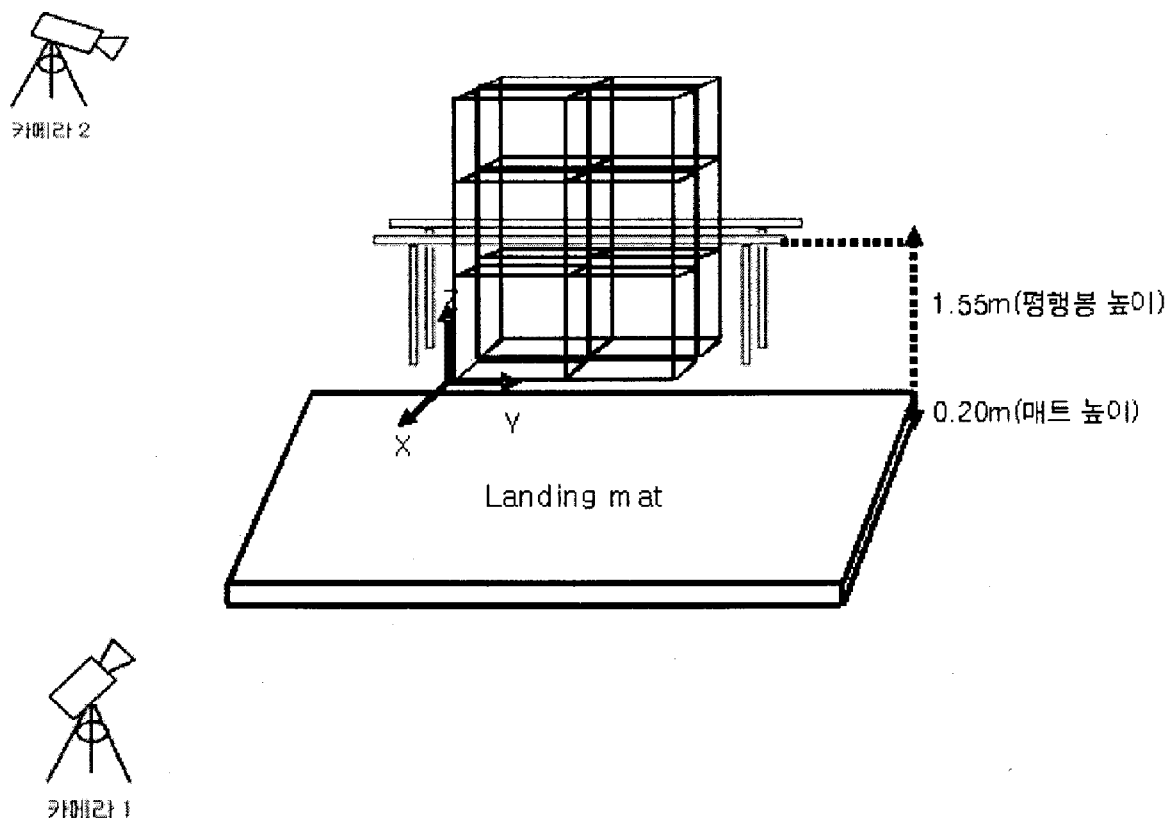


그림 1. 실험장면

먼저 국제체조연맹의 규격에 맞게 평행봉의 높이는 1.75m의 높이, 매트 높이는 0.20m로 설치하였다. 내리기 동작의 촬영을 위하여 2대의 카메라는 평행봉으로부터 좌·우측의 약 20m 떨어진 지점에 삼각대로 고정시킨 다음 카메라의 필드(field)안에 전체동작, 통제점 틀, 램프인디케이터 모두 들어올 수 있도록 카메라의 렌즈를 조절하였다. 촬영속도는 30frames/sec 였다.

실공간 좌표를 설정하기 위해 대상자의 전체동작이 잘 관찰될 수 있도록 공간에 총 32개의 통제점을 가진 높이 3m, 길이 2m, 폭 2m의 통제점 틀을 설치하였으며, 약 2분간 촬영한 다음 이를 제거하였다. 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작을 충분히 연습시킨 후 실제 내리기 동작을 촬영하였다. 이렇게 실시된 내리기 동작을 6명의 국제심판이 채점한 평균점수, 즉 6개의 점수에서 가장 높은 점수와 낮은 점수를 제외한 4개의 평균점수에 의해 고득점과 저득점을 획득한 내리기 동작을 성공집단과 실패집단으로 구분하여 분석하였다.

### 3. 자료 분석방법

이 연구의 자료처리는 Kwon3D Version 2.1 Motion Analysis Package를 사용하였다. 자료처리과정은 통제점들에 의한 34개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 축은 좌우방향을 X축, 전후방향을 Y축, 상하방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하였고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler 등(1975)의 자료를 이용하였다.

2 대의 비디오 카메라로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스플라인 함수를 이용, 0.02초 간격으로 보간하여 동조시켰다. 3차원 좌표는 Abdel-Aziz와 Kararah(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방법에 의해 계산되었으며, 이때 디지털이징이나 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈는 Butterworth 2차 저역통과필터를 이용하여 스무딩하였으며, 차단 주파수는 6Hz로 설정하였다.

이 연구에서 통계처리는 SPSS Window 10.0 버전을 사용하여 각 변인의 평균 및 표준편차를 산출하였으며, 집단의 평균값을 비교하기 위해 독립 t-test를 실시하였다.

### 4. 용어의 정의 및 각도정의

- 1) Preflight국면: 릴리즈에서 신체중심의 피크까지
- 2) Postflight국면: 신체중심의 최고높이에서 양발이 착지매트에 접촉하는 순간까지
- 3) Landing국면: 양발이 착지매트에 접촉하는 순간부터 10frame까지
- 4) 착지 성공(G1): 움직임이 없이 안전하게 착지한 경우(평균 점수 9.940)
- 5) 착지 실패(G2): 한 두발 움직이거나 넘어진 경우(평균 점수 9.540)
- 6) BTD(body touch down): 공중국면 동안 양손이 신체에 터치하는 순간까지
- 7) BTO(body take off): 공중국면 동안 양손이 신체에 터치하여 다시 잡은 손을 놓는 순간까지
- 8) 신체의 접촉시간: 공중국면 동안 양손이 신체에 접촉하여 이탈하는 순간까지
- 9) 발목관절 각도: 하퇴와 발분절이 이루는 각도 ( $\theta 1$ )
- 10) 슬관절 각도: 하퇴와 대퇴가 이루는 각도( $\theta 2$ )
- 11) 고관절 각도: 대퇴와 몸통이 이루는 각도( $\theta 3$ )
- 12) 견관절 각도: 몸통의 벡터와 상완 분절의 사잇 각도( $\theta 4$ )
- 13) 팔 경사각도: 손의 중심으로부터 견관절점을 잇는 선이 Y축과 이루는 절대각도( $\theta 5$ )
- 14) 기울기 각도: 손의 중심으로부터 견관절점을 잇는 선이 X축과 이루는 절대각도( $\theta 6$ )
- 15) 몸통 회전각도: 동체와 Y축과 이루는 절대각도로 정의하였으며, 반시계 방향을 양 (+)으로 정의

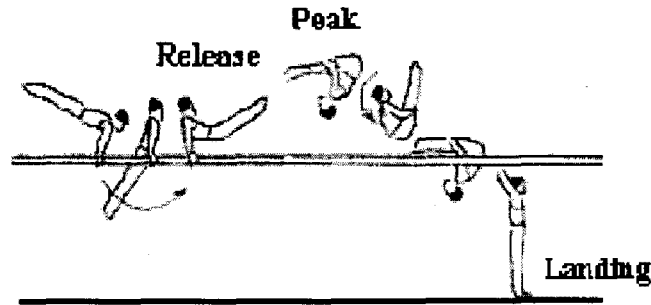


그림 2. 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작

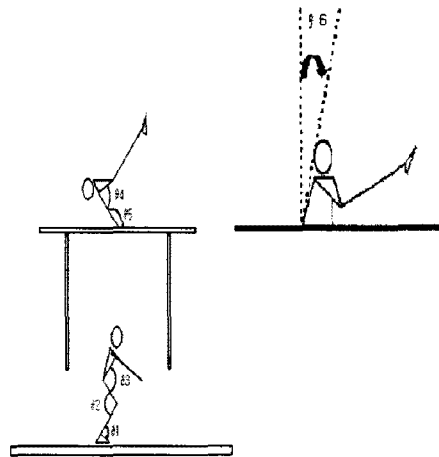


그림 3. 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작의 각도 정의

### Ⅲ. 연구결과 및 논의

#### 1. Release시 운동학적 변인

Release시 운동학적 변인으로는 신체중심의 위치와 속도, 각 관절의 각도 및 각속도가 분석되었다. 신체중심의 위치는 평행봉을 지지하고 있는 왼쪽 손목 관절점을 기준으로 하였으며, 운동학적 변인의 결과는 <표 2>와 같다.

표 2. Release시 운동학적 변인

변 인	그룹	G1(성공)		G2(실패)	
		M	SD	M	SD
신체중심의 수직위치(m)		0.44	0.03	0.44	0.05
신체중심의 수평위치(m)		0.02	0.07	0.02	0.05
신체중심의 수평속도(m/s)		-0.74	0.22	-0.80	0.32
신체중심의 수직속도(m/s)		2.93	0.17	2.94	0.16
고관절 각도(deg)		128	4.38	129	5.03
견관절 각도(deg)*		45	4.55	37	4.62
팔 경사 각도(deg)		113	5.94	118	10.43
기울기 각도(deg)		25	5.15	31	4.18
몸통 회전 각도(deg)		-16	6.88	-21	8.60
고관절 각속도(deg/s)		-171	28.90	-258	85.34
견관절 각속도(deg/s)		142	63.63	139	71.97

\*P<.05

<표2>에서 나타난 바와 같이 Release시 신체중심의 수직위치, 수평위치, 수평속도, 수직속도, 고관절 각도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 견관절 각도에서 G1이 45deg, G2가 37deg로 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(t=4.88, p<.05).

한편 팔 경사각도, 기울기 각도, 몸통 회전각도, 고관절 각도, 고관절 각속도, 견관절 각속도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 팔 경사 각도는 G1이 113deg, G2가 118deg로 G1이 G2보다 후방향(Y)으로 덜 기울어진 것을 의미하며, 기울기 각도에서도 G1이 25deg, G2가 31deg로 G1이 G2보다 좌방향(X)으로 덜 기울어진 것을 의미한다. 반면에 몸통 회전 각도는 G1이 74deg, G2가 69deg로 G1이 G2 보다 상방향(Z)으로 신체를 더 들어올리면서 Release 동작을 수행하는 것으로 나타났다. 따라서 G1은 G2 보다 Release시 견관절 각도를 크게 하고 팔 경사 각도와 기울기 각도에서 덜 기울어지는 것으로 나타난 반면에 몸통 회전 각도에서는 신체를 더 회전하면서 Release 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

이러한 연구결과에 의하면 Release시 팔 경사각도와 기울기 각도가 커지면 커질수록 뒤 공중 돌기 동작이 후방향(Y)과 좌방향(X축)으로 각거리를 증가시키게되고 수직속도 보다는 수평속도가 빠르게 증가함으로 인해 체공높이와 체공시간을 저해하는 요인이 된다고 할 수 있다.

2. Preflight국면의 운동학적 변인

Preflight국면은 Release 순간부터 Peak까지로 설정하였으며, 운동학적 변인은 소요시간, 신체중심의 위치, 각 관절의 각도 및 각속도를 분석하였다. 그 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. Preflight국면의 운동학적 변인

변인	G1(성공)		G2(실패)	
	M	SD	M	SD
소요시간(s)	0.28	0.01	0.30	0.04
피크시 신체중심의 수평위치(m)	-0.16	0.09	-0.18	0.09
붕에서부터 수직높이(m)	0.88	0.03	0.90	0.04
Peak시 고관절 각도(deg)	60	11.67	57	17.34
BTD시 고관절 각도(deg)	61	10.92	60	12.66
BTO시 고관절 각도(deg)	78	26.27	69	13.70
몸통 회전 각도(deg)	108	7.26	114	7.88
고관절 각속도(deg/s)	-87	105.13	-81	64.63

\*P<.05

<표3>에서 나타난 바와 같이 Preflight국면 동안 소요시간, Peak시 신체중심의 수평위치, 붕에서부터 수직높이, Peak시 고관절 각도, BTD시 고관절 각도, BTO시 고관절 각도, 몸통 회전각도, 고관절 각속도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 BTO시 고관절 각도에서 G1이 78deg, G2가 69deg로 G1이 G2 보다 고관절 각도를 약간 더 신전하면서 뒤 공중 돌기를 수행하는 것으로 나타났다. 한편 몸통 회전 각도는 G1과 G2가 108deg ~ 114deg범위 내에서 Peak 동작이 이루어진 것으로 나타났다.

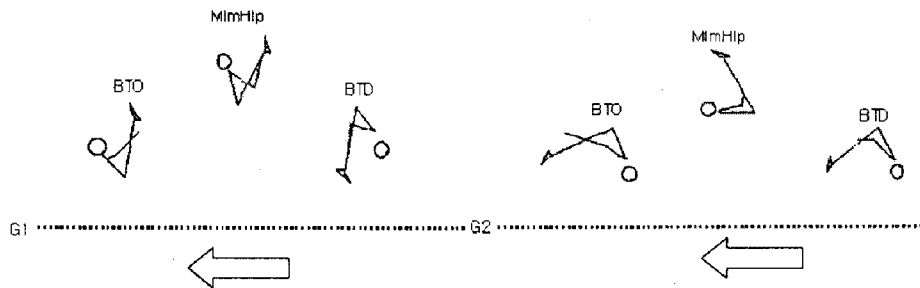


그림 4. G1의 10.0점 획득한 동작과 G2의 9.20점 획득한 동작의 공중동작 비교



<그림4>는 G1(성공)에서 고득점(10.00)을 획득한 동작이며, G2(실패)에서 저득점(9.20)을 획득한 동작이다. 그림에서 보는 바와 같이 몸통 회전 위치를 살펴보면 G1은 BTD시 다리 분절이 수직 하방향을 향하고 있고 고관절의 최소각도(MimHip)와 BTO시 다리 분절이 수직 상방향을 향하고 있는 것으로 나타났다. 반면에 G2는 BTD시 다리 분절이 수평 하방향을 향하고 있고 고관절의 최소각도에서 수직 상방향과 BTO시 수평 하방향을 향하고 있는 것으로 나타났다. 즉 G1은 BTO시 “V”자 자세를 취하고 있는 반면에 G2는 G1 보다 더 회전하여 “ㄱ”자 자세를 취하는 것으로 나타났다. 따라서 G1은 “V”자 자세에서 다리에 잡은 손을 놓아 신체가 퍼짐으로써 관성모멘트가 커지고 공중 회전속도는 감속되어 신체를 제어시키는데 유리하게 작용한 것으로 판단되며 즉, 완전한 착지 동작을 수행하여 고득점(10.0점)을 획득한 반면에 G2는 “ㄱ”자 자세에서 다리에 잡은 손을 늦게 놓음으로써 몸통 회전각도와 속도가 커짐으로써 신체를 제어시키는데 부정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 즉 불안정한 착지동작으로 인해 저득점(9.20점)을 획득한 것으로 나타났다.

### 3. Postflight국면의 운동학적 변인

Postflight국면은 Peak순간부터 양발이 착지매트에 접촉하는 순간(Touch Down=TD)까지로 설정하였으며, 운동학적 변인은 소요시간, 신체중심의 위치, 각 관절의 각도 및 각속도를 분석하였다. 그 결과는 <표 4>과 같다.

표 4. Postflight면의 운동학적 변인

변인	G1(성공)		G2(실패)	
	M	SD	M	SD
소요시간(s)	0.65	0.02	0.65	0.03
고관절 최소 각도(deg)	41	7.66	44	4.24
고관절 최대 각도(deg)	121	9.09	111	9.04
TD시 신체중심의 수평위치(m)*	-0.60	0.22	-0.44	0.27
TD시 신체중심의 수직위치(m)	-0.99	0.07	-1.01	0.09
TD시 신체중심의 수평속도(m/s)	-0.37	0.23	-0.52	0.28
TD시 신체중심의 수직속도(m/s)	-4.33	1.25	-4.21	1.00
TD시 발목관절 각도(deg)	99	8.41	99	12.66
TD시 슬관절 각도(deg)	157	11.72	146	9.96
TD시 고관절 각도(deg)*	114	10.55	102	14.30
TD시 견관절 각도(deg)	30	10.69	34	11.95
몸통 회전 각도(deg)	571	11.67	573	10.03
TD시 슬관절 각속도(deg/s)	-56	126.00	-91	67.00
TD시 고관절 각속도(deg/s)	-217	101.50	-253	152.00
TD시 견관절 각속도(deg/s)	338	181.20	251	204.16

\*P<.05

<표4>에서 나타난 바와 같이 Postflight국면에서 소요시간, 고관절 최소 각도와 최대 각도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 고관절 최대 각도는 G1이 121deg, G2가 111deg로 G1이 G2 보다 고관절을 약간 더 신전하면서 뒤 공중 돌기 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

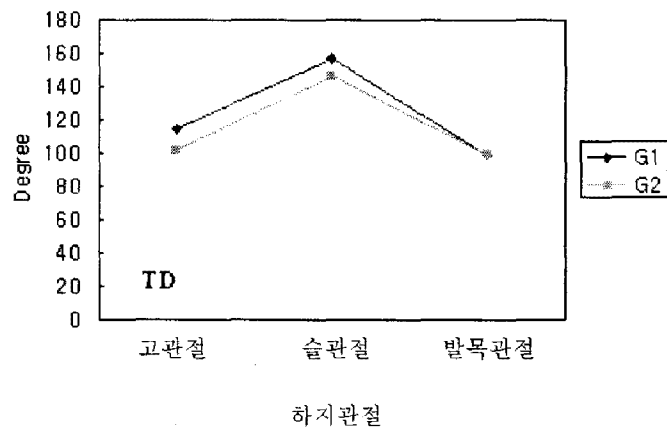


그림 4. TD시 하지관절의 각도 변화

반면 TD시 신체중심의 수평위치에서 G1이 -0.60m, G2가 -0.44m로 G1이 G2 보다 Release시 손의 위치에서 후방으로 약간 더 수평이동 하면서 뒤 공중 돌기 동작을 수행하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-3.43, p<.05$ ). 즉, Release시 손의 위치로부터 후방으로 적절히 수평 이동하는 것은 뒤 공중 돌기 동작을 원활히 수행하는데 유리하게 작용할 것으로 판단된다.

TD시 신체중심의 수직위치, 수평속도, 수직속도, 발목관절, 슬관절, 고관절, 견관절, 몸통 회전각도, 슬관절 각속도, 고관절 각속도, 견관절 각속도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 TD시 슬관절 각도와 고관절 각도에서 G1은 G2 보다 약간 더 신전 한 것으로 나타났으며<그림4>, 슬관절과 고관절 각속도에서 각각 G1이 -56deg/s, -217deg, G2가 -91deg/s, -253deg로 G1이 G2 보다 느리게 나타났다.

#### 4. Landing시 운동학적 변인

Landing국면은 양발이 매트에 접촉하는 순간(TD)부터 신체중심의 가장 낮은 수직위치까지로 설정하였으며, 운동학적 변인은 신체중심의 속도, 각 관절의 각도 및 각속도를 분석하였다. 그 결과는 <표 5>과 같다.

표 5. Landing시 운동학적 변인

변인	G1(성공)		G2(실패)	
	M	SD	M	SD
LD시 신체중심의 수평속도(m/s)	-0.28	0.63	-1.11	1.00
LD시 신체중심의 수직속도(m/s)	-0.19	0.19	-0.65	0.89
LD시 발목관절 각도(deg)	69	11.67	82	17.22
LD시 슬관절 각도(deg)	92	16.10	105	23.86
LD시 고관절 각도(deg)	52	13.65	69	16.13
LD시 견관절 각도(deg)	70	33.88	59	34.83
몸통 회전 각도(deg)*	557	15.50	574	5.48
LD시 발목관절 각속도(deg/s)	-96	270.00	114	212.00
LD시 슬관절 각속도(deg/s)	-84	165.00	-271	453.00
LD시 고관절 각속도(deg/s)	-207	182.25	-422	330.25
LD시 견관절 각속도(deg/s)	23	126.35	261	243.92

\*P<.05

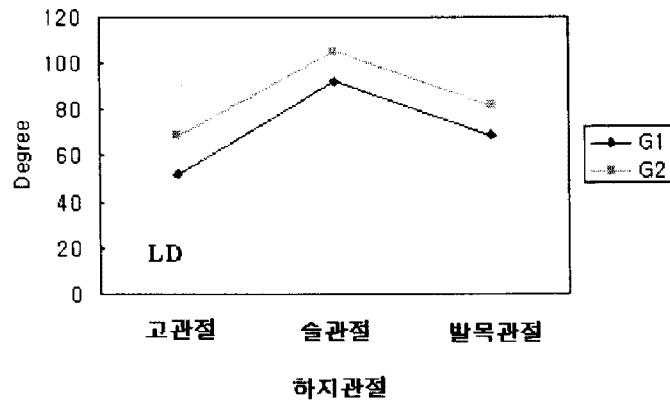


그림 4. LD시 하지관절의 각도변화

〈그림 4〉에서 나타난 바와 같이 G1이 G2 보다 LD시 고관절, 슬관절 및 발목관절에서 약간 더 굴곡하는 경향을 보이고 있다. 〈표5〉에서 나타난 바와 같이 LD시 신체중심의 수평속도, 수직속도, 발목관절 각도, 슬관절 각도, 고관절 각도, 견관절 각도, 발목관절 각속도, 슬관절 각속도, 고관절 각속도, 견관절 각속도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 몸통 회전각도에서 G1이 557deg, G2가 574deg로 G1이 G2 보다 덜 회전한 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-2.88, p<.05$ ). 즉 G1은 TD 보다 LD에서 몸통 회전각도가 작게 나타났는데 이는 회전속도를 감속시켜주기 위해 상체를 다시 숙여주고 있는 반면에 G2는 TD 보다 LD에서 몸통 회전각도가 크게 나타나 상체가 계속 후방으로 증가하는 것으로 나타났다. 결국 G2는 몸통 회

전각도의 증가로 인해 신체를 제어시키지 못하고 완전한 착지동작을 수행하지 못한 것으로 볼 수 있으며 이는 착지 시 뒤로 움직이거나 넘어지는 결과를 초래한 것임을 알 수 있다.

반면 신체중심의 수평속도애와 수직속도에서 통계적인 차이는 보이지 않았지만 G1이 각각  $-0.28\text{m/s}$ ,  $-0.19\text{m/s}$ 로 나타났으며 G2가  $-1.11\text{m/s}$ ,  $-0.65\text{m/s}$ 로 G1이 G2 보다 신체중심의 수평속도와 수직속도를 감속시키면서 착지동작을 수행하는 것으로 나타났다. 즉, G1이 G2 보다 큰 움직임 없이 완전한 착지동작을 수행한 것으로 해석할 수 있다.

한편 발목관절, 슬관절, 고관절, 견관절 각속도에서 통계적인 차이는 보이지 않았지만 각각 G1이  $-96\text{deg/s}$ ,  $-84\text{deg/s}$ ,  $-207\text{deg/s}$ ,  $23\text{deg/s}$ , G2가  $114\text{deg/s}$ ,  $-271\text{deg/s}$ ,  $-422\text{deg/s}$ ,  $261\text{deg/s}$ 로 G1은 G2 보다 발목관절, 슬관절, 고관절, 견관절의 각속도를 느리게 함으로써 하지관절의 각도를 적절히 제어시키는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과에 의하면 착지국면 동안 몸통 회전각도를 작게 하고 수평속도를 감속시키는 것이 신체를 제어시키는 중요한 요인이다.

## IV. 결 론

이 연구는 평행봉 몸 잡고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작 시 착지의 성공(G1)과 실패(G2)에 따른 차이를 비교하여 성공적인 착지동작의 중요한 운동학적 변인을 규명하는 것이다. 3차원 영상분석의 DLT방법을 이용하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, Release시 견관절 각도와 몸통 회전 각도를 크게 하는 반면에 팔 경사 각도와 기울기 각도를 작게 하면서 수직속도를 빠르게 하는 것이 중요하다.

둘째, BTO 시 고관절 각도를 크게 하고 회전 속도를 감속시켜 착지동작을 미리 준비하는 것이 중요하다.

셋째, TD시 슬관절과 고관절 각도의 변화를 작게 하고 몸통 회전각도를 작게 하면서 수평속도를 느리게 하는 것이 중요하다.

## 참 고 문 헌

- 강병의(1998). 평행봉 무릎 펴고 2회전 뒤 공중 돌아 내리기 동작의 운동학적 분석. 1급 경기지도자 현장적용 연구보고서. 한국체육과학연구원.
- 권영후(1991). KWON 3D Motion Analysis Package Version, 2.1.
- 한윤수(2002). 평행봉 뒤 공중 돌아 내리기 동작의 운동학적 분석. 체육과학연구, 제13권, 제3호, p.94-106.
- 황경숙, 곽창수, 조승구, 진성태(1988). 평행봉의 2회전 뒤로 돌아 내리기 동작분석. 한국체육과학연구원 스포츠과학연구소 논문집, p.1061-1113.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Kararah, M. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceeding of ASP/UI Symposium on Close Range photogrammetry. Falls Church, VA:American Society photogrammetry, 1-18.
- Chandler, R.F., Clauser, C.E., Mc Conville, H. M. Reynolds, J.T & Young, J.W.(1975). Investigation of inertial properties of the human body. Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 167.
- Federation of International Gymnastics(2001). The code of points: Artistic gymnastic for men. Switzerland.
- H. Geiblinger, W.E. Morrison, P. McLaughlin and T.V. Wrigley(1996). *Landing kinematics of parallel bars dismounts*. Proceedings of the First Australasian Biomechanics Conference, Sydney, pp. 110-111.
- Prassas, S.(1995). *Technique analysis of the 1992 compulsory dismount from the parallel bars*; Paper present at the at the XII, Symposium of the ISBS, Thuder Bay, Canada, July.