

평행봉 double piked 내리기 동작의 운동학적 분석

권오석¹

¹대전괴정중학교

The Kinematical Analysis of Parallel Bars Double Piked Landing Motion

Oh-Seok Kwon¹

¹Department of Physical Education, Deajeon Geojeong Middle School, Daejeon, Korea

Received 19 July 2010; Received in revised from 15 September 2010; Accepted 21 September 2010

ABSTRACT

This study examined the double piked dismount among the landing techniques of parallel bars based on three-dimensional motion analysis. Four male national gymnasts were the subjects. This study was performed to provide quantitative data highlighting players strengths and weaknesses to enable more stable landing technique. The variables analyzed were the position and velocity of center of gravity(CG) and angles of shoulder joints, hip joints, and trunk. The results are as follows: S1 secured the height of flight with fast vertical rise. After the easy spin in the air, he conducted a stable landing maintaining a proper hip joints angle. S2, S3, and S4, however, began the backward somersault already before leaving the bars, so they moved backward greatly making it more difficult to achieve a higher flight path. As a result, they couldn't control the velocity of their backward movement at landing. For a stable landing, they have to maintain the negative shoulder angle when rising, minimize both antero-posterior side-to-side movements by doing a strong tap using hip joints, to secure the height of flight before the somersault. Results also show that at the descent, they should conduct rapid spinning by increasing their shoulder and hip joints to the maximum while controlling their velocity.

Keywords: Parallel Bars, Double Piked, Center of Gravity

I. 서 론

남자 기계체조 경기는 평행봉, 철봉, 링, 도마, 안마 그리고 마루 총 여섯 개의 종목으로 구성되며, 평행봉 종목은 높이 1.8 m, 길이 3.5 m, 직경 0.05 m의 평행한 두 개의 봉에서 버티기, 팔 걸치기, 매달리기, 외봉 옆에서 오르기(힘기, 정지기, 다리 스윙 동작 등) 그리고 내리기의 연기요소를 포함하여 기술을 수행하는 종목이다.

평행봉 기술은 1978년 일본 선수들에 의해 급격한 발전을

하였으며, 최근에는 다른 종목의 기술들을 평행봉에 접목시킴으로써 평행봉 기술이 더욱 다양화 되는 양상을 보이고 있다(공태웅, 2005). 동아시아 선수들이 강세를 보이는 종목으로 특히 우리나라 남자 선수들은 평행봉에서 세계적인 수준의 기술로 올림픽과 세계대회에서 상위 입상을 해왔던 종목으로, 향후 2010 광저우 아시안게임과 2012 런던올림픽에서도 메달이 유력 시되고 있는 종목이다.

체조의 모든 기술 중 내리기 기술은 모든 연기의 마지막 단계로 다이내믹하고 안정된 착지는 심판들에게 강한 인상을 남겨 줄 수 있어 점수에 유리하게 작용하고 있어 그 중요성이 강조되고 있다. 이러한 내리기 동작은 전후, 좌우, 수직축에 대한 공중 비행기술이나 복합적인 비틀기 기술로부터 신체가 하강하는 동안 정확한 시간조절은 물론 신체의 각 분절 및 관절의 협동 동작으로 잘 이루어져야 하며, 착지 시 신체를 제어하여 움직

Corresponding Author : Oh-Seok, Kwon
Department of Physical Education, Deajeon Geojeong Middle School,
120 Geojeong-dong, Seo-Gu, Daejeon, Korea
Tel : +82-42-528-9053 / Fax : +82-42-528-9057
E-mail : kosme@hanmail.net

임이 없이 착지해야한다(송주호, 백진호, 박중훈, 2009). 또한, 체조선수들은 착지 시 큰 부하를 받고 높은 상해 발생이 나타나기 때문에 공중동작에서의 안정된 동작은 매우 중요하다.

평행봉 double piked 내리기 동작은 올림픽에서 메달을 획득한 선수들 모두가 사용한 기술로 팔을 지지하여 앞 흔들어 오르면서 손을 놓고 몸을 접어 뒤 공중 두 바퀴 돌아내리는 동작이며, 현행 체점규칙상 D난도로 규정되어 0.4점의 가치를 가지고 있다(송주호 등, 2009). 대한체조협회(2006)에서는 내리기 그룹요소 중 D난도의 기술을 수행하지 않으면, 감점이 되는 규정을 채택하였기 때문에 많은 선수들이 착지 기술을 사용하고 있지만 실제 경기에서 정확한 동작을 취하게 매우 어려운 동작으로 분류되고 있다.

내리기 동작에서 감점요인으로 착지 시 균형을 잃었을 경우에서 넘어질 경우까지 0.1점에서 1.0점까지 감점을 받게 되기 때문에 고득점을 위해서는 보다 완벽한 착지 동작을 수행하기 위한 기술 특성 규명이 요구된다고 할 수 있다. 이와 관련된 선행연구로 강병의(1998)는 평행봉 무릎 펴고 2회전 뒤 공중돌아 내리기 동작에 관한 운동학적 연구에서 스윙속도의 증가가 내리기의 성패에 중요한 요인이라고 보고하고 있으며, 백진호(2007)는 평행봉 double salto backward piked 내리기 동작에 관한 향상도 평가에서 봉 이탈 시 견관절 각도를 음(-)의 각도로 유지하는 것이 체공시간을 확보하는데 효율적이며 추기기와 고관절의 굴신운동의 중요성에 대하여 보고하였다. 또한 송주호 등(2009)은 평행봉 double piked 내리기 동작의 향상도 평가에서 빠른 수직상승 후 체공높이를 확보하는 것이 이상적인 동작이라고 보고하였다.

이처럼 기술 향상을 위한 선행연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 그 결과 상승스윙, 체공공간 그리고 착지구간에서의 중요한 운동학적 요인을 규명하고 문제점을 위한 다양한 해결방안이 제시되었다. 하지만, 대상자를 국한시켜 분석함으로써 내리기 동작에 대한 정량적 자료는 부족한 실정으로 기술에 대한 특성 규명이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 세계적 수준에 있는 선수들을 대상으로 개개인의 장단점을 파악하고 안정된 착지 기술을 위한 정량적 자료를 제공하여 기술의 완성도를 높이는데 기여하고자 하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 올림픽과 세계선수권대회에서 평행봉 종목 우승 경험이 있는 국가대표 선수 2명과 감점요인 없이 기술을 수행할 수 있는 국가대표 선수 2명, 총 4명의 대표선수를 선정하였으며, 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Subjects Parameters

	Height(m)	Weight(kg)	Age(yr)	Career(yr)
S1	1.65	59	27	12
S2	1.71	65	26	11
S3	1.64	59	28	12
S4	1.64	56	27	12
<i>M</i> (<i>SD</i>)	1.66 (0.03)	59.75 (3.77)	27.00 (0.82)	11.75 (0.50)

2. 실험 도구 및 절차

Double piked 내리기 동작을 촬영하기 위하여 디지털 비디오 카메라(PD170, Sony) 3대를 사용하였으며, 촬영속도는 60 files/sec이고 셔터스피드는 1/350 sec로 설정하였다. 영상자료의 동조는 동조시스템박스(VSAD-101USB, Visol)를 사용하였다. 동조시스템박스에 LED를 연결하여 버튼을 눌러 불빛을 생성하고 불빛 신호를 카메라에 입력되도록 하여 동조하였다.

실험 전 국제체조연맹의 규정에 맞도록 평행봉의 높이를 1.75 m, 매트 높이를 0.2 m로 설치하였으며, 공간좌표 산출을 위한 통제점 틀은 Double piked 내리기 동작을 완전하게 포함할 수 있도록 1 m × 1 m × 4 m 2set를 조립하여 <Figure 1>과 같이 설치하였다.

비디오카메라 3대를 동작이 수행되는 공간을 기준으로 양쪽 측면 45도와 정면 10 m 떨어진 지점에 삼각대로 고정하였으며, 캠코더의 필드안에 전체 동작과 통제점 틀이 들어갈 수 있도록 렌즈를 조절하여 촬영하였다. 실험 전 대상자들에게 실험 목적과 유의사항 등을 설명하고 충분한 준비운동과 연습을 실시하였다. 기술 동작은 총 3회를 실시하여 국제심판자격증을 소지한 지도자에 의해 가장 완성도가 높은 1개의 동작을 선정하였다.

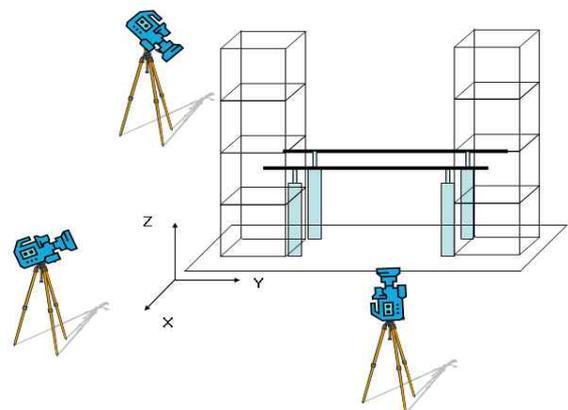


Figure 1. Camera setting



Figure 2. Events

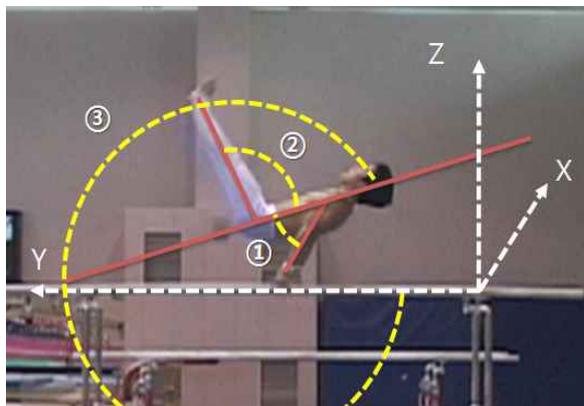


Figure 3. Angle of segment(① Shoulder, ② Hip, ③ Trunk)

3. 자료 분석

3차원 동작 분석은 Kwon3D program ver. 3.1을 사용하였다. 자료처리 과정은 통제점 틀에 의한 96개의 통제 점을 이용하여 실공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 운동진행 방향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler, Clauser, Mc Conville, Reynolds와 Young(1975)의 자료를 이용하였다. 각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스플라인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였으며, 각 프레임간 동조시간 간격은 0.0167 초로 하여 동조된 2차원 좌표 값을 구하였다. 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다. 또한 디지털링 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차 제거는 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩(smoothing)하였으며, 이때 차단 주파수는 10 Hz로 설정하였다.

본 연구에서 위치좌표계의 기준점은 봉 이탈 전 봉을 잡고 있는 양손의 중간 지점에 두었다. 또한 절대각도인 동체전경각은 동체가 시계방향으로 도는 상승스윙 동안 증가하게 된다.

4. 이벤트 및 각도의 정의

Double piked 내리기 동작을 분석하기 위하여 <Figure 2, 3>에서와 같이 앞 흔들기 후 전방에서 양손이 봉에서 이탈되는 시점을 Event 1, 뒤 공중돌기 중 신체중심이 최고 높이에 위치하는 시점을 Event 2 그리고 비행 이후 하강하여 착지하는 시점을 Event 3으로 선정하였다.

분석을 위한 관절의 각도 변인은 견관절, 고관절각과 동체전경각으로 설정하였으며, 견관절각은 동체와 양쪽 상완이 이루는 상대각도, 고관절각은 대퇴와 동체가 이루는 상대각도 그리고 동체전경각은 동체와 전역 좌표계의 Y축이 이루는 절대각도로 정의하였다.

III. 연구 결과

1. 위치요인

내리기 동작을 수행하는 동안 신체중심의 위치변화를 나타낸 것은 <Table 2>와 같고, 변화 패턴을 나타낸 것은 <Figure 4, 5, 6>과 같다.

각 이벤트별 신체중심 좌·우 위치에서, S1은 봉 이탈 시(E1) -0.07 m, 신체중심 최고 높이 시(E2) -0.31 m 그리고 착지 시(E3) -0.71 m로 나타났고, S2는 E1에서 -0.07 m, E2에서 -0.32 m, E3에서 -0.98 m, S3은 E1에서 -0.08 m, E2에서 -0.23 m, E3에서 -0.81 m 그리고 S4는 E1에서 -0.08 m, E2에서 -0.24 m, E3에서 -0.79 m로 나타났다.

대상자 모두 E1에서 좌측으로 밀어주는 동작으로 음(-)의 결과로 나타났고, E2에서는 S2가 가장 좌측으로 이동한 것으로

나타났다. E3에서는 S1이 좌측으로의 이동이 가장 작은 상태로 착지한 것으로 나타난 반면, S2는 좌측으로 크게 밀려나면서 착지한 것으로 나타났다. S3과 S4는 상승국면에서는 이동폭이 작았지만 하강국면에서의 이동이 컸던 것으로 나타났다.

신체중심 전후위치를 살펴보면, S1은 E1에서 0.11 m, E2에서 -0.05 m 그리고 E3에서 -0.29 m로 나타났고, S2는 E1에서 -0.05 m, E2에서 -0.37 m, E3에서 -0.88 m, S3은 E1에서 0.04 m, E2에서 -0.19 m, E3에서 -0.51 m 그리고 S4는 E1에서 0.00 m, E2에서 -0.20 m, E3에서 -0.62 m로 나타났다.

대상자 모두 봉을 잡았던 위치인 기준점 보다 전방에 신체중심이 위치했다가 이후 신체중심이 최고에 이르는 시점 이후로 후방 이동한 것으로 나타났다. E2에서 S1을 제외한 다른 대상자들은 신체중심이 원점보다 후방에 위치한 것으로 나타났다. E3에서도 S1은 후방으로의 이동폭이 대상자들 중 가장 작게 나타난 반면, S2는 후방으로의 이동이 큰 것으로 나타났다.

신체중심 수직위치를 살펴보면, S1은 E1에서 0.37 m, E2에서 0.77 m 그리고 E3에서 -1.23 m로 나타났고, S2는 E1에서 0.34 m, E2에서 0.59 m, E3에서 -1.33 m, S3은 E1에서 0.36 m, E2에서 0.57 m, E3에서 -1.32 m 그리고 S4는 E1에서 0.29 m, E2에서 0.52 m, E3에서 -1.33 m로 나타났다.

S1은 E1에서 신체중심을 끌어올려 take-off(TO)하여 E2에서 공중높이가 가장 높은 것으로 나타났지만 S4는 신체중심을 끌어올리지 못한 상태로 TO한 결과 가장 낮은 신체중심 높이로 나타났다.

Table 2. Position of CG (unit: m)

	E1	E2	E3	
S1	x	-0.07	-0.31	-0.71
	y	0.11	-0.05	-0.29
	z	0.37	0.77	-1.23
S2	x	-0.07	-0.32	-0.98
	y	-0.05	-0.37	-0.88
	z	0.34	0.59	-1.33
S3	x	-0.08	-0.23	-0.81
	y	0.04	-0.19	-0.51
	z	0.36	0.57	-1.32
S4	x	-0.08	-0.24	-0.79
	y	0.00	-0.20	-0.62
	z	0.29	0.52	-1.33
M (SD)	x	-0.08 (0.01)	-0.28 (0.05)	-0.82 (0.11)
	y	0.03 (0.07)	-0.20 (0.13)	-0.58 (0.25)
	z	0.34 (0.04)	0.61 (0.11)	-1.30 (0.05)

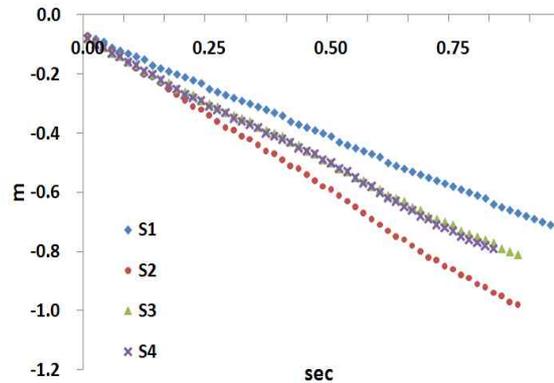


Figure 4. position of CG(X)

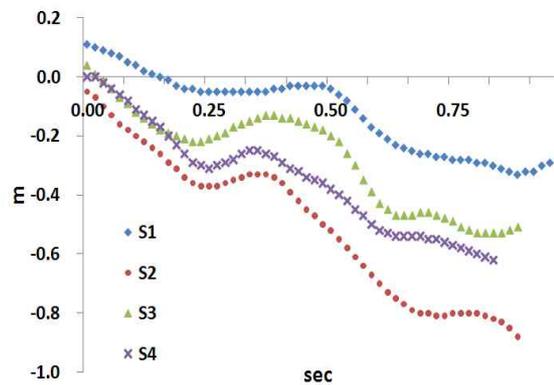


Figure 5. position of CG(Y)

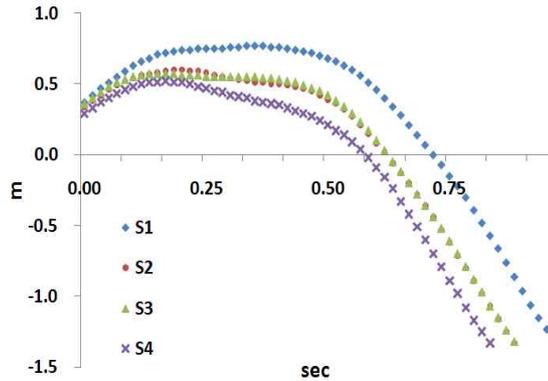


Figure 6. position of CG(Z)

2. 속도요인

내리기 동작을 수행하는 동안 신체중심의 속도변화를 나타낸 것은 <Table 3>과 같고, 변화 패턴을 나타낸 것은 <Figure 7, 8, 9>와 같다.

각 이벤트별 신체중심 좌우속도를 살펴보면, S1은 E1에서 -0.67 m/s, E2에서 -0.66 m/s 그리고 E3에서 -0.63 m/s로 나타났고, S2는 E1에서 -0.95 m/s, E2에서 -1.05 m/s, E3에서 -0.87 m/s,

S3은 E1에서 -0.87 m/s, E2에서 -0.85 m/s, E3에서 -0.69 m/s 그리고 S4는 E1에서 -0.84 m/s, E2에서 -0.92 m/s, E3에서 -0.68 m/s로 나타났다.

<Figure 7>의 변화 패턴에서 S1은 E1에서 E3까지 좌우속도의 변화가 거의 없었던 것으로 나타났지만, S2, S3 그리고 S4는 좌측으로의 속도변화가 E2까지 지속적으로 증가하였다가 이후 감소되는 경향을 나타냈다. 특히, S2의 경우 착지 시에도 신체중심이 좌측으로 빠르게 이동되는 모습을 나타나 불안정한 착지를 한 것으로 나타났다.

신체중심 전후속도를 살펴보면, S1은 E1에서 -0.15 m/s, E2에서 0.07 m/s 그리고 E3에서 0.67 m/s로 나타났고, S2는 E1에서 -1.52 m/s, E2에서 -0.48 m/s, E3에서 -1.54 m/s, S3은 E1에서 -1.55 m/s, E2에서 -0.76 m/s, E3에서 0.32 m/s 그리고 S4는 E1에서 -0.39 m/s, E2에서 -1.73 m/s, E3에서 -0.45 m/s로 나타났다.

신체중심 전후속도는 뒤 공중돌기 시 상체를 위로 들어 올릴 때 급속히 증가하였다가 이후 감소되는 패턴으로 S1의 경우 전후로의 속도변화가 가장 작은 것으로 나타났고, E1에서 S3은 후방으로 빠르게 이동하면서 공중동작을 수행하는 것으로 나타났고, E2에서는 S4가 가장 빠른 후방이동 속도로 나타났다. E3에서는 S2의 경우 빠르게 후방으로 이동하는 것으로 나타났다.

Table 3. Velocity of CG

(unit: m/s)

		E1	E2	E3
S1	x	-0.67	-0.66	-0.63
	y	-0.15	0.07	0.67
	z	3.09	0.04	-4.80
S2	x	-0.95	-1.05	-0.87
	y	-1.52	-0.48	-1.54
	z	2.67	-0.50	-4.82
S3	x	-0.87	-0.85	-0.69
	y	-1.55	-0.76	0.32
	z	2.81	-0.09	-4.70
S4	x	-0.84	-0.92	-0.68
	y	-0.39	-1.73	-0.45
	z	2.54	-0.03	-4.83
M (SD)	x	-0.83 (0.12)	-0.87 (0.16)	-0.72 (0.11)
	y	-0.90 (0.74)	-0.73 (0.75)	-0.25 (0.98)
	z	2.78 (0.24)	-0.15 (0.24)	-4.79 (0.06)

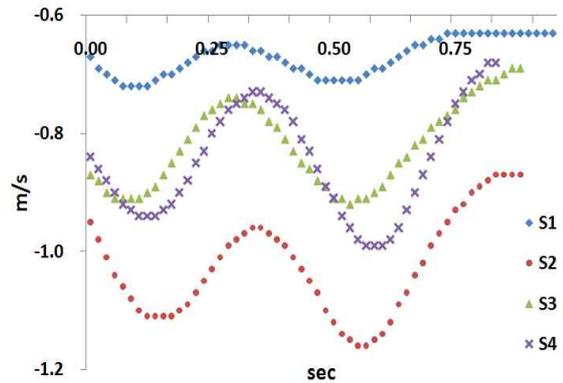


Figure 7. Velocity of CG(X)

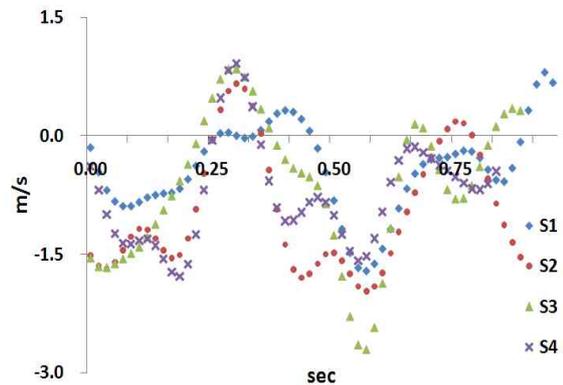


Figure 8. Velocity of CG(Y)

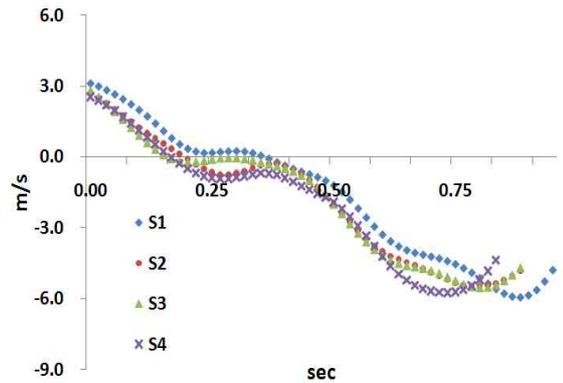


Figure 9. Velocity of CG(Z)

신체중심 수직속도를 살펴보면, S1은 E1에서 3.09 m/s, E2에서 0.04 m/s 그리고 E3에서 -4.80 m/s로 나타났고, S2는 E1에서 2.67 m/s, E2에서 -0.50 m/s, E3에서 -4.82 m/s, S3은 E1에서 2.81 m/s, E2에서 -0.09 m/s, E3에서 -4.70 m/s 그리고 S4는 E1에서 2.54 m/s, E2에서 -0.03 m/s, E3에서 -4.83 m/s로 나타났다.

S1의 경우 E1에서 가장 빠른 수직 상승을 하는 것으로 나타났고 S4가 가장 느린 상승속도를 나타냈다. E2에서도 S1은

양(+)¹⁾의 속도를 나타나 상승하는 속도를 나타냈지만, S1을 제외한 모든 대상자들 모두 음(-)²⁾의 속도로 나타나 E2에서 감속하는 경향으로 나타났다.

3. 각도요인

내리기 동작을 수행하는 동안 견관절, 고관절, 동체전경의 각도 변화를 나타난 것은 <Table 4>와 같고, 변화 패턴을 나타난 것은 <Figure 10, 11, 12>와 같다.

이벤트별 견관절 각도를 살펴보면, S1은 E1에서 -0.37°, E2에서 7° 그리고 E3에서 -28°로 나타났고, S2는 E1에서 -23°, E2에서 31°, E3에서 -40°, S3은 E1에서 -27°, E2에서 23°, E3에서 -14° 그리고 S4는 E1에서 -18°, E2에서 7°, E3에서 -14°로 나타났다.

대상자 모두 E1 시점인 TO에서 견관절 각도를 음(-)³⁾의 각도로 나타났고, 이후 견관절을 동체에 붙여 모멘트암을 줄이려는 모습으로 나타났지만 S4는 견관절이 동체와 가까운 상태로 TO하는 것으로 나타났다.

Table 4. Angle of segment (unit: deg)

		E1	E2	E3
S1	Shoulder	-37	7	-28
	Hip	112	42	134
	Trunk	340	527	937
S2	Shoulder	-23	31	-40
	Hip	113	73	124
	Trunk	345	464	939
S3	Shoulder	-27	23	-14
	Hip	103	56	117
	Trunk	335	405	923
S4	Shoulder	-18	7	-14
	Hip	118	66	103
	Trunk	347	408	915
<i>M</i> (<i>SD</i>)	Shoulder	-26.3 (8.60)	17.0 (12.00)	-24.0 (12.54)
	Hip	111.5 (6.24)	59.3 (13.45)	119.5 (13.03)
	Trunk	341.8 (5.38)	451.0 (57.47)	928.5 (11.47)

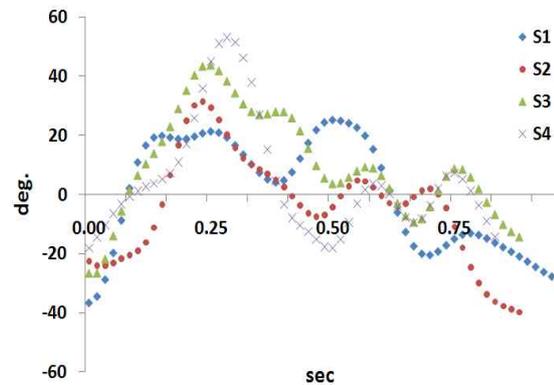


Figure 10. Shoulder Angle

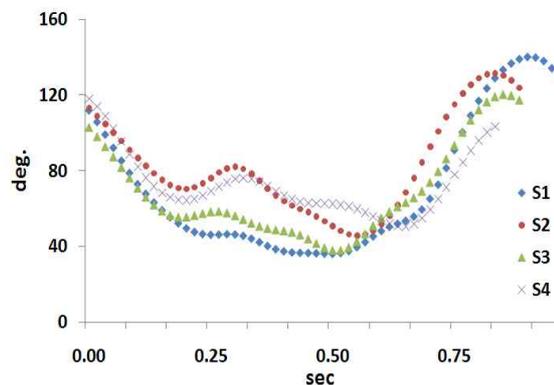


Figure 11. Hip Angle

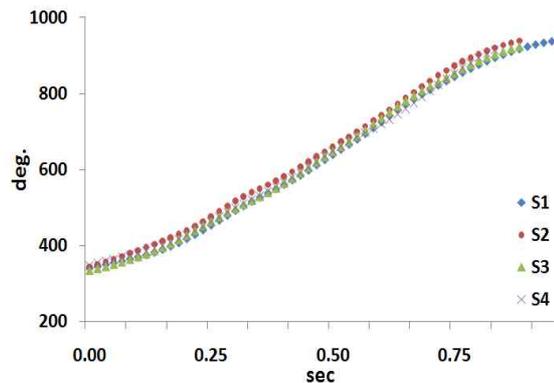


Figure 12. Trunk Angle

이벤트별 고관절 각도를 살펴보면, S1은 E1에서 112°, E2에서 42° 그리고 E3에서 134°로 나타났고, S2는 E1에서 113°, E2에서 73°, E3에서 124°, S3은 E1에서 103°, E2에서 56°, E3에서 117° 그리고 S4는 E1에서 118°, E2에서 66°, E3에서 103°로 나타났다. 고관절 각도는 추기기 동작에서 평균 111.5°의 각도를 나타냈는데, S3의 경우 103°로 작게 나타나 하체를 큰 스윙에 이은 추기기 동작을 하지 못한 것으로 나타났다. 착지 시 S1의 경우 134°로 나타나 빠른 회전 후 여유 있는 동작으로 직립에 가까운 안

정된 동작으로 착지하는 것으로 나타났다. S3과 S4는 착지 시 각도가 작게 나타나 자세가 불안정한 것으로 나타났다. 또한, 변화패턴의 그래프에서 S2와 S4는 상승곡면에서의 고관절각도가 일시적으로 증가하는 불안정한 모습을 나타냈다.

이벤트별 동체전경 각도를 살펴보면, S1은 E1에서 340°, E2에서 527° 그리고 E3에서 937°로 나타났고, S2는 E1에서 345°, E2에서 464°, E3에서 939°, S3은 E1에서 335°, E2에서 405°, E3에서 923° 그리고 S4는 E1에서 347°, E2에서 408°, E3에서 915°로 나타났다. 동체전경각도는 회전을 하면서 계속 증가하는 패턴을 나타냈는데, 봉 이탈시 360°에 가까울수록 눕혀진 상태가 되는 것을 의미하며, S2와 S4는 상체를 후방으로 젖히며 회전을 먼저 시작하려는 동작을 나타냈고, 이후 E2에서 동체의 회전이 작았던 것으로 나타났다. S1의 경우 E1에서 가장 작은 각도를 나타냈지만 이후 E2에서 527°로 가장 큰 각도를 나타냈고, 그 결과 E3에서도 가장 큰 각도로 나타났다.

IV. 논 의

평행봉 double piked 내리기 동작은 팔을 지지하여 봉을 밀어내면서 수직상승하여 몸 접어 뒤 공중돌기 후 내리는 동작이다.

평행봉에서 이탈 시 봉을 잡고 있는 손의 위치에서 수직상 방향으로 신체중심의 이탈높이를 증가시키는 것이 관건으로 신체중심의 속도는 수직성분을 강화시키며, 견관절각을 45° 이상으로 크게 벌리는 것이 중심높이 증가에 유리하며, 고관절각은 빠르고 작게(120° 이하) 접는 것이 비행 시 신체의 회전속도 증가에 도움을 준다(백진호 등 2005).

최고점 시 신체중심의 높이가 봉에서부터 0.9 m 이상 되고, 고관절각은 40° 이하를 확보하는 것이 시작적으로 매트를 확인할 수 있기 때문에 착지의 안정성을 기대할 수 있으며, 착지시에는 신체중심의 높이가 낮을수록 착지의 안정성에 좋은 영향을 미치지만 고관절과 슬관절각이 150° 이하, 고관절각이 110° 이하의 유지는 미적표현과 득점에 나쁜 영향을 준다(백진호 등 2005).

즉 안정된 내리기 동작을 위해서는 상승곡면에서 견관절을 음(-)의 각도로 유지하고 고관절의 굴신운동으로 Tap 동작을 강하게 하면서 전후·좌우의 이동을 최소화하면서 공중회전 보다는 체중높이를 먼저 확보해야하며, 하강곡면에서 견관절과 고관절을 최대한 굴곡시켜 동체의 빠른 회전이 이루어져야하며, 전후·좌우이동 속도의 제어와 고관절 각도를 크게 유지해야 하는 것으로 나타났다.

송주호 등(2009)은 double piked 내리기 향상도를 평가한 연구에서 역동적인 팔 지지하여 흔들기를 이루고 봉 이탈 시 신체 주요관절과 분절의 적절한 각운동을 통해 평행봉에 부딪히

지 않을 정도의 좌우이동이 비행높이를 확보할 수 있어 고득점을 획득할 수 있다고 보고하였고, 백진호(2007)는 신체의 수직하강 시 어깨의 힘을 빼주면서 추기기를 강하게 하고 고관절의 굴신 운동에 따른 Tap 동작을 강하게 함으로써 비행높이의 증가를 통해 웅대하고 안정된 공중회전에 의해 안정된 착지가 유발된다고 하였고, 훈련 프로그램 적용 결과 0.57 m에서 0.74 m로의 향상을 나타내었다고 보고하였다.

대상자 S1이 수행하고 있는 double piked 내리기 동작은 봉 이탈 전 고관절의 스윙속도를 제어하지 않고 견관절 각도를 후면으로 유지하는 것으로 나타났다. 또한, 좌우와 전후로의 이동속도를 제어하고 신체중심을 높은 상태로 3.09 m/s의 빠른 속도로 수직상승한 결과 수직위치가 0.77 m로 나타나 비행높이를 확보할 수 있었고, 이후 역동적인 상하중심의 공중회전 동작이 이루어져 안정된 착지 동작이 가능했던 것으로 나타났다.

S2는 봉 이탈 시 수직속도가 2.67 m/s로 그 결과 신체중심 최고 높이가 0.57 m를 나타냈는데, 이는 신체중심의 높이 확보보다 공중회전 동작을 완성하기 위해 좌측으로 빠르게 이동시키는 동시에 후방으로 빠르게 이동하였기 때문으로 판단된다. 또한, E2 이후 좌측 그리고 후방으로의 속도제어를 하지 못하는 것으로 나타나 착지 시 안정된 동작을 취하기 어려웠을 것으로 판단된다. 특히, 고관절의 각도가 벌어져 웅장한 공중동작 수행을 하지 못한 것으로 나타났고, 이후 후방으로의 속도제어를 못한 결과로 동체 전경각도가 크게 나타나 발이 후방으로 빠질 수 있는 착지 동작으로 이어져 이에 대한 교정이 요구되는 것으로 판단된다.

S3은 E1에서 신체중심 전후속도가 -1.55 m/s로 나타나 신체중심이 후방으로 빠르게 이동하는 모습을 나타냈는데 이는 2회전 공중동작을 완성하기 위해 상승을 위한 스윙동작을 하면서 상체가 누워지는 동작을 나타낸 것으로 판단된다. 이를 보완하기 위해 스윙동작에서 어깨에 힘을 주어 버티어 스윙하면서 동체의 회전을 제어 하여야 하는 것으로 나타났다.

S4는 E2에서 신체중심 전후속도가 -1.73 m/s로 나타나 신체중심이 후방으로 빠르게 이동하는 모습을 나타냈는데, 이러한 결과는 TO 이후 고관절을 굴곡 시키지 못해 이를 보완하기 위해 상승하는 도중 고관절을 빠르게 굴곡 시키면서 나타난 것으로 판단된다. 이러한 결과로 S3과 S4 각각 신체중심 높이가 0.57 m와 0.52 m로 신체중심 높이의 확보가 어려워 안정된 착지 동작으로 이어지지 못한 것으로 나타났다.

S3과 S4 모두 상승과 하강동작에서의 문제점 보다는 스윙동작에서의 Tap 동작에 대한 교정이 요구되는 것으로 나타났다. 신체중심 높이를 확보하고 안정된 착지 동작을 위해서는 스윙동작에서 고관절의 힘찬 스윙을 팔로 지지하여 버티면서 신체중심을 상방으로 끌어올려 TO하여야 하며 고관절을 최대한 굴곡 시키면서 공중회전 할 수 있도록 스윙동작에 대한 교정이 요구되는 것으로 나타났다.

V. 결론

본 연구는 남자 기계체조 국가대표 선수 4명을 대상으로 평행봉 double piked 내리기 착지기술에 대하여 3차원 동작분석을 통해 개인별의 장단점을 파악하고 안정된 착지 기술을 위한 정량적 자료를 제공을 통해 기술의 완성도를 높이는데 기여하고자 하였다. 변인으로 신체중심의 위치와 속도, 견관절, 고관절, 동체전경각도를 분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

S1은 빠른 수직상승으로 체공높이를 확보할 수 있었고 여유로운 공중회전 이후 고관절각도를 적절히 유지하면서 안정된 착지 동작을 수행하는 것으로 나타났다. S2, S3 그리고 S4는 봉 이탈 전 이미 뒤 공중돌기 동작을 시작하여 후방 이동이 크게 나타나면서 체공높이의 확보가 어려웠으며 그 결과 착지 시 후방으로 이동속도를 제어하지 못하는 모습이 나타났다. 안정된 내리기 동작을 위해서는 상승국면에서 견관절을 음(-)의 각도로 유지하고 고관절의 굴신운동으로 Tap 동작을 강하게 하면서 전후·좌우의 이동을 최소화하면서 공중회전 보다는 체공높이를 먼저 확보해야하며, 하강국면에서 견관절과 고관절을 최대로 굴곡시켜 동체의 빠른 회전이 이루어져야 하며, 전후·좌우이동 속도의 제어와 고관절 각도를 크게 유지해야 하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 강병의(1998). 평행봉 무릎 펴고 2회전 뒤 공중돌아 내리기 동작의 운동학적 분석. 1급 경기지도자 현장적용 연구보고서. 서울 : 체육과학연구원.
- 공대웅(2005). 평행봉 Belle 기술 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 15(4), 43-53.
- 대한체조협회(2006). **체점규칙**. 대한체조협회.
- 백진호, 최규정, 문영진, 박종훈, 김동민(2005). 체조경기의 즉각적 피드백을 위한 기술 분석 프로그램 개발. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 연구보고서.
- 백진호(2007). 평행봉 Double salto bwd. piked 내리기 동작의 향상도 평가. **한국체육학회지**, 46(3), 541-551.
- 백진호, 박종철, 윤창선(2008). 평행봉 Tippelt 기술훈련 프로그램 개발 및 향상도 평가 분석. **한국운동역학회지**, 18(2), 29-39.
- 송주호, 백진호, 박종훈(2009). 평행봉 double piked 내리기 동작의 향상도 평가. **체육과학연구**, 20(2), 222-230.
- 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.

- Chandler, R. F., Clauser, C. E., McConville, J. T., Reynolds, H. M., & Young, J. W.(1975). *Investigation of inertial properties of the human body*. AMRL-TR-74-137, AD-A016-485. DOT-HS-801-430. Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.