



평균대 백핸드 수완 동작 성·패 시 실수요인 규명

Examination of the Flick-Flack Salto Backward Stretched of Success and Fall Occurs on the Balance Beam

소재무* · 김윤지 · 김용석(건국대학교)
So, Jae-Moo* · Kim, Yoon-Ji · Kim, Yong-Seok(Konkuk University)

국문초록

본 연구는 현 국가대표 선수들을 대상으로 평균대에서 백핸드 수완 동작의 성공과 실패를 운동학적 분석을 통해 비교하여 기술의 실수 요인을 규명하여 지도자 및 선수들에게 과학적으로 유용한 정보를 제공하고 경기력 향상에 기여 하는데 연구의 목적을 두었다. 신체중심 변위와 속도 변화에서 실수 동작에 영향을 미치는 중요한 요인은 좌우 신체중심 속도 변화와 수평과 수직 속도 변화로 나타났고 좌우 가속도 변화는 성공시 보다 실패시 동작이 더 크게 증가하였으며 E3과 E5에서 수평과 수직 가속도가 뒤 공중돌기와 착지구간에 영향을 미치는 중요한 구간으로 나타났다. 성공과 실패시 차이가 나타난 각속도 변화는 머리와 견관절 결과에서 두드러지게 나타났으며 머리와 견관절 각각속도를 가장 크게 해야 하는 순간은 E4라고 판단되며 이 구간에서 신체가 굴곡된 자세에서 순간적으로 신전하는 동작을 취할 때 머리와 견관절, 고관절 등 각 관절의 각각속도를 크게 증가시켜 공중 동작의 체공시간과 회전 반경을 더욱 원활하게 할 수 있다.

ABSTRACT

J. M. SO, Y. J KIM, and Y. S. KIM, Examination of the Flick-Flack Salto Backward Stretched of Success and Fall Occurs on the Balance Beam. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 18, No. 1, pp. 137-146, 2008. The purpose of this study is to examine the causes of errors from EGR posture on the balance beam, which is bending flick-flack salto backward stretched national team players through kinematic analysis, and present training methods for them so as to provide scientifically useful information to coaches and athlete. Findings from this study are summarized below.

The most important factors that affect the errors in Boyd center position and speed change were the speed change of left and right body centers and the horizontal and vertical speed changes. The left and right acceleration changes were greater in failed posture than in successful posture. The horizontal and vertical accelerations in E3 and E5 were the key factors that affected the backward somersault and landing. The angular speed changes which varied between success and failure were notable in head and shoulder joints. In individual results. The section when the angular speeds of head and shoulder joint must be the greatest was E4. In this section, when the body is extending instantly in a bent posture, increasing the angular speeds of head, shoulder and hip joints can improve the duration of staying in the air and the rotation radius of a somersault.

KEYWORDS: BALANCE BEAM, FLICK-FLACK SALTO BACKWARD STRETCHED, KINEMATIC ANALYSIS

* 연구는 2007학년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임
* human@konkuk.ac.kr

I. 서 론

평균대(balance beam) 운동은 걷기, 점프, 텐과 같은 동적인 요소와 평균 자세와 같은 정적인 요소로 구성되어 있는데 신체의 평형성, 조정력, 유연성, 민첩성 등을 기르고 아름다운 자세와 아름답게 표현하는 능력을 길러주는 운동이다(이대형, 이용인, 권오석, 2002). 평균대의 동작 특성은 폭 10cm 위에서 수행하기 때문에 벨런스(balance) 유지가 불안정 할 때 실수율이 가장 높은 종목 중에 하나이다. 마루운동에서 수행되었던 텁블링(tumbling) 기술이 평균대 위에서 실시되면서 다양한 기술들이 발표되고 있으나 규격조건의 제한성 때문에 마루운동에서 쉽게 수행할 수 있는 동작도 평균대 위에서 실시하기에는 많은 어려움이 따르게 된다(윤희중, 류지선, 김동민, 김영란, 2000). 평균대 운동은 도약을 통한 오르기(mount), 다양한 기술의 중간 동작, 내리기(dismount) 동작으로 구성되어 있으며 이 세 가지 단계에서 동작들의 난도를 적정 배분하여 조화롭게 연기하여야만 높은 점수를 획득할 수 있다(이기정, 김영란, 2002).

평균대 동작 수행의 선행 연구들을 살펴보면, 평균대 오르기 동작을 연구한 최인애(1991)와 이기정과 김영란(2002)은 고난도 기술인 도움 짚고(round off) 몸펴 뒤 공중돌기 동작을 구름판에 내장된 반력 측정기를 이용하여 운동역학적인 변인들을 산출하였다. 그 결과 양 손에 가해지는 반력과 발구름시 가해지는 반력을 측정하여 10cm 폭의 넓이에 정확하게 안정된 착지를 하기 위해서는 구름판 반력의 좌, 우 이동을 최소화시켜야 한다고 보고하였다. 평균대 위에서의 기술들을 분석한 연구는 Back Handspring 동작(이종락, 안완식, 2000)과 앞 공중 돌기 동작(윤희중, 류지선, 김동민, 김영란, 2000)의 운동학적인 변인을 분석하였으며, 특히 앞 공중 돌기 동작에서는 도약 시 인체 중심의 높이와 속도에 의해 체공경로가 결정된다는 선행연구 이론과 거의 일치하여 기구의 특성을 고려하면서 훈련 방법을 모색되어야 한다고 하였다. 평균대 내리기 동작의 선행연구에서 고석자(1988)는 평균대 겹 뒤 공중 돌아내리기 동작을 국가대표선수 대상으

로 운동학적 분석을 하여 선수간의 기술 차이를 규명하였으며, 공중 돌아내리기 동작을 16mm 카메라를 이용하여 신체 중심의 이동과 관절각도 변화를 비교 분석하였다(최윤택, 2002; 최인애, 한용규, 1985).

국외 연구에서는 평균대 연구가 매우 미흡한 실정(Spiros, Yoon-hoo, & william, 2006)이며, 그 중 Hars, Holvoet, Gillet, Barbier, & Lepoutre,(2005)는 동적 균형 조절을 나타내기 위해 체조 선수들을 대상으로 3-D 지면 반력을 평균대 위에 설치하여 뒤로 허리재기 동작 시 손과 다리가 지면에 닿을 때의 벨런스를 측정하였다. 그 결과 이 기술이 최소한 좌, 우 방향의 힘들이 필요하며 전, 후와 수직 힘 값이 매우 크고 지면의 지지가 바뀔 때 서로 통합된 패턴이 나타났으며, 그러한 이유는 선수들 개개인의 유연성 때문이라고 하였으며 실험 시 동적 분석과 운동역학적 측정에 사용된 장치는 모든 신체 균형을 통제시키는데 사용될 수 있음을 시사하였다. 그 외에 Brown, Witten, Espinoza & Witten(1995), Brown, et al.(1996)은 지면 반력을 이용하여 평균대 내리기 동작을 여러 가지 공중돌기 동작을 분석하였다.

2006년 새롭게 개정된 체조 심판 규정에 의하면 필수적으로 연기 구성에 포함되어야 하는 요소들이 각 종목별로 다섯 가지가 있는데 이를 필수요소그룹(Element Group Requirements : EGR)이라고 하여 각 요소별로 0.50 점수의 가치를 가지고 있어 요소가 빠질 경우 실시 점수에 포함되어지지 않는다. 평균대에서는 댄스 요소 연결(leaps - one leap, jump or hop), 텐(turns - on one foot), 공중돌기가 포함된 아크로바틱 연결(acrobatic series), 앞으로 그리고 옆으로 도는 공중돌기(salto forward/sideward), 내리기(dismount) D난도 이상으로 구성되어져 있다(Federation International Gymnastics, 2006). 특히 아크로바틱 연결기로 많이 사용되고 있는 뒤로 손짚고 몸펴 한발 뒤 공중돌기(flick-flack salto backward stretched-cord number 5.213-5.321: 이하 백핸드 수완) 동작은 선수들이 가장 많은 부담감을 가지고 있을 뿐만 아니라 실수율이 매우 큰 요소이기도 하다. 평균대 실수에 대한 감점 요인은 더욱 세분화 되어져 기구에서 떨어짐이 0.80점, 균형 유지를 위한 추가 동작을 했을 경우 최대 0.50점

까지 감점이 주어지게 된다.

선행연구들의 대부분은 단일 기술에 국한되어 연구되어 있어 최근 채점규정에 필수적으로 기술들을 연결해야 되는 평가 기준으로 볼 때, 연결기술 분석이 매우 미흡한 실정이며 사전에 연구되어져 온 결과들은 대부분 동작 수행에 대한 움직임 해석에 그치고 있어서 현장에 직접적으로 전달해 주는 정보로는 부족하다고 사료된다. 이를 보완하고자 현 국가대표 선수들을 대상으로 평균대 경기에서 EGR에 해당되는 백핸드 수완 동작의 성공과 실패에서 운동학적 분석을 통해 기술의 실수 요인을 규명하고 그에 따른 훈련 방법들을 제시하여 지도자 및 선수들에게 과학적으로 유용한 정보를 제공하여 경기력 향상에 기여하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 국가대표 여자 체조선수 3명을 선정하여 실험에 대한 취지를 설명한 후 동의를 얻어 선발하였으며 피험자들의 구체적인 신체적 특성은 다음의 <표 1>과 같다.

2. 실험 및 분석 장비

본 실험에 동원된 장비에는 피험자가 평균대 위에서 동작을 하는 영상을 촬영하기 위해 고속 카메라 Motion Master 100(Visol, Korea) 여섯 대를 사용하였다. 이때 모든 카메라 속도는 100frame/sec로 설정하였으며 3차원 실 공간좌표 설정을 위해 평균대 위 중간 지점에 1m×2m×2m의 통제점 틀(control object)을 설치

표 1. 피험자의 특성

피험자(S)	연령(yr)	신장(cm)	질량(kg)	운동경력(yr)
A1	17	145	32	7
A2	18	154	41	8
A3	18	154	43	10
M/SD	17.67±0.58	151.00±5.20	40.33±8.02	8.33±1.53

하고 약 10초간 촬영하였다. 카메라 동조는 Hardware External Trigger 방식을 사용하였다. 통제점 및 신체관절 중심의 좌표화는 영상으로 나타나는 표시점 위치를 신체 공간상의 좌표값으로 변환시키는 과정으로 이러한 좌표화는 기준 공간에서 통제점 좌표화의 공간상에서 실제로 움직이는 인체관절 중심점에 대한 좌표로 나누어진다.

신체관절 중심의 좌표화는 신체를 총 22개의 관절점을 가진 14개의 분절로 연결된 강체 시스템(linked rigid body system)으로 정의하였으며 이러한 분절의 무게 중심점과 신체중심 위치 산출은 Plagenhoef(1983) 신체분절지수(body segment parameter) 자료를 사용하였으며 신체 관절 중심점의 좌표화와 3차원 좌표계산과 자료처리는 kwon 3D XP 프로그램을 사용하였다.

3. 실험 설계 및 방법

동작 분석을 위한 실험 장비 설치는 피험자가 평균대 위에서 동작을 하는 동안 신체 중심의 운동학적 변인을 측정하기 위해 고속 카메라 6대를 평균대 중심으로 좌 우 측면에 각각 세 대씩 설치하였다. 실험에 임하기 전 오토 디지타이징(auto digitizing) 작업을 위해 피험자의 22개 신체 관절점에 반사마커를 부착하였으며 모든 실험세팅이 끝난 후 전 피험자들에게 충분한 준비운동을 한 다음 통제점 틀을 평균대 위에 설치하도록 하여 5분간 촬영 후 제거한 후 피험자에게 백핸드 수완 동작을 설명한 후 다섯 번씩 실시하

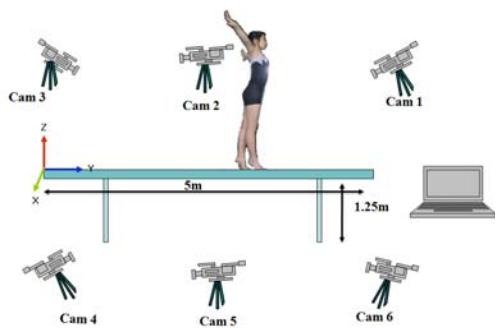


그림 1. 실험 배치도

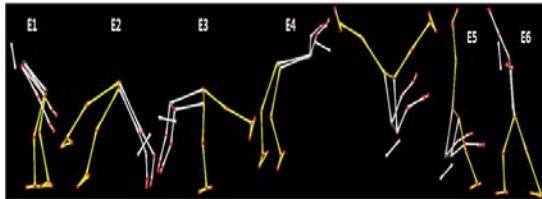


그림 2. Event (E1 ~ E6)

도록 하여 카메라 여섯 대에서 동시에 촬영을 시작하여 실시간 슈퍼 컴퓨터에 저장되도록 하였다. 구체적인 실험 상황은 <그림 1>과 같으며 각각 선수들이 실행한 다섯 번 동작 중에서 착지시 흔들림이 없이 정확한 동작을 수행한 성공 동작과 기구에서 떨어진 경우, 혹은 0.3점 이상의 흔들림이 있는 실패 동작을 선정하여 분석하였다.

연구 대상자들의 평균대 백핸드 수완 연결동작을 운동학적으로 분석하기 위해 6개의 event로 세분화 하였으며 E1은 앉은 자세에서 팔이 뒤쪽으로 최대로 올라 간 시점이며 E2는 손이 평균대에 닿는 시점, E3은 왼쪽 다리가 평균대에 닿는 시점, E4는 공중 비약을 하기 위해 두 발이 평균대에서 떨어지는 시점이며, E5는 착지를 위해 왼쪽 발이 평균대에 닿는 시점, E6은 두 다리가 평균대에 닿는 시점을 의미하며 <그림 2>와 같다.

4. 자료 분석

본 연구는 평균대 기술 분석을 위해 피험자의 좌, 우측에 카메라를 설치함으로써 3차원 영상분석을 실시하였다. 샘플링 빈도는 100Hz이며 셔터 스피드는 1/1000으로 설정하였다. 촬영으로 획득된 영상은

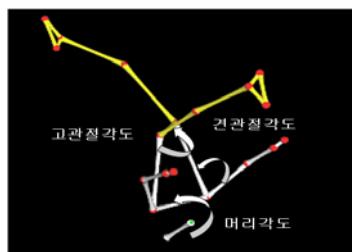


그림 3. 각도 정의

Kwon 3D XP 프로그램을 이용하여 평균대 회전 동작의 주요 event별 시간정보와 위치정보를 획득하였으며 오토 디지타이징 하였다. 노이즈(noise)를 제거하기 위해 Butterworth 저역 통과 필터링(low pass filter)을 하였으며 이때의 차단 주파수는 6Hz로 하였으며 머리, 견관절, 고관절의 각도 정의는 <그림 3>과 같다.

집단내의 성공과 실패 비교를 위해서 SPSS 통계 package 14.0을 이용하여 대응 t-test를 실시하였으며, 통계적 검정을 위한 유의수준 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 결과 및 논의

1. 신체중심

1) 신체중심 변위

평균대 백핸드 수완 동작 수행 중 성공과 실패시 신체중심 변위를 좌우(X축), 수평(Y축), 수직(Z축)으로 산출하여 그 결과는 <표 2>와 같다. 백핸드 수완 동작은 통계적으로 유의하지 않지만 세 명의 피험자들의 성공과 실패시 좌우 신체중심 변위의 평균 결과를 살펴보면 E1부터 E4 까지는 0.50m에 근접한 패턴을 나타내고 있으나 착지구간인 E5와 E6에서 성공시는 평

표 2. 성공과 실패시 신체중심 위치 변화 (m)

Sub \ Eve	Eve	E1	E2	E3	E4	E5	E6
성공	X M	0.49	0.50	0.50	0.50	0.49	0.51
	SD	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
	Y M	-0.39	0.34	1.01	1.36	1.98	2.44
	SD	0.08	0.10	0.04	0.04	0.08	0.13
	Z M	0.70	0.69	0.71	0.91	0.57	0.85
	SD	0.03	0.05	0.05	0.05	0.03	0.06
실패	X M	0.49	0.49	0.51	0.51	0.52	0.63
	SD	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04	0.12
	Y M	-0.36	0.35	1.00	1.38	2.02	2.39
	SD	0.07	0.07	0.01	0.09	0.02	0.08
	Z M	0.71	0.69	0.69	1.11	0.58	0.79
	SD	0.05	0.05	0.07	0.06	0.03	0.11
	X t	.378	2.266	-4.429	-1.098	-1.577	-1.572
	Y t	-1.296	-4.488	.387	-.559	-1.245	.578
	Z t	-.509	-1.808	1.748	.296	-1.443	2.135

균 0.49m와 0.51m인 반면 실패시는 0.52m와 0.63m로 나타나 성공과 실패시 차이가 나타났다. 신체중심 수평변위 결과에서는 성공시와 실패시 E4 까지는 매우 유사한 결과를 나타내고 있으나 성공시 E5와 E6에서는 평균 1.98m에서 2.44m로 나타났으나 실패시는 평균 2.02m와 2.39m로 나타났다. 수직변위 결과에서는 성공시 E3과 E4에서는 평균 0.71m와 0.91m로 나타났으나 실패시는 0.69m와 1.11m로 나타나 차이를 보이고 있으며 E6의 결과에서도 작은 차이가 나타났다.

2) 신체중심 속도변화

<표 3>은 성공과 실패시 신체중심의 평균 속도 변화 결과를 event별로 나타낸 것으로 통계적으로 유의하지는 않는 결과를 나타내었으며 전체적으로 E1부터 E4 까지는 매우 비슷한 결과를 나타낸 반면 E5와 E6에서는 차이가 나타남을 볼 수 있다. 우선 좌우축 신체중심 속도 변화에서 성공시 E5와 E6은 평균 0.07m/s 와 -0.02m/s로 나타났으며 실패시는 평균 0.12m/s와 0.26m/s로 나타나 동작 간에는 속도 차이가 있었으며 신체중심 수평속도 변화에서 성공시 E5와 E6은 평균 1.10m/s와 0.13m/s로 나타난 것에 비해 실패시에는 1.16m/s와 0.38m/s로 나타나 성공시 보다 실패시 동작에서 속도변화가 빠른 것으로 나타났다. 신체중심 수직속도

표 3. 성공과 실패시 신체중심 속도 변화 (m/s)

		Eve	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Sub								
성공	X	M	-0.04	-0.04	-0.02	-0.01	0.07	-0.02
	X	SD	0.04	0.06	0.05	0.09	0.08	0.02
	Y	M	0.34	1.33	1.69	1.85	1.10	0.13
	Y	SD	0.07	0.12	0.12	0.06	0.06	0.25
	Z	M	-0.06	-0.80	1.06	1.01	-1.83	-0.01
	Z	SD	0.30	0.19	0.12	0.20	0.24	0.02
실패	X	M	-0.03	-0.01	0.03	0.01	0.12	0.26
	X	SD	0.01	0.02	0.04	0.13	0.17	0.51
	Y	M	0.32	1.33	1.68	1.89	1.16	0.38
	Y	SD	0.06	0.11	0.17	0.14	0.09	0.28
	Z	M	-0.10	-0.77	1.01	1.04	-1.90	0.02
	Z	SD	0.32	0.10	0.14	0.17	0.17	0.08
X	t		-.695	-.839	-.936	-.795	-1.732	-.930
Y	t		7.621	.227	.560	-.861	-1.044	-.834
Z	t		1.612	-.603	.712	-1.245	1.022	-.617

변화에서도 수평속도와 마찬가지로 실패시 E5와 E6에서 평균 -1.90m/s와 0.02m/s로 나타나 성공시보다 비교적 속도 변화가 빠르게 나타났다. 따라서 전체적으로 착지국면에서 성공시 보다 실패시 신체중심 속도 변화가 빠르게 나타났으며 특히 좌우축과 수평축의 동작에서 큰 차이가 있었다.

3) 신체중심 가속도변화

<표 4>는 성공과 실패시 신체중심의 평균 가속도 변화 결과를 event별로 나타낸 것으로 좌우축 신체중심 가속도 변화를 살펴보면 통계적으로 유의한 차이는 없지만 전체적으로 성공시 보다 실패시 동작의 가

표 4. 성공과 실패시 신체중심 가속도 변화 (m/s²)

		Eve	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Sub								
성공	X	M	0.40	0.10	-0.11	1.74	2.24	-0.45
	X	SD	0.45	0.25	1.60	1.61	2.79	0.34
	Y	M	0.14	-0.28	6.90	-4.72	-3.55	-0.65
	Y	SD	0.22	0.80	1.21	1.66	1.61	1.06
	Z	M	-3.25	2.38	1.99	-6.71	14.97	-0.12
	Z	SD	3.54	1.24	0.40	2.04	1.29	1.20
실패	X	M	3.87	2.53	7.29	8.60	15.77	1.55
	X	SD	2.55	1.13	1.35	2.02	1.24	0.12
	Y	M	0.23	-0.11	0.13	0.62	1.17	0.35
	Y	SD	0.50	0.09	0.74	1.01	1.83	2.39
	Z	M	0.26	-0.28	6.76	-4.08	-3.93	-1.51
	Z	SD	0.37	0.49	2.48	2.46	0.33	1.35
X	t		.392	2.049	-.229	.906	.989	-.557
Y	t		-.354	-.024	.202	-.831	.342	1.847
Z	t		-.488	-.966	.506	1.069	.315	1.842

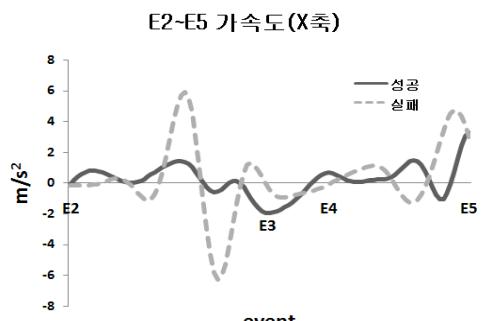


그림 4. event 2~5의 좌우축 가속도 변화(A1)

속도 변화가 증가함을 보이고 있으며 대표적으로 피험자 A1의 좌우축 가속도 변화에서 나타난 바와 같이 E2부터 E5에서 실패시 좌우축 가속도가 증가됨을 볼 수 있다<그림 4>. 특히 E2와 E3의 물구나무 선 자세에서 두 번째 공중 비약을 위해 제자리 선 자세로 연결되는 구간에서 성공과 실패 동작에서 좌우축 가속도의 차이가 나타났다. 이는 착지구간에서 좌측으로 기울어지는 원인을 파악하는데 있어 매우 중요한 요인임을 나타내고 있다고 판단된다. 수직과 수평축 가속도 결과에서 성공시 E3에서는 평균 6.90%과 1.99m/s²로 나타나 수직 가속도가 증가하였으나 실패시는 0.13%과 6.76m/s²로 수평 가속도가 증가하였다. 한발 착지 동작인 E5에서는 성공시 수직과 수평 가속도는 -3.55%와 14.97m/s²로 나타나 수평 가속도가 증가하였으나 실패시는 1.17%와 -3.93m/s²로 수직 가속도가 증가하여 성공과 실패시 서로 상반된 결과가 나타났다.

이상의 결과를 살펴보면 신체중심 위치와 속도 변화에서는 착지구간인 E5와 E6의 실패시 신체중심이 좌측으로 기울어지면서 실수가 나타남을 볼 수 있었다. 이러한 실수 동작에 영향을 미치는 중요한 요인은 좌우 신체중심 가속도 변화와 수평과 수직 방향 가속도 변화에서 찾을 수 있었으며 좌우 가속도 변화는 성공 보다 실패시 동작이 더 크게 증가하였으며 E3과 E5는 수평과 수직 가속도에서 뒤 공중돌기와 착지구간에 영향을 미치는 중요한 구간이라고 할 수 있겠다.

2. 머리, 견관절, 고관절 각속도 변화

평균대 백핸드 수완 동작의 신체중심 속도 변화 결과에서 제시한 것처럼 E3부터 E5까지의 국면은 동작의 성·패를 결정하는 중요한 구간으로 판단되었다. 그래서 E3부터 E5 국면에서의 머리, 견관절, 고관절의

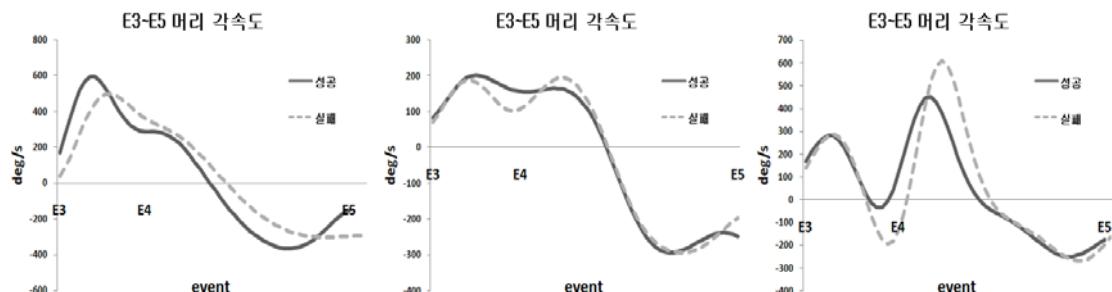


그림 5. event 3~5의 머리 각속도 변화(순서대로 A1, A2, A3)

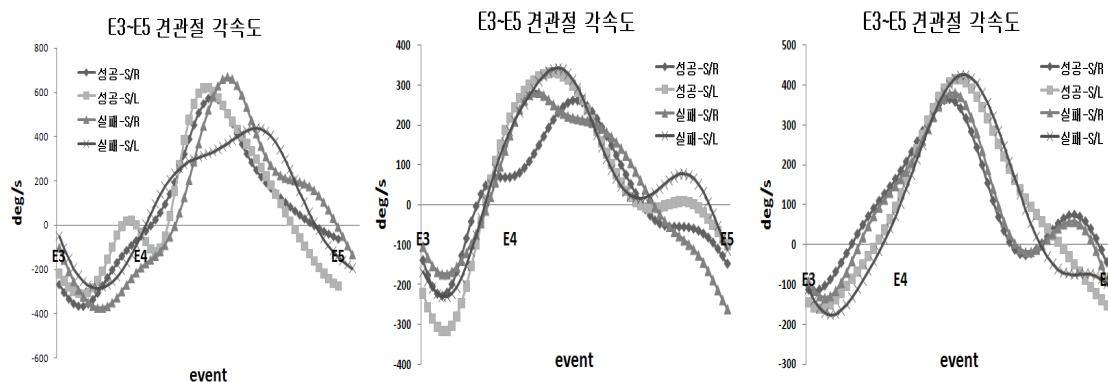


그림 6. event 3~5의 견관절 각속도 변화(순서대로 A1, A2, A3)* S/R-L: shoulder right-left

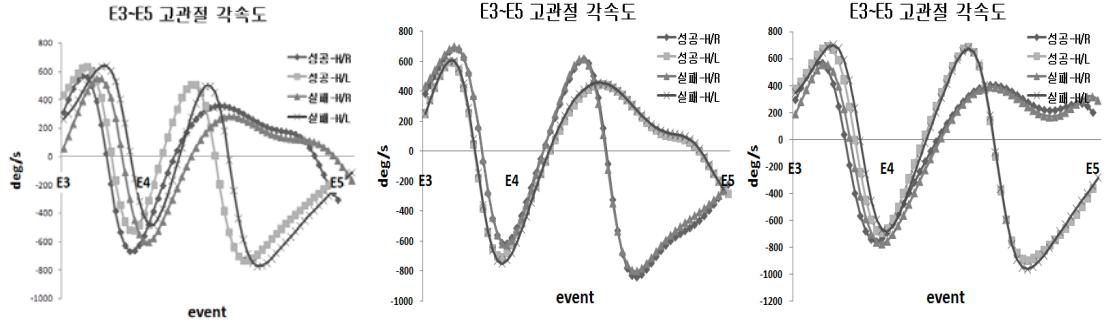


그림 7. event 3~5의 고관절 각속도 변화(순서대로 A1, A2, A3) *H/R-L: hip right-left

각속도 결과는 다음과 같다.

<그림 5>의 머리 각속도 변화를 살펴보면 대부분 E3부터 E4 국면인 공중 비약 준비 동작에서 큰 각속도를 보이다가 점차 감소하는 패턴의 유형이 나타났지만 서로 상이한 결과를 나타내고 있다. 그러나 성공과 실패시 패턴은 비슷한 유형으로 나타내고 있으나 실패시 A1과 A3의 머리 각속도는 큰 차이를 나타내고 있어서 머리 각속도 변인이 실수 요인에 영향을 미치는 것으로 사료 되었다.

<그림 6>는 견관절 각속도 변화를 나타낸 것으로 공중돌기 국면인 E4와 E5에서 가장 크게 증가함을 볼 수 있으며 백핸드 동작이 끝나고 공중 비약하는 시점인 E4에서 가장 큰 견관절 각속도 변화가 나타나 공중 비약에 중요한 요인으로 작용 한다고 볼 수 있다. 성공과 실패시 개인별로 두드러진 차이는 나타나지 않았지만 A1과 A2 피험자들의 동작에서는 오른쪽과 왼쪽 어깨 각속도와 견관절 각속도가 A3 피험자에 비해 불규칙하게 나타나는 특징이 있었다.

성공과 실패시 고관절 각속도 변화를 나타낸 <그림 7>에서는 오른쪽과 왼쪽의 각속도가 차이가 나타남을 볼 수 있는데 그것은 한발이 교차되면서 동작이 수행되기 때문에 고관절의 굴곡과 신전이 반복적으로 나타난 결과라고 해석된다. 특히 E4와 E5 구간에서 차지하는 왼쪽 다리의 고관절이 신전되면서 각속도가 가장 크게 증가되었고 차지에 가까워지면서 고관절 굴곡으로 인하여 되면서 다시 크게 각속도가 증가하였으나 오른쪽 고관절 각속도는 차지구간에 가까워지면서 상반된 결과를 나타내었다. 성공과 실패시 A2와

A3는 큰 차이가 나타나지 않지만 A1은 고관절 각속도에 있어서 불규칙적인 패턴의 유형이 나타났다.

이상을 종합해 보면 성공과 실패시 차이가 나타난 각속도 변화는 머리와 견관절에서 두드러지게 나타났으며 개인별 결과에서 A1은 머리와 견관절, 고관절의 각속도 변인들이 모두 실패 동작의 원인이 되는 것으로 사료되어 전체적인 동작이 불안정한 기술을 수행하고 있으며 A2는 실패시 가장 큰 영향을 미치는 요인이 견관절 각속도로 나타났고 A3은 머리 각속도 요인이 실수의 원인이 되는 것으로 나타났다. 이처럼 선수 개개인의 실수변인을 분석하여 이러한 결과를 지도시에 반영함으로써 효율적이고 과학적인 훈련방법으로 접근할 수 있다고 판단된다. 또한 선수들에게 기술 동작에 대한 현상만 지도하는 것보다 실수의 원인을 이해시킬 수 있게 된다면 더욱 이상적인 기술들을 습득할 수 있는 동기를 부여할 수 있다고 생각되었다.

3. 머리, 견관절 각각속도 변화

앞에서 제시한 각속도 결과를 토대로 머리와 견관절 각속도가 실수 요인에 영향을 미친다고 판단되어 평균대 백핸드 수완 동작의 E3부터 E5까지의 머리와 견관절 각각속도 변화를 분석하였으며 그 결과는 <그림 8>과 <그림 9>이다. 머리 각각속도는 모든 피험자들의 성공과 실패시 차이가 나타남을 볼 수 있으나 피험자별 결과는 상이하게 나타났다. 특히 A3은 E4에서 가장 빠른 머리 각각속도의 증가함을 나타내고 있

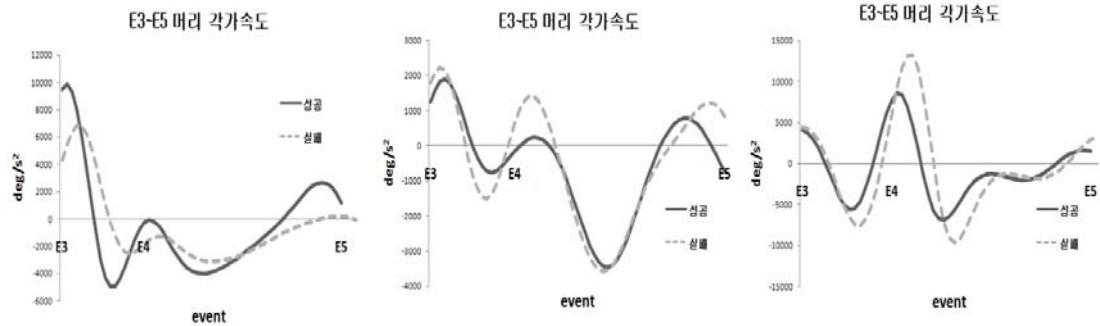


그림 8. event 3~5의 머리 각가속도 변화(순서대로 A1, A2, A3)

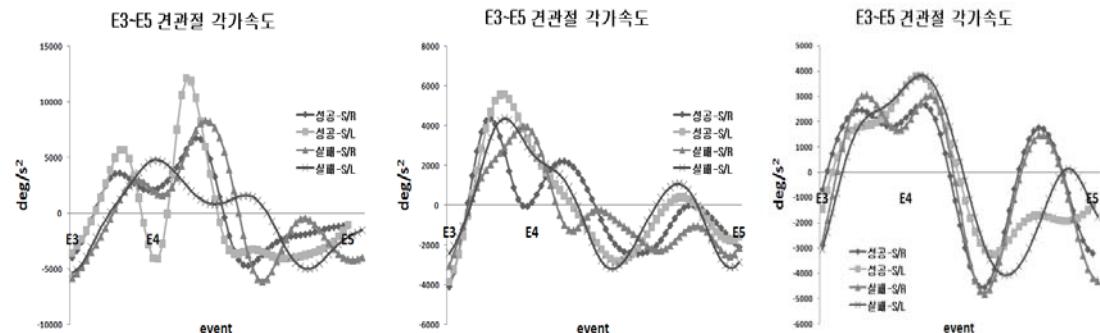


그림 9. event 3~5의 견관절 각가속도 변화(순서대로 A1, A2, A3)

으나 A1과 A2는 E3에서 가장 빠르게 증가하여 피험자간의 차이가 있었다. 또한 A1은 성공시가 비교적 더 크게 나타난 반면 A2와 A3은 E4에서 실패시 동작이 크게 나타났다. 이러한 결과에서 머리 각가속도의 증가는 뒤 공중돌기에 영향을 미치는 요인으로 판단이 된다.

<그림 9>은 견관절 각가속도 결과로 E3과 E4에서 A2와 A3구간에서 각각 약 4000~6000 deg/s²와 3000~4000 deg/s²로 가장 크게 증가하였으나 A1은 E4와 E5 구간에서 약 10000 deg/s²로 가장 크게 증가하여 서로 상이한 결과가 나타나 A1 A2, A3 피험자 순서로 견관절 각가속도가 크게 나타났다. 또한 각 가속도 결과와 마찬가지로 A1의 견관절 각속도가 매우 불규칙하게 전이되는 패턴 유형을 나타내고 있다.

이종락, 안완시(2000)이 연구한 백핸드 동작에서는 대부분 견관절과 고관절 각도와 각속도 변인분석을

하여 머리 각속도나 각가속도와 견관절 각가속도의 운동학적 정보는 미흡한 설정이다. 본 연구에서 어떠한 대상자의 분석 결과가 정확한 동작을 수행할 수 있도록 하는가에 대한 해답은 좀 더 연구해볼 가치가 있으나 머리와 견관절 각가속도를 가장 크게 해야하는 순간은 손 짚고 뒤 돌기 후 공중 비행을 준비하여 뛰어 오르는 순간인 E4라고 판단되며 이 구간에서 신체가 굴곡된 자세에서 순간적으로 신전하는 동작을 취할 때 머리와 견관절, 고관절 등 각 관절의 각가속도를 크게 증가시켜 공중 동작의 체공시간과 회전 반경을 더욱 원활하게 할 수 있으며 그 결과 백핸드 수완 동작을 효율적이고 성공적으로 수행할 수 있는 기준이 될 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 현 국가대표 선수들을 대상으로 평균대에서 EGR에 해당되는 동작인 백핸드 수완 동작의 성공과 실패에 따른 결과를 분석하여 기술의 실수 요인을 규명하고 여자 체조 선수들의 평균대 경기력 증진에 도움을 주고자 하였다.

1. 신체중심 변위와 속도, 가속도 변화에서 실수 동작에 영향을 미치는 요인이 있었다.

- 1) 실패시 신체중심 변위는 착지국면(E5, E6)의 좌우, 수평, 수직 방향에서 상대적인 차이가 있었다.
- 2) 실패시 신체중심 속도변화는 착지국면 (E5, E6)에서 좌우, 수평 방향으로 상대적인 빠른 속도 변화가 있었다.
- 3) 실패시 신체중심 가속도 변화는 공중돌기 국면 (E3, E4, E5)에서 좌우 방향으로 상대적인 가속도가 증가되어 착지국면에서 실수 제공의 원인이 되었다.

2. 머리, 견관절의 각속도 변화에서 실수동작에 영향을 미치는 요인이 있었다.

- 1) 실패시 머리의 각속도 변화는 공중비약 준비구간인 E4에서 상대적으로 큰 차이가 있었다.
- 2) 실패시 견관절의 각속도 변화는 E4에서 상대적으로 좌우축 견관절 각속도의 차이가 크게 나타났다.
- 3) 고관절 각속도 변화는 성·폐시 큰 차이가 나타나지 않았다.

3. 머리, 견관절 각각속도 변화에서 실수 동작에 영향을 미치는 요인이 있었다.

- 1) 성공과 실패시 머리의 각각속도 변화는 E3과 E4에서 차이가 나타나 착지 국면(E5, E6)에 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 2) 성공과 실패시 견관절 각각속도 변화는 E3부터 E5 까지 차이가 나타났으며 개인별 패턴에서도 차이가 나타났다.

참 고 문 헌

- 고석자(1988). 평균대 겹 뒤공중돌아 내리기 동작의 역학적 분석. 미간행 석사학위 논문. 경희대 대학원.
- 이기정, 김영란 (2002). 평균대 오르기 동작시 도약단계의 반력 연구. *한국여성체육학회지*, 16(1), 49-55.
- 이대형, 이용인, 권오석 (2002). 초·중·고등학교 교사를 위한 체조지도서. 서울: 형설출판사.
- 이종락, 안완식 (2000). 평균대 Back Handspring 동작의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 39(3), 664-673.
- 윤희중, 류지선, 김동민, 김영란 (2000). 평균대 경기 시 앞 공중돌기 동작에 대한 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 9(2), 291-305.
- 최인애, 한용규 (1985). 평균대 공중 돌아 내리기 동작의 역학적 분석. *한양대학교 체육과학*. 5.
- 최인애 (1991). 손짚고 옆돌아 몸펴 뒤 공중 돌아 오르기 동작의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 30(2), 253-262.
- 최윤택 (2002). 여자 평균대운동에서 손짚고 뒤돌기 (Back Hand spring)하여 뒤 공중 돌아내리기 (Back Somersault Dismount) 동작의 기술 분석. *교육이론과 실천*, 12(2), 349-362.
- Brown, E., Witten, W., Espinoza, D., & Witten, C. (1995). Attenuation of ground reaction forces in dismounts from the balance beam. In T. Bauer (ed.), *Proceedings of the X I I I International Symposium on Biomechanics in Sport*. pp. 114-117. Thunder Bay: Lakenead University.
- Brown, E., Witten, W., Weise, M., Espinoza, D., Wisner, D. J. L., & Witten, C. (1996). Attenuation of ground reaction forces in salto dismounts from the balance beam. In J. Abrantes (ed.), *Proceedings of the X I V International Symposium on Biomechanics in*

- Sport. pp. 336-338. Lisboa: Universidade
Tecnica de Lisboa.
- Federation of International Gymnastics. (2006). *The
code of points: Artistic gymnastic for woman.*
Switzerland.
- Hars, M., Holvoet, p., Gillet, C., Barbier, F., &
Lepoutre, F. X. (2005). Quantify dynamic
balance control in balance beam: measure
of 3-D forces applied by expert gymnasts
to the beam. *Computer Methods in
Biomechanics and Biomedical Engineering.*
Suplement 1, 135-136.
- Spiros, P., Yoong-Hoo, K., & William, A. S. (2006).
Biomechanical research in artistic gymnastics:
A review. *Sport Biomechanics.* 5(2). pp.
261-291.

투 고 일 : 1월 31일
심사 일 : 2월 4일
심사완료일 : 3월 19일