



핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작의 소요시간 및 각운동량 분석

권 오 석* · 윤 양 진** · 서 국 응**

국 문 요 약

남자 기계체조 국가대표 선수 3명과 대학선수 3명을 대상으로 핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작을 구간 및 국면별로 분석하고 동작의 숙련도에 따라 역학적 변인이 집단 간 어떠한 차이를 보이는지를 구명하기 위하여 Kwon3D 프로그램을 활용하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 시간요인에서 보폭을 크게 딛는 것이 손을 빠르게 지지 할 수 있고, 핸드스프링 체공시간은 짧게 하여야 발구르기의 압력을 높여 비틀기동작에서 체공 소요 시간이 길어지므로 비틀기 수행의 완성도를 높일 수 있는 것으로 나타났다. 각운동량 요인에서 기술수행 시 전체적으로 좌우(X)축에 대한 각운동량이 전후(Y)축과 수직(Z)축에 대한 각운동량에 비해 더 큰 값을 보였다. 좌우 축 각운동량은 지면에서 이지되어 동작을 수행하는 핸드스프링회전과 앞공중1회 비틀기에서 숙련자가 상대적으로 더 큰 각운동량을 보이는 것으로 나타났다.

주제어 : 핸드스프링, 몸퍼 앞공중 1회 비틀기

2002년 11월 7일(목) 접수

* Corresponding author 박사과정, 609-731, 부산시 금정구 장전동 산30, 부산대학교 체육학과 대학원
연락처 : kosme@hanmail.net, Tel : 017-411-4445

** 교수, 609-731, 부산시 금정구 장전동 산30, 부산대학교 사범대학 체육교육과

I. 서 론

1. 연구의 필요성

최근의 체조경기는 4년 주기로 개정되는 채점규칙 및 경기규칙에 따라 질적 양적으로 무한한 기술발전이 계속되고 있다. 이에 따라 미적 아름다움의 추구보다는ダイナミック하고 곡예적인 면을 강조하는 전환점이 되었다. 세계 각국의 우수 선수들은 더 높은 득점을 얻기 위해 기술의 과학화와 함께 창조성을 가미함으로써 기술의 수준과 연기의 내용이 급속히 발전되어 감에 따라 선수 간에 우열을 가리기가 매우 어려운 실정이다. 국제체조연맹(FIG)에서는 기술의 실질적 수준 향상과 평가를 용이하게 하기 위해 각종 국제대회의 연기 내용을 파악 분석하여 각각의 기술에 대해 부여할 수 있는 최고 점수를 정하고, 동작 수행 중 신체 자세에 대한 감점과 운동 진행 축에 대한 착지 지점의 이탈 등에 대한 새로운 채점 규칙을 설정하였다. 마루운동에서 공중돌기와 관련된 역학적 연구는 Yeadon(1994)은 올림픽 출전 선수를 대상으로 착지 시 비틀기(twisting) 기술에 대한 분석을 실시하였는데 출전선수 모두 공중에서 비틀기를 실시할 때는 상지의 움직임을 비대칭적으로 사용한다고 보고하였으며, Sanders(1995)는 앞 공중돌기 시 비틀기 방법에 따른 효과의 비교 분석에서 회전축에 대해 몸통이 약 5~14도 사이에 있을 때 비틀기 능력이 급격히 상승하며 손의 작용이 비대칭적으로 이루어져야 하고 착지 시에는 고관절의 신전이 빠르게 이루어져야 안정된 착지를 이룰 수 있다고 주장하였다. 마루운동의 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작은 C 난이도이면서 필수연기요소 중 하나이므로 많은 선수들이 자유연기 구성에 포함하는 기술동작이다. 이 동작은 연결기 동작인 핸드스프링과 공중돌기 그리고 비틀기 동작이 포함된 복합적 기술동작으로 핸드스프링 이후 공중돌기와 비틀기 동작이 이루어지기 때문에 역학적 변인의 구명이 반드시 선행되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 공중돌기와 비틀기 동작이 포함된 기술동작은 회전축 역시 복합적으로 구성되어 있기 때문에 축에 대한 각운동량 접근이 선행되어야 할 것으로 보여진다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 남자 기계체조 국가대표선수와 대학선수를 대상으로 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기동작을 구간별로 분석하고 기술의 숙련도에 따라 역학적 변인이 어떠한 차이를 보이는지를 구명하는데 있다. 이를 위해 기술수행의 숙련도에 따라 국가대표선수를 숙련자로 대학선수를 준숙련자로 구분하였다.

- 1) 숙련자와 준 숙련자의 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작의 구간별 시간요인을 비교 분석한다.

- 2) 숙련자와 준 숙련자의 핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작의 구간별 각운동량을 비교 분석한다.

3. 연구의 제한점

- 1) 핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작을 분석하는데 있어서 각 선수의 체력적 요소를 배제한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

대상자는 마루운동에서 핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작을 수행할 수 있는 남자기계체조 국가대표 선수 3명을 숙련자(G1)로 대학 선수 3명을 준 숙련자(G2)로 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

피험자	구분	나이(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yrs)
숙련자 (G1)	s1	19	165	59	10
	s2	20	170	64	10
	s3	21	170	62	11
	M	20.00	168.33	61.67	10.33
	SD	1.00	2.89	2.52	0.58
준 숙련자 (G2)	s4	20	167	63	12
	s5	18	161	58	9
	s6	21	168	57	13
	M	19.67	165.33	59.33	11.33
	SD	1.53	3.79	3.21	2.08

2. 실험도구

1) 영상촬영장비

(1) 고속비디오 카메라와 비디오 테이프

Panasonic사의 AG-456UP 고속비디오 카메라 4대와 S-VHS(Panasonic, AG-456UP)비디오 테이프를

사용하여 고해상도로 촬영하였다. 본 실험시 노출시간은 1/500초였으며 고속비디오 카메라의 속도는 초당 30프레임이었다. 각각의 프레임은 두 개의 필드로 나뉘어지기 때문에 분석시 시간 해상도는 1/60초였다.

(2) 통제점 틀과 램프 인디케이터

DLT 방법을 이용하기 위해 실 좌표값을 이미 알고 있는 (주)비솔의 통제점 막대를 사용하였다. 이 통제점 틀은 V-TEK사의 부설 광계측 기술연구소에서 개발한 것으로 가변형이며, 1m 막대에 3개의 통제점(20cm, 50cm, 80cm)이 표시되어 있어 좌표값 산출에 용이하다.

2) 영상분석 장비시스템

고속비디오 카메라로 촬영된 영상은 S-VHS와 19" S-VHS 모니터(SONY PVM-1942Q), 비디오 분석 프로그램(Kwon3D2.1)등을 이용하여 분석하였다. AG-7350은 조그-셔틀 기능을 갖추고 있고, 프레임 그레버(frame grabber)가 안에 내장되어 있어 각 비디오 프레임을 짝수, 홀수 필드로 분리하여 영상으로 나타내준다.

3. 실험방법

공간 좌표 설정을 위해 통제점이 표시된 통제점 틀을 높이 3m, 길이 6m, 폭 1m의 규격으로 조립하여 연구대상자가 기술을 수행하는 주로에 설치하였다. 4대의 비디오 카메라를 삼각대에 고정시켜 통제점이 영상에서 잘 보일 수 있는 장소에 설치하였다. 각 카메라의 렌즈 바로 상단에 300와트의 전구를 이용하여 조명을 설치하였으며 실내조명을 탐지하여 적절한 셔터스피드와 노출을 선택한 다음 통제점 틀을 약 5분 간 녹화한 후 제거하였다. 이후 연구대상자는 상의를 벗고 하의는 타이즈를 착용하고 신체 관절점에 총 21개의 반사 마커를 부착하여 디지털링 시 오차를 줄이고 분석에 용이하도록 하였다. 통제점 틀을 제거한 주로에서 충분한 워밍업을 실시하였으며 기술수행에 무리가 없는 상태에서 촬영을 실시하였다. 먼저 숙련자의 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작을 순서에 의해 각각 5회씩 실시하였으며 담당 코치와 선수가 만족하는 동작을 선정하여 분석에 사용하였다.

4. 분석동작의 구간설정

연구대상자들이 실시한 기술은 마루운동의 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작이다. 이 동작을 보다 상세히 분석하기 위해 <그림 1>과 같이 5개의 구간을 설정하였다.

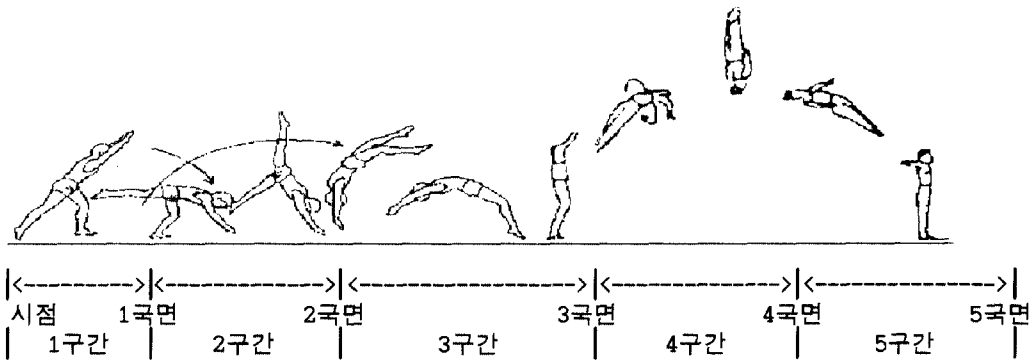


그림 1. 손짚고 앞돌아 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작의 구간 설정

2) 구간(phase) 구분

- (1) 1구간 : 홉하여 뒷발(오른발)이 마루에 착지하여 앞발(왼발)이 착지된 순간까지(P1)
- (2) 2구간 : 앞발이 마루에 착지된 순간부터 양손이 마루를 짚는 순간까지(P2)
- (3) 3구간 : 양손이 마루를 짚은 다음 순간부터 앞으로 회전하여 양발이 착지하는 순간까지(P3)
- (4) 4구간 : 발구름 하여 몸퍼 앞공중1회 비틀기하여 상체가 지면과 수직상태까지(P4)
- (5) 5구간 : 수직 상태 이후부터 착지 순간까지(P5)

5. 결과 처리

손짚고 앞돌아 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작의 영상분석을 통하여 구간별 소요시간, 각운동량에 대한 숙련자과 준 숙련자의 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t검정으로 유의성을 산출하였으며 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다. 자료 분석 과정에서 Excel(version 7.0)과 Sigmaplot 4.0 프로그램을 사용하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 소요 시간 분석

1) 구간별 소요시간

핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작에서 구간별 소요시간에 대한 결과는 <표 2>와 <그림 2>와 같다.

표 2. 구간별 소요시간

(단위 : sec)

피험자	구 간	P1	P2	P3	P4	P5	total
숙련자 (G1)	s1	0.20	0.20	0.36	0.44	0.34	1.54
	s2	0.18	0.20	0.32	0.44	0.32	1.46
	s3	0.20	0.20	0.36	0.48	0.30	1.54
	M	0.19	0.20	0.35	0.45	0.32	1.51
	SD	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.05
준 숙련자 (G2)	s4	0.18	0.20	0.34	0.44	0.28	1.44
	s5	0.16	0.22	0.34	0.42	0.30	1.44
	s6	0.18	0.22	0.36	0.42	0.30	1.48
	M	0.17	0.21	0.35	0.43	0.29	1.45
	SD	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
t		2.12	2.00	0.00	1.79	2.00	2.01
p		0.10	0.11	1.00	0.14	0.11	0.11
mean of total		0.18	0.20	0.34	0.44	0.30	1.48



그림 2. 구간별 소요시간

<표2>에 나타난 결과와 같이 P1에서 G1은 0.19sec G2는 0.17sec로 G1이 G2보다 소요시간이 길게 나타났으며 P2에서는 G1이 0.20sec, G2는 0.21sec로 G1이 G2보다 짧게 나타났다. P3에서는 G1과 G2 모두 0.35sec로 동일한 값으로 나타났으며, P4에서는 G1이 0.45sec, G2는 0.43sec로 G1이 G2보다 0.02sec 더 긴 소요시간으로 나타났다. P5에서도 G1이 0.32sec, G2는 0.29sec로 G1이 G2보다 0.03sec 더 긴 소요시간으로 나타났다. 또한, P1에서 종합평균 0.18초 보다 s1과 s3은 0.20초로 나타났다.

이는 다른 피험자들 보다 보폭을 다소 크게하여 발을 딛는 것으로 사료되며, 이것은 무릎관절의 다소 굴곡으로 인하여 손이 지면에 빠르게 지지하는 효과를 얻게된다는 면에서 바람직한 동작으로 판단된다. P2에서는 도움닫기의 직선운동을 손을 축으로하여 회전운동으로 전환시키는 구간으로 G1이 G2보다 시간을 다소 짧게하여 손을 빠르게 지면에 지지하는 하는 것으로 나타났으며, P3는 G1, G2 모두 동일하게 회전하여 발구르기 자세로 돌입한 것으로 보이고 있다.

P4와 P5는 핸드스프링의 발구르기의 압력으로 인하여 더 높은 체공시간을 유지 할 수 있었다고 사료되며, s3이 0.48초로 신체가 체공되어 비틀기 수행시에 원대한 동작을 수행할 수 있었다고 생각된다.

Hamill & Knutzen(1995)의 공중돌기와 관련하여 '체공시간이 길수록 우아하고 다이내믹한 동작을 취할 수 있고 높은 점수를 얻을 수 있으며 다음 동작을 연결하는데 한층 여유를 가질 수 있다' 라는 점을 상기해 보았을 때 P4와 P5에서 G1이 G2보다 다소 체공시간을 길게 함으로써 착지에 안정을 취하여 기술의 완성도를 높이고 있는 것으로 사료된다.

2) 핸드스프링과 앞공중1회 비틀기의 체공시간

핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기동작에서 핸드스프링과 비틀기의 체공시간에 대한 결과는 <표 3>과 <그림 3>과 같다.

표3. 핸드스프링과 비틀기의 체공시간 (단위 : sec)

피험자	구 분	핸드스프링	비틀기
숙련자 (G1)	s1	0.20	0.38
	s2	0.16	0.38
	s3	0.22	0.40
	M	0.19	0.39
	SD	0.03	0.01
준 숙련자 (G2)	s4	0.20	0.36
	s5	0.22	0.34
	s6	0.20	0.34
	M	0.21	0.35
	SD	0.01	0.01
t		0.71	4.24
p		0.51	0.01*
mean of total		0.20	0.36

*p<0.05

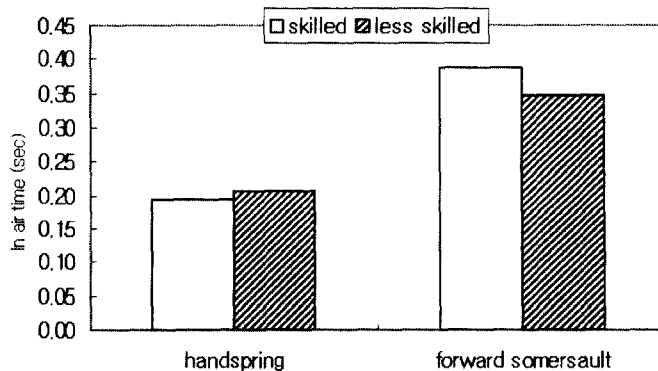


그림3. 핸드스프링과 비틀기의 체공시간

<표3>에 나타난 결과와 같이 앞공중1회 비틀기의 체공시간에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=4.24, p<0.01$). 이를 살펴보면 핸드스프링 체공시간에서는 G1이 0.19sec, G2는 0.21sec로 G2보다 G1이 다소 짧은 체공시간을 보였으나, 앞공중1회 비틀기에서도 G1이 0.39sec, G2가 0.35sec로 G1이 G2 보다 오히려 0.04sec 더 길게 체공된 것으로 나타났다. 종합평균에서도 0.37초에 비하여 G1이 0.39초로 나타났으며, s3이 0.40초로 다른 피험자보다 더 오래 체공되어진 것으로 나타났다. 이처럼 핸드스프링에서 G1이 다소 짧은 체공시간을 보인 것은 핸드스프링을 빠르게 회전하여 상지와 하지의 위치를 빠르게 전환한 것으로 판단되며, 핸드스프링을 빠르게 회전 한 결과로 인하여 발구르기의 압력을 크게 높이는 효과를 나타내어 앞공중1회 비틀기의 체공시간을 오래 유지 할 수 있었다고 사료된다.

결국, 앞공중돌기와 비틀기 동작이 복합적으로 행해지는 비틀기의 체공시간이 길수록 기술수행의 완성도가 높다(Hamill & Knutzen, 1995; Yeadon, 1993)는 점에 비추어 보았을 때 G1의 체공시간 형태가 보다 효율적인 것으로 사료된다.

6. 각운동량

1) 구간별 X축 각운동량

핸드스프링 몸뚱이 앞공중1회 비틀기 동작의 구간별 X축 각운동량 증가에 대한 결과는 <표 4>와 <그림 4, 5>와 같다.

표 4. 각운동량의 X 축

(단위 : $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{rad/s}$)

피험자	구 간	P1	P2	P3	P4	P5
숙련자 (G1)	s1	30.8	25.1	-5.2	-23.9	-5.5
	s2	30.6	26.8	-6.6	-22.1	-4.6
	s3	39.6	27.2	-5.8	-23.7	-8.3
	M	33.67	26.37	-5.87	-23.23	-6.13
	SD	5.14	1.12	0.70	0.99	1.93
준 숙련자 (G2)	s4	35.5	12.3	-2.3	-12.7	7.0
	s5	31.6	26.6	-9.1	-19.3	5.6
	s6	34.6	30.1	-1.4	-18.5	4.6
	M	33.90	22.90	-4.27	-16.83	5.73
	SD	2.04	9.37	4.21	3.60	1.21
t		0.07	0.61	0.65	2.97	9.03
p		0.94	0.57	0.55	0.04	0.00*
mean of total		33.78	24.68	-5.06	-20.03	-0.20

* $p<0.05$

<표 4>에 나타난 결과와 같이 구간별 X축 각운동량 증가 P4와 P5에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=2.97, p<0.04, t=9.03, p<0.00$). 결과에 의하면 각운동량 변인에서 X축 각운동량은 신체의 좌우측에 대해 회전하는 각운동량으로 P1에서 종합평균 $33.78L(kg \cdot m^2 \cdot rad/s)$ 에 비하여 s3은 $39.6L$, s4는 $35.5L$, s6은 $34.6L$ 으로 증가량이 가장 큰 것으로 나타났으며, s1은 $30.8L$, s2는 $30.6L$, s5는 $31.6L$ 을 낮은 증가량을 보이며 발을 디디는 것으로 나타났다. 이는 흡스텝하여 오른발을 딛고 왼발을 디디면서 상체를 빠르게 앞으로 숙이면서 나타나는 것으로 사료되며, 이것은 상체가 지면에 다소 가까이 숙여져 있는 것과 상체가 다소 높이 세워져 있는 것의 차이로 판단된다. P2에서 종합평균 $24.68L$ 에 비하여 s1은 $25.1L$, s2는 $26.8L$, s3는 $27.2L$, s5는 $26.6L$, s6는 $30.1L$ 로 증가량이 다소 높게 나타났다. 이는 하지를 후방으로 빠르게 차올려 핸드스프링을 빠르게 회전시키고자 나타난 것으로 사료되며, 피험자중 s6는 가장 빠르게 하지를 차올린 것으로 나타났다.

그러나 빠르게 차올리는 것을 치중하여 핸드스프링의 기울림현상이 나타난 것으로 판단된다.

P3에서 종합평균 $-5.07L$ 에 비하여 s1은 $-5.2L$, s2는 $-6.6L$, s3은 $-5.8L$, s5는 $-9.1L$ 로 증가량이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 핸드스프링의 회전운동에 상체의 움직임이 작은 것으로 판단되며, 이것은 수직으로 발구르기를 해야 한다는 것으로 볼 때 바람직한 동작으로 사료된다. P4에서 종합평균 $-20.03L$ 에 비하여 s1은 $-23.9L$, s2는 $-22.1L$, s3는 $-23.7L$ 로 G1이 증가량이 다소 낮게 나타났다. 이는 신체를 상승하여 비틀기를 하는 동작으로 상지의 움직임과 신체를 끈게 펴 통제하는 것으로 G1이 다소 안정적인 것으로 사료된다. P5에서 종합평균 $-0.20L$ 에 비하여 G1은 낮은 증가량을 나타냈으나, G2는 다소 높은 증가량을 나타냈다. 이는 G1이 신체의 움직임이 다소 작은 것으로 나타나 착지의 안정성을 갖기 위한 방법으로 사료된다. 박종훈(1999)은 도마운동에서 숙련자와 비숙련자 집단의 발구름 이후 착지 순간까지 전 국면에 걸쳐 신체 각운동량을 분석하였다. 그는 발구름 국면에서 각운동량이 증가하는 현상을 보이는데, 이는 반력에 따른 신체 각속도가 증가하기 때문이며 손을 도마에

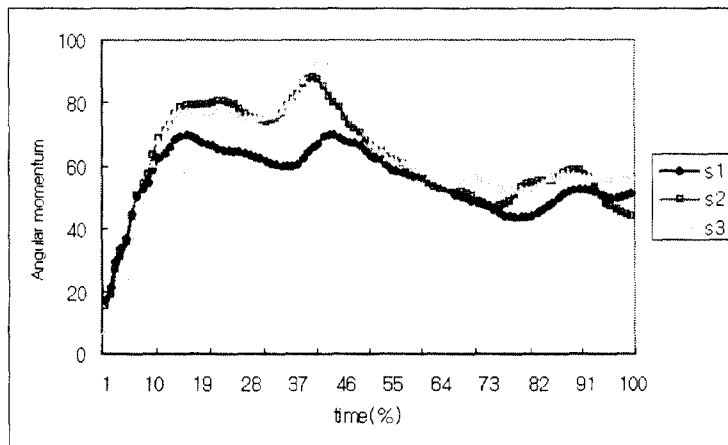


그림. 4. 숙련자의 각운동량 X 축

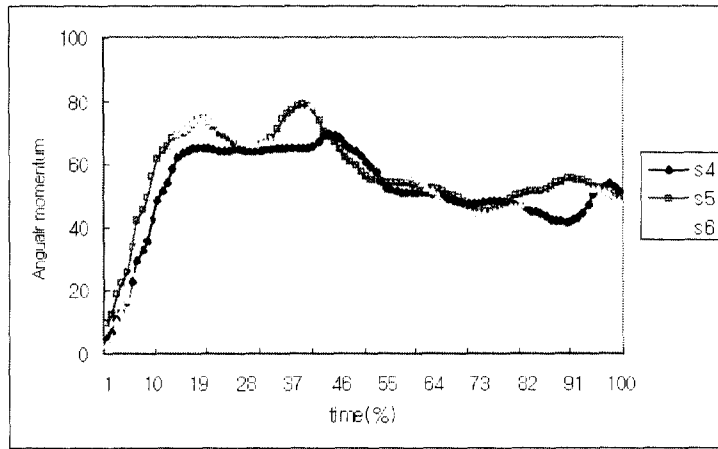


그림 5. 준 숙련자의 각운동량 X 축

접촉하는 동안에는 각운동량이 감소하는데, 이는 신체 회전을 억제하는 힘과 관성모멘트의 증가에 따른 결과로 결론지었다. 본 연구 결과 역시 지면에서 이지되어 동작을 수행하는 P2구간과 P4구간에서 상대적으로 큰 각운동량을 보여주고 있다. 또한, 신체분절지수(BSP)의 변화에 따른 철봉 내리기 동작에서 각운동량의 변화를 분석한 Kwon(1996)은 철봉에서 투사되었을 때 각운동량은 최대 80에서 100L의 결과를 보였다고 하였다. 이 결과와 같이 본 연구결과 역시 <그림 4, 5>에서 볼 수 있듯이 100L이하의 값을 보이고 있다. 비록 선행 연구와 다른 형태의 운동이지만 신체가 공중에 투사되어 동작을 수행한다는 점에서는 비슷한 점을 가지고 있어 G1이 다소 안정된 동작을 수행한 것으로 사료된다.

2) 구간별 Y축 각운동량

핸드스프링 몸퍼 앞공중1회 비틀기 동작의 구간별 Y축 각운동량 증가에 대한 결과는 <표 5>와 <그림 6, 7>과 같다.

<표 5>에 나타난 결과와 같이 구간별 Y축 각운동량 증가 P2에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=3.06$, $p<0.03$). 결과에 의하면 각운동량 변인에서 Y축 각운동량은 신체의 전후축에 대해 회전할 때의 각운동량으로 P1에서 종합평균 $1.62L(kg \cdot m^2 \cdot rad/s)$ 에 비하여 s1은 2.6L, s2는 2.0L, s5는 2.2L로 다소 높은 증가량을 나타냈으며, s3은 1.1L, s4는 0.4L, s6은 1.4L로 다소 낮은 증가량으로 나타났다.

P2에서 종합평균 $-0.97L$ 에 비하여 s1은 2.5L, s2는 2.9L, s3은 1.0L으로 다소 높게 s4는 $-0.2L$, s5는 $-5.7L$, s6은 $-6.3L$ 으로 다소 낮게 나타났다.

표 5. 각운동량의 Y 축

(단위 : kg · m² · rad/s)

피험자	구 간	P1	P2	P3	P4	P5
숙련자 (G1)	s1	2.6	2.5	3.1	-5.7	5.4
	s2	2.0	2.9	7.5	-15.3	12.4
	s3	1.1	1.0	8.4	-10.3	6.3
	M	1.90	2.13	6.33	-10.43	8.03
	SD	0.75	1.00	2.84	4.80	3.81
준 숙련자 (G2)	s4	0.4	-0.2	2.6	-0.3	1.7
	s5	2.2	-5.7	4.9	-8.1	10.4
	s6	1.4	-6.3	1.9	-7.7	9.1
	M	1.33	-4.07	3.13	-5.37	7.07
	SD	0.90	3.36	1.57	4.39	4.69
t		0.83	3.06	1.71	1.35	0.28
p		0.45	0.03	0.16	0.24	0.79
mean of total		1.61	-0.96	4.73	-7.90	7.55

*p<0.05

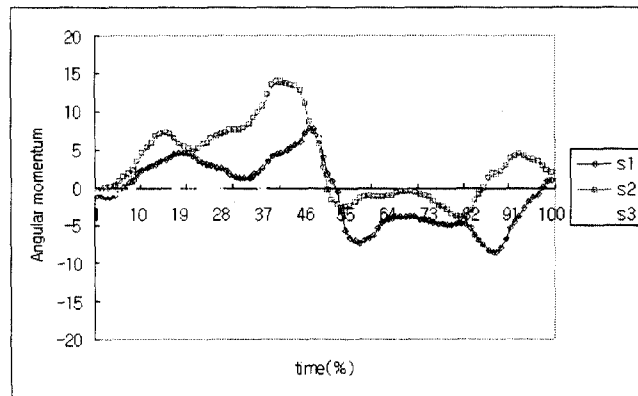


그림 6. 숙련자의 각운동량 Y 축

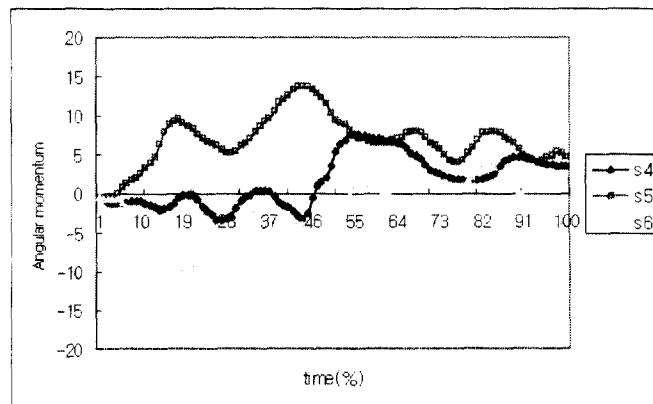


그림 7. 준 숙련자의 각운동량 Y 축

이는 상체를 숙이면서 하지를 차올려 회전시키려는 증가로 사료되며, P3에서 종합평균 4.73L에 비하여 s2는 7.5L, s3은 8.4L로 다소 높은 증가량을 보였으며, s4는 2.6L, s6은 1.9L로 다소 낮은 증가량이 나타났다. 이는 발구르기하여 비틀기 시에 나타나는 것으로 상지의 움직임으로 나타나는 증가로 바람직한 동작으로 사료되며, P4에서 종합평균 -7.90L에 비하여 s2는 -15.3L, s3은 -10.3L로 다소 낮은 증가량을 보이면서 신체가 상승된 것으로 나타났다. 이는 신체가 상승되어 체공된 상태에서 신체를 곧게 펴 비틀기 시에 호트리짐의 최소화로 바람직한 동작으로 사료된다. P5에서 종합평균 7.55L에 비하여 s2는 12.4L, s4는 10.4L로 다소 증가량이 보였다. 이는 착지 전의 비틀기 제동에 무리가 따라 나타난 증가로 사료되며, 첩봉에서 2회 앞 공중돌기와 1회 비틀어 내리기 동작에 대해 각운동량을 분석한 Kwon(1996)은 그의 연구에서 Y축에 대한 각운동량은 평균 10L 정도의 값을 보였다고 제시하였다. 또한, 오문균(1997)은 첩봉에서 몸펴 2회전 뒤돌며 2회 비틀어 내리기 기술의 운동 역학적 분석에서 Y축 각운동량은 극히 미진하게 나타난다고 한 결과와 같이 본 연구 결과 역시 X축 각운동량에 비해 작은 값을 보이고 있어서 G1, G2 모두 안정적으로 기술수행을 하는 것으로 사료된다.

3) 구간별 Z축 각운동량

핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작의 구간별 Z축 각운동량에 대한 결과는 <표 6>과 <그림 8, 9>와 같다.

표 6. 각운동량의 Z 축

(단위 : kg · m² rad/s)

피험자	구 간	P1	P2	P3	P4	P5
숙련자 (G1)	s1	-4.4	-2.9	-2.3	3.4	8.9
	s2	-4.1	-3.6	-1.3	3.2	5.5
	s3	-1.5	-0.9	2.8	-0.1	7.9
	M	-3.33	-2.47	-0.27	2.17	7.43
	SD	1.59	1.40	2.70	1.97	1.75
준 숙련자 (G2)	s4	4.0	-2.2	2.3	-2.6	1.8
	s5	-5.0	0.5	2.7	-3.1	11.1
	s6	0.1	1.5	2.1	-2.3	1.4
	M	-0.30	-0.07	2.37	-2.67	4.77
	SD	4.51	1.91	0.31	0.40	5.49
t		1.10	1.75	1.68	4.17	0.80
p		0.33	0.15	0.16	0.01	0.46
mean of total		-1.81	-1.26	1.05	-0.25	6.10

*p<0.05

<표 6>에 나타난 결과와 같이 구간별 Z축 각운동량 증가 P4에서 유의한 차이가 있는 것으로 나

타났다($t=4.17, p<0.01$). 결과에 의하면 각운동량 변인에서 Z축 각운동량은 신체의 수직축에 대해 회전할 때 나타나는 각운동량으로 P1에서 종합평균 $-1.82(\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{rad/s})$ 에 비하여 s1은 -4.4L , s2는 4.1L , s5는 -5.0L 로 다소 낮은 증가량을 나타냈으며, s4는 4.0L 로 다소 높은 증가량을 나타냈다. P2에서 종합평균 -1.27L 에 비하여 s1은 -2.9L , s2는 -3.6L , s3은 -0.9L , s4는 -2.2L 로 다소 낮은 증가를 보였으며, s5는 0.5L , s6는 1.5L 로 다소 높은 증가량을 나타냈다. P3에서 종합평균 1.05L 에 비하여 s1은 -2.3L , s2는 -1.3L 로 다소 낮은 증가량을 보였으며, G2의 경우 다소 높은 증가량을 나타냈다.

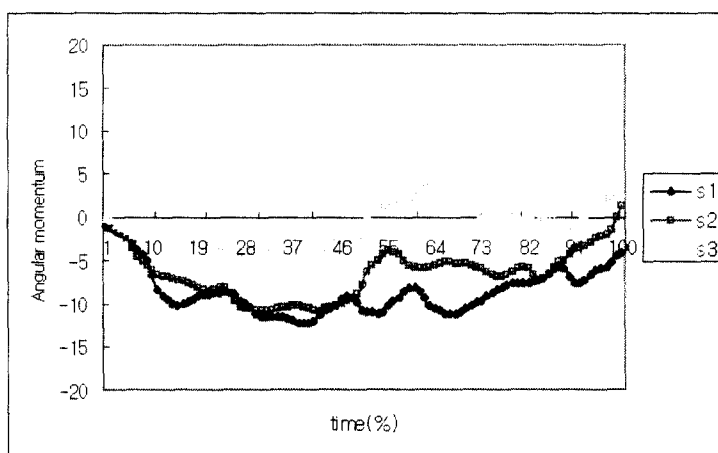


그림 8. 숙련자의 각운동량 Z 축

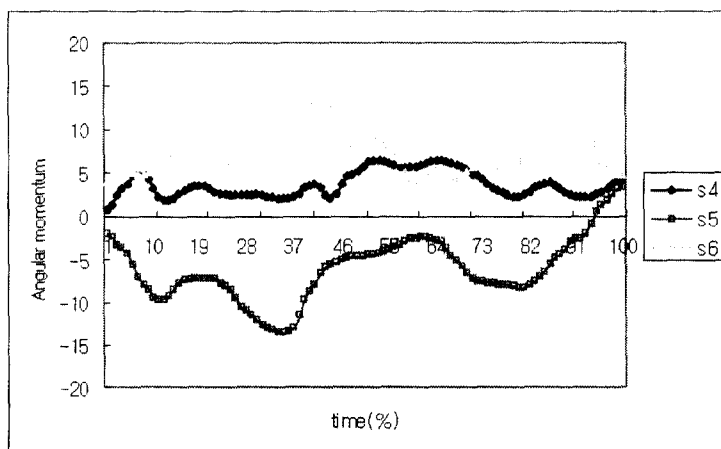


그림 9. 준 숙련자의 각운동량 Z 축

이는 신체를 상승시키는 것으로 나타난 증가로 사료되며, P4에서 종합평균 s1은 3.4L , s2는 3.2L

로 다소 증가량을 보였다. 이는 신체가 상승하여 수직으로 서 있는 구간으로서 각운동량의 증가는 바람직한 동작으로 사료된다. P5에서 종합평균 6.10L에 비하여 s5는 11.1L로 높은 증가를 보였으며, s6는 1.4L로 낮은 증가를 나타냈다. 이는 착지 전의 비틀기 제동에 s5는 안정된 제동으로 착지의 안정성을 나타낸 반면에 s6는 제동에 무리가 따라 불안정한 착지동작이 유발된 것으로 사료된다. Kwon(1996)의 연구결과에 의하면 이 값은 $\pm 10L$ 정도의 값을 보이는 것으로 나타났으며, 또한, Dapena(1997)는 높이뛰기선수의 경우 공중동작에서 수직축에 대한 각운동량은 좌우성분과 비교하였을 때 매우 작은 값을 보이고 있는 것으로 보고하고 있어, 본 연구결과 역시 X축에 대한 각운동량에 비해 상당히 작은 값을 보이고 있어서 G1이 다소 안정적으로 동작을 수행하는 것으로 판단된다.

IV. 결 론

남자 기계체조 국가대표 선수 3명과 대학선수 3명을 대상으로 핸드스프링 몸펴 앞공중1회 비틀기 동작을 구간 및 국면별로 분석하고 동작의 숙련도에 따라 역학적 변인이 집단 간 어떠한 차이를 보이는지를 구명하기 위하여 Kwon3D 프로그램을 활용하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간요인에서 보폭을 크게 딛는 것이 손을 빠르게 지지 할 수 있고, 핸드스프링 체공시간은 짧게 하여야 발구르기의 압력을 높여 비틀기동작에서 체공 소요 시간이 길어지므로 비틀기 수행의 완성도를 높일 수 있는 것으로 나타났다.
2. 각운동량 요인에서 기술수행 시 전체적으로 좌우(X)축에 대한 각운동량이 전후(Y)축과 수직(Z)축에 대한 각운동량에 비해 더 큰 값을 보였다. 좌우 축 각운동량은 지면에서 이지되어 동작을 수행하는 핸드스프링회전과 앞공중1회 비틀기에서 숙련자가 상대적으로 더 큰 각운동량을 보이는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 대한체조협회 채점 규칙집(1985). 서울. 대한체조협회.
- 대한체조협회 채점 규칙집(1993). 서울. 대한체조협회.
- 대한체조협회 채점 규칙집(1997). 서울. 대한체조협회.
- 대한체조협회 채점 규칙집(2001). 서울. 대한체조협회.
- 박종훈(1999). 도마 손 짚고 옆 돌아 몸 굽혀 뒤 공중돌기 동작의 국면별 역학적 분석. 한국체육대학교 대학원 박사학위논문.
- 오문균(1997). 철봉에서 몸펴 2회전 뒤돌며 2회 비틀어 내리기 기술의 운동역학적 분석. 한국운동역학회지, 제 7권 1호, pp.71~90.
- 이순호, 정철정, 신성휴, 강성철(1998). 좌표변환 방법에 의한 분절의 각운동량방정식 유도. 한국운동역학회지, 제 8권 2호, pp.43~56.
- 황인승, 이성철(1987). 우수체조선수의 마루운동 시 3차원 각운동량의 결정. 연세논총, pp.299~313.
- 황인승(1987). 스포츠 바이오메케닉스, 연세대학교 출판부.
- Abdel-Aziz, Y.I., & Karara, H.M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry* (pp. 1-18). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Dapena, J(1997). Contributions of angular momentum and cutting to the twist rotation in high jumping. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), pp.239~253.
- Hamill, J., & Knutzen, K.M(1995). *Biomechanical Basis of Human Movement*. U.S : Williams & Wilkins.
- Jensen, C.R., Schultz, G.W., & Bangerter, B. L.(1984). *Applied Kinesiology and Biomechanics*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Kwon, Y. H(1996). Effects of the method of body segment parameter estimation on airborne angular momentum. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(4), pp.413~430.
- Sanders, R.H(1995). Effect of ability on twisting techniques in forward somersaults on the trampoline, *Journal of Applied Biomechanics*, 11(3), pp.267~287.
- Plagenhoef, S(1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2), pp.169~178.
- Yeadon, M.R(1994). Twisting techniques used in dismounts from the rings. *Journal of Applied Biomechanics*, 9(2), pp.178~188.
- Yeadon, M.R(1993a). The biomechanics of twisting somersaults. Part I: Rigid body motions. *Journal of Sports Sciences*, 11, pp.187-198.

ABSTRACT

An analysis angular movement and performance time during handspring salto forward stretched with turn

Oh-Seok Kwon^{*} · Yang-Jin Yoon^{**} · Kuk-Woong Seo^{**}

The purposes of this study were a two-fold:

(1) to analyze event and phase of handspring salto forward stretched with turn; (2) to know the differences in the kinematic variables between two groups. A Kwon3D program served for the estimation of this study. The group was divided into three National representative and three well-trained calisthenics in this study.

The results of this study revealed that

(1) the forward somersault performance was increased when duration time in the air was long during the salto forward stretched that the duration time of Handspring is short, the pressure at takeoff is high, the stride is large, and hands are supporting on the ground quickly; (2) comparing the angular movement of anterior and posterior y axis and vertical z axis, the angular movement of right and left x axis was higher during the performance. As a result, the national representative players showed better performance in Handspring salto forward stretched with turn

key words : handspring, salto forward stretched with turn.

Received in final form 7 November 2002

* Corresponding author, Graduate Student Dept. of Physical Education Pusan National University 30 Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Busan 609-735, Korea E-mail : kosme@hanmail.net, Tel : 017-411-4445

** Professor Dept. of Physical Education Pusan National University 30 Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Busan 609-735, Korea