



볼링의 투구동작에 대한 운동학적 분석

백 승 국

국 문 요 약

본 연구는 볼링 투구동작의 성패는 스텝과 스윙이 결정한다는 가정 하에 어프로치에서의 동작에 주안점을 두고, 볼링선수를 대상으로 자유로이 투구를 하게 하고 피험자 본인이 잘되었다고 판단하는 동작과 잘 못되었다고 판단하는 투구동작을 비교 분석하는 것이 본 연구의 목적이다.

투구동작시 어드레스에서부터 릴리즈까지의 동작을 각 스텝별로 국면을 설정하고, 3차원영상분석을 실시하여 각 스텝별로 보폭, 신체중심의 위치, 볼의 위치를 성공과 실패동작으로 나누어서 비교 분석하였다.

보폭은 성공과 실패동작에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 4국면과 5국면에서의 보폭이 실패동작에서 크게 나타났다. 신체중심의 위치에서도 큰 차이를 보이지 않았으나 성공시가 실패시보다 상하 이동폭이 작게 나타났다. 볼의 위치는 성공과 실패시 모두 스텝중에는 3국면이 가장 낮게 나타났으며, 상하 이동폭이 적은 안정적인 투구를 하는 것으로 나타났다.

주제어 : 운동학, 볼링, 투구, 동작

2002년 11월 8일(금) 접수

* 교수, 608-738 부산시 남구 우암동 산 55-1, 부산외국어대학교 레저스포츠학부
연락처 : skbaik@pufs.ac.kr, Tel : 011-593-1375

I. 서론

1. 연구의 필요성

볼링은 1984년 전국체전 종목으로 채택되고, 1986년 제10회 서울 아시안게임에 정식 종목으로 채택되면서 볼링이 점차 대중화되어졌으며 우리나라의 메달박스종목으로 부상하였으며 현재는 남녀노소를 가리지 않고 누구나 간단히 즐길 수 있는 가족적인 스포츠로서 각광받고 있다. 이와 같이 볼링이 취미활동이 아닌 정식 스포츠로 자리잡게 되자 볼링 인구의 저변확대는 물론 선수들의 경기력 향상을 위한 노력이 필요하게 되었다.

볼링의 경기기록은 스텝과 스윙의 타이밍, 밸런스, 조정력이 조화를 이룰 때 좋은 성적을 거둘 수 있으나 최근 발행되고 있는 책이나 전문서적들에는 투구동작의 정확한 기술보다는 추상적인 설명에 한정되고 있는 실정이다.

Don Carter(1957)는 스윙시 팔꿈치를 굽히는 방식을 사용하여 지레를 줄여 백스윙시 방향 조절의 어려움을 줄이는 방식을 보고 하였으며, Broer(1966)는 경기력에 영향을 미치는 것이 볼의 속도보다는 방향 조절 능력이 더 크다고 했다. 또한 Klatt(1965)는 평균점수 170정도의 여자 선수를 대상으로 한 실험에서 우수한 선수들은 스트레이트볼보다는 혹볼이나 커브볼을 85%정도 사용한다고 보고한 바 있으며, 국내에선 서태석(1982)의 bowling경기의 투구 동작 분석을 시작으로 이정화(1984)의 숙련자와 미숙련자의 볼링 투구 동작에 관한 2차원 영상 분석을 시작으로 배진환(1994)은 볼링 경기중 백스윙의 각도가 공의 속도와 경기내용에 미치는 영향에 관한 연구를 했고, 윤희중·이연중·금명숙(1997)은 좌·우 대칭의 운동형태를 지닌 볼링의 투구동작을 2차원 분석을 통하여 스탠스에서 볼을 릴리스하는 순간까지를 운동학적으로 분석하였다. 이경일(1998)은 우수선수와 중간집단 그리고 비우수 선수를 대상으로 각 집단별로 투구동작의 차이를 규명한 바 있다.

그러나 전문적인 선수의 경우 스텝과 스윙의 미세한 차이가 투구의 결과에 영향을 많이 미친다고 할 수 있다. 본 연구는 실업계 볼링선수를 대상으로 성공과 실패시에 나타나는 스텝과 스윙의 차이점을 분석하여 투구동작을 지도하는데 기초자료가 되는 분석자료의 필요성을 느끼며 본 연구를 시작하였다.

2. 연구목적

본 연구는 볼링 투구동작의 성패는 스텝과 스윙이 결정한다는 가정 하에 어프로치에서의 동작에 주요점을 두고자 하며, 실업계 볼링선수를 대상으로 자유로이 투구를 하게 하고 피험자 본인이 잘되

었다고 판단하는 동작과 잘 못되었다고 판단하는 투구동작을 비교 분석하는 것이 본 연구의 목적이 다. 이를 위하여 볼, 보폭, COG의 스텝구면별 변인들에 대하여 분석하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 실험대상자는 평균점수 190점 이상이면서 전국대회에 입상경력이 있는 슛족 기술을 구사하는 여자볼링선수 3명으로 어프로치에서 5스텝으로 투구를 하는 실업팀선수로서 선정하였으며 이들의 신체적 특징은 <표1>과 같다.

표 1 피험자의 신체적 특징

피험자	Age	Height	Weight	AVG Record
L.Y.M.	37	165	54	200
G.H.S	26	168	58	198
P.S.W	24	174	72	200

2. 실험장비

본 연구에서 사용된 장비는 JVC 9800kr 비디오 카메라와 카메라 동조장치를 사용하였다.

3. 측정방법

가. 측정방법

본 연구의 실험 장소는 정식 규격을 갖추고 있는 D볼링장에서 파울라인으로부터 10M떨어진 곳에 좌·우로 2대의 카메라를 설치하였고, 카메라의 위치나 높이는 투구 장면이 잘 포착되는 지점에 설치하였다.

모든 대상자들은 다른 레인에서 충분한 연습을 한 후 대상자 별도로 자유로이 투구하게하였으며, 편은 매시기마다 10개 모두를 세팅하였으며, 투구 후 피험자 본인에게 자세가 잘 되었는지를 물어본 후 잘된 것과 잘못된 것 각각 3시기를 분석대상으로 하였다.

4. 국면설정

본 연구의 분석구간은 투구동작 전체를 대상으로 하였으며, 세부단계는 아래와 같다.

- (1) 1국면: 첫 스텝(1st step) - 첫번째 스텝의 발뒤꿈치가 바닥에 닿은 순간
- (2) 2국면: 둘째스텝(2nd step) - 두 번째 스텝의 발뒤꿈치가 바닥에 닿은 순간
- (3) 3국면: 셋째스텝(3rd step) - 세번째 스텝의 발뒤꿈치가 바닥에 닿은 순간
- (4) 4국면: 넷째스텝(4th step) - 네 번째 스텝의 발뒤꿈치가 바닥에 닿은 순간
- (5) 5국면: 다섯째스텝(5th step) - 다섯 번째 스텝의 발뒤꿈치가 바닥에 닿은 순간
- (6) 6국면: 릴리즈(release) - 슬라이딩 후 볼이 손에서 이탈된 순간

5. 자료분석방법

본 연구의 자료분석은 박찬희·백승국(1998)의 프로그램을 이용하여 운동학적 변인을 산출하였으며, 인체 모델은 14개의 강체분절로 간주하였고, 통제점 틀은 2.2m길이의 막대에 50cm간격으로 5개의 위치표시가 된 것을 사용하였으며, 통제점은 총 48개를 사용하였다. 2대의 카메라 동조는 자체 제작한 LED 표시기를 사용하였다.

좌표의 설정은 피험자의 전후방향(y), 좌우방향(x), 상하방향(z)으로 설정하였다.

카메라 촬영속도는 60Hz/sec로 촬영하였으며, 2대의 비디오카메라로 촬영한 각각의 비디오 테이프를 가지고 2개의 2차원 데이터를 산출한 후 3차원 포인트를 계산하는 방법으로는 DLT(Direct Linear Transformation)법을 사용하였고 데이터 스무딩은 Digital Filtering Method로 Cut of Frequency를 6Hz로 하였다.

2차원 좌표를 산출한 후 스틱 피겨를 그려서 좌표를 확인한 후 이상이 있는 프레임은 수정하여 최종적으로 3차원 좌표를 구하는 방법을 선택하였고, 신체의 디지털이징 포인트는 총 18개, 신체의 중심을 구하기 위해서는 Chandler계수를 사용하였다.

그림1과 같은 순서로 디지털이징 하였다.

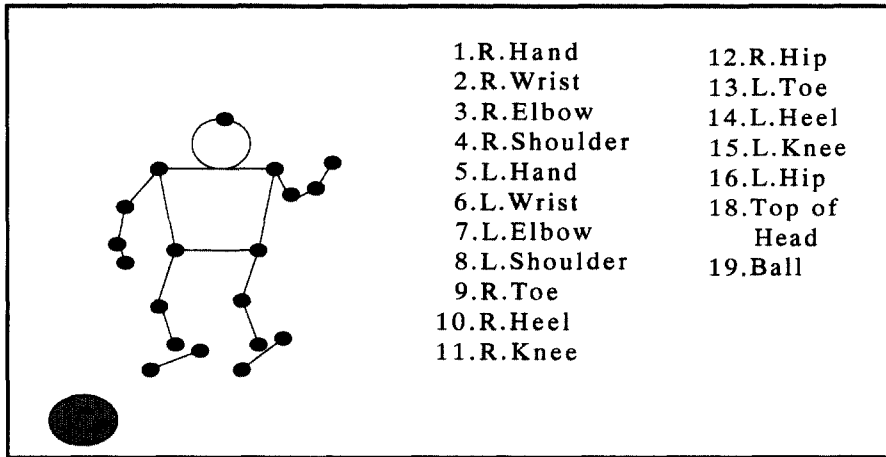


그림 1. 디지털타이징 순서 및 디지털타이징점

III. 결과 및 논의

본 연구에서는 볼링 투구동작시 각 국면별 운동학적 분석에 대한 변위요인, 속도요인에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 변위요인

1) 보폭의 차이

보폭은 어드레스자세로부터 첫 번째 스텝의 발뒤꿈치와 정지된 발의 발끝과의 간격을 계산하였다. 같은 방법으로 각 단계별로 진행한 발과 정지된 발사이의 간격을 계산하였으며, <표1>과 같다. 보폭의 계산은 진행방향인 y축의 값만을 계산하였다. Y축의 값만을 계산한 이유는 엄밀하게는 앞발과 뒷발간의 대각선 진행이므로 결과 벡터값을 산출해야 하나 그 차이가 크지 않으며, 비율 또한 Y축과의 변위와 같은 양상을 나타내고 있으므로 결과의 해석에는 별 차이가 없기 때문이다.

각 국면별 보폭을 산출하여 정리한 내용은 <표2>, <그림2~5>와 같다.

표 2. 각 국면별 보폭

(단위:cm)

	L.Y.M		G.H.S		P.S.W		Mean	
	성공	실패	성공	실패	성공	실패	성공	실패
1국면	29.4	25.6	30.2	31.4	34.2	32.6	31.27	29.87
2국면	30.2	28.4	35.7	34.5	37.4	39.6	34.43	34.17
3국면	46.7	43.5	42.8	40.3	49.1	51.4	46.20	45.07
4국면	50.7	54.7	56.7	56.4	55.8	60.3	54.40	57.13
5국면	60.3	64.4	65.4	62.7	62.4	67.4	62.70	64.83
6국면	19.8	15.7	28.4	25.4	22.7	25.4	23.63	22.17

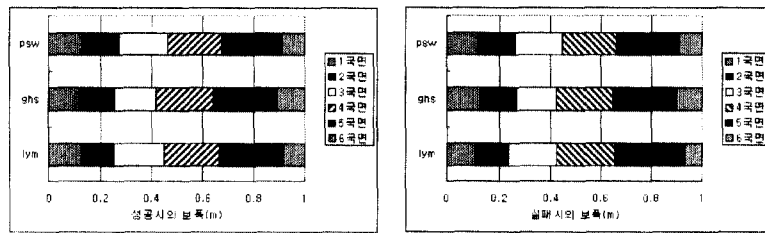


그림 2 성공과 실패시의 보폭

각 수치는 개인별로 성공과 실패한 각 3회의 시기를 평균한 것이며, 성공과 실패시의 보폭을 살펴보면 피험자 전체적으로 성공과 실패시에 그리 많은 차이를 보이고 있지 않다, 이는 피험자들이 높은 수준의 선수이기 때문에 투구의 패턴이 매우 안정되어 있다는 것을 추리 할 수 있다.

Broer(1979)는 스텝이 증가 할수록 보폭을 증가시키는 것이 운동량을 증가시키는데 유리하다고 하였다. 본 연구에서의 피험자들은 1번과 2번 스텝은 그리 큰 차이를 보이고 있지 않으나 3번째 스텝 부터 증가폭이 커졌으며 이는 5스텝을 구사하는 선수들의 스텝 패턴과 일치하는 것을 알 수 있다.

피험자들의 보폭의 증가는 대체로 일관성 있게 나타났으며, 피험자 G.H.S의 경우 3번째 스텝도 앞은 스텝폭과 큰 차이를 보이고 있지 않다.

피험자를 전체적으로 살펴보면 성공시기에 비하여 실패시의 보폭차이가 4국면에서 평균 보폭값이 가장 많은 차이인 2.73cm를 보였다, 이는 어프로치의 나무 한 쪽에 해당하는 차이이다, 보폭으로 추리 한다면 이런 요인이 실패의 원인으로 판단되며 4 국면은 슬라이딩을 준비할 마지막 단계이며 마지막 5번째 스텝을 위한 예비동작이 취해지며, 3번째 국면보다 자세를 많이 낮추어야 하고 또 볼이 뒤쪽으로 스윙되어있는 상태이기 때문에 볼러들이 가장 신경을 써야하는 국면이다, 피험자들의 개별 자료를 살펴보면 LYM과 PSW의 경우 4국면과 5국면에서 성공과 실패시에 많은 보폭차이를 보이고 있으나 PSW는 4국면에서만 많은 차이를 나타내었다.

이경일(1995)의 연구에서는 4번째 스텝에서 증가폭이 감소되었다고 보고한 바 있다, 이는 슬라이딩

을 위하여 의식적으로 줄인 것으로 판단된다고 하였는데 본 연구에서도 4번째 스텝의 보폭이 3번째의 보폭치보다 감소한 것으로 나타나 길고 안정적인 슬라이딩을 위한 의도적인 동작으로 사료된다.

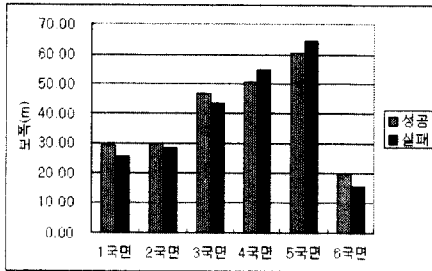


그림3 피험자 LYM의 보폭치 비교

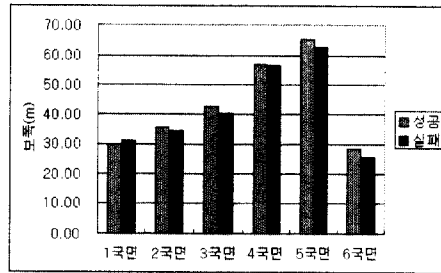


그림4 피험자 GHS의 보폭치 비교

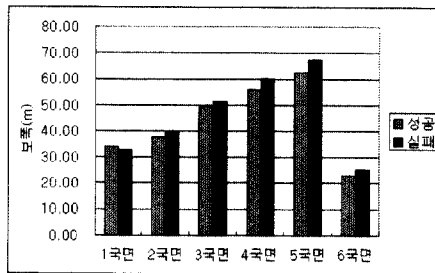


그림5 피험자 PSW의 보폭치 비교

2) COG의 위치

각 국면별 신체중심의 위치에 대한 결과는 <표 3>과 <그림6~9>에 나타내었다.

각 스텝별로 살펴보면 어프로치 진행방향인 전·후(y)축으로 이동위치는 성공시에 1스텝이 1.12m, 2스텝이 1.70m, 3스텝이 2.36m, 4스텝이 3.11m, 5스텝이 3.95m이며 슬라이딩 후 볼이 손에서 이탈되었을때가 4.74m로 나타났다.

본 연구에서의 전·후(y)축으로의 신체중심의 이동시 발을 지면에 접촉하는 순간의 신체중심점은 아직 발끝으로 이동하지 않은 것으로 나타났으며, 4스텝 투구동작과는 달리 5스텝 투구동작은 전진 속도가 크지 않기 때문에 스텝의 진행중에 신체중심이 발끝으로 이동하는 현상이 드물며, 일반적인 보행패턴을 나타낸 것으로 사료된다, 그리고 슬라이딩 후 릴리즈시에도 선수들의 신체중심점이 마지막 슬라이딩된 발 앞으로 진행하는 것이 관찰되지 않았다.

상·하(z)축으로 이동된 신체중심의 위치를 살펴보면 성공시에 1스텝이 0.91m, 2스텝이 0.89m, 3

스텝이 0.87m, 4스텝이 0.83m, 5스텝이 0.78m 슬라이딩 후가 0.72m로 나타났다, 중심의 상하축으로의 이동결과는 스텝이 진행될수록 낮아지는 양상을 보였으나 큰 변화는 나타나지 않았다. 중심이 낮을수록 안정성에는 기여하나 그 변화가 급격하면 오히려 불안정할 수 있기 때문에 상하축으로의 변화는 스윙의 안정성과 많은 관계가 있다고 할 수 있다.

이경일(1995)은 남자 대학선수를 대상으로 한 연구에서 1번째 스텝에서 0.64m, 5번째 스텝에서 0.47m를 보고하여, 본 연구의 여자실업선수에 비하여 낮은 상하높이를 나타내었다. 한편 오경식(2001)은 남·여 대학 볼링 선수를 대상으로 한 연구에서 푸시어웨이, 탑스윙, 포워드스윙, 릴리스등 총 4개의 국면으로 나누어 분석한 결과 여자선수의 신체중심 위치가 0.79m, 0.78m, 0.62m, 0.59m로 각각 보고하여 탑스윙 단계까지는 본 연구의 결과와 거의 비슷한 것으로 보고하였다, 본 연구에서의 피험자들의 신장을 감안할 때, 본 연구의 결과가 4번과 5번 그리고 릴리스단계에서 높은 신체중심을 보이고 있다는 것을 알 수 있다, 이는 피험자들의 투구동작이 같은 지도자로부터 지도 받는 관계로 인하여 대체로 높은 자세를 유지하는 파워볼링을 구사하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

좌·우(x)축으로의 신체중심의 변화를 살펴보면 <표3>에서 피험자들의 어프로치에서의 어드레스 위치가 다르기 때문에 평균위치자료는 큰 의미가 없으며, 개개인의 자료로 해석하는 것이 타당할 것으로 사료되며, 피험자 모두에게서 처음위치에 대한 릴리스시의 상대위치가 거의 차이를 보이고 있지 않다, 성공과 실패시 모두 좌·우방향으로의 이동은 없는 것을 알 수 있으며, 좌·우방향의 오차로 인한 성공과 실패의 차이를 발견하지 못하였다.

표 3. 투구동작의 신체중심의 위치

(단위:m)

	Axis	L.Y.M		G.H.S		P.S.W		Mean	
		성공	실패	성공	실패	성공	실패	성공	실패
1국면	x	0.54	0.54	0.65	0.65	0.50	0.50	0.56	0.56
	y	1.27	1.25	1.07	1.08	1.01	0.97	1.12	1.10
	z	0.89	0.88	0.90	0.90	0.93	0.92	0.91	0.90
2국면	x	0.54	0.54	0.64	0.63	0.50	0.49	0.56	0.55
	y	1.81	1.77	1.66	1.66	1.62	1.59	1.70	1.67
	z	0.87	0.87	0.88	0.90	0.92	0.93	0.89	0.90
3국면	x	0.54	0.55	0.65	0.64	0.51	0.51	0.57	0.57
	y	2.44	2.37	2.31	2.29	2.32	2.30	2.36	2.32
	z	0.86	0.85	0.88	0.88	0.87	0.89	0.87	0.87
4국면	x	0.55	0.55	0.64	0.63	0.50	0.50	0.56	0.56
	y	3.17	3.11	3.06	3.03	3.10	3.12	3.11	3.09
	z	0.81	0.80	0.83	0.82	0.85	0.86	0.83	0.82
5국면	x	0.54	0.55	0.65	0.64	0.50	0.51	0.56	0.57
	y	3.97	3.95	3.92	3.88	3.95	4.02	3.95	3.95
	z	0.75	0.74	0.76	0.78	0.82	0.82	0.78	0.78
6국면	x	0.54	0.55	0.65	0.64	0.51	0.49	0.57	0.59
	y	4.70	4.65	4.77	4.68	4.75	4.85	4.74	4.77
	z	0.67	0.65	0.86	0.65	0.80	0.82	0.72	0.72

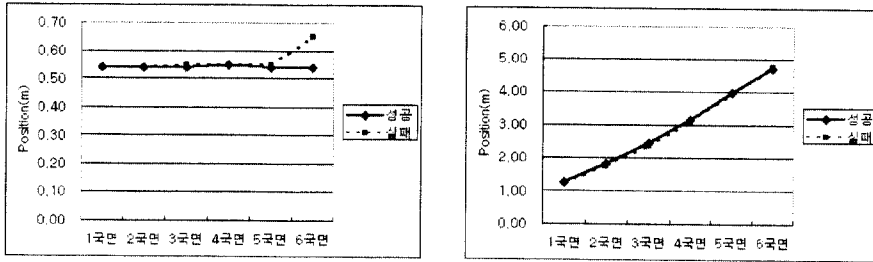


그림6 피험자 LYM의 신체중심의 위치(좌:X, 우:y)

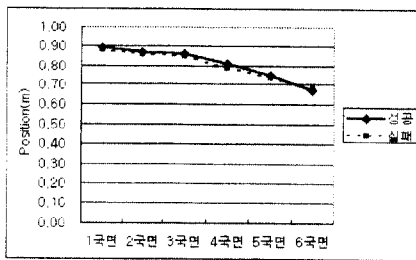


그림7 피험자 LYM의 신체중심의 위치(z)

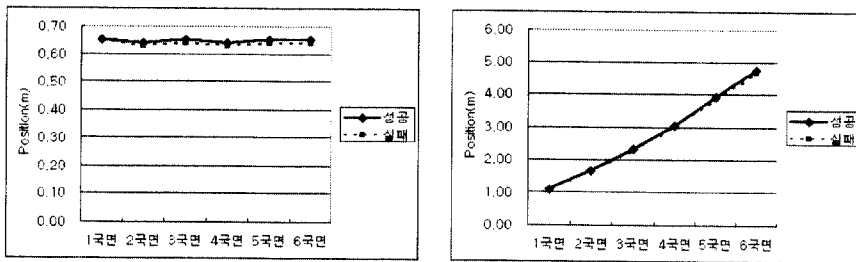


그림8 피험자 GHS의 신체중심의 위치(좌:X, 우:y)

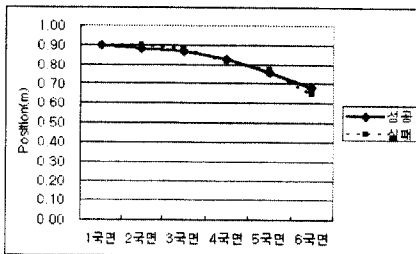


그림9 피험자 PSW의 신체중심의 위치(z)

3) 볼의 위치

투구동작에 대한 볼의 위치를 분석한 결과를 <표 4>, <그림 10~13>에 나타내었다.

볼의 위치를 각 스텝별로 살펴보면 어프로치 진행방향인 전·후(y)축으로 이동위치는 성공시에 1 스텝이 1.67m, 2스텝이 2.34m, 3스텝이 2.71m, 4스텝이 2.86m, 5스텝이 3.48m이며 슬라이딩 후 볼이 손에서 이탈 되었을때가 4.97m로 나타났다. 상·하(z)축으로 이동된 볼의 위치를 살펴보면 성공시에 1스텝이 1.30m, 2스텝이 1.20m, 3스텝이 0.47m, 4스텝이 1.35m, 5스텝이 1.08m 슬라이딩 후가 0.20m로 나타났다, 전·후(y)축으로의 볼의 이동은 전반적으로 신체 중심의 이동과 같은 양상을 보였으며, 성공시기의 볼의 이동평균치를 관찰해 보면 4국면에서 가장 작은 이동 변위를 나타내었고, 실패시에도 같은 결과를 나타냄을 알 수 있는데 이는 앞에서 지적한 바와 같이 선수들의 스윙 패턴이 안정되어 있기 때문에 성공과 실패시에 투구의 동작이 큰 차이를 보이지 않았다.

볼의 상하축(z)으로의 이동결과는 1국면에서가 가장 높았으며, 스텝을 진행하는 도중에는 어드레스 동작에서의 볼의 위치보다는 낮게 나타나 백스윙시 팔의 진자운동을 통한 볼의 위치에너지 증가를 이용하지 않고 안정적인 백스윙을 통한 투구동작을 구사하고 있음이 관찰되었다. broer(1979)는 스트라이크를 위해서는 볼이 충분한 속도를 가지고 핀까지 굴러갈 수 있는 힘이 필요하지만 일정한 속도를 유지할 수 있으면 방향조절능력에 유의해야한다고 하였다.

표 4 투구동작시 볼의 위치

(단위:m)

	Axis	L.Y.M		G.H.S		P.S,W		Mean	
		성공	실패	성공	실패	성공	실패	성공	실패
1국면	x	0.71	0.70	0.83	0.84	0.60	0.62	0.71	0.72
	y	1.80	1.77	1.63	1.63	1.59	1.54	1.67	1.65
	z	1.19	1.17	1.26	1.25	1.45	1.46	1.30	1.29
2국면	x	0.70	0.70	0.82	0.84	0.65	0.65	0.72	0.73
	y	2.42	2.37	2.31	2.31	2.30	2.27	2.34	2.32
	z	1.12	1.10	1.23	1.24	1.24	1.26	1.20	1.20
3국면	x	0.70	0.71	0.83	0.82	0.64	0.65	0.72	0.73
	y	2.80	2.72	2.65	2.62	2.69	2.69	2.71	2.68
	z	0.39	0.42	0.49	0.48	0.54	0.55	0.47	0.48
4국면	x	0.70	0.70	0.84	0.81	0.64	0.65	0.73	0.72
	y	2.91	2.86	2.83	2.80	2.83	2.87	2.86	2.84
	z	1.20	1.25	1.34	1.32	1.52	1.56	1.35	1.38
5국면	x	0.71	0.70	0.84	0.80	0.63	0.62	0.73	0.71
	y	3.51	3.51	3.48	3.42	3.45	3.55	3.48	3.49
	z	0.95	0.98	1.03	1.06	1.26	1.30	1.08	1.11
6국면	x	0.71	0.71	0.82	0.79	0.61	0.60	0.71	0.70
	y	4.93	4.89	5.01	4.92	4.98	5.10	4.97	4.97
	z	0.16	0.22	0.19	0.21	0.25	0.29	0.20	0.24

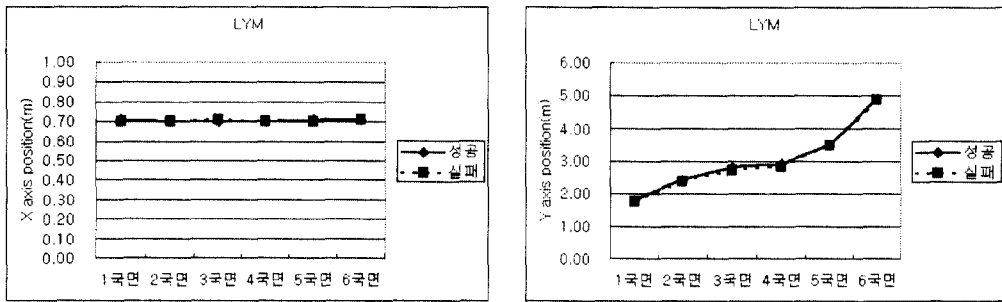


그림10 피험자 LYM의 빠의 위치(x,y)

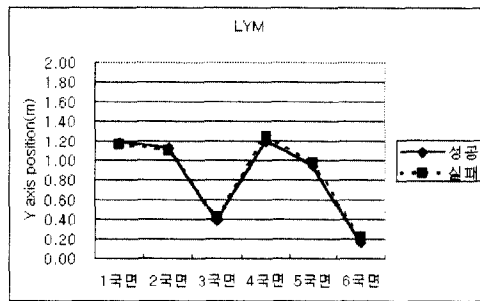


그림11 피험자 LYM의 빠의 위치(z)

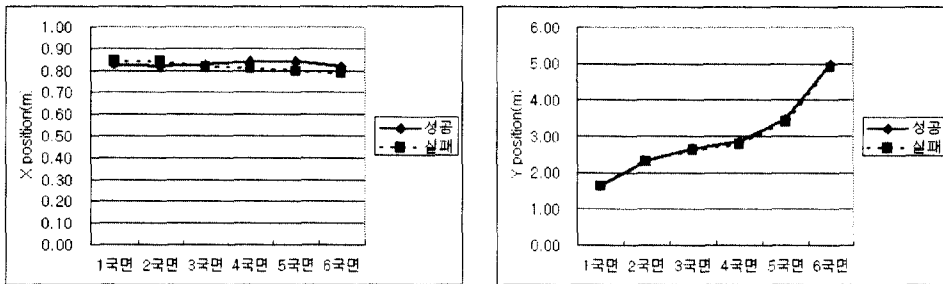


그림12 피험자 GHS의 빠의 위치(x,y)

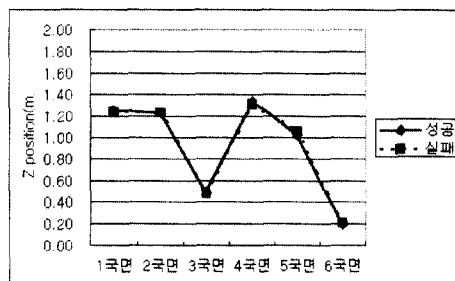


그림13 피험자 GHS의 빠의 위치(z)

볼의 위치가 가장 낮은 국면은 릴리즈시가 가장 낮으며, 3국면에서는 스텝동작 중에 가장 낮은 높이를 보였다. 릴리즈시의 볼의 높이는 공의 직경이 21.5cm인 점으로 고려해 볼 때 지면과의 차이가 5cm에서 크게는 19cm정도로 릴리즈됨을 알 수 있다. 이는 앞에서 분석한 신체중심의 높이를 고려할 때 상당히 낮음을 알 수 있는데 선수들이 슬라이딩될 때 상체를 앞으로 숙이면서 무릎은 많이 굽히지 않았음이 비디오 관찰결과 나타났는데, 신체중심을 낮게 가져가지 않으면서 볼의 위치는 낮게 가져가는 패턴의 릴리즈를 구사한다고 할 수 있다. 릴리즈시에 상체를 일으켜 세우는 동작과 함께 공에 회전력을 일으키는 팔동작을 구사하는 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 연구는 볼링의 투구동작시 어드레스에서부터 릴리즈까지의 동작을 각 스텝별로 국면을 설정하고, 3차원영상분석을 실시하여 각 스텝별로 보폭, 신체중심의 위치, 볼의 위치를 성공과 실패동작으로 나누어서 비교 분석하였다.

이를 위하여 3명의 여자 실업팀 선수를 선정하여 실험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

보폭은 성공과 실패동작에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 4국면과 5국면에서의 보폭이 실패동작에서 크게 나타났다. 신체중심의 위치에서도 큰 차이를 보이지 않았으나 성공시가 실패시보다 상하 이동폭이 작게 나타났다. 볼의 위치는 성공과 실패시 모두 스텝중에는 3국면이 가장 낮게 나타났으며, 상하 이동폭이 적은 안정적인 투구를 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 박찬희, 백승국(1998), 저가형 3차원 동작분석 소프트웨어 개발, 동아대학교 부설 스포츠과학연구소 논문집, 제16권, pp.261-268.
- 배진환(1995), 볼링 경기중 백스윙의 각도가 공의 속도와 경기 내용에 미치는 영향에 관한 연구, 대구대학교 대학원 석사학위논문.
- 서태석(1982), 볼링경기의 투구동작 분석, 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 오경식(2001), 볼링 경기시 어프로치동작의 운동학적 분석, 경성대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤희중, 이연중, 금명숙(1997), 볼링 투구동작의 운동학적 분석, 한국체육대학교 체육과학연구소논문집, 제16권 제1호, pp.21-29.
- 윤희중, 정운(1999), 휠체어론 볼링 스윙동작의 운동학적 분석, 한국체육대학교 체육과학연구소논문집, 제18권 제2호, pp. 117-125.
- 이경일(1995), Bowling 투구동작시 Step과 Swing의 운동역학적 분석, 국민대학교 대학원 석사학위논문.
- 이경일(1998), 볼링의 운동역학적 분석, 국민대학교 대학원 박사학위논문.
- 이정화(1984), Bowling동작의 영상학적 분석, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Broer Marion R. (1966). Efficiency of Human Movement, philadelphia; W.B. Saunder Company.
- Klatt L. A.(1965), A Comparison of factors related to force and direction of force in the performance of above average and superior women bowlers, Unpublished Master's thesis, Madison Wisc.: Univ. of Wisconsin

ABSTRACT

The Kinematical Analysis of Bowling Throw Motion

Sung-Kook Baik

The purpose of this study was to compare between success and failure in bowling throw motions. For the data analysis, it was utilized by the method of three dimensional motion analysis and obtained kinematical parameters of stride, COG position and ball position through the address and release motion.

The subjects of this study were three female bowling players, and obtained conclusions were as follows;

Displacements of stride were not significant of success events, 4th and 5th phases stride were longer than failure. COG variation for height were less than failure, but there were not significant between success and failure. The ball position of 3th phase was lowest than other phases, and throw motions were stable by the small variations for upward and downward.

key words : Kinematic, Bowling, Throw, Motion

Received in final form 8 November 2002

* Corresponding author, Professor, Division of Leisure Sport Studies Pusan University of Foreign Studies., 55-1 Uan-dong, Namgu, Pusan, Korea
E-mail : skbaik@pufs.ac.kr, Tel : 011-593-1375