

대학 야구 강의를 통한 초보자의 타격 동작 변화 분석

천영진¹

¹서울대학교 사범대학 체육교육과

The Analysis on the Changes in Beginners Batting Movements through Undergraduate Baseball Lectures

Young-Jin Chun¹

¹Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, Seoul, Korea

Received 31 July 2012; Received in revised form 11 August 2012; Accepted 01 September 2012

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the changes in beginners' batting movements after taking undergraduate baseball lectures, by comparing and analyzing the speed of bat, the angle of body and its segments, the angular velocity and so on. For this purpose, the author picked up five undergraduates who had not taken baseball lectures, and conducted three-dimension computerized tomography twice on them, that is, before and after taking baseball classes, with eight infrared cameras and two force platforms. The conclusions are, first, the time required for swing was shortened after taking the classes. Second, the maximum velocity of the bat-end was increased. Third, at the time of impact, while the rotation angles of the pelvis and the tip of left foot were increased, the left elbow had more flexion after the classes. Fourth, the size of ground reaction force was increased at the point of swing where the ground reaction force of left foot became maximized. As we can infer from these conclusions, beginners' hitting movements before taking baseball classes tended to swing only with the arms, without waist rotation and weight shift of the lower body, but after the classes, their movements were proved to be corrected into the swing using the lower body. For the future studies, the author expects a research in a close to real environment by using pitching machine.

Keywords : Baseball, Batting, Class, Biomechanics

I. 서 론

야구에서 가장 중요한 네 가지 기초기술은 피칭(pitching), 캐칭(catching), 배팅(batting), 베이스 런닝(base running)이다. 이중 배팅 동작은 중요한 공격수단으로 야구의 승패를 좌우하는 기술이다. 배팅 동작에 대한 지도 규범은 일정하게 정립되어 있지 않고 코치마다 다르게 지도되고 있는 실정이며, 경험에 의한 지도가 대부분이기 때문에 비과학적인 지도가 될 수밖에 없다(Kang, 1997).

한편으로는 한국 프로야구나 메이저리그 선수들의 배팅 동

작은 매우 다양하며, 가끔은 비과학적인 동작을 취하는 경우도 볼 수 있다. 이는 개개인의 체격과 체력, 습성이 모두 다르며, 투수가 던지는 볼의 구질, 경기 상황 등이 매우 다양하기 때문에 현장에서는 경험 위주의 지도가 오히려 도움이 될 수 있다고 판단된다.

학계에서도 배팅 동작에 대한 연구가 이루어져오고 있으나, 지금까지 양적으로 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. 이러한 이유로, 골프 스윙이나 테니스의 서비스와 같은 동작은 정지된 공 혹은 선수가 일정하게 던져 올린 공을 타격하는 동작으로 동작의 재현도가 높고 동작에 영향을 미치는 요소가 비교적 적으나(Han, Yoo, Chung & Lee, 1996), 야구의 타격 동작은 피칭 머신을 이용하더라도, 투구된 공이 매번 똑같을 수 없기 때문에 동작의 재현도가 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 타자보다는 투수를 대상으로 한 연구가 많은 이유는 투수에 의해 던져진 공을 타자가 타격을 하는 행위 즉, 투수는 경기를 진

Corresponding Author : Young-Jin Chun
Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, Daehakdong, Kwanak-gu, Seoul, Korea
Tel : +82-2-880-7805 / Fax : +82-2-872-2867
E-mail : yj1000ph@hanmail.net
이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-35C-G00287).

행시키는 주인공이고 자신이 의도하는 대로 경기를 전개시켜 나가는 운영자 역할을 하므로 일반적으로 타자는 투수에 대해 수동적인 방어자가 되기 때문이다(Bae, 1992; Lee, 1998).

그러나 실제 야구 경기에서는 투수가 아무리 잘 던지더라도 타자가 타격을 하여 점수를 얻지 못하면 그 경기는 승리할 수 없게 된다. 따라서 투수의 투구 동작에 대한 분석뿐만 아니라 타자의 타격 동작에 대한 분석도 매우 중요하다고 할 수 있다.

야구 타격과 관련된 국내외 연구 동향을 살펴보면, 영상분석과 지면반력기를 이용하여 배팅 동작을 할 때 발생하는 파워와 인체의 관절에 작용하는 힘과 토크를 분석한 연구(An, 1987; Kim, 1994; Kang, 1996)가 있었고, 대학 엘리트 선수들을 대상으로 한 배팅 동작에 대한 운동학적 분석을 통하여 올바른 배팅 동작에 대한 가이드라인을 제시하였다(Lee, 2003; Chang, 2009). Katsumata(2007)는 지면반력과 각 이벤트 시점에서 발생하는 타이밍과의 관계를 중심으로 타격 동작을 분석하였고, Welch, Banks, Cook과 Draovitch(1995)는 프로 야구 선수들을 대상으로 타격 동작에서 티를 사용하여 운동학적 변인과 지면반력 변인을 중심으로 분석하였다.

지금까지의 연구는 초보자와 숙련자의 동작 비교, 엘리트 선수의 동작 특성 등, 횡단적인 연구에 초점을 맞추어져 왔다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 타자의 타격 동작을 분석하는데 있어 초보자를 대상으로 한 학기 동안 야구 강의를 통하여 학생들의 타격 동작이 어떻게 변화하였는지, 종단적인 연구에 초점을 맞추어 분석하고자 한다.

본 연구를 통하여 초보자의 배팅 동작에서 발견할 수 있는 오류를 파악할 수 있고, 배팅 지도 시 학생들에게 객관적인 자료를 제공할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 학생 입장에서는 자신의 동작 변화를 분석하여 피드백 받음으로써, 학습 효과가 더 클 것으로 기대된다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

근골격계에 이상이 없는 S대학교 교양 야구 수업을 수강한 남학생 중 오른손잡이이면서 야구 강의를 받은 경험이 없는 초보자 중 자발적인 참여 의사를 밝힌 5명을 선정하였다. 구체적인 연구 대상자의 신체적 특징은 <Table 1>과 같다.

Height(cm)	Weight(kg)	Age(yrs)
175.6±4.34	70.8±5.63	23.6±1.52

2. 야구 강의 프로그램

본 연구의 목표를 달성하기 위하여 실시한 야구 강의는 총 15주였으며 1회 실시 시간은 100분, 15주간의 구체적인 프로그램은 <Table 2>와 같다. 야구 수업 도중 본 연구에 참가한 대상자는 대기 시간을 활용하여 토스 배팅을 수시로 실시하였다.

Table 2. Baseball teaching program

week	subject	contents
1	orientation	baseball theory(100 min)
2	catch ball	catch ball(100 min)
3	batting	catch ball(30 min), batting(70 min)
4	ground ball	catch ball(30 min), ground ball+batting(70 min)
5	fly ball	catch ball(30 min), fly ball+batting(70 min)
6	relay play	catch ball(30 min), relay play(70 min)
7	base running	catch ball(30 min), base running, fungo(70 min)
8	simulation	catch ball(30 min), fungo(70 min)
9	simulation	catch ball(30 min), fungo(70 min)
10	game	catch ball(30 min), game(70 min)
11	game	catch ball(30 min), game(70 min)
12	game	catch ball(30 min), game(70 min)
13	game	catch ball(30 min), game(70 min)
14	game	catch ball(30 min), game(70 min)
15	exam	catch ball(30 min), game(70 min)

3. 실험 장비

본 연구에서 사용된 실험 장비로는 영상 장비와 지면반력 측정 장비로 나눌 수 있다. 영상 장비는 퀄러시스 동작 분석 시스템의 적외선 카메라 8대(Qualisys medical AB, Sweden)로 초당 120 프레임으로 촬영하였고, 셔터스피드는 650 μ s로 하였다. 촬영된 영상을 분석하기 위한 분석 장비로 Visual 3D(COMotion, Inc., USA) 프로그램을 이용하였으며, 인체의 각 분절과 배트, 공의 위치를 추적하고자 직경 20 mm의 구형 및 반구형 반사마커 42개를 사용하였다. 지면반력 측정 장비로는 스트레인 게이지형인 지면반력기(force platform) 2대(AMTI Inc., USA)를 사용하였다. 이 장비는 6채널로 되어 있어 x, y, z축에 대한 힘성분 및 모멘트 성분을 각각 측정할 수 있으며, 본 연구에서는 채널당 1,000 Hz로 샘플링하였다.

4. 실험 절차

인체 관절 중심의 좌표화를 위해 직경 20 mm의 반사마커를 인체관절점 40곳과 배트 끝, 손잡이에 부착하였다. 피험자는 충분한 워밍업을 실시하고 신체 근육을 이완시킨 후 스포츠용 타이즈를 착용하였다. 모든 준비가 끝난 후 2대의 지면반력기 위에 한발씩 밟아 타격 자세를 취한 후 전방 2 m 지점에서 토스

를 해주는 공을 전면에 설치된 그물망의 목표지점에 타격하도록 하였다. 피칭 머신을 이용하여 타격 동작을 해야지만 실제 상황에 가까운 자료를 도출할 수 있으나, 야구를 처음 접하는 학생이 피칭 머신의 공을 맞추는 데에 어려움이 있어 부득이 토스 배팅을 하여 촬영을 하였다. 총 5회의 타격 중 직선타로 그물망에 맞춘 1회만을 선택하여 분석하였다(Figure 1).

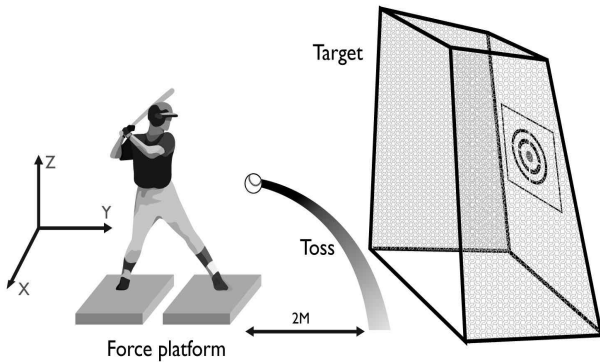


Figure 1. Experiment field

5. 자료 분석

촬영된 타격 동작은 영상 분석을 통해 다음과 같이 시점을 정의하여 구간별로 분석하였다. Katsumata(2007)는 <Figure 2>와 같이 stepping, landing, swing, impact의 4시점으로 분석하였으나, 본 연구 대상자 중 일부에서 왼발이 지면에서 떨어지는 경우가 발견되지 않았기 때문에 다음과 같이 이벤트로 구분하여 분석하였다. 왼발의 수직 지면반력이 줄어들기 시작한 시점(E1: start), 왼발의 수직 지면반력이 최소이거나 값이 0이 시작된 시점(E2: stepping), 왼발의 지면반력이 최대가 되는 시점(E3: swing), 배트에 공이 맞는 시점(E4: impact) 등 총 4개의 시점으로 설정하였다. 구간 정의는 E1과 E2사이를 준비구간(initiation phase)이라고 하였으며, E3 시점과 E4 시점의 순서가 바뀌는 대상자가 있어 배트 끝의 Y축 방향의 속도가 투수 방향으로 움직인 시점부터 임팩트까지의 구간을 스윙구간(swing phase)이라 정의하였다.

Qualisys Track Manager V2.3[build 482] 프로그램을 사용하여 적외선 카메라로 촬영된 3차원 좌표 정보를 수집하였다. 수집된 정보들은 동조된 지면반력 데이터와 함께 C3D Format으로 변환한 후, Visual 3D Standard V4.75.14 프로그램을 이용하여 변인들을 산출하였으며 이외의 계산이 요구되는 변인들은 엑셀 프로그램을 사용하였다. 인체분석모델은 Visual 3D에서 제공하는 모델을 이용하여 몸통(trunk), 골반(pelvis), 상완(upper arm), 전완(forearm), 손(hand), 대퇴부(thigh), 정강이(sank), 발(foot) 분절로 구분하여 모델링을 하였다. 수집된 자료들은 왜곡을 줄이기 위하여 Butterworth low-pass filtering을 6 Hz로 처리하였으며

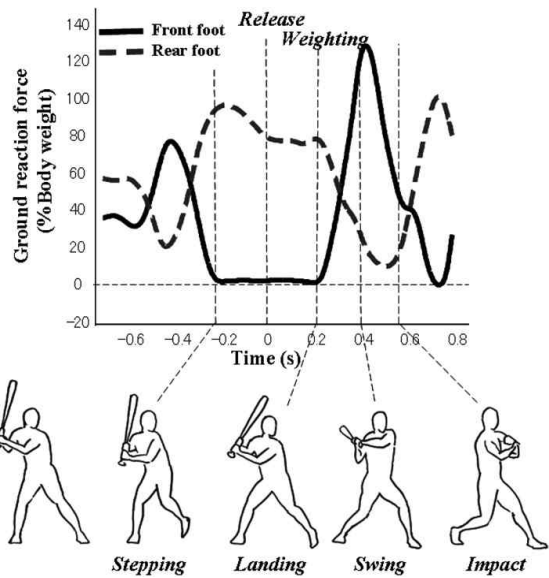


Figure 2. Phases and events(Katsumata, 2007)

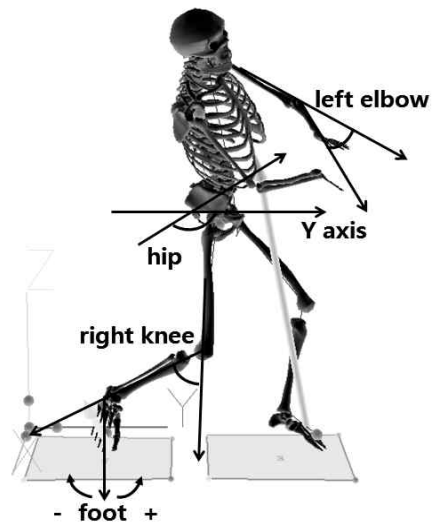


Figure 3. Definition of angles

각 관절은 Cardan Sequence(X-Y-Z)로 정의하였다. 전역 좌표계는 운동진행방향인 Y축(전후축), 운동진행방향과 수직인 방향이 X축(좌우축), 수직 방향을 Z축(수직축)으로 정의하였다.

인체 분절의 구체적인 각도 정의는<Figure 3>과 같다.

6. 통계 처리

SPSS 14.0을 사용하여 동작 구간에 대한 시간 변인, 배트 끝의 속도, 관절각 및 각속도, 등의 평균과 표준편차를 계산하였다. 종속 t-test를 실시하여 수업 전과 후에 있어서 변인들의 차를 비교 분석하였으며, 유의성 수준은 $p < .05$ 에서 검증하였다.

III. 결 과

1. 시간 변인

원발의 수직 지면반력이 줄어들기 시작한 시점부터 배트에 볼이 맞는 임팩트까지의 구간에 대하여 배팅이 시작되는 시점을 0초로 하여 누적그래프 형태로 <Figure 4, 5>와 같이 나타내었다. 따라서 각 이벤트가 순서대로 발생하였다면 계속해서 증가하는 형태를 보이지만, 이벤트의 순서가 바뀌었다면 감소하는 형태를 나타낸다.

<Figure 4>와 같이 수업 전 이벤트 순서에서 5명의 연구 대상자 중 4명이 원발의 지면반력이 최대를 나타내는 스윙 시점에서 임팩트 시점으로 감소하는 형태를 보였는데, 이는 임팩트가 일어난 후 원발의 지면반력이 최대값을 나타내었다는 것을 의미한다. 반면, <Figure 5>와 같이 수업 후에는 5명 중 1명만이 임팩트 후 원발의 지면반력이 최대값을 나타내었다.

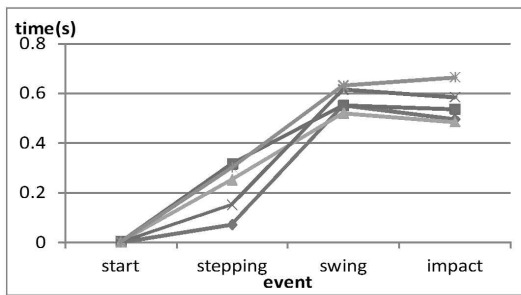


Figure 4. The time from start to impact before class

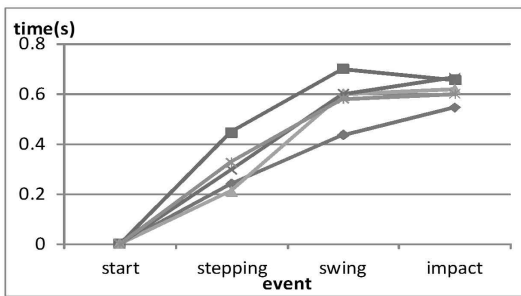


Figure 5. The time from start to impact after class

한편, 동작 시작 시점인 E1부터 임팩트 시점인 E4까지의 총 소요시간은 수업 전에서 0.55 ± 0.07 초, 수업 후에서 0.62 ± 0.05 초로 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > .05$). 또한 준비구간에서도 수업 전에서 0.22 ± 0.10 초, 수업 후에서 0.30 ± 0.09 초로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 반면, 배트 끝의 움직임이 Y축 방향으로 움직인 시점부터 임팩트까지의 스윙구간에서는 수업 전에서 0.11 ± 0.01 초, 수업 후에서 0.08 ± 0.01 초로 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .01$).

Table 3. Elapsed time (unit: sec)

	Before	After	<i>t</i>	<i>p</i>	
Initiation phase (Initiation)	S1	0.07	0.24	-2.148	.098
	S2	0.32	0.45		
	S3	0.25	0.21		
	S4	0.15	0.30		
	S5	0.30	0.33		
	M	0.22	0.30		
Swing phase	SD	0.01	0.09	7.071	.002**
	S1	0.11	0.09		
	S2	0.10	0.09		
	S3	0.11	0.08		
	S4	0.09	0.07		
	S5	0.12	0.08		
Total	M	0.11	0.08	-1.800	.146
	SD	0.01	0.01		
	S1	0.50	0.55		
	S2	0.54	0.66		
	S3	0.48	0.62		
	S4	0.59	0.66		
Total	S5	0.67	0.60	-1.800	.146
	M	0.55	0.62		
	SD	0.07	0.05		

* $p < .05$, ** $p < .01$

2. 속도 변인

속도 변인으로 전후 방향에 대한 배트 끝의 최대 속도와 임팩트 시 수직 방향으로의 속도를 측정된 결과 <Table 4>와 같

Table 4. Velocity of variables (unit: m/s)

	Before	After	<i>t</i>	<i>p</i>	
Max bat (Y axis)	S1	18.58	24.08	-3.742	.020*
	S2	18.20	22.99		
	S3	22.62	23.78		
	S4	24.28	25.72		
	S5	16.19	21.78		
	M	19.97	23.67		
Bat at impact (Z axis)	SD	3.35	1.45	.641	.557
	S1	0.54	1.77		
	S2	1.08	4.04		
	S3	1.70	-2.81		
	S4	5.32	3.70		
	S5	4.11	1.82		
Total	M	2.55	1.70	.641	.557
	SD	2.06	2.73		

* $p < .05$, ** $p < .01$

이 전후 방향의 수업 전 최대 배트 속도가 19.97±3.35 m/s, 수업 후 최대 배트 속도가 23.67±1.45 m/s로 증가하여, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 또한, 임팩트 시 수직 방향으로의 속도에서도 수업 전 2.55±2.06 m/s에서 수업 후 1.70±2.73 m/s로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

3. 각도 변인

각도 변인으로 임팩트 시 골반의 각도, 왼쪽 팔꿈치의 각도, 오른쪽 무릎 각도, 양발의 발끝 각도를 분석한 결과 <Table 5>와 같이 나타났다.

Table 5. Angle of variables (unit: deg)

		Before	After	<i>t</i>	<i>p</i>
Hip	S1	101.48	78.72	3.068	.037*
	S2	131.31	104.89		
	S3	127.30	109.24		
	S4	98.16	96.72		
	S5	144.12	138.42		
	M	120.47	105.60		
	SD	19.89	21.75		
Left elbow	S1	14.14	37.47	-6.014	.004**
	S2	17.51	34.30		
	S3	25.82	50.77		
	S4	17.85	48.39		
	S5	32.51	42.66		
	M	21.57	42.72		
	SD	7.47	6.99		
Right knee	S1	55.45	47.85	-2.683	.055
	S2	23.29	50.50		
	S3	26.63	58.30		
	S4	41.04	57.59		
	S5	16.53	45.01		
	M	32.58	51.85		
	SD	15.60	5.90		
Right foot	S1	7.64	-40.81	2.083	.106
	S2	5.46	-20.17		
	S3	5.27	8.98		
	S4	4.22	-9.38		
	S5	5.96	-2.32		
	M	5.71	-12.74		
	SD	1.25	18.93		
Left foot	S1	-47.16	-82.33	3.062	.038*
	S2	-46.77	-61.71		
	S3	-45.66	-64.04		
	S4	-36.69	-44.37		
	S5	-5.95	-11.01		
	M	-36.45	-52.69		
	SD	17.58	26.90		

* $p<.05$, ** $p<.01$

임팩트 시 골반 각도는 120.47±19.89 °에서 105.60±21.75 °로 감소하여 수업 전 5명의 대상자 모두 수업 전과 비교하여 수업 후에서 허리 회전을 더 크게 한 것을 알 수 있다($p<.05$). 또한, 왼쪽 팔꿈치의 각도도 21.57±7.47 °에서 42.72±6.99 °로 크기가 증가하여 굴곡되는 경향을 모든 대상자에서 나타냈다($p<.01$). 왼쪽 발끝의 각도에서도 -36.45±17.58 °에서 -52.69±26.90 °로 감소하여 외측 회전 즉, 공이 날아오는 방향으로 더 회전한 것으로 나타났다($p<.05$).

반면, 임팩트 시 오른쪽 무릎 각도는 32.58±15.60 °에서 51.85±5.90 °로 감소하여 1명의 대상자를 제외하고 모두 굴곡되는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$). 또한, 오른쪽 발끝의 각도도 5.71±1.25 °에서 -12.74±18.93 °로 감소하여 외측 회전의 경향을 보였으나 1명의 대상자는 외측 회전이 일어나지 않았고, 수업 전, 후를 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$).

4. 각속도 변인

각속도 변인으로 수직축에 대하여 임팩트 시 골반과 어깨의 각속도를 분석한 결과 <Table 6>과 같이 나타났다.

임팩트 시 수업 전, 후의 골반 각속도가 각각 -104.92±84.93 °/sec, -239.20±103.03 °/sec, 어깨의 각속도가 각각 -199.50±125.86 °/sec, -299.31±64.38 °/sec로 수업 후에 모든 대상자에서 증가한 것으로 나타났다으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p<.05$).

Table 6. Angular velocity of variables (unit: deg/sec)

		Before	After	<i>t</i>	<i>p</i>
Hip	S1	-75.65	-57.49	2.590	.061
	S2	-123.27	-299.33		
	S3	-244.17	-288.26		
	S4	-45.15	-295.34		
	S5	-36.37	-255.58		
	M	-104.92	-239.20		
	SD	84.93	103.03		
Shoulder	S1	-163.63	-204.79	2.334	.080
	S2	-221.15	-312.98		
	S3	-339.46	-374.33		
	S4	-6.02	-272.11		
	S5	-267.26	-332.35		
	M	-199.50	-299.31		
	SD	125.86	64.38		

* $p<.05$, ** $p<.01$

5. 지면반력

지면반력 변인으로 왼발의 지면반력이 최대가 되는 시점(swing)과 임팩트 시점에서 오른발과 왼발의 수직힘을 분석한 결과 <Table 7>과 같이 나타났다.

Table 7. Vertical ground reaction force (unit: body weight)

Event		Before	After	<i>t</i>	<i>p</i>	
Swing	Right	S1	0.16	0.31	-1.856	.137
		S2	0.14	0.39		
		S3	0.24	0.22		
		S4	0.23	0.19		
		S5	0.11	0.41		
	M	0.18	0.30			
	SD	0.06	0.10			
	Left	S1	0.60	1.04	-2.243	.088
		S2	0.81	0.93		
		S3	0.98	1.12		
S4		0.84	0.98			
S5		0.83	0.82			
M	0.81	0.98				
SD	0.14	0.11				
Impact	Right	S1	0.13	1.04	-1.264	.275
		S2	0.13	0.23		
		S3	0.22	0.17		
		S4	0.23	0.14		
		S5	0.09	0.37		
	M	0.16	0.39			
	SD	0.06	0.37			
	Left	S1	0.52	0.14	.217	.839
		S2	0.80	0.81		
		S3	0.84	1.09		
S4		0.77	0.75			
S5		0.76	0.79			
M	0.74	0.72				
SD	0.13	0.35				

p*<.05, *p*<.01

스윙 시점에서 1명의 대상자를 제외하고 왼발의 지면반력이 수업 후에서 증가한 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(*p*>.05). 오른발의 지면반력에서도 2명의 대상자를 제외하고 수업 후에서 증가한 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(*p*>.05).

임팩트 시점에서는 오른발의 지면반력이 2명을 제외하고 증가하였고, 왼발의 지면반력은 2명을 제외하고 크기가 비슷한 것으로 나타나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(*p*>.05).

IV. 논 의

본 연구의 목적은 대학 교양 야구 강의를 통하여 초보자들의 타격 동작에 어떠한 변화가 있었는지 알아보는 데에 있다. 이를 위하여 S대학교의 교양 야구 강좌 수강생 중 야구 수업을

받은 경험이 없는 5명을 대상으로 산출한 결과를 바탕으로 한 논의는 다음과 같다.

시간 변인에서 배트가 투수 쪽으로 움직이기 시작한 시점부터 임팩트까지의 소요 시간이 0.11±0.01초에서 0.08±0.01초로 줄어들어 수업을 통하여 시간이 줄어든 데에 효과가 있었다고 판단된다. 다른 선행 연구들과 비교를 하려 하였으나, 본 연구에서 대상자 간의 타격 동작이 다양하여 정확한 이벤트를 설정할 수가 없었다. 한 예로 수업 전에서 3명, 수업 후에는 2명의 대상자가 왼발이 지면에서 떨어지지 않았다. 이는 타격을 할 때 테이크 백 동작이 이루어져야 하는데 그렇지 못한 결과이다. 참고로, Choi(2012)의 연구에서는 중학생 선수의 경우, 준비 동작에서 왼발 착지 구간까지의 소요시간이 0.75±0.17초로 보고하고 있고, Han et al.(1996)의 연구에서 프로 선수의 경우 0.45±0.29초로 보고하고 있다.

또한, 왼발의 지면반력 값이 최대가 된 후 임팩트가 이루어지는 것이 정상적인 타격 자세이나, 본 연구에서는 수업 전 5명의 대상자 중 4명, 수업 후 1명의 대상자가 임팩트가 이루어진 후 왼발의 최대 지면반력 값이 측정되었다. 수업을 통하여 3명의 대상자가 개선되었는데, 임팩트 시 왼발에 체중을 실지 못하고 스윙한 결과를 보여주는 것으로 초보자를 지도할 때 왼발에 체중을 실은 후 임팩트를 하도록 강조해야 할 것이다.

속도 변인에서 배트 끝 최대 속도는 진행 방향에 대하여 수업 전 19.97±3.35 m/s에서 23.67±1.45 m/s로 증가하였다. Choi(2012)의 연구에서 남자 중학생 선수를 대상으로 한 티볼 배팅 속도가 21.47±1.51 m/s로 나타나 본 연구의 대상자는 중학생보다 조금 나은 수준의 배트 속도를 가지고 있다고 할 수 있겠다. Lee(2003)의 연구에서 엘리트 야구 선수를 대상으로 한 결과 값인 34.14±2.89 m/s의 값과 Welch et al.(1995)의 연구에서 프로 야구 선수들을 대상으로 한 결과인 31 m/s, Han et al.(1996)의 연구에서 한국 프로야구 선수들을 대상으로 한 결과 값인 30.23±2.91 m/s와는 현격한 차이가 나타나는 것을 알 수 있다.

한편, Lee(2003)는 임팩트 시 수직 방향에서 음값의 배트 속도를 보이는 것, 즉, 다운스윙을 해야지만 직선적으로 강한 타구를 보낼 수 있으며 엘리트 선수의 타격 특성이고 타격 수준을 대변할 수 있는 척도라고 하였다. Kang(1996)의 연구에서도 임팩트 시 수직 방향에서 -1.73 m/s로 나타났고, Lee(2003)의 연구에서도 -0.85±2.24 m/s로 나타났다. 본 연구에서도 수업 전에는 5명 대상자 모두 다운 스윙을 하지 못하였으나 수업 후 1명의 대상자가 다운스윙으로 바뀌었다는 것을 확인할 수 있었다. 다운스윙을 한다는 것은 준비 자세에서 임팩트까지 짧은 시간에 스윙을 할 수 있는 동작으로 초보자들에게는 매우 중요한 동작이나, 본 연구에서 5명 중 4명이나 다운스윙을 하지 않은 관계로 초보자를 대상으로 지도할 때 이에 초점을 두어야 할 것으로 사료된다.

각도 변인에서 임팩트 시 왼쪽 팔꿈치의 각도가 수업 전에는 $21.57 \pm 7.47^\circ$ 에서 $42.72 \pm 6.99^\circ$ 로 증가하여 더 굴곡된 상태에서 임팩트 하는 것으로 변화하였다. Kim(1994)의 연구에 따르면 대학 야구 선수들의 임팩트 시 왼쪽 팔꿈치의 각도가 직구에서는 37° , 변화구에서는 56° 로 나타나 약간 굴곡된 상태에서 임팩트를 하는 것이 좋은 타격을 할 수 있다고 했는데, 이러한 이유로 임팩트 시 미리 팔꿈치가 펴지게 되면 공과 배트가 충돌할 때 발생하는 충격을 완화시킬 수 없으며, 임팩트 후 팔꿈치가 신전이 되어야지만, 배트가 공에 가하는 시간을 길게 함으로써 장타를 치는데 유리하다고 하였다. 왼쪽 팔꿈치 각도와 관련된 연구로 Miyanishi(2007)은 준비 자세에서 왼쪽 팔꿈치를 굽히는 것과 펴는 것에 있어 스윙 속도를 증가시키는 데 이점이 없다고 하였지만, 스트라이드 된 후 임팩트 될 때까지의 소요 시간이 팔꿈치를 굽힌 자세가 더 짧게 나온 것으로 나타났다. 이는 왼쪽 팔꿈치를 굽힘으로써 회전 반경을 줄여 임팩트까지의 소요 시간을 줄이는 데 도움이 되는 것으로 사료된다.

임팩트 시 오른쪽 무릎은 수업 전과 비교하여 $32.58 \pm 15.60^\circ$ 에서 $51.85 \pm 5.90^\circ$ 로 증가하여 굴곡되는 경향을 보였다. Welch et al.(1995)의 연구에서는 임팩트 시 오른쪽 무릎이 45° 굽혀진다고 보고하고 있고, Inkster, Murphy, Bower와 Watsford(2010)의 결과에서도 우수 집단은 105° , 비우수 집단에서는 100° 로 나타나 우수 집단에서 더 굴곡 하는 것으로 보고하고 있다. 또한, Choi(2012)의 연구에서도 일반학생의 티볼 배팅 시 왼쪽 무릎이 굴곡되고, 오른쪽 무릎이 신전 되면서 안정된 스윙을 못하고 있다고 보고하였다. 이러한 선행 연구 결과로 비추어 볼 때 임팩트 시 오른쪽 무릎을 굴곡시키는 것은 상체의 무게를 오른발이 지지하고 신체의 밸런스를 유지하는 데에 도움이 되는 것으로 사료된다.

야구 배팅 동작에서 가장 중요한 요인으로 몸통의 회전을 중요시하고 있다. 본 연구에서도 골반의 각도를 분석한 결과, $120.47 \pm 19.89^\circ$ 에서 $105.60 \pm 21.75^\circ$ 로 감소하여 임팩트 시 회전이 더 크게 나타났다. Lee(2003)는 엘리트 선수의 경우 임팩트 시 골반의 각도가 좌우 축을 기준으로 $-55.50 \pm 20.16^\circ$, Choi(2012)는 $-74.49 \pm 7.34^\circ$ 로 보고하여 임팩트 시 골반이 투수 쪽을 향한 것을 알 수 있으나 본 연구의 대상자는 투수 쪽으로의 골반 회전이 덜 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

Han et al.(1996)은 프로 선수와 대학 선수 간의 타격 동작 중 가장 현격한 차이를 보인 변인으로 골반 회전 속도를 들었는데, 프로 선수의 경우 하체를 이용한 반면, 대학 선수의 경우 상체에 강한 회전을 가하는 양상을 보였다고 하였다. 본 연구에서도 골반의 각속도가 증가하는 것으로 나타나 배트 속도의 향상에 기여한 것으로 사료된다. 또한, Kang(1996)의 연구에서도 상체의 각운동량이 임팩트 순간에 최대값을 나타내었고, 그 값이 줄어들 때 배트의 각운동량이 최대가 되어 각운동량의 전이가 이루어진다고 보고하였다. 즉, 관성모멘트가 가장 큰 몸통의 각

속도를 크게 함으로써 각운동량을 증가시키는 것이 배트의 속도를 증가시키는 데에 큰 역할을 하는 것으로 사료된다.

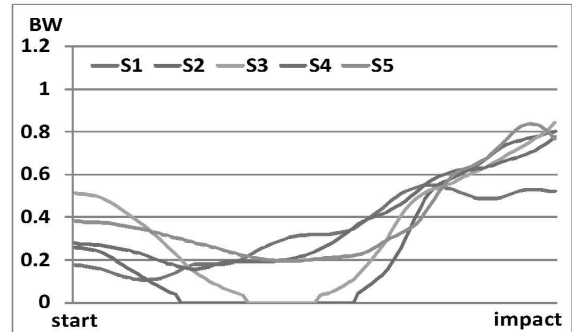


Figure 6. Vertical ground reaction force of left foot before class

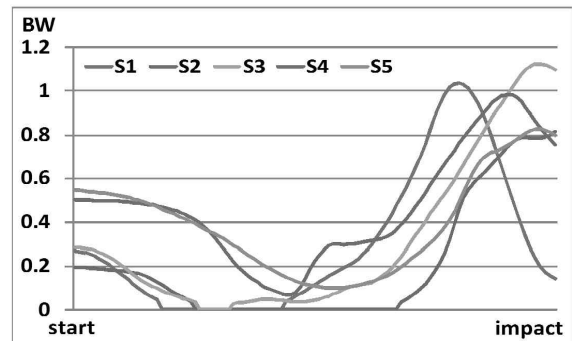


Figure 7. Vertical ground reaction force of left foot after class

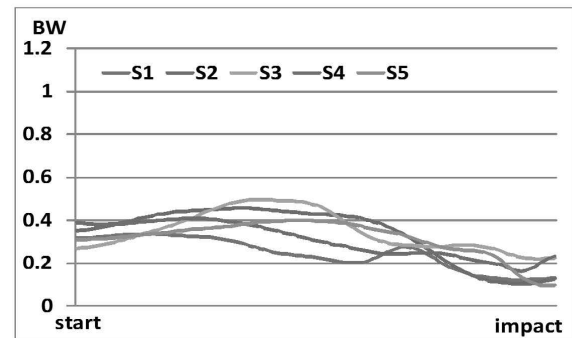


Figure 8. Vertical ground reaction force of right foot before class

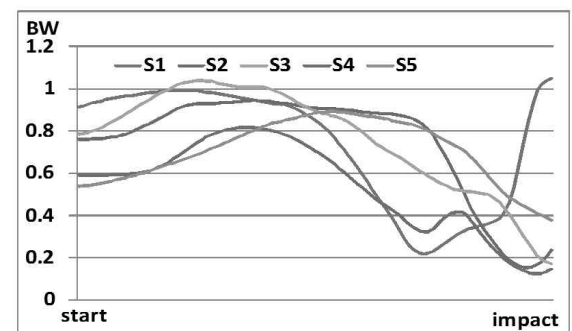


Figure 9. Vertical ground reaction force of right foot after class

An(1987)은 스트라이드 시 투수 측의 발에 가해지는 힘은 후방에서 전방, 투수 측, 후방의 순으로 힘이 미치기 때문에 안정된 배팅은 하반신의 균형 잡힌 힘의 변화에 의해서 훌륭하게 수행할 수 있게 되므로 스트라이드와 좌, 우측 발이 지면에 가해지는 힘의 변화를 분석하는 것이 필요하다고 하였다. <Figure 6, 7, 8, 9>는 수업 전과 후에서 나타난 왼발과 오른발에 대한 지면반력 결과를 동작 시작부터 임팩트까지 노멀라이즈한 결과이다.

<Figure 6, 7>에서 보듯이 수업 전과 후에서 왼발의 지면반력 형태를 비교하면 왼발의 이지 동작을 보인 대상자가 2명에서 3명으로 늘어났으며 임팩트 직전 지면반력의 그래프가 위로 볼록한 포물선 형태를 보여 왼발로 체중을 이동하고 있다는 것을 보여주고 있으며 그 크기도 자기 체중에 가까운 크기로 증가한 것을 나타내고 있다. 또한 <Figure 8, 9>에서 보듯이 오른발의 지면반력의 경우, 수업 후에서 지면반력의 크기가 증가한 상태에서 감소한 것으로 보아 오른발로의 체중 이동이 되었다가 왼발로 옮겨진 것을 확인할 수 있다.

Lee(2003)의 연구에서 임팩트 시 오른발에 20.81%를 남겨 두고 94.88%의 체중이 왼발로 이동하여 공을 타격하였다고 보고 하였는데, 본 연구의 결과에서는 수업 후 72%정도의 크기로 왼발로 이동하여 공을 타격한 것으로 나타나 체중 이동이 아직 부족한 것을 알 수 있다. 이에 초보자를 지도할 때 왼발로의 체중 이동에 초점을 맞추어 지도해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 대학 야구 강의를 통하여 초보자들이 타격 동작에 어떠한 변화가 나타났는지 배트의 속도와 몸통과 분절의 각도, 각속도 등을 비교, 분석하는 데에 있다. 이를 위하여 야구 수업을 받지 않은 대학생 5명을 대상으로 수업 전과 후 2회에 걸쳐 8대의 적외선 카메라와 2대의 지면반력기를 사용하여 3차원 영상분석을 실시한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 스윙 구간에서의 소요시간이 수업 후에서 줄어들었다.

둘째, 배트 끝의 최대 속도가 증가하였다.

셋째, 임팩트 시 골반과 왼발 끝의 회전 각도가 증가한 반면, 왼쪽 팔꿈치는 수업 전보다 굴곡되었다.

넷째, 왼발의 지면반력이 최대가 되는 스윙 시점에서의 지면반력 크기가 증가하였다.

이와 같은 결론으로 볼 때 수업 전 초보자들의 타격 동작은 허리 회전과 하체의 중심 이동이 없이 팔로만 스윙하는 경향을 보였으나 수업 후 하체를 이용한 스윙으로 교정된 모습을 확인할 수 있었다. 추후 연구에서는 피칭 머신을 이용하여 실제에 가까운 환경에서의 연구가 기대된다.

참고문헌

- An, Y. P.(1987). A mechanical analysis of batting motion in baseball. *The Korean Journal of Physical Education*, 26(2), 199-210.
- Bae, W. H.(1992). *A study of biomechanical factors affecting the ball velocity and the ball control during overarm pitch in baseball*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Kyungpook National University.
- Chang, S. H.(2009). *The kinematic analysis of baseball batting motion of university baseball players*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Konkuk University.
- Choi, H.(2012). *A comparative analysis of biomechanical the tee-ball batting patterns between middle school baseball players and students*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Korea National University of Education.
- Han, T. R., Yoo, M. J., Chung, S. G., & Lee, S. G.(1996). Three dimensional batting motion analysis of korean professional and college baseball players. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 14(1), 22-30.
- Inkster, B, Murphy, A, Bower, R, & Watsford, M.(2010). Differences in the kinematics of the baseball swing between hitters of varying skill. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, e12-e13.
- Kang, M. S.(1996). Biomechanical analysis of baseball batting. *Journal of Physical Education Sports Leisure Studies*, 3(1), 165-174.
- Kang, M. S.(1997). A study on the 3-D cinematographic biomechanics analysis of baseball batting. *The Korean Journal of Physical Education*, 36(1), 291-298.
- Katsumata, H.(2007). A functional modulation for timing a movement: A coordinative structure in baseball hitting. *Human Movement Science*, 26, 27-47.
- Kim, J. T.(1994). *A Study of dynamic movement of center of gravity and joint change in batting of baseball*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Dong-A University.
- Lee, G. B.(1998). *The kinematic analysis of over-arm fast pitching motion for elementary, high-school and college pitchers*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Seoul National University.
- Lee, Y. S.(2003). The study of batting characteristics in elite baseball players. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(1), 173-184.
- Miyaniishi, T.(2007). *Effects of elbow extension of leading arm on bat head velocity in baseball batting*. Poster session presented at the International Society of Biomechanics Congress, Taipei.
- Welch, C. M., Banks, S. A., Cook, F. F., & Draovitch, P.(1995). Hitting a Baseball: A biomechanical description. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 22(5), 193-201.