



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

농구 3점슛 동작에 대한 운동역학적 분석

충남대학교 대학원

체육학과 체육학전공

리 근

지도교수 오 정 환

2008년 6월

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구 문제	3
4. 연구의 제한점	3
5. 용어의 정의	4
II. 이론적 배경	5
1. 농구의 슈팅	5
2. 농구 점프슛의 운동학적 연구	8
3. 지면반력	10
III. 연구 방법	12
1. 연구 대상자	12
2. 실험 및 분석도구	12
3. 실험 절차	15
4. 자료 처리	17
5. 자료 분석	18
6. 통계 처리	21
IV. 결과 및 논의	22
1. 구간별 인체중심의 이동변위	22
2. 구간별 소요시간	25
3. 국면별 무게중심의 속도	26
4. 국면별 상지분절의 각속도 요인	27

5. 지면반력의 요인	31
V. 결 론	33
참고문헌	34
Abstract	37

표 목 차

표 1. 연구대상자의 신체적 특성	12
표 2. X축에 대한 인체중심의 이동 변위	22
표 3. Y축에 대한 인체중심의 이동 변위	23
표 4. Z축에 대한 인체중심의 이동 변위	24
표 5. 구간별 소요시간	25
표 6. 무게중심의 속도변화	26
표 7. 상완(Upperarm)의 각속도	28
표 8. 전완(Forearm)의 각속도	29
표 9. 손(Hand)의 각속도	30
표 10. 지면반력의 X,Y,Z값	31

그 립 목 차

그림 1. Photron Fastcam Pci 고속카메라	13
그림 2. 지면반력기	14
그림 3. 증폭기	15
그림 4. 인체 관절점의 좌표화	16
그림 5. 국면 및 구간 설정	18
그림 6. X축에 대한 인체중심의 이동 변위	23
그림 7. Y축에 대한 인체중심의 이동 변위	24
그림 8. Z축에 대한 인체중심의 이동 변위	25
그림 9. 구간별 소요시간	26
그림 10. 무게중심의 속도변화	27
그림 11. 상완(Upperarm)의 각속도	28
그림 12. 전완(Forearm)의 각속도	29
그림 13. 손목관절 각도	30
그림 14. 지면반력 X,Y,Z	32

I. 서 론

1. 연구의 필요성

현재 세계 각국에서 많은 스포츠가 성행하는 가운데, 국내스포츠도 사회적, 정치적, 상업적으로 높은 비중을 차지하고 있다. 그중 농구는 엘리트체육과 생활체육의 양면에서 상당한 인기를 누리고 있는 종목이다. 특히 청소년들이 건강증진 및 여가선용을 위해 농구를 하는 시간이 점차 높아지고 있다(이병원, 1996).

농구경기는 1891년 Naismith에 의해 창안되었으며, 우리나라에는 1907년 Gillet에 의하여 소개되었으며, 그 대중적 위치는 프로야구나 프로축구와 함께 대등한 위치에서 그 인기를 더해가고 있다. 농구는 여러 가지 기본기술(패스, 드리블, 가딩, 슈팅등)이 복합적으로 결합되어, 주어진 짧은 시간안에 슈팅의 득실로 승패를 가르게 되는데, 이러한 기본기술 중 슈팅(shooting)동작은 득점과 직접 연결이되는 가장 중요한 기술이다(최지영, 1992).

한편, 농구경기는 패스, 드리블을 비롯하여 마지막 목표인 슛 동작까지 직접 손으로 공을 다루고 있기 때문에 다른 구기 운동보다 경기양상이 활발할 뿐만 아니라 고도의 기술과 각종 묘기가 속출되므로 관중이나 경기하는 선수들 모두가 상당한 흥미를 갖게 된다(Glenn, 1982).

또한, 농구경기는 자유투를 제외한 모든 기술들이 동적인 환경 속에서 수행되고 있는 만큼 똑같은 기술이라 할지라도 경기의 상황과 흐름에 따라 신속하고 민첩한 동작으로 대처하지 않으면 안된다. 특히 농구경기의 공격기술은 상대의 방어를 뚫고 볼을 운반하는 패스와 드리블, 득점과 연결하는 슛팅, 그리고 슛의 실패로 인하여 튀어나오는 볼을 쟁취하기 위한 리바운드 기술이 기초를 이루고 있다. 이 가운데 슛팅은 경기의 승패를 좌우하는 최상의 공격목표이며, 최종적 목적이기 때문에 관심을 가지고 연구하고 있다(방열, 1995).

점프슛 동작은 패스된 공이나 드리블 후 정지 상태에서 빠른 동작으로 무릎을 굴곡시켜 점프하는 동시에 농구공을 상방으로 올린 다음, 점프의 최고점에 도달했을 때 팔꿈치 관절을 신전시키고 손목 관절의 스냅을 이용하여 농구공이 골대를 향하도록 전방

으로 포물선을 그리며 투사하는 동작이다. 점프슛 동작은 릴리스시 볼의 투사위치가 높고, 점프시 농구공을 조절할 수 있는 시간요인이 부여됨으로 슈팅의 타이밍을 방어자가 예측하기 힘들기 때문에 득점의 효과가 높아 가장 빈번하게 행하여지는 슛 동작이다.

반면, 점프 슛은 중장거리에서 많이 실시되는 슈팅 동작으로 거리요인에 의하여 훅슛이나 레이업 슛(lay-up shoot)과 비교하여 정확성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다.

한국 농구선수는 세계적 농구 강국의 선수들에 비하여 신장과 체력이 외소하기 때문에, 국제대회에서 이를 극복하기 위한 방편으로써 득점의 대부분을 중장거리 슈팅에 의존하고 있는 실정이다(김홍백, 1983).

점프슛은 이러한 국내 농구 선수들에게 효과적인 득점 방법으로써 점프슛을 이용한 다양한 게임전략의 개발이 이루어져야 하는데, 이를 위해서는 슛팅의 성공률을 높이기 위한 슛 동작의 분석을 통해 동작의 정립이 우선적으로 이루어져야 한다.

점프슛 동작은 유리한 투사 높이의 확보와 수평거리 요인으로 인하여 부가적인 운동량을 필요로 하기 때문에 과학적인 방법에 따른 각 운동학적 변인간의 상호관계를 정확히 규명하는 길이 필요하다.

박찬휘(1991)는 컴퓨터그래픽 시뮬레이션을 통해서 슛동작시 투사각과 투사속도를, 김영태(1991)는 농구 점프슛의 운동학적 분석을, 최지영(1992)은 투사거리에 따른 농구 점프슛의 운동학적 분석을, 이병원(1996)은 원핸드 점프슛에서 슛거리와 신장이 동작의 역학적 변인에 미치는 영향을, 박제영(1998)은 여자농구 선수들의 신장에 따른 점프슛 동작의 운동학적 분석을, 그리고 이동진(1999)은 농구 3점슛 동작의 운동학적 분석을, 김형수(2000)는 여자농구 센터포지션을 중심으로 한 원핸드 점프슛의 3차원 운동학적 분석, 박성운(2001)은 농구 자유투동작의 운동학적 분석을, 박현수(2004)는 농구 자유투 동작의 운동학적 분석을, 김종현(2006)은 농구 자유투 동작과 3점슛 동작의 운동학적 분석을 실시하였다.

하지만 국내에서 농구 점프슛에 대한 선행연구들 대부분은 영상분석의 연구로 국한되어 있는바, 높은 점프를 위한 힘의 발휘와 이에 대한 적절한 투사 타이밍, 점프시 안정된 자세, 투사시 양팔의 위치와 신체의 회전등이 중요한 내용들이면서도 불구하고 이와 같은 중요한 내용들에 대한 연구들이 결여되어 있는 것으로 나타났다.

따라서 3차원 영상분석과 지면반력 분석을 통해 성공적인 점프 슛 동작에 필요한 신체분절의 운동학적 요인과 운동역학적 요인을 규명하여 점프 슛의 성공율을 높이는데

필요한 과학적인 기초자료를 제공하는데 그 필요성이 있다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 농구경기에서 많이 사용되는 고도의 기술인 3점슛 동작을 3차원 영상 분석과 지면반력 분석을 통하여 점프슛 동작에 필요한 운동학적 요인과 운동역학적 요인을 규명하여 성공적인 3점슛을 수행하는데 필요한 과학적인 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

3. 연구 문제

농구 3점슛 동작에서 점프슛에 관한 운동학적, 운동역학적 변인들을 규명하기 위한 본 연구의 문제는 다음과 같다.

- 1) 농구 3점슛 동작의 점프슛에 관한 국면별 인체중심의 이동변위, 구간별 소요시간, 국면별 무게중심의 속도, 국면별 상지분절의 각속도요인, 지면반력의 요인에 대하여 분석 한다.
- 2) 농구 3점슛 동작의 점프슛에 관한 지면반력 요인에 대하여 분석한다.

4. 연구의 제한점

- 1) C대학교에서 재학 중인 남자농구 선수 6명으로 제한하였다.
- 2) 실제 경기상황이 아닌 실험상황 하에서 수비선수의 방어 없이 수행하게 하였다.
- 3) 3점슛 동작은 원핸드 점프슛으로 한정한다.

5. 용어의 정의

- 1) 축 : 본 연구에서 슷 진행방향을 Y축, 지면에 대하여 수직방향을 Z축, Y축과 좌우로 직교하는 방향을 X축으로 정의한다.
- 2) 고관절각 : 고관절과 어깨관절의 연장선과 고관절과 무릎관절의 연장선이 이루는 각
- 3) 무릎관절각 : 무릎관절과 고관절의 연장선과 무릎관절과 발목관절의 연장선이 이루는 각
- 4) 어깨관절각 : 어깨관절과 팔꿈치 관절의 연장선과 어깨관절과 고관절의 연장선 이루는 각
- 5) 팔꿈치관절각 : 팔꿈치관절과 어깨관절의 연장선과 팔꿈치관절과 손목관절의 연장선이 이루는 각
- 6) 손목관절각 : 손목관절과 팔꿈치 관절의 연장선과 손목관절과 손가락끝이 이루는 각
- 7) 상체전·후경각 : 몸통벡터와 수직선(Z축)이 이루는 각
- 8) 어깨회전각 : 양 어깨의 연결선과 슷 진행방향(Y축)이 이루는 각을 XY면에 투영시킨 각
- 9) 신체분절의 무게중심 : 신체의 각 분절에 작용하는 중력점의 합이 일치하는 곳으로 회전력이 0이 되는 점
- 10) 지면반력(ground reaction force) : 지면반력기를 통하여 일차적으로 얻어지는 좌우(Fx), 전후(Fy), 상하(Fz) 3방향의 힘
- 11) 추진력(propulsive force) : 운동체의 속도 벡터와 같은 방향의 힘 성분으로 운동을 일으키거나 지속시키는 역할을 하는 힘
- 12) 부하율(loading ratio) : 최대 수직 지면반력과 움직임을 시작하여 그 힘이 발현되는데 소요된 시간의 비율
- 13) 부하감소율(decay ratio) : 최대 수직 지면반력과 그 힘이 발현되면서부터 이지까지 소요되는데 걸리는 시간의 비율

II. 이론적 배경

1. 농구의 슈팅(shooting)

농구경기는 드리블, 패스, 슈팅, 전략, 전술 등이 어우러져 경기가 진행된다. 그러나 드리블이나 패스기술, 또는 전략이 아무리 훌륭하더라도 득점을 하지 못하면 경기에서 승리할 수 없다. 이렇듯 경기에서 쏘는 가장 중요한 요인으로써 많은 지도자들은 선수들에게 쏘에 대한 중요성을 강조하고 많은 시간을 슈팅훈련에 할애하고 있는 실정이다. 이러한 슈팅동작은 다른 운동경기와 비교하여 투사동작이 추가되는동작이 대부분이다(박성윤, 2001).

이러한 투사동작은 여러 가지 운동학적 변인에 의하여 영향을 받게 되는데, 슈팅동작 시 슈팅의 정확성 및 농구공의 빠른 릴리스와 관련된 기계학적 요인들은 투사각, 투사 속도, 농구공이 투사되는 높이, 투사되는 농구공의 방향, 투사거리, 입사각 등이 주된 요소로 작용하고 있다(최지영, 1992).

농구기술 중 가장 중요하고 습득하기 어려운 동작이 바로 슈팅동작이다(Cooper 등, 1969).

슈팅에는 일반적으로 백보드의 어느 한곳을 목표로 쏘을하는 뱅크샷(bank shoot)과 바스켓의 림(rim)을 향하여 쏘을하는 림샷(rim shoot) 등의 두 가지 형태로 분류하고 있다(김종선등, 1986).

Brancazio, P.J.(1984)는 슈팅의 결과에 영향을 미치는 투사각도와 투사속도에 대한 감지가 필히 이루어져야 하며, 이는 선수와 코치에 동시에 주어지는 최대 과제라고 하였다. 또한, 김정현(2001)은 농구에서 슈팅은 힘을 준 거리와 볼이 손에 접촉되는 순간의 볼의 속도에 의하여 결정되는데 슈팅의 결과를 결정하는 중요한 것은 높이, 속도, 투사각 그리고 공기저항이라고 하였다.

김제상(1986)의 투사에 관한 연구에 의하면, 3점 샷 성공율은 남자팀이 35.72%, 여자팀이 33.96%, 2점 샷은 남자팀이 50.5%, 여자팀이 57.5%, 자유투는 남자팀이 72.2%, 여자팀이 73.5%로 나타나고 있다고 보고하고 있다.

John W.Bunn(1972)은 슈팅거리와 정확도의 관계 조사에서 거리가 0.9m에서 정확도는

62%로 점차 거리가 멀어져 12m에서는 정확도가 13%로 나타났음을 밝혔다.

농구경기에 있어서 슛 동작의 기본적인 기계학적 원리를 밝히기 위해 많은 연구가 수행되었는데 Cooper와 Siedntop(1969)은 정확한 슈팅의 수행원리를 다음과 같이 기술하고 있다. 훌륭한 슈터(shooter)란 항상 특정목표(rim, board)를 주시하고 있어야 하며, 농구공이 투사되는 순간에도 목표위에 항상 눈의 초점을 유지해야 한다. 슈팅시 좋은 접촉(touch)을 위하여 투사이전에 농구공을 조절(wiggled)하는 것이 좋으며, 또한 바스켓의 림이나 백보드에 농구공이 접촉될 때 리바운드(rebound)를 줄이기 위하여 백스핀(back spin)을 주어야 한다고 밝히고 있다.

또한, 슈팅은 어깨의 내측회전(medial rotation)과 팔꿈치의 신전(extention), 전박부의 회내(pronation), 손목의 굴곡(flexion)으로 특징 지워지며, 바스켓에서 거리가 멀면 멀수록 공에는 전박부의 회내 작용이 더욱 영향을 미치게 된다고 보고하였다. 기술적으로는 슛의 호가 크면 클수록 골이 성공될 확률이 높아지고 마루면을 기준으로 슛 높이가 높으면 높을수록 투사되는 호는 작아진다고 밝히고 있다.

농구경기의 슈팅 결과에 영향을 미치는 주요 변인에는 투사높이, 투사각도, 투사속도 및 공기저항등이 있다. 이들 변인들 중에서 투사높이는 신체적 특징과 슛의 종류 및 슈팅시의 신체 자세에 의하여 결정되므로 고정적 변인으로 간주할 수 있다. 따라서 공기저항을 무시했을 때, 골인에 영향을 미치는 가변적 변인으로는 슈팅시의 투사속도와 투사각도로 합축될 수 있다.

Kirby와 Robert(1985)는 농구 투사시 농구공에 적용되는 투사각도와 투사속도는 투사 동작의 정확도를 결정짓는 가장 중요한 요소중의 하나로, 투사각에 영향을 미치는 요인으로는 선수의 팔의 길이, 점핑능력, 방어자의 위치 및 투사거리, 투사위치에 따라 달라지게 되며, 투사거리가 멀면 멀수록 투사각은 작아지게 된다고 하였다.

Toyoshima, S.(1981)에 의하면 슈팅의 성공여부는 주로 투사각도와 투사속도에 의해 결정되며, 투사속도는 슈팅시 볼에 가해지는 힘에 관련된 변인인 반면에, 투사각도는 공간과 시간에 관련된 변인이라고 하였다. 또한 그는 슈팅에서의 65~85%는 투사속도에 기인한 것이라고 보고함으로써, 농구 슈팅의 가장 중요한 변인은 투사각도를 조절하는데 있다고 보고한 Mortimer(195)의 연구결과와 상반된 견해를 제시하였다.

한편 Hay, J. G(1985)에 의하면, 슛팅의 결과에 영향을 미치는 투사각도와 투사속도는 상호 독립적이며 투사각도는 슈팅거리에 의해 간접적인 영향을 받는다고 하였다.

주명덕(1989)의 컴퓨터시뮬레이션(Computer Simulation)을 통한 농구의 최적 투사각도와 투사속도에 관한 연구에 의하면 자유투시 최적의 투사각도는 $48.47 \sim 54.84^\circ$, 3점 피일드 슈팅시 최적 투사각도는 $47.60 \sim 52.25^\circ$ 라고 보고하였다.

또한 Hay, J. G(1985)에 의하면 프리드로우 슈팅시 최적투사각도는 $49.8 \sim 54.5^\circ$ 라고 보고하고 있다.

한편 투사속도에 관한 선행연구를 보면 Cooper(1982)는 프리드로우 슈팅시 투사속도는 남녀선수 모두 평균 7.55m/s 라고 했으며 Toyoshima(1981)는 4.225m의 중장거리 슈팅시 투사속도는 $7.29 \pm 0.11\text{m/s}$, 6.025m의 장거리 슈팅시 투사속도는 $8.37 \pm 0.15\text{m/s}$ 측정량을 제시하였다.

주명덕(1989)은 최적 투사속도는 프리드로우 슈팅시 $7.33 \sim 7.39\text{m/s}$, 3점 피일드 슈팅시 $8.35\text{m/s} \sim 8.38\text{m/s}$ 라고 보고하였다.

Hudson(1983)의 연구에서는 초심자, 중급자, 숙련자의 비교연구에서 기술수준과 관계 없이 농구공의 투사속도($7.22 \sim 7.05\text{m/s}$)와 투사각도($52.4 \sim 52.9^\circ$)는 각각 독립적인 요인으로 작용한다고 하였다.

Brancazio(1984)는 농구공 슈팅시 속도와 각도에 따른 성공율을 분석하였는데 자유투거리(4.60m)에서 1.82m신장의 선수가 (릴리스 지점은 마루면을 기준으로 2.44m) 최소의 힘으로 투사하기 위한 속도는 7.16m/s 로 이러한 속도에 적합한 투사각도는 49° 로 그 범위는 $46 \sim 53^\circ$ 로 투사되는 것이 이상적이라고 밝혔다.

Hay(1973)는 농구공이 릴리스되는 높이는 슈터의 신체적 특징과 사용하는 슈팅 형태에 따라 달라진다고 하였으며, Brancazio(1984)와 Martin(1981)은 신체의 무게중심이 최고정점에 이르렀을 때 농구공이 투사되는 것이 가장 이상적인 슈팅이라고 하였다.

반면, Szymancki(1967)는 4명의 NBA가드의 점프슛 동작을 분석한 결과 모든 경우의 점프슛의 릴리스는 점프가 정점에 이르기 전에 발생한다고 하였다.

농구공과 손의 접촉은 적은 변화에도 슈팅의 형태나 투사방향 등에 커다란 영향을 미치게 되는데 슈팅시 우세한 손(dominant hand)이란 농구공이 바스켓에 릴리스될 때 공과의 접촉을 오래 지속하는 손을 말하며, 슈팅을 하기위한 농구공을 잡는 위치는 일반적으로 농구공이 손가락 위에 있어야 한다고 하였다(Bunn, 1955).

반면, Macanly(1970)는 농구공의 효과적인 조절을 위하여 보다 넓은 손바닥이 농구공의 표면과 접촉되어야 하기 때문에, 손바닥 안에 농구공이 있어야 한다고 하였다.

Sharman(1967)는 농구공을 투사하는 손의 검지와 엄지는 투사하는 손의 어깨선을 기준으로 V자를 형성하고 있어야 한다고 하였으며, 수지말절골(distal phalangers)과 엄지는 농구공의 균형을 유지하고 이러한 손의 안정된 위치는 농구공을 조절하기에 가장 적합하고 차후로 정확한 투사동작으로 연결될 수 있다고 하였다.

농구 슈팅시 팔로우드로(follow-through)는 근본적으로 농구공이 릴리스된 후에도 지속적으로 이루어져야 하는데, 이러한 팔로우드로는 슈팅동작 절차의 연속동작으로 슛 동작이 너무 빠르게 종료되는 것을 방지해주고 착지시 운동상해로부터 관절을 보호하는 역할을 한다. 또한, 한 신체분절에서 다른 신체분절로 운동량을 전달하는 과정을 부드럽게 수행되게 해준다. 따라서 팔로우드로는 투사동작의 흐름을 계속 유지함으로 해서 보다 안정된 슈팅을 할 수 있다.

Cooper & Adrian & Glassow(1982)는 팔로우드로가 이루어지는 동안 어깨의 내측회전과 전박부와 손목의 회내동작이 발생한다고 하였으며, Hartley(1971)는 농구공이 릴리스된 후 팔로우드로시 슈터의 손은 외측 회전(outward turn)을 함으로써 일반적으로 손에서 발생하는 내측회전(inward rotation)을 상쇄시킨다고 보고하였다.

2. 농구 점프 슛의 운동학적 연구

농구에서의 슈팅은 점프, 레이업, 덩크, 사이드, 후크, 프리드로 등 다양하며, 이 중 점프 슛이 가장 중요시 되고 있다. Allsen(1967)은 39개팀을 대상으로 실재경기에서 쓰여진 슛의 빈도에 대한 통계(Lay up Shoot과 Tip in Shoot은 제외)에서 총 3180회의 슛중 점프 슛 67.20%, 원핸드 세트 슛 21.01%, 오른손 세트 슛 8.01%, 왼손 후크 슛 2.29%가 이용되었다고 밝히고 있으며, 스페인 농구 리그에서도 41%의 정도의 점유율을 보이고 있다(Asociacion Clubs Baloncesto, 1997).

점프 슛은 농구경기중 중장거리에서 주로 사용되는 슛 동작으로 투핸드 점프 슛과 원핸드 점프 슛으로 나눌 수 있다. 실제적으로는 투사되는 순간 농구공과의 접촉을 오래 지속할 수 있는 원핸드 점프 슛을 사용하고 있다.

점프 슛 동작은 여러 가지 기계학적인 요인 중에서도 특히 거리요인에 따른 투사속도와 각도의 변화, 선수의 점프 능력에 따른 농구공의 릴리즈되는 높이의 변화, 슈팅시의 안정성 등이 슛동작의 성공여부를 결정짓는 중요한 요소로 작용한다.

점프 샷은 투사시 손목과 팔꿈치의 신전운동, 그리고 손가락의 굴곡운동에 의하여 이루어지므로 세트 샷과는 달리 볼을 위 앞으로 보낼때 무릎의 신전운동을 이용할 수 없어 팔과 손에 상당한 근력이 필요하다.

Cooper와 Adrian(1989)는 점프의 원리를 도약력을 요구하며 도약하는 각도는 도약하고자 하는 방향에 의하여 결정되는데 점핑능력은 마루면에 대하여 발휘한 힘과 힘이 작용된 시간($f \times t$)에 의해 추진력(impulse)이 측정된다고 밝히고 있다. 점프는 무릎관절이 굴곡한 후 발로 마루면을 미는 힘에 의해 성취되며, 대부분의 숙련자는 최소의 시간에 최대의 힘을 적용하여 점프를 수행한다고 하였다.

Bishop와 Hay(1982)는 점프 슈팅시 사용되는 기본적인 요소들에 관해서 농구공은 최고정점에 도달한 다음에 투사되며, 선수가 공중에 있을때 팔과 다리의 움직임이 다소 발생되지만 그렇게 중요한 요인은 못된다. 농구공의 투사는 포물선을 형성하면서 비행하여야 하며, 이러한 투사를 하기 위해서는 무릎과 고관절의 굴곡이 필요하다. 선수가 착지할 때 무릎의 신전은 적절하지 못한 동작이며 선수가 공중에 있을때 정지동작은 시간요인을 증가시킨다고 밝히고 있다.

점프 샷은 어느 시점에서 농구공을 투사하여야 하는가에 대한 연구에서 여러 체육학자(Brancazio, Hess, Martin, Macaulay)들은 점프가 정점에 이르렀을 때 실시하는 것이 좋다고 밝히고 있다. 그 이유는 점프가 정점에 이르렀을 때 상승하려고 하는 운동량과 지구의 중력이 서로 상쇄되므로 운동수행을 조절하기가 용이해지기 때문이라고 하였다.

Gates와 Holt(1983)는 점프 샷팅시 신체의 위치는 바스켓을 정면으로 두고 실시되어야 하는데, 이러한 자세를 스쿼링업(squaring up)자세라고 부르고 있다. 스쿼링업 자세란 오른쪽의 어깨가 왼쪽보다 약간 앞에 나와 있는 자세를 뜻한다. 즉, 숙련된 선수는 미숙련자에 비해 농구공을 투사하기 위하여 다소 적은 스쿼링(squaring)을 보이고 있는 것이 발견되었다고 밝히고 있다.

손승, 이중숙(2006)은 점프샷 동작의 3차원 영상분석을 통해 슈팅구간에서 어깨관절 각도, 팔꿈치관절 각도, 손목관절 각도의 변화량은 숙련자 집단이 크게 나타났고, 릴리스 시 정렬각도는 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 작게 나타났다고 보고하였다.

김형수, 박제영(1999)은 가드 포지션을 중심으로 여자 농구 선수들의 원핸드 점프샷의 운동학적 분석에서 투사각도는 52.65° , 볼의 정렬각도는 18.68° , 투사높이는 2.23m, 투사

속도는 6.97m/s 이었으며, 신체의 무게중심이 최고점에 이르기 전에 볼이 투사되었음을 보고하였다.

김형수(2000)는 여자 농구선수를 대상으로 원핸드 점프슛에 대한 영상분석에서 릴리스 시 볼의 투사 각도는 55.9°, 투사속도는 6.74m/s, 정렬각도는 26.68° 이었으며, 투사 동작 시 팔꿈치의 운동범위를 줄이고 어깨 관절의 가동력을 크게 하며, 손목의 스냅을 이용한 슛을 실시하였다고 보고하였다.

Toyoshima와 2인(1981)은 효과적이고 정확한 슈팅을 위한 연구에서 숙련자의 경우에 거리에 따른 슈팅의 평균속도와 각도, 릴리스되는 높이가 2.43m일 때 5.83m/s, 57.0°, 2.00m이고, 4.23m일 때 7.32m/s, 53.3°, 2.04m이며, 6.025m일 때 8.25m/s, 53.7°, 2.00m로 보고하고 있다. 이는 투사되는 거리가 멀면 멀수록 투사되는 각도는 적어지고 전완과 손목의 부가적인 운동량에 의한 투사속도가 더 가중되어야 한다는 것이다.

3. 지면반력

1) 지면반력기

인체는 항상 중력이 작용하기 때문에 대부분의 운동은 지면과의 상호작용에 큰 영향을 받는다. 인체의 내력과 중력이 지면에 작용하면 이에 대한 반작용력인 지면반력(ground reaction force; GRF)이 발생하게 되고 이러한 힘들에 의해 운동이 수행된다. 또한, 지면에서 이지된 공중에서의 운동이라도 실제 운동의 결과는 지면반력에 의해 많은 부분이 결정된다. 즉, 인체의 내부에서 발생된 힘과 중력에 의한 지면반력은 인체 운동에 영향을 미치는 주요한 요인이다. 인체에 작용하는 대표적인 외력인 지면반력은 지면반력기(force platform)를 이용하여 직접 측정할 수 있다(정철수 외1, 2005 ; 박성순 외16, 2005).

2) 지면반력기의 기계적 특성

지면반력 분석 시스템은 크게 직접 지면반력을 측정하는 반력판과 함께 증폭기, A/D 변환기, 컴퓨터로 구성된다. 힘 작용에 의한 전기적 특성 변화가 내부의 전기 회로를

통해 전압의 변화로 나타나는데 이러한 전압의 변화는 매우 미세하므로 증폭기를 통하여 증폭된다. 또한 A/D 변환기는 아날로그 신호인 전압을 디지털 신호로 변환시켜주는 장치로써, A/D 변환기에 의해 디지털화된 전압정보는 컴퓨터의 기억장치에 저장되고, 분석프로그램에 의해 읽혀져 여러 가지 지면반력 변인의 계산에 사용된다. A/D 변환기도 컴퓨터에 의해 제어되기 때문에, 실제로는 컴퓨터가 모든 자료수집 및 처리를 제어하는 셈이다(정철수 외1, 2005 ; 체육과학연구원, 2003).

3) 지면반력기의 분석 및 활용

지면반력기를 통하여 일차적으로 F_x , F_y , F_z , x , y , T_z 의 여섯 가지의 정보를 얻을 수 있다. 여기서 F_x , F_y , F_z 는 좌우, 전후, 상하 3방향의 지면반력을, x , y 는 압력 중심(center of pressure)의 수평좌표를, T_z 는 지면반회전력(ground reaction moment of force)의 수직성분을 의미한다. 지면반력은 판의 표면에 작용하기 때문에 압력 중심의 수직 좌표는 항상 0이며, 지면반회전력은 수직성분(T_z)만을 가진다. 지면반력의 단위는 N이며, 회전력의 단위는 Nm이다.

지면반력의 각 성분은 인체에 작용하는 힘, 충격력, 추진력 등의 분석에 활용된다. 지면반력의 크기는 인체중심의 가속도와 직결되고 특히, 수직 성분은 인체중심의 가속도와 동일한 패턴으로 나타난다.

지면반력기를 통해 추출되는 힘은 지면과의 접촉면에 작용하는 모든 힘의 합력으로, 이 힘의 작용점을 압력중심점이라 한다. 압력중심점의 궤적은 힘의 합력이 작용하는 위치를 나타내는 정보로써 체중의 이동 정도나 양상을 평가하는데 활용될 수 있다. 또한, 지면반회전력은 접촉면과 지면반력기 사이의 회전마찰에 의해 발생하는 압력중심점의 수직축에 대한 비틀림 회전력을 의미하는 것으로, 주로 비틀림에 의한 하지 관절의 상해 가능성에 대한 정보를 제공한다.

지면반력의 각 성분, 압력중심점의 위치, 지면반회전력은 각 변인 자체로써 분석에 활용되지만, 관절에 작용하는 힘과 회전력을 산출하기 위한 역 동역학(inverse dynamics) 분석에서 중요한 자료로 활용된다(정철수 외1, 2005 ; 체육과학연구원, 2003).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 C대학에 재학중인 농구선수 6명으로 선정하였다. 대상자의 신체적 특성은 〈표 1〉과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

대 상	나 이(yr)	신 장(cm)	체 중(kg)	경력(yr)	
선 수	1	22	187	75	12
	2	21	178	74	8
	3	21	192	96	8
	4	21	196	80	4
	5	20	184	79	8
	6	20	184	72	8
M±SD	20.83±0.75	186.83±6.4	79.33±8.71	8±2.53	

2. 실험 및 분석 도구

본 연구에 사용될 실험 및 분석 도구는 크게 영상촬영 및 분석 장비, 지면반력 측정기로 구분된다. 주요 실험 장비는 다음과 같다.

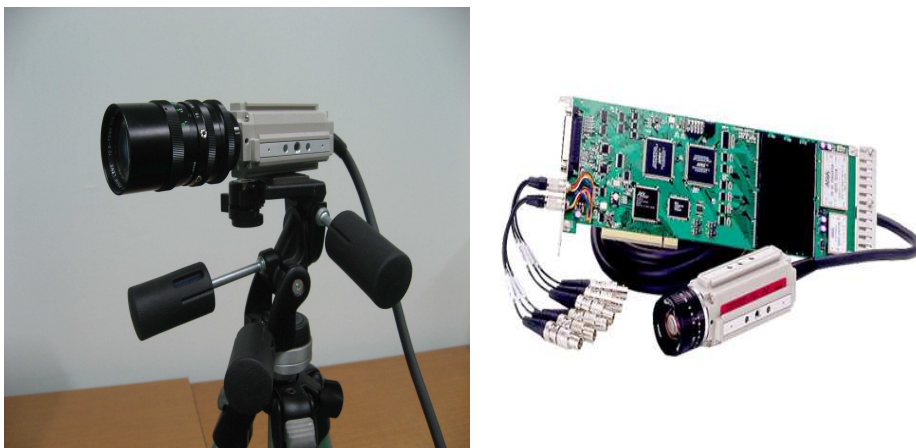
1) 영상 촬영 및 분석 장비

(1) 고속카메라

본 실험에 사용될 카메라는 3차원 영상분석을 위해 고속카메라 〈그림 1〉 2대를 같이

사용하였다. 촬영 속도는 고속카메라는 60frame/s, 노출시간은 1/1000로 하였다.

- 모델명 : Photron FASTCAM PCI(Japan)
- Recording : digital
- Frame rate : max. 500frame/s
- shutter speed : max. 1/2000s
- Resolution : max. 512×512
- Recording duration : 약 4s



〈그림 1〉 Photron FASTCAM PCI 고속카메라

(2) 통제점 틀

3차원 공간좌표를 설정하기 위하여 (주)비솔에서 제작한 가변형 통제점틀을 숫 동작을 포함하도록 높이 3m, 길이 2m, 폭 1m의 직육면체로 조립하여 지면에 수직으로 설치하였다.

(3) 동조용 LED

영상분석과 지면반력기의 동조를 위해 (주)비솔의 VSAD-101인 전압 5V의 신호 발생

기 2대를 각 기기와 동조용 전등과 연결하고 동조용 전등을 지면반력기 근처에 카메라에 잘 보일 수 있도록 설치하였다.

(4) 영상분석 시스템

촬영된 영상의 분석을 위해 동영상 편집 및 디지털라이징, 원자료 및 변인 산출을 위해 (주)비솔의 영상분석 프로그램(KWON3D 3.1)을 이용하였다.

2) 지면반력 측정기

(1) 지면반력기와 증폭기

지면반력기는 Plate에 작용되는 힘의 반력을 연산하여 운동체에 작용되는 Force, Torque 등을 측정하는 장비로서 지면반력 측정을 위해 미국 AMTI사의 지면반력기와 증폭기를 사용하였으며, 두발이 동시에 디딜 수 있게 하였다. 또한, 측정된 지면반력 자료의 처리 및 분석을 위해 지면반력 프로그램(KwonGRF 2.0)을 이용하였다.

지면반력기는 그림 2와 같

- Force Platform(Ground Reaction Force)
- 모델명 : AMTI OR6-5, OR6-7



〈그림 2〉 지면반력기



〈그림 3〉 증폭기

(2) 보조판

지면반력기의 안정 및 피험자들의 슛 동작에 방해가 되지 않도록 하기 위하여 지면 반력기와 동일한 높이의 보조판 6개를 사용하였다.

3. 실험 절차

1) 일반 실험 절차

실험 장소는 실내정규 농구코트에서 실시하였고 동작의 원활한 수행을 위해 20분간 준비운동을 실시하였다. 완전한 준비를 마친 후, 농구 링의 정면 3점라인 밖에서 점프 슛을 실시하였다. 점프슛의 1회 시도 사이에 10초간의 휴식을 가지며, 링을 직접 통과한 클린슛으로 성공한 슈팅 중 1회 동작에 대하여 분석하였다.

2) 영상분석 절차

2대의 카메라는 점프슛 동작을 포함하는 통제점들이 완전히 상에 잡히도록 하여 약 10m의 거리에 설치하였다. 카메라의 높이는 지면으로부터 1.5m 높이로 지면과 수직으로 설치하였다.

실험시 카메라의 개각도는 45°, 노출시간은 1/1000, 촬영속도는 60frame/s로 하였으며, 동조용 LED가 카메라 상안에 포함되도록 설치하였다.

촬영은 실제 동작을 촬영하기 전에 통제점 틀을 약 10초간 촬영하고 제거한 후에 점

〈그림 4〉와 같이 피험자는 정확한 인체 관절점을 디지털화하기 위해 검정색 반바지 타이즈만을 착용하고 인체 관절점에는 랜드마크(landmarks)를 붙여서 실험하였다.

-

- 16 -

3) 지면반력 실험 절차

지면반력기는 지면과 수평을 유지하여 3점 라인 밖에 좌우로 2대를 설치하고 그 주위에 보조판을 설치하였다. 지면반력기에서 얻은 자료는 A/D 변환기를 통해 디지털 자료화 하여 지면반력 분석 프로그램(KwonGRF 2.0)을 이용하였다.

4. 자료 처리

1) 영상자료 처리

통제점 틀의 좌표화는 높이 3m, 길이 2m, 폭 1m의 통제점 틀에 표시되어 있는 총 62개의 통제점을 정해진 순서대로 5번씩 좌표화한 후 파일로 저장하였고, 볼의 진행 방향을 Y축, 지면과 수직 방향을 Z축, Y축과 Z축의 벡터의 외적을 X축(베이스 라인과 평행)으로 설정하였다.

인체 관절점의 좌표화는 인체를 21개의 관절점에 의해 연결된 강체로 정의하며, 농구공의 중심점 1개를 설정하여 총 22개의 포인트를 좌표화하였다. 이때 인체분절 자료(Body segment parameters)와 통제점 좌표화, 인체 관절 중심점의 좌표화, 동조, DLT 방법(Abdel-Aziz & Karara, 1971 ; Walton, 1981)에 의한 3차원 좌표 계산과 자료의 스무딩을 위해 KWON3D(ver. 3.1) 프로그램을 사용하였다. 영상 좌표화 과정에서 나타나는 노이즈를 최소화하기 위해 저대역통과필터(butterworth low-pass digital filter)가 사용되고 차단주파수는 6Hz로 설정하였다.

2) 영상자료와 지면반력 자료의 동조

영상자료와 지면반력 자료의 동조를 위해 동조용 발광다이오드(LED)를 사용하였고, A/D 변환기의 16개 채널은 지면반력기 1대당 6채널씩 총 12채널을 점유할 수 있도록 하고, 나머지 4개 채널 중 1개 채널은 특정 이벤트를 설정할 수 있는 동조용 스위치를 연결하였다.

5. 자료 분석

1) 국면 및 구간 설정

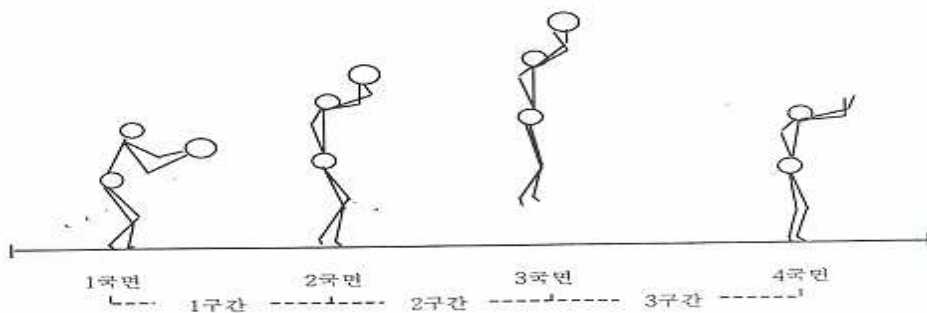
농구 3점슛 동작에 대한 국면과 구간을 다음과 같이 설정하였다.

(1) 국면 설정

- ① 1국면 : 무릎각이 최소각을 이루는 순간
- ② 2국면 : 발끝이 마루면에서 떨어지는 순간
- ③ 3국면 : 농구공이 투사되는 순간
- ④ 4국면 : 발끝이 마루면과 접촉하는 순간

(2) 구간 설정

- ① 1구간 (준비구간 Preparatory Phase)
점프슛을 실시하기 위하여 무릎관절이 최소각을 이루는 순간부터 발끝이 마루면에서 떨어지기 직전까지
- ② 2구간 (슈팅구간 Shooting Phase)
발끝이 마루면에서 떨어진 순간부터 농구공이 투사되기 직전까지
- ③ 3구간 (착지구간 Landing Phase)
농구공이 투사된 직후부터 발끝이 마루면과 접촉하는 순간까지



〈그림 5〉 국면 및 구간 설정

2) 운동학적 변인의 계산

점프슛 동작에 대한 운동학적인 변인은 인체중심의 이동 변위, 구간별 시간요인, 국면별 무게중심의 속도요인, 국면별 각속도 요인, 지면반력요인에 대해 산출하였다.

① 점프 슛 동작의 소요 시간

본 연구에서 언급된 시간은 각 구간별 소요시간을 말하는 것으로 분석구간의 소요시간은 동작이 끝날 때의 프레임 수에서 동작이 시작할 때의 프레임 수를 뺀 후 0.004를 곱하여 산출한 것이다.

따라서 임의 구간의 소요시간은 $0.004 \times \text{프레임 수}$ 이다. 계산식은 ㉗과 같다.

$$T = (F_f - F_i) \times 0.004 \text{ ----- ㉗}$$

T : 점프슛 동작시간 (단위 : sec)

F_f : 최종 프레임 수

F_i : 처음 프레임 수

② 신체중심과 분절의 속도

속도는 변위 함수 S(t)인 식 ㉕을 일차 미분하면 속도의 함수 S'(t)가 산출되는데 식 ㉕에서 구한 신체중심의 변위로부터 신체중심의 속도 및 가속도를 구할 수 있다. 계산하는 식은 ㉘과 같다.

$$S(t) = C_3 t^3 + C_2 t^2 + C_1 t + C_0 \text{ ----- ㉕}$$

$$t = T - X_i, X_i \leq T < X_{i+1}, C_3, C_2, C_1, C_0 : \text{스플라인 상수}$$

3차 스플라인 함수 S(t)에서 미분계수 결정은 다음과 같다. $S(t) = C_3 t^3 + C_2 t^2 + C_1 t + C_0$ 이므로 S(t)의 일차미분 $S'(t) = 3C_3 t^2 + 2C_2 t + C_1$ 이 되며 $t = T - X_i$ 이므로 $S(X_i) = C_1$ 이 된다. 같은 방법으로 이차 미분하면 가속도를 구할 수 있다. 따라서 변위 벡터 X_i의 속도와 가속도는 C₁, 2C₂가 된다.

③ 관절의 각도 및 속도

인접하는 두 관절이 이루는 각도는 벡터의 내적(dot product)의 정의를 이용하였다. 즉, 내적의 정의에 의해 두 벡터 $U = [U_x, U_y, U_z]$ 와 $V = [V_x, V_y, V_z]$ 가 이루는 각 θ 는

$$\cos \theta = \frac{U \cdot V}{|U| \cdot |V|} = \frac{(x_i x_j + y_i y_j + z_i z_j)}{\sqrt{(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2) \cdot (x_j^2 + y_j^2 + z_j^2)}}$$

-----㉔로 정의되므로 계산된 $\cos \theta$ 의 값을 X라 하면 $\theta = \arccos X$ 로 구할 수 있다.

이렇게 산출된 각도 값은 3차 스플라인을 통하여 각도 함수

$A(t) = a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0$ 을 구하고 이 함수의 1차 미분을 통하여 각 속도 함수

$A'(t) = 3a_3 t^2 + 2a_2 t + a_1$ 을 구한다.

④ 신체 중심의 위치

3차 스플라인으로 구한 변위의 일반식은 $S(t) = C_3 t^3 + C_2 t^2 + C_1 t + C_0$ 로 나타나는데, 본 연구에서 구하고자 하는 변위는 신체 중심의 위치이다. 전신의 무게 중심의 위치 SCG는 식 ㉔과 같은 방법으로 구하였다.

14

$$SCG = \left[\sum_{i=1}^{14} (c_{gi} m_i) \right] / M_s \text{ -----㉕}$$

c_{gi} : i 번째 분절의 무게 중심의 위치

m_i : 전체 질량의 백분율로 표시된 i 번째 분절의 질량

M : 인체 측정된 자료의 백분율로 표시된 분절의 질량을 합한 전체 질량

⑤ 지면반력

충격량(I)는 신체가 지면에 수직으로 가한 힘을 시간에 대해 적분시킨 총 면적을 말한다.

$$I = \int_{t_{ro}}^{t_{TD}} F(t)dt$$

tTD : 신체가 지면에 착지한 시간

tTO : 신체가 지면에서 이진한 시간

F(t) : 수직 충격력

I : 충격량

3) 지면반력 분석

농구 3점슛 동작에 대한 지면반력 변인은 전후, 상하, 좌우 방향에 대한 힘에 대해 분석하였다.

6. 통계처리

본 연구 과정을 통해 얻은 3점슛 동작을 결정하는 운동학적, 운동역학적 변인들을 분석하기 위해 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 독립 t-검정을 실시하며, 유의수준은 .05로 설정하였다.

IV. 결과 및 논의

본 연구는 농구 3점슛 동작의 점프슛에 대한 운동학적 변인과 운동역학적 변인을 3차원 영상분석과 지면반력을 통해 분석함으로써 효율적인 동작의 형태를 규명하고자 하였다.

이를 위해 동작을 4국면으로 나누었으며, 1국면은 무릎각이 최소각을 이루는 순간, 2국면은 발끝이 마루면에서 떨어지는 순간이고, 3국면은 농구공이 투사되는 순간이며, 4국면은 발끝이 마루면과 접촉하는 순간으로 설정하였다.

농구 3점슛 동작의 점프슛에 대한 효율적인 동작 형태를 규명하기 위하여 인체 중심의 이동변위, 구간별 시간요인, 국면별 무게중심의 속도요인, 국면별 각속도 요인, 지면반력요인 등을 분석하였다.

1. 구간별 인체중심의 이동변위

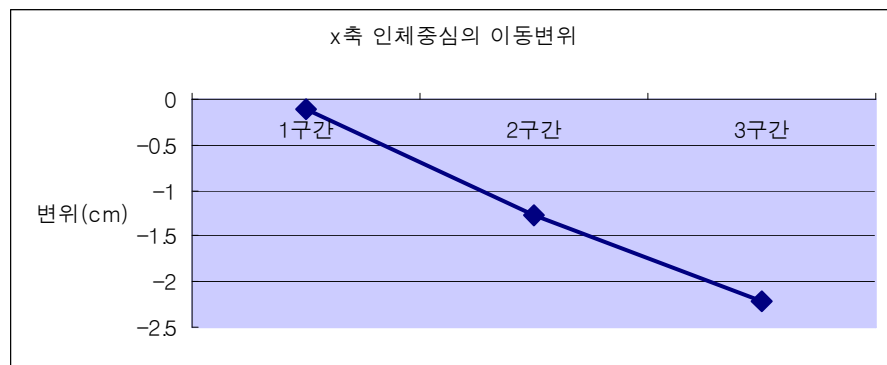
농구 3점슛의 점프슛에 대한 동작 시 구간별 인체중심의 이동변위를 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 2. X축에 대한 인체중심의 이동 변위 (단위 : cm)

Item	1구간	2구간	3구간
M	-0.17	-1.27	-2.13
SD	1.69	1.08	2.26

〈표 2〉와 〈그림 6〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 X축에의 인체중심의 이동변위를 1구간에서 3구간에 걸쳐 나타낸 것으로 $-0.17 \pm 1.69\text{cm}$, $-1.27 \pm 1.08\text{cm}$, $-2.13 \pm 2.26\text{cm}$ 순으로 나타났다. 점프슛 동작 시 전 구간에서 X축에 대한 인체중심의 이동 변위 값이 증가하는 이유는 점프슛은 인체가 지면에서 떨어진 후에 슛 동작을 수행하기 때문에 지면에서 슛을 하는 세트슛 보다 역동적인 동작이라고 할 수 있다. 3구간에서

-2.13±2.26cm로 가장 크게 나타나는 이유로 점프를 한 후 농구공이 투사되기 직전까지는 정확한 슛동작을 위한 상완의 직선움직임으로 인해 X축으로의 움직임을 최소화하려 노력하다가 슛동작이 이루어진 이후에는 안정된 착지동작을 위해 슛동작보다는 큰 인체움직임이 나타난 것으로 나타났다. 정확한 슛 동작을 만들기 위해서는 X축에 대한 인체중심의 이동 변위를 줄이는데 노력을 해야 할 것으로 사료된다.



〈그림 6〉 X축에 대한 인체중심의 이동 변위

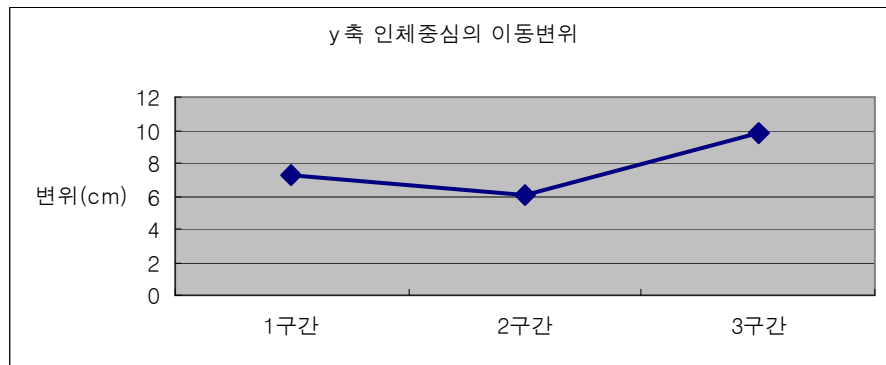
표 3. Y축에 대한 인체중심의 이동 변위 (단위 : cm)

Item	1구간	2구간	3구간
M	7.73	6.02	9.84
SD	3.05	2.94	6.33

〈표 3〉과 〈그림 7〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 Y축에의 인체중심의 이동변위를 1구간에서 3구간에 걸쳐 나타낸 것으로 7.73±3.05cm, 6.02±2.94cm, 9.84±6.33cm로 나타났다.

Y축으로의 인체중심이 1구간에서 2구간보다 높게 나타나는 이유로는 1구간에서는 점프를 준비하는 단계로 효율적인 점프를 위해서 하지관절과 함께 상지 관절 또한 굴곡하기 때문에 2구간에서의 수직운동으로 전환되는 움직임보다는 크게 나타난 것으로 판

단된다. 3구간에서는 슛 동작이 이루어진 후 대다수의 선수들이 앞으로 나가는 동작을 나타냈기 때문에 가장 큰 변위를 볼 수 있었다. 이는 점프슛 동작에서 신체의 무게중심이 최고 정점에 이르렀을 때 농구공을 투사하는 것이 가장 높은 안정성과 정확성을 갖는 이상적인 슈팅(Bishop & Hay, 1978)이라고 하였으며 이 점프 슛 동작을 하기 위해서는 최고정점에서 상지분절을 이용한 직선운동도 포함이 되기 때문에 슛 동작 이후에는 인체중심도 분절의 움직임에 따라 자연스럽게 앞으로 나아가는 것으로 판단된다.



〈그림 7〉 Y축에 대한 인체중심의 이동 변위

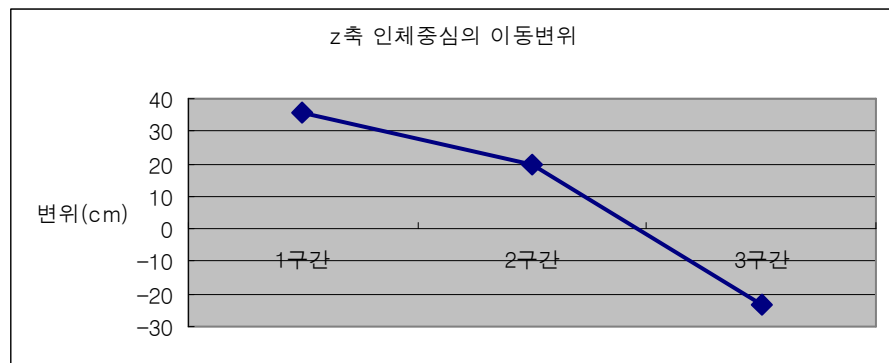
표 4. Z축에 대한 인체중심의 이동 변위 (단위 : cm)

Item	1구간	2구간	3구간
M	35.63	19.83	-23.53
SD	4.26	8.51	7.25

〈표 4〉와 〈그림 8〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 Z축에의 인체중심의 이동변위를 1구간에서 3구간에 걸쳐 나타낸 것으로 $35.63 \pm 4.26\text{cm}$, $19.83 \pm 8.51\text{cm}$, $-23.53 \pm 7.25\text{cm}$ 로 나타났다.

1구간에서 높은 변위값이 나타나는 것은 슛 동작이 단순히 하지 분절만을 이용하는 것이 아닌 몸통 분절과 상지분절로의 효율적인 힘의 전달이 이루어 지는 것으로 분석

된다. 2구간보다 3구간에서 더 큰 변위차가 나타나는 것은 점프시 정점에 다다르기 직전에 슛을 행하는 것과 착지를 할때 떨어지는 충격력을 작게 하기 위해 하지 분절을 굴곡시키는 것에 기인하는 것으로 사료된다.



〈그림 8〉 Z축에 대한 인체중심의 이동변위

2. 구간별 소요시간

농구 3점슛의 점프슛에 대한 구간별 평균 소요시간은 〈표 2〉와 같다.

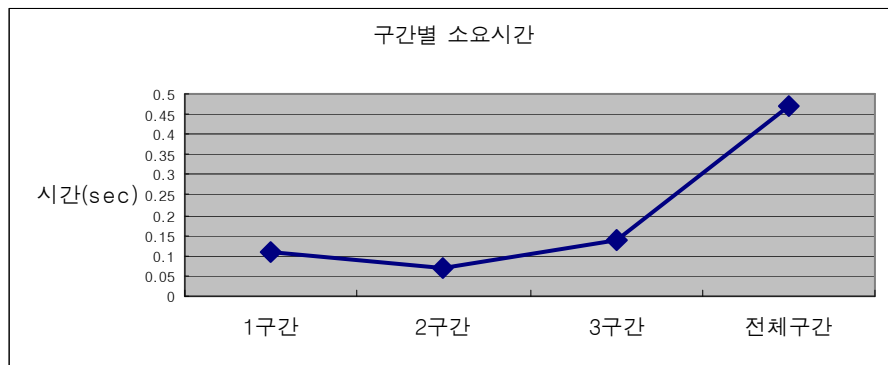
표 5. 구간별 소요시간 (단위 : sec)

Item	1구간	2구간	3구간	전체구간
M	0.11	0.07	0.14	0.47
SD	0.03	0.01	0.02	0.04

〈표 5〉와 〈그림 9〉는 농구 3점슛의 점프슛에 대한 1구간, 2구간, 3구간 및 총 소요시간을 나타낸 것으로 $0.11 \pm 0.03\text{sec}$, $0.07 \pm 0.01\text{sec}$, $0.14 \pm 0.02\text{sec}$, $0.47 \pm 0.04\text{sec}$ 로 나타났다.

농구공의 투사각도와 투사속도에 결정적인 영향을 미치는 2구간에서는 $0.07 \pm 0.01\text{sec}$ 로

가장 짧게 나타났다. 3구간에서는 안정된 착지를 위해 하지관절이 굽혀진 상태로 마루면에 접촉하기 때문에 하지관절이 완전히 이완된 상태인 1구간에 비해 소요시간이 긴 것으로 나타났다. 그림 5는 구간별 시간요인을 나타낸 것으로 2구간이 가장 적은 소요시간을 보이고 있음을 쉽게 알 수 있다.



〈그림 9〉 구간별 소요시간

3. 국면별 무게중심의 속도

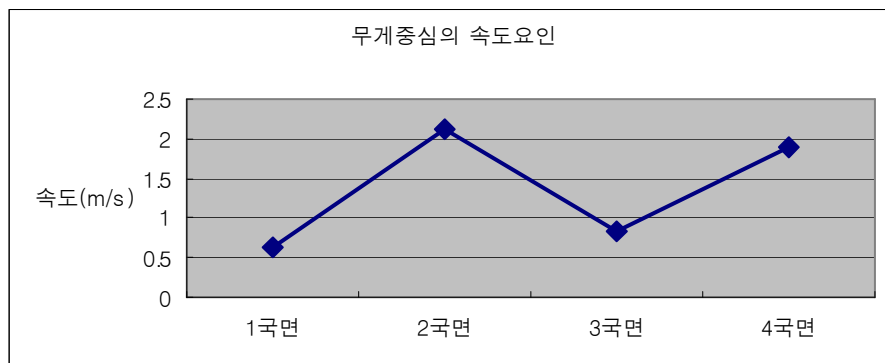
농구 3점슛의 점프슛에 대한 국면별 무게중심의 속도변화를 분석한 결과는 아래에 제시된 〈표 6〉과 같다.

표 6. 무게중심의 속도변화 (m/s)

Item	1국면	2국면	3국면	4국면
M	0.64	2.12	0.84	1.89
SD	0.24	0.49	0.27	0.63

〈표 6〉과 〈그림 10〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 국면별 무게중심의 속도변화를 1국면에서 4국면에 걸쳐 나타낸 것으로 $0.64\pm0.24\text{m/s}$, $2.12\pm0.49\text{m/s}$, $0.84\pm0.27\text{m/s}$, $1.89\pm0.63\text{m/s}$ 로 나타났다.

선행연구에 의하면 이병원, 정의권(1994)은 앤드라인으로부터 6.5m 떨어진 골의 정중앙에서 실시한 원핸드 점프슛 시 신체무게 중심의 수직속도가 발끝이 마루면에서 떨어지는 2국면에서 2.64m/sec , 농구공이 투사되는 순간인 3국면에서는 -0.08m/sec 의 속도요인을 나타낸 것으로 밝히고 있다. 이는 본 연구와 비슷한 결과를 나타내고 있으며 3국면에서 $0.84\pm0.27\text{m/s}$ 로 나타나는 이유는 최고정점에서 농구공이 투사되지 못하고 수직상승하고 있는 순간 투사되고 있는 것으로 판단된다.



〈그림 10〉 무게중심의 속도변화

4. 국면별 상지분절의 각속도요인

본 연구에서는 상완(Upperarm), 전완(Forearm), 손(Hand)분절의 각속도를 분석하였다. 전체적인 결과를 살펴보면 손, 전완, 상완의 순으로 빠르게 나타났는데 이는 슛 동작이 근위분절에서 원위분절로 진행하면서 각속도도 점진적으로 증가하는 것으로 볼 수 있다.

1) 상완(Upperarm)의 각속도

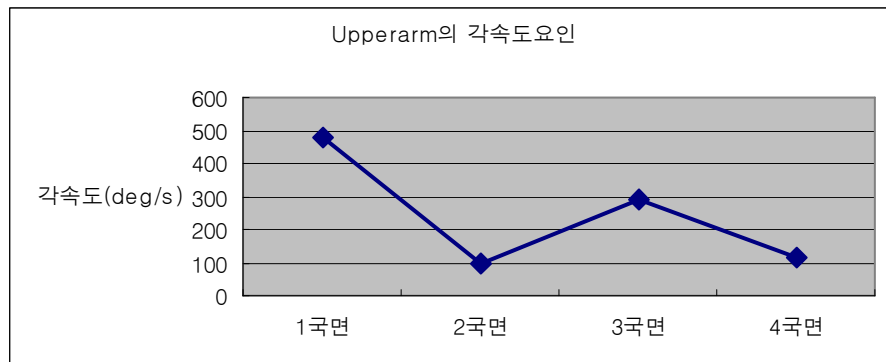
3점슛 동작시 점프슛에 대한 상완의 각속도는 〈표 7〉과 같다.

표 7. 상완(Upperarm)의 각속도

(단위 : deg/s)

Item	1국면	2국면	3국면	4국면
M	479.94	96.9	288.23	113.25
SD	36.65	97.7	133.39	67.12

〈표 7〉과 〈그림 11〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 상완의 국면별 각속도는 1국면 $479.940 \pm 36.65 \text{ deg/s}$, 2국면 $96.9 \pm 97.7 \text{ deg/s}$, 3국면 $288.23 \pm 133.39 \text{ deg/s}$, 4국면 $113.25 \pm 67.12 \text{ deg/s}$ 로 나타났다. 상완의 각속도가 3국면에서 급격히 증가하는 현상은 슛의 성공률을 높이기 위해 투사시 볼의 수직위치를 높게하고 투사각도를 높이려는 노력으로 보여진다.



〈그림 11〉 상완(Upperarm)의 각속도

2) 전완(Forearm)의 각속도

3점슛 동작시 점프슛에 대한 전완의 각속도는 〈표 8〉과 같다.

표 8. 전완(Forearm)의 각속도

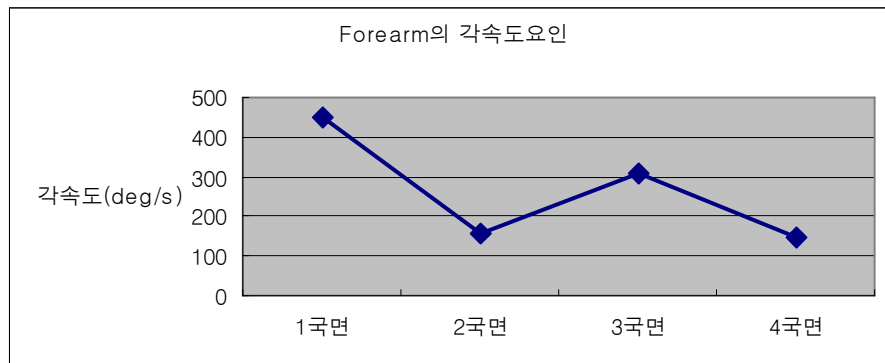
(단위 : deg/s)

Item	1국면	2국면	3국면	4국면
M	450.1	158.1	306.47	145.21
SD	93.35	226.48	58.28	66.58

〈표 8〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 전완의 국면별 각속도로 1국면 450.1±93.35deg/s, 2국면 158.1±226.48deg/s, 3국면 306.47±58.28deg/s, 4국면 145.21±66.58deg/s로 나타났다.

전완과 상완 모두에서 1국면의 각속도 값이 크게 나타났다. 이는 투사되기 이전 순간까지는 상완과 전완의 빠른 움직임에 의해 예비 동작을 만드는 것으로 분석된다.

〈그림 12〉은 국면별 전완의 각속도의 변화를 나타낸 것이다.



〈그림 12〉 전완(Forearm)의 각속도

3) 손(Hand)의 각속도

3점슛 동작시 점프슛에 대한 손의 각속도는 〈표 9〉와 같다.

표 9. 손(Hand)의 각속도

(단위 : deg/s)

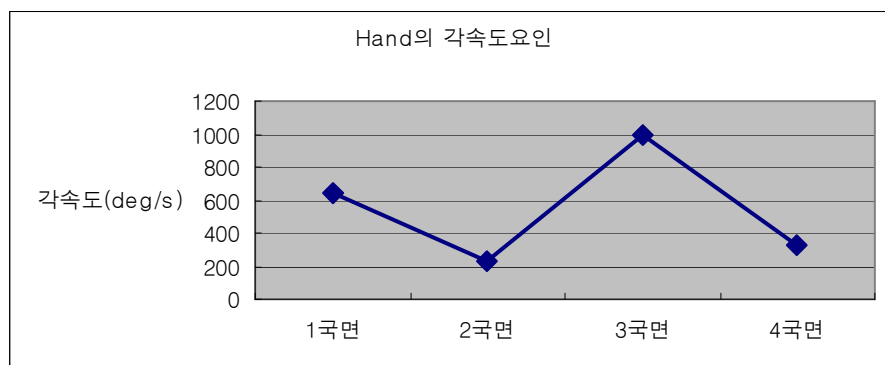
Item	1국면	2국면	3국면	4국면
M	639.41	229.67	995.07	324.57
SD	171.18	301.63	211.48	189.76

〈표 9〉는 농구 3점슛의 점프슛에 대한 손의 국면별 각속도는 $639.41 \pm 171.18 \text{deg/s}$, $229.67 \pm 301.63 \text{deg/s}$, $995.07 \pm 211.48 \text{deg/s}$, $324.57 \pm 189.76 \text{deg/s}$ 로 나타났다.

Cooper(1982), Holt & Yates(1983)는 손의 각속도는 농구공에 작용하는 회전량과 투사각도를 결정짓는 요인으로 성공적인 슈팅을 위해서는 농구공에 작용하는 회전력이 커야 하며 이를 위해서는 손의 각속도가 커야 한다고 보고하였는데 본 연구에서도 손에서 각속도가 가장 빠르게 나타났다.

또한 농구공이 투사되는 3국면에서 가장 큰 값이 나타나는데 이는 점프 슛 동작시 농구공에 적용되는 속도요인은 강한 손목 스냅을 이용한 투사순간에 결정되는 것으로 판단된다.

〈그림 13〉은 국면별 손목의 각속도 변화를 나타낸 것이다.



〈그림 13〉 손목관절 각도

5. 지면반력 요인

3점슛 동작시 점프슛에 대한 지면반력의 전후축(Y축), 좌우축(X축), 수직축(Z축)의 값 중 최고값을 살펴보면 다음과 같다.

표 10. 지면반력의 X, Y, Z값 (단위 : N)

Item	X 축	Y 축	Z 축
M	-36	116.59	1804.5
SD	54.49	108.74	201.46

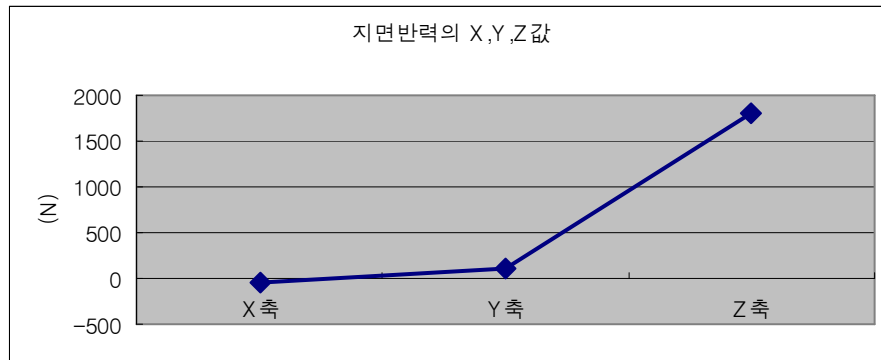
〈표 10〉은 농구 3점슛의 점프슛에 대한 지면반력을 좌우축(X축), 전후축(Y축) 수직축(Z축) 값으로 N으로 표현하였다. 각각의 값을 살펴보면 X축에서는 $-36 \pm 54.49N$ 으로 나타났고, Y축에서는 $116.59 \pm 108.74N$ 으로 나타났으며, Z축에서는 $1804.5 \pm 201.46N$ 으로 나타났다.

X축에서의 (-)값은 왼쪽방향을 나타내는 것이므로 모두 오른손잡이인 연구대상자들이 오른발쪽에 큰 힘이 가해지는 것을 나타낸다.

Y축에서 (+)값을 나타내는 것은 후방으로 힘이 가해지는 것을 나타내는 것이고, Z축에서는 아래로 많은 힘이 가해지는 것을 알 수 있다. 선행연구에서도 지면반력의 성분 중 수직성분은 인체중심의 가속도와 동일한 패턴으로 나타난 것으로 보고하였는데 본 연구에서도 점프슛에서의 Z값이 큰 것으로 나타나고 있다.

실험결과에서도 알 수 있듯이 좋은 슛 동작을 하기 위해서는 지면반력의 힘은 우측과 후방으로 적절히 유지하면서 큰 힘이 분산되지 않도록 균형을 유지하면서 최대한 수직으로 힘을 모아야만 정확하고 높은 타이밍에서 슛을 할 수 있을 것으로 사료된다.

〈그림 14〉는 지면반력의 X,Y,Z값을 나타낸 것이다.



〈그림 14〉 지면반력의 X,Y,Z값

V. 결 론

본 연구는 농구경기에서 많이 사용되는 고도의 기술인 3점슛 동작을 3차원 영상 분석과 지면반력 분석을 통하여 3점슛 동작에 필요한 운동학적 요인과 운동역학적 요인을 규명하고자 3점슛 동작의 점프슛에 관한 인체 중심의 이동변위, 구간별 시간요인, 국면별 무게중심의 속도요인, 국면별 각속도 요인, 지면반력요인 등을 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 농구 3점슛 동작시 국면별 인체중심의 이동변위는 X축으로의 이동변위는 줄이는데 노력을 해야 하고, 인체중심도 분절의 움직임에 따라 자연스럽게 앞으로 나아가야 하는 것이 중요한 것으로 나타났다.
2. 국면별 무게중심의 속도는 2국면에서 가장 크게 나타났으며 3국면에서도 $0.84 \pm 0.27 \text{m/s}$ 로 나타나는 이유는 최고 정점에 다다랐을 때 투사하지 못하고 수직상승하고 있는 순간 투사되고 있는 것으로 판단되는 바 적절한 투사타이밍을 찾는 것이 필요할 것으로 사료된다.
3. 슛팅시 상지분절 중 상완과 전완에서 각속도의 증가가 크게 일어나며 손에서 가장 큰 각속도를 보였는데 이는 투사 순간에 몸통이 고정되어 있는 상태이고 상완과 전완의 빠른 이동과 함께 손목의 스냅현상으로 각속도가 급격하게 증가한 것으로 분석된다.
4. 지면반력의 값은 우측과 후방으로 적절히 유지하면서 큰 힘이 분산되지 않도록 균형을 유지하면서 최대한 수직으로 힘을 모아야만 정확하고 높은 타이밍에서 슛을 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 남자대학생 6명의 선수를 대상으로 운동학적 운동역학적 분석을 하였으나 분석대상을 확대하고, EMG실험을 함께 병행하여 주동근을 분석하고 수비 상황에서의 분석 등 다양한 상황에서의 분석을 수행하면 슛 동작에 관한 이해의 폭을 넓힘과 동시에 경기력 향상에 더욱 기여할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 김동규(1994), 농구의 이론과 실제, 형설출판사, 서울
- 김영태(1991), 농구 점프 슛 동작의 운동학적 분석, 연세대학교 교육대학원 체육교육학 전공, 석사학위논문
- 김제상(1986), 농구경기에서 투사에 관한 조사연구, 경희대학교 대학원, 석사학위논문
- 김중훈외 3인(1991), 운동해부학, 교학연구사, 서울
- 김형수, 박제영(1999), 여자 농구 선수들의 원핸드 점프 슛의 운동학적 분석(가드포지션을 중심으로), 한국사회체육학회지, 제12호, 456-475
- 김형수(2000), 농구 원 핸드 점프 슛의 3차원 운동학적 영상분석, 한국체육학회지, 제39권 4호, 698-705
- 김홍백(1983), 남자농구선수들의 슛팅형태에 관한 비교 조사 연구, 한국체육학회지, 제22권 1호방열(1995), 농구에서 슛 지점에 따른 리바운드볼의 낙하 지역 및 거리분석, 한국체육학 회지, 제34권 1호, 207-217
- 손승, 이중숙(2006), 농구 점프슛 동작 시 숙련자와 미숙련자간의 운동학적 비교분석, 한국스포츠 리서치, 제17권 6호, 153-162
- 염중찬(1997), 농구기술의 점프 슛에 관한 정확성과 난이도 분석, 동국대학교 교육대학원 체육교육전공, 석사학위논문
- 윤남식(1984), 농구의 백헤드 점프 슛과 원핸드 점프 슛의 운동 역학적 연구, 경희대학교 대학원, 박사학위논문
- 이민형외 1인 편저(1992), 생체역학, 형설출판사, 서울
- 이병원, 정의권(1994), 농구 원핸드 점프슛 동작의 영상분석, 제33회 한국체육학회 학술 발표회 논문집, 503-510
- 임진수(1997), 농구경기에서 Shoot의 성공률과 승패에 대한 실태조사, 충북대학교 교육대학원 체육교육전공, 석사학위논문
- 주명덕(1989), Computer Simulation을 통한 농구의 프리드로우 슛팅과 3점 피일드 슛팅 시 최적 투사각도와 투사속도에 관한 연구, 한국체육학회지, 제28권 1호
- 최지영(1992), 투사거리에 따른 농구 점프 슛 동작의 운동학적 분석, 연세대학교 대학원 체육학전공, 석사학위논문

- Allsen, P. (1967), Coaching better basketball. Athletic Journal, XXVIII (September), 97-98
- Ball, R. (1989), The basketball jump shot. National Strength & Conditioning Association Journal, Volume 11, Num 5.
- Brancazoi, P. J. (1984), The Science of Basketball Shooting. Sport Science. : Physical Laws and Optimum Performance. A Division of Simon and Schuster, Inc.
- Bunn, J. W. (1972), Scientific Principles of Coaching. Prentice-Hall.
- Cooper, J. M., Adrian, M., & Glassow, R.b(1982), Basketball shooting. Kinesiology, Mosby Company.
- Hay, J. G., & Reid, J. G (1988), Anatomy, Mechancis, And Human Motion. 2nd Prentice-Hall. Inc.
- Hay, J. G. (1985), The Biomechanics of Sports Techniques, Prentice-Hall Inc
- Hay, D. (1989), Body segment contribution to free throw shooting in basketball. Biomechanics in Sports V.
- Holt, L. E., & Yates, G. (1983), The development of multiple linear regression equation to predict accuracy in basketball jump shooting. Biomechanics in Sports. Research for Center for Sports.
- Hudson, J. L. (1983), A biomechanics analysis by skill level of free throw shooting in basketball. Biomechanics in Sports. Research Center for Sports.
- Kirby, R. F., & Roberts, J. A (1985), Techniques of basketball. introductory Biomechanics, Sandy sharpe of Movement Publication, Inc.
- Kwon, Y. H. (1991), KWON3D Film Motion Analysis Package 1.01 User's Reference Manual, Unpublished program manual, 30.
- Martin, T. P. (1981), Movement analysis applied to the basketball jump shot.
- Plagenhoef, S, C., Evans, F.G. & Abdelnour, T (1983), Anatomical Data for Analyzing Human Motion, reserch Quarterly for exercise and Sports, Vol.54, No.2, 169-178
- Szymanski, F. (1967), A clinical analysis of the jump shot, Scholastic Coach, 37(10):

- Toyoshima, S., Hoshikawa, T., & Ikegami, I.(1981), Effects of initial velocity and angle of projection on accuracy in basketball shooting. International Series on Biomechanics, Vol 3B-Biomechanics VII-B. University Park Press.
- Walton, J. S. (1981), Close-Range Cin-Photogrammetry : A Generalized Technique for Quantifying Cross Human Movement, PH.D's thesis, The Pennsylvania State University, 150-153.
- Wikes, G. (1982), Fundamentals of Coaching Basketball. Brown Company Publisher.

ABSTRACT

A Kinematical-dynamic Analysis on Three-point Shoot Action in Basketball

Lee, Geun

Department of Physical Education, Graduate School
Chungnam National University
Daejeon, KOREA

(Supervised by Oh, Cheong Hwan)

The purpose of the study was to make a close inquiry into kinematical factors and kinematical-dynamic factors required to the jump shoot action in three-point shoot action, an advanced technology used frequently in the basketball games, through 3D video analysis and GRF (Ground Reaction Force) analysis and to offer basic scientific data required to a successful three-point shoot by analyzing the body-centered displacement of distance, time factor by each phase, weight-centered speed factor by each event, angular speed factor by each event and GRF factor.

The results of the study were as follows.

1. At the time of doing a three-point shoot action in basketball, in the body-centered displacement of distance by each event, it was a key point to reduce displacement of distance to X axis and was important that the center of the body went ahead naturally according to movement of the body's segment.
2. Speed in the center of the gravity by each event was the fastest in the 2nd event. The speed in the 3rd event was 0.84 ± 0.27 m/s since a player didn't shoot a ball in the highest peak and shoot a ball at the moment of going up vertically. Therefore, it is necessary to find a proper time in to shoot a ball.
3. At the time of shooting a ball, the angular speed was largely increased in upper arm and forearm out of the upper-limb segments and the hands had the largest angular speed since the body is in a fixed situation and angular speed is rapidly

increased by the wrist' snap with the rapid movement of upper arm and forearm at the time of shooting a ball.

4. In GRF, it is judged that a player can shoot a ball at the accurate and high timing when the player collects power vertically to the maximum by keeping GRF to the right and the rear in a proper way and by keeping the body's balance so that a large power may not be dispersed.

The study carried out kinematical and kinematical-dynamic analysis with 6 university male student players. It is judged that it will contribute to make players perform better as well as to widen the width of understanding about shoot action if the succeeding researches carry out kinematical and kinematical-dynamic analysis with more players, analyze stabilizer with EMG test and carry out analysis in various situations as a defense situation and more.