



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

검도 타격위치와 거리에 따른 공격자세의
운동역학적 비교 분석

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

최재준

2017年 2月

검도 타격위치와 거리에 따른 공격자세의 운동역학적 비교 분석

지도교수 류 재 청

최 재 준

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

2017년 2월

최재준의 교육학 석사학위논문을 인준함

심사위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

2017년 2월

<국문초록>

검도 타격위치와 거리에 따른 공격자세의 운동역학적 비교 분석

최 재 준

제주대학교 교육대학원
체육교육전공

지도교수 류 재 청

본 연구는 검도 타격위치와 거리에 따른 공격 자세를 운동학적·운동역학적으로 분석하여 선수들의 경기력 향상과 상해예방에 필요한 자료를 확보하고 제시하여, 올바른 훈련법 및 상해와 관련된 문제점들을 규명하기 위해 수행하였고, 피험자는 운동경력 6년 이상인 일반선수 10명을 대상으로 하였다.

분석한 변인들로는 각 국면별 시간변인, 하지관절 각도변화, 동적 안정성, 지면반력 변인 변화로 피험자들의 타격위치와 거리에 따른 차이 검증을 위해 SPSS ver 18.0 program을 이용하여 이원변량분석을 실시하였고 유의수준은 $P<.05$ 로 실시하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 시간변인 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 시간변화는 손목타격 시와 짧은 거리 타격 시 더 빠르게 나타났으며, 유의한 차이가 나타났다.

2. 하지 관절의 각도변화

1) 발목관절 각도

좌측 발목관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 우측 발목관절 각도는 타격위치에 따라서는 유의한 차이가 없었지만, 거리에 따라 유의한 차이가 나타났다.

2) 무릎관절 각도

좌측 무릎관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 우측 무릎관절 각도는 타격위치와 거리 모두 유의한 차이는 없었지만, 상호작용 효과는 있는 것으로 나타났다.

3) 엉덩관절 각도

좌측 엉덩관절 각도는 타격위치에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 타격거리에 따라 유의한 차이가 나타났다. 우측 엉덩관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났다.

3. 동적 안정성

신체중심위치 변화는 좌·우, 전·후, 수직 모두 타격위치에 따라 유의한 차이가 나타났고, 거리에 따라서는 전·후 변화에서 유의한 차이를 보였다.

신체중심위치의 속도 변화는 좌·우 변화에서 거리에 따라 유의한 차이를 보였고 전·후 변화에서는 타격위치와 거리 모두 유의한 차이를 보였으며, 수직변화에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

체간의 기울기 각도의 변화와 COP 변인에서는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다.

검의 가속도 변화에서는 타격위치에 따라 좌·우, 수직에서 유의한 차이를 보였고, 거리에 따라 전·후 수직에서 유의한 차이를 보였다.

4. 지면반력 변인 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 지면반력 변인 변화는 좌·우, 전·후, 최대수직 지면반력 모두 유의한 차이가 나타나지 않았고, 충격부하율 역시 유의한 차이가 나타나지 않았다.

목 차

| | |
|-------------------------|-----------|
| I. 서 론 | 1 |
| 1. 연구의 필요성 | 1 |
| 2. 연구의 목적 | 4 |
| 3. 연구의 문제 | 5 |
| 4. 연구의 제한점 | 6 |
| 5. 용어의 정의 | 7 |
| II. 이론적 배경 | 8 |
| 1. 검도와 상해와의 관계 | 8 |
| 2. 검도의 기술 | 11 |
| 1) 기본동작 | 11 |
| 2) 기본기술동작 | 14 |
| 3. 상해의 유형 | 20 |
| 4. 선행연구 | 22 |
| III. 연구방법 | 25 |
| 1. 연구대상 | 25 |
| 2. 실험장비 | 25 |
| 3. 실험절차 | 27 |
| 4. 이벤트 및 분석국면 | 34 |
| 5. 자료처리 및 통계처리 | 35 |
| IV. 결 과 | 36 |
| 1. 시간변인의 변화 | 36 |
| 2. 하지 관절의 각도변화 | 38 |

| | |
|----------------------|-----------|
| 3. 동적 안정성의 변화 | 49 |
| 4. 지면반력 변인의 변화 | 71 |
| V. 논 의 | 75 |
| 1. 시간변인 | 75 |
| 2. 하지 관절의 각도변화 | 76 |
| 3. 동적 안정성의 변화 | 77 |
| 4. 지면반력 변인의 변화 | 79 |
| VI. 제 언 | 81 |
| 1. 결 론 | 81 |
| 2. 제 언 | 83 |
| 참고문헌 | 84 |

List of Tables

| | |
|---|----|
| Tables 1. Characteristics of the subjects | 25 |
| Tables 2. Experimental equipments | 26 |
| Tables 3. Marker attachment points | 27 |
| Tables 4. Change of Target time by distance and points in Kumdo(unit: sec) | 36 |
| Tables 5. Change of Target time by distance and points in Kumdo | 37 |
| Tables 6. Dorsiflexion/plantarflexion angle of L ankle by distance and points in Kumdo(unit: degree) | 38 |
| Tables 7. Dorsiflexion/plantarflexion angle of L ankle by distance and points in Kumdo | 39 |
| Tables 8. Dorsiflexion/plantarflexion angle of R ankle by distance and points in Kumdo(unit: degree) | 40 |
| Tables 9. Dorsiflexion/plantarflexion angle of R ankle by distance and points in Kumdo | 41 |
| Tables 10. Flexion/extension angle of L knee by distance and points in Kumdo (unit: degree) | 42 |
| Tables 11. Flexion/extension angle of L knee by distance and points in Kumdo | 43 |
| Tables 12. Flexion/extension angle of R knee by distance and points in Kumdo (unit: degree) | 44 |
| Tables 13. Flexion/extension angle of R knee by distance and points in Kumdo | 45 |
| Tables 14. Flexion/extension angle of L hip by distance and points in Kumdo(unit: degree) | 46 |
| Tables 15. Flexion/extension angle of L hip by distance and points in Kumdo | 47 |
| Tables 16. Flexion/extension angle of R hip by distance and points in Kumdo(unit: degree) | 48 |
| Tables 17. Flexion/extension angle of R hip by distance and points in Kumdo | 49 |

| | |
|--|----|
| Tables 18. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo (unit: m) | 50 |
| Tables 19. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo | 51 |
| Tables 20. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo (unit: m) | 52 |
| Tables 21. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo | 53 |
| Tables 22. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo (unit: m) | 54 |
| Tables 23. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo | 55 |
| Tables 24. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) | 56 |
| Tables 25. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo | 57 |
| Tables 26. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) | 58 |
| Tables 27. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo | 59 |
| Tables 28. Velocity of COM(z) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) | 60 |
| Tables 29. Velocity of COM(z) by distance and points in Kumdo | 61 |
| Tables 30. FR·LR angle by distance and points in Kumdo(unit: degree) | 62 |
| Tables 31. Front-rear, left-right angle by distance and points in Kumdo | 63 |
| Tables 32. Center of pressure variables by distance and points in Kumdo | 64 |
| Tables 33. Center of pressure variables by distance and points in Kumdo | 65 |
| Tables 34. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) .. | 66 |
| Tables 35. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo | 67 |
| Tables 36. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) .. | 68 |
| Tables 37. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo | 69 |
| Tables 38. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec) .. | 70 |
| Tables 39. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo | 71 |
| Tables 40. GRF by distance and points in Kumdo(unit: BW(N)) | 72 |
| Tables 41. Max. vertical GRF by distance and points in Kumdo | 74 |

List of Figures

| | |
|--|----|
| Figures 1. Marker attachment points | 28 |
| Figures 2. Body segment angle during show Gumdo | 30 |
| Figures 3. Experimental equipments | 34 |
| Figures 4. Event | 35 |
| Figures 5. Change of Target time by distance and points in Kumdo | 37 |
| Figures 6. Angle of L ankle by distance and points in Kumdo | 39 |
| Figures 7. Angle of R ankle by distance and points in Kumdo | 41 |
| Figures 8. Angle of L knee by distance and points in Kumdo | 43 |
| Figures 9. Angle of R knee by distance and points in Kumdo | 44 |
| Figures 10. Angle of L hip by distance and points in Kumdo | 46 |
| Figures 11. Angle of R hip by distance and points in Kumdo | 48 |
| Figures 12. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo | 50 |
| Figures 13. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo | 52 |
| Figures 14. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo | 54 |
| Figures 15. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo | 56 |
| Figures 16. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo | 58 |
| Figures 17. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo | 60 |
| Figures 18. Front-rear, left-right angle by distance and points in Kumdo | 62 |
| Figures 19. ΔCOP_x by distance and points in Kumdo | 64 |
| Figures 20. ΔCOP_y by distance and points in Kumdo | 64 |
| Figures 21. COP area by distance and points in Kumdo o | 65 |
| Figures 22. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo | 66 |
| Figures 23. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo | 68 |
| Figures 24. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo | 70 |
| Figures 25. GRF(x) by distance and points in Kumdo | 72 |

Figures 26. GRF(y) by distance and points in Kumdo 73
Figures 27. Max. vertical GRF by distance and points in Kumdo 74

I. 서론

1. 연구의 필요성

검도는 신체적·정신적인 단련을 위한 스포츠로 많은 발전을 가져왔다(정남주, 김재필, 구종모, 2010). 검도 경기는 9~11미터의 경기장에서 2명의 선수가 경기규칙과 심판 규칙에 따라 규정된 경기장내에서 검도 용구를 사용하여 격자부위를 타격해서 심판원의 판정에 의해 승패를 결정하는 것이다(이종립, 1995; 전홍철, 2002). 경기 방법에 있어서 상대에게 유효타를 때리면 승리하는 경기 방식이기 때문에 효과적인 공격방법과 빠르고 정확한 공격력이 중요하다(민창기, 배성제, 이기청, 손윤숙, 1995).

공격 부위는 머리, 손목, 허리, 목과 가슴 등으로 구분되며 이 부위 중 어느 한 곳 이든 기(spirit), 검(sword), 체(body)가 일치되어 먼저 치거나 찌르는 선수가 한 판으로 득점할 수 있는데(민창기, 김인기, 2012; 김영학, 1997), 검도경기에서 타격부위별 공격이 승패에 미치는 영향이라는 연구에서 공격 시 빈도에 있어서 머리 67.7%, 손목 29.6%, 허리 5.4%, 순이며, 득점 성공 면에서는 허리 16.7%, 손목 10.3%, 머리 6.8% 순으로 보고하였다. (박현호, 1984; 김동일, 2002; 권유나, 2006). 이러한 결과는 머리치기 동작의 기술이 가장 기본이 되고 효과적인 공격 기술이지만 득점으로 연결하기는 어려운 기술이며, 기술 완성도가 어렵기 때문에 많은 연습이 필요하다고 할 수 있다(정남주, 김재필, 구종모, 2010).

검도 경기에서 공방불이(攻防不二)가 원활하게 이루어져야 경기를 승리로 이끌 수 있는 중요한 관건이 되며, 승패에 직접적으로 영향을 주는 요인들 즉, 발동작, 몸의 중심이동, 죽도 끝의 움직임, 죽도의 속도, 공격거리 등이 경기 상황에서 승패에 어떻게 작용하는가를 분석하는 것은 중요한 의미를 갖는다(민창기, 김인기, 2012; 검도경기규칙, 1995).

공격부위를 세부적으로 나누었을 때, 우선 머리치기는 모든 기술의 기본이라 할 수 있으며, 중단자세, 시선, 호흡, 거리, 타격, 손바닥 조작, 발놀림 등이 종합되어야 바른 타격법 및 득점과 연결시킬 수 있다(이종립, 2010). 또한 체중은 죽도가 정수리 부위에

닿는 순간까지는 왼발에 실려 있어야 하며, 공격이 실패로 돌아갔을 때 상대의 움직임 을 보고 2차 공격이 가능한 체중 신기이며 오른발이 항상 가벼운 상태를 유지하여 순간이동이 신속히 이루어져야 하고, 손의 힘 분배는 왼손에 80%정도의 힘을 쥐야한다 (이종림, 2010).

손목치기는 상대와 가장 가까운 위치에 있기 때문에 타격에 유리한데, 공격자는 오른쪽 가슴을 찌르듯이 들어가며 손으로 밀고 들어가는 것이 아니고 몸과 동시에 들어가면서 쳐야한다(강철순, 1995). 이때, 손목 공격 시 자신의 죽도를 가슴 쪽으로 당겨서 쳐서는 안 되고 상대죽도를 위로 타고 들어가듯이 하여 손목의 스냅을 충분히 이용하여 깊고 강하게 쳐야하며, 손목공격 후 자신의 죽도를 우측 어깨 쪽으로 과다하게 넘기지 말고 항상 자신의 시선 앞에 놓여 있어야 한다(강철순, 1995). 특히 손목치기는 공격에 실패했을 때, 반드시 다음 공격이 이루어져야 한다(현대레저연구회, 2009).

머리치기와 손목치기는 공격이나 득점에서 높은 빈도를 차지하는 반면(이종림, 2010; 강철순, 1995; 현대레저연구회, 2009), 허리치기는 점수를 획득하기 힘들다. 오른 허리치기와 왼 허리치기로 구분할 수 있으며, 허리치기의 타격법은 주로 오른 허리치기를 사용한다. 중단의 자세에서 죽도를 머리위로 치켜 올리는 동시에 오른발부터 내딛으며 허리를 치고, 죽도를 올리는 동작에서 타격까지의 동작이 자연스럽게 이어지도록 한다(권유나, 2006). 허리치기의 득점비율을 보면 과거에는 미약했으나 조금씩 증가하고 있고 이것은 선수들의 다양한 득점기술의 향상으로 해석된다. 또한 심판 판정도 선수들의 다양한 공격기술의 변화에 적극 반영했다고 볼 수 있다(서남철, 2003).

앞서 언급하였듯이 타격법과는 달리 찌르기는 상대에게 치명적인 상처나 큰 부상을 입을 수 있기 때문에 쉽게 사용하지 않는 기술이다. 찌름은 왼발을 박차고 오른발로 뛰어들며, 양 주먹을 안으로 짜듯이 하여, 양팔을 펴고 상대의 목을 찌른다. 상대 죽도의 좌측, 우측, 위, 아래에서 찌르는 방법이 있고, 두 손으로 찌르는 “양손찌름(two hand pierce)”과 한 손으로 찌르는 “한손찌름(one hand pierce)”의 두 방법이 있으며(이종림, 1995), 검도의 모든 공격 중에서 한손찌름(one hand pierce)은 가장 먼 상대를 공격할 수 있는 기술이다(고규철, 1998). 팔만으로 찌르는 것이 아니라 허리로서 찌르도록 하고 찔렀을 때, 왼발을 신속히 끌어 붙여 바른 자세가 되도록 한다. 한손 찌름의 경우 찔렀을 때 오른 주먹을 신속히 우측 허리에 당겨 붙이도록 한다(이종림, 1995). 찌름 공격이 그 빈도나 성공률이 낮은 주 이유로 고규철(1998)은 머리공격의 연습에 비해 1/10

도 안되는 찌름에 대한 연습의 부족을 지적하였으며, 연습상대에 대한 지나친 예의가 걸림돌이라 하였다.

모든 운동 종목들마다 상해 발생 부위가 서로 다를 수 있는데 특히 많은 운동종목 중 검도는 경기의 시작부터 끝까지 상대방과의 격렬한 몸싸움과 함께 호구를 착용하고 승부를 결정하므로 이에 따른 연습과 시합도중 부상의 발생 위험이 매우 높다고 하겠다. 검도 상해는 정서적, 재정적 손실은 물론, 초보적인 선수에게는 검도 시합에 두려움을 느끼게 할 수도 있고, 만성적인 육체적 문제를 야기 시킬 뿐만 아니라 경기력 향상에 상당한 지장을 초래한다(이종립, 1995).

이와 같이, 검도에는 여러 공격형태가 있으며 상해는 매우 빈번하게 발생된다(안홍열, 2001; 성인제, 2004; 진행미, 성인제, 2005; 이승범, 2009; 이진성, 2011; 전광훈, 2011). 특히 검도 상해를 유발하는 요인에는 충분한 준비 운동 및 기본기 등의 연습 부족, 과도한 신체적 요소와 장비, 잘못된 자세, 체육관 조건, 지도자 또는 연습 상대자에 따른 요인들이 있으며 본질적으로 검도 종목 자체가 상해 위험이 있는 것을 포함하여 사회적 요인들 또한 상해 위험에 영향을 미친다(안홍열, 2001). 스포츠 활동과 스포츠 상해에 관한 요인으로는 스포츠를 수행하는 사람의 개체내의 요인(내적요인)과 개체 이외의 요인(외적요인)으로 크게 분류할 수 있는데, 내적요인으로는 성, 연령, 체질, 소질, 건강상태, 피로상태, 체력상태, 운동 경험 등이 있고, 외적 요인으로는 스포츠의 특성, 기구 및 시설, 계절, 기후, 의료 등이 있다(김재일 1992; Gordon, Milios & Grove 2000). 또한 상해로 인해 검도 선수생명을 단축시키기도 하며, 소속한 팀에게 많은 어려움을 주는 등 문제점들이 발생 한다(신현대, 1986). 이렇게 상해경험이 있는 경우 다음 시합에서 자기 기량을 충분히 발휘 할 수 없다는 연구도 보고되고 있다(신광섭, 2004).

신체 타격이 목표인 검도와 같은 운동경기에서는 정상적인 행위에서도 현격한 신체의 손상을 가져온다는 구조적 특성이 있으므로, 상해로부터 발생하는 사고를 가급적 사전에 방지하는 것이 중요하며 전문 체력 및 기술 향상을 위하여 특수한 신체 활동의 강도와 양을 요구하는 엘리트 선수들은 항상 부상의 위험을 배제할 수 없다(안홍열, 2001).

한편, 검도에서 밀어건기로 한발이 들어가면 상대방의 몸 어디든 내 검으로 타격을 가할 수 있는 거리를 말하는 일족일도(180 cm - 200 cm)가 있다. 검도라는 무예에서 기본이 되며 매우 중요한 거리개념이고 한발을 밀어서 들어간다는 것은 찰나와도 같은

시간이기 때문에 이 일족일도의 거리는 실제로 위협이 되는 거리, 즉 유효타격 거리를 말한다(현대레저연구회, 2009; 이태신, 2000). 또한 일보 후퇴하면 상대의 공격에서 벗어날 수 있는 거리이며 중단세를 취한 상호의 칼끝이 약 10cm 정도 교차하였을 때가 일반적인 거리이다(이종립, 2010). 따라서 타격거리는 일족일도 거리에서 상대 자세를 무너뜨리고 기술을 걸기도하고 상대를 나오게 하여 받아치기도 하는 거리이고, 상대의 동작을 보며 반응하는 거리를 말한다(이태신, 2000).

하지만 지금까지의 검도와 관련 선행 연구들은 정신건강 비교분석(문세중, 허일웅, 2007), 수련만족도에 미치는 영향(신승호, 2003), 기술 동작 시 근전도 분석(김영학, 운동식, 2008), 머리치기 동작의 운동학적 분석(김현수, 2006), 혈중 피로물질에 미치는 영향(조현철, 황동선, 2003), 체현된 철학적 가치(박동철, 2014), 변형률 해석에 관한 연구(이중현, 이영신, 2008), 머리치기 기술의 운동학적 특성분석(한현승, 2007), 검도의 허리치기 기술 분석(오정영, 1984), 검도기술 중 손목, 머리치기의 운동학적 분석(노영진, 1985) 등의 연구가 이루어졌지만, 단일동작 기술이나 심리적 요인 관련 연구들만 이루어지고 있다. 또한, 타격위치와 타격거리, 공격 자세와 그에 따른 상해와 예방에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

검도는 검을 가지고 하기 때문에 운동특성, 공격, 수비 관점에서 경기력에 필요한 정량적 자료의 확보도 필요하다. 하지만, 공격 유형은 앞서 언급하였듯이, 공격자세가 다르고 상해도 발생된다. 이에 공격자세로 상·하지 관절 각도의 변화, 공격자의 선운동 변인, 검의 속도, 가속도, 압력중심 변인, 지면반력 변인 등을 정량적으로 분석하고 공격유형, 타격거리와 부위에 따른 공격자세의 운동학적·운동역학적 분석을 실시하여 검도경기에서 효율적인 공격자세 및 경기력 향상을 위한 자료를 제시할 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구는 검도 타격위치와 거리에 따른 공격 자세를 운동역학적으로 비교 분석하고자 한다. 이에 따른 연구의 목적은 공격 전 자세부터 타격까지의 반응시간, 움직임 특징, 체간의 일관성 지수, 운동역학적 변인을 분석하여 각 변인 간 상관성을 규명할

뿐만 아니라, 본 연구를 기초로 선수들의 경기력 향상, 부상예방에 필요한 정량적 자료를 확보하고 검도 상해와 관련한 문제점들을 규명할 것이다.

3. 연구의 문제

- 1) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 시간변화에 차이가 나타나는가?
- 2) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 하지 관절 각도변화에 차이가 나타나는가?
 - ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 발목관절의 각도변화에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 무릎관절의 각도변화에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 엉덩관절의 각도변화에 차이가 나타나는가?
- 3) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 변화에 차이가 나타나는가?
 - ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 좌우(X) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 전후(Y) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 수직(Z) 변화에 차이가 나타나는가?
- 4) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치의 속도에 차이가 나타나는가?
 - ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 좌우(X) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 전후(Y) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 신체중심위치 수직(Z) 변화에 차이가 나타나는가?
- 5) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 검의 가속도에 차이가 나타나는가?
 - ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 검의 가속도 좌우(X) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 검의 가속도 전후(Y) 변화에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 검의 가속도 수직(Z) 변화에 차이가 나타나는가?

- 6) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 체간의 기울기 변화에 차이가 나타나는가?
- ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 좌우(LR angle) 기울기 각도에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 전후(FR angle) 기울기 각도에 차이가 나타나는가?
- 6) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 압력중심(center of pressure)의 변인에 차이가 나타나는가?
- ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 COPx에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 COPy에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 COP area에 차이가 나타나는가?
- 7) 검도 타격거리와 부위에 따라 공격자의 지면반력 변인에 차이가 나타나는가?
- ① 타격거리와 부위에 따라 공격자의 좌우 지면반력에 차이가 나타나는가?
 - ② 타격거리와 부위에 따라 공격자의 전후 지면반력에 차이가 나타나는가?
 - ③ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 최대수직지면반력에 차이가 나타나는가?
 - ④ 타격거리와 부위에 따라 공격자의 충격부하율에 차이가 나타나는가?

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점을 가질 것이다.

- 1) 경기상황이 아닌 실험 상황으로 더미(Dummy)를 이용하여 타격을 실시하였다.
- 2) 타격부위는 머리, 손목으로 설정하였다.
- 3) 타격거리는 발앞꿈치부터 타격부위까지의 수평거리로 설정하였다.

5. 용어의 정의

본 연구에 사용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

- 1) 임팩트(Impact) : 피험자가 죽도를 사용하여 상대방의 타격부위에, 죽도가 닿는 순간
- 2) 중단세 : 왼손은 죽도 끝을, 오른손은 코등이 밑을 잡고 왼손이 배꼽에서 주먹하나 정도 앞 밑에 두고 죽도 끝은 상대의 목과 연장선이 되게 잡는 방법.
- 3) 도약 : 왼발로 지면을 박차고 전방으로 나가는 동작.
- 4) 발구르기 : 오른발이 지면을 강하게 구르는 동작.
- 5) 타격시간 : 중단세의 자세부터 임팩트까지 걸리는 시간을 의미.
- 6) 격자 : 죽도의 유효타격 부위를 말하며, 머리, 손목, 허리, 찌름 부위.
- 7) 선혁 : 대나무로 만든 죽도의 끝부분으로 죽도의 맨 끝을 말함.
- 8) 잔심: 선 공격 후 제2, 제3의 공격 및 방어를 위한 흐트러지지 않는 신체 및 정신력을 포함한 마음가짐.
- 9) 밀어건기 : 뒷발이 몸을 밀어서 앞으로 나가는 보법으로 검도 스텝에 있어서 핵심.
- 10) 압력의 중심(center of pressure) : 타격동안 지지면에 작용하는 신체분절로 발내에 합 수직력의 작용점이며 이점을 연결한 것이 압력중심의 경로.
- 11) 압력중심의 면적(center of pressre area/ COP area) : 지면 착지 동안 생성되는 압력중심 경로의 최대 내·외(COPx), 전·후(COPY) 변화량의 사각형 면적
- 12) 충격 부하율(impact loading rate) : 최대 수직 지면반력을 충격력이 생성된 시간으로 나눈 값이며 단위 시간당 신체가 받아들이는 충격력.
- 13) 최대 수직 지면반력(maximum vertical GRF) : 지면에 초기 접지 순간부터 수직 지면반력의 값이 최대가 되는 시점.
- 14) 체간의 전·후 기울기 안정성(front-rear angle excursion/ F-RAE) : 체간의 전·후 기울기각도를 소요된 시간으로 나눈 안정성지수.
- 15) 체간의 좌·우 기울기 안정성(left-right angle excusoion/ L-RAE) : 체간의 좌·우 기울기각도를 소요된 시간으로 나눈 안정성지수.

II. 이론적 배경

1. 검도와 상해와의 관계

인류는 오래 전부터 검을 사용해 왔으며, 역사시대 이후부터 가장 중요한 무기 중 하나로 그 기술도 발달되었다. 검도란 용어는 중국의 한서예문지에 처음 사용되었으며 우리나라에서는 격검, 또는 격자지법 등으로 칭하였고, 일본에서는 검도란 명칭을 스포츠화 하는 과정에서 처음 사용되었다고 보여 진다(정성대, 1992).

검도는 '예' 라는 심신 단련, 또는 수련의 의미가 큰 것으로 알려져 있고 스포츠로서 그 가치를 인정받고 있다. 이처럼 검도는 힘과 기술이 필요한 투쟁적 경향이 강하고, 예의와 도덕성을 강조하여 삭막해진 현대 사회에서 꼭 필요한 인간성 회복이라는 점에서도 필요성이 제기된다(이광철, 2016). 과거에는 검도가 전투의 수단으로 성립되고 발전되었으나 현대에 와서 무력의 수단으로써의 성격을 상실하게 되어 신체의 연마, 정신의 단련, 기술의 숙달을 목적으로 하고 있으며 그 중 정신의 단련과정을 중시하고 있다(이종립, 1995).

검도는 호구를 착용한 두 경기자가 죽도를 사용하여 상대방의 격자부위인 머리, 손목, 허리, 목을 치고 찌름으로서 승부를 겨루는 스포츠이며, 특히 예의, 심신단련, 신의를 중시하는 종목이다(박재수, 2008). 유효타격 부위로는 정면 머리치기, 좌·우측 머리치기, 좌·우측 손목치기, 좌·우측 허리치기, 찌름(목·가슴), 손목·머리치기(이단연속동작)등으로 구분된다(권은택, 1992). 검도에 있어서 공격동작은 올바른 자세와 정확한 기술 및 타이밍의 3요인이 필요하다. 이러한 세 가지 요인이 조화를 이루게 될 때 우수한 경기력이 나오며 어느 한 가지가 부족하더라도 좋은 경기를 기대하기는 어렵다(장언량, 박영훈, 염창홍, 서국웅, 노석규, 2004). 공격기술 동작은 여러 신체분절의 연속적이고 균형 있는 동작으로서 죽도의 스윙 시 신체의 상·하지 관절의 정확한 동작을 수행하고, 협응되어야 검도의 운동과제인 유효타격을 효과적으로 이루어 낼 수 있다(김기형, 김형수, 이현섭, 안찬규, 윤완영, 김의환, 2001). 이는 검도가 스피드나 파워뿐만 아니라 리듬, 타이밍, 밸런스, 기세 등이 포함되기에 지속적인 향후 연구의 가치가 있다 할 것이

고, 물체를 가격하는 타격동작의 추진력(momentum)은 선수의 접지된 발의 추진력으로부터 몸에서 시작하여 상지 말단 손과 만나는 병력(grip)을 거쳐 타격부위 끝단 선형(tip)으로 이동하여 전달된다(유정석, 2014).

또한, 상대의 변화에 적응하는 기능이 중요한 요소이며 강한 체력을 필요로 하지 않고도 수련할 수 있기 때문에 연륜이 깊고 고령이 되어도 할 수 있는 운동이다. 또한 점도경기는 1대1로 하기 때문에 소수라도 연습이 가능하고 외형적으로는 기술의 경쟁과 내면적으로는 마음의 경쟁이다(김재일, 1992).

민창기 등(2001)은 보폭과 공격거리, 타격 소요시간이 공격결과에 영향을 미치는 것으로 나타난다고 하였으며, 보폭이 넓게 되면 공격 범위가 그만큼 줄어들기 때문에 원거리에서의 공격이 힘들게 되며, 발이 나가는 속도 역시 느리게 되어 상대에게 역공 당할 수 있으므로 보폭을 줄이는 것이 바람직하다고 하였다. 상대 선수와 적절한 거리를 유지하면서 공격의 기회를 포착하는 것이 공격성공을 위한 관건이다.

박연정(2015)은 승패를 가르는 모든 스포츠 경기에서 선수의 경기력은 가장 중요한 요소 중 하나이며, 경기력이란 시합 중 선수 개인이나 팀이 보여주는 경기 기술을 포함한 종합적인 능력을 말하고 경기력에 영향을 미치는 요인으로 체격과 같은 선수의 유전적인 요인은 물론이고 체력, 훈련량, 훈련의 강도 및 경기 당시의 선수의 신체적·심리적 컨디션, 경기 경험, 환경조건 등 선수의 내적 및 외적 요인이 수 없이 많다고 보고하였다. 이러한 경기력은 상해와 밀접한 관련이 있다.

운동 상해란 운동에 의해서 발생하는 모든 신체의 상해를 말하며, 내상과 외상으로 구분할 수 있다. 운동 상해의 발생 범위는 신체 각 부위에 광범위하게 나타나며, 외상 발생 시의 상황, 연습방법, 연령, 체질 등에 따라 다양각색이다(김성실, 1996). 이처럼 운동 상해는 많은 운동종목과 관련하여 매우 중요한 변인으로 간주되어지고있다(Valk & Pivalica, 2004). 또한 상해의 원인과 예방에 대한 지식을 가지고 있다 할지라도 상해를 입었을 경우 상당수가 완전히 회복되지 않은 상태에서 연습을 강행하기 때문에 신체의 다른 부위에 스트레스, 긴장 등을 초래시켜 2차적인 상해 증상을 경험하는 사례가 많이 발생되고 있는 실정이며(한상준, 노성규, 1989), 남자 선수의 경우 전에 다친 상해와 상해 재발생 사이에 밀접한 관계가 있다고 보고하고 있다(McHugh, Tyler, Tetro, Mullaney, & Nicholas, 2006). 이에 따른 스포츠 선수의 상해의 예방과 대책은 상해 요인에 대한 세밀한 분석과 그에 따른 적절한 대비책이 마련되어야 한다(전광훈, 2014).

전광훈(2014)은 검도에서 상해발생의 주요원인으로 본인의 부주의, 내적심리요인, 상대방의 부주의, 시설과 환경문제, 지도자의 훈련방법 순으로 나타났다고 하였다. 이 연구 결과는 배드민턴 선수를 대상으로 운동 상해 유형분석을 조사한 이원복(2004)의 연구에서도 유사한 결과를 보였다고 한다.

Hootman, Dick & Agel(2007)은 스포츠 활동 중 부상빈도가 높은 부위를 살펴보면 게임과 연습에서 발생하는 상해의 2/3 이상이 하지가 차지하고 가장 많은 상해 발생부위는 발목과 무릎이라고 하였다. 안홍열(2001)과 김성실(1996)의 연구에서는 검도 선수들이 상해를 가장 많이 당하는 부분이 발목이라고 보고하였으며, 조쟁규 등(1999)의 연구에서도 검도 선수들의 상해 부위는 무릎(32.62%), 발목(22.73%), 발바닥(20.32%), 손등(14.97%), 허리(7.75%)의 순으로 나타났다고 보고하여 유사한 결과를 보였다.

이처럼 상해에 대한 지금까지의 많은 연구들은 이를 예방하기 위한 다양한 훈련 방법을 제시하고 있으며 점차 개발해 나가고 있는 추세이다(정광열 외, 2010). 위승두(1991)는 어떠한 운동일지라도 그 나름대로의 전문체력과 종목에 따른 특수한 기술 훈련이 필요하며, 이러한 체력과 기술이 상호 충족되지 않을 때 운동 상해의 발생이 높아지게 된다고 하였다. 스포츠 상해의 발생은 전보다 더 많은 원인, 조건들이 있을 것이며, 이 같은 원인을 근원적으로 해결하는 것이 가장 좋은 방법이며 이러한 것들을 조사 분석하여 선수들에게 도움이 된다면 보다 안전하고 상해에서의 빠른 회복이 기대 될 것으로 여겨진다(김영숙, 1982).

2. 검도의 기술

1) 기본동작

(1) 자연체

검도의 겨눔세에서 근본이 되는 몸의 자세로서 언제나 무리가 없는 자연스럽고 안정감이 있는 몸의 상태를 말한다. 이 자세는 어떠한 신체상의 이동에도 또는 상대의 동작에 대해서도 민첩하고 정확하면서 자유자재로 대처할 수 있는 좋은 자세라고 할 수 있다. 이 자세는 일반적인 생활에서도 좋은 자세와도 같은 것이라고 말할 수 있다.

(2) 죽도착용법

① 차렷칼

자연체에서 죽도를 왼손의 엄지와 검지를 이용하여 부드럽게 잡고 등줄을 아래로 해서 자연스럽게 내린다.

② 허리에칼

엄지를 코등이에 올려놓고(호완을 착용할 경우 올려놓을 필요가 없음)허리에 끼어 당긴다. 칼자루 끝이 배꼽과 일직선상에 오도록 한다.

③ 뽑아칼

허리의 칼에서 오른손을 코등이 밑에 잡고 오른발이 나가면서 죽도를 비스듬이 위로 올려 중단세를 취하면서 왼손으로 칼자루 끝을 잡는다.

④ 꽃아칼

중단세에서 왼손을 떼어 허리에 가져오는 것과 동시에 왼발을 오른발에 붙이면서 뽑아칼 반대 동작으로 허리칼을 취한다.

⑤ 쉬어칼

뽑아칼에서 왼발을 오른발에 나란히 붙이면서 죽도 끝을 완전히 우측 하단으로 내려 놓은 자연체 상태이다.

⑥ 풀어칼

풀어칼은 검도본 진행시 사용하는 경우가 많으며 긴장을 완전히 푼 쉬어칼과는 달리 긴장이 충만한 쉬어칼의 형국이라고 생각하면 되겠다. 하단세에서 칼끝은 상대의 좌측 무릎아래 1~2cm쯤 내린 자세이면 된다.

(3) 죽도잡는법

① 왼손의 새끼손가락이 칼자루 끝에 오도록 하고 약지, 중지 순으로 조여 잡고 엄지, 검지를 가볍게 붙인다.

② 오른손은 죽도를 세워서 칼자루 끝이 팔꿈치 안쪽 길이만큼 죽도를 부드럽게 잡는다(오른손과 왼손의 간격은 한 주먹에서 한 주먹 반쯤이 적당하다).

③ 양손 다 같이 엄지 검지 갈라진 점에 죽도의 연장선상이 오도록 하며, 왼주먹의 위치는 배꼽 앞에 한 주먹 나와야 하고 배꼽 보다 조금 낮은 위치가 되도록 한다.

④ 양 팔꿈치는 굽혀져 있어야 하며 자연스럽게 늘어뜨려 양 팔꿈치가 옆으로 튀어 나오지 않게 해야 한다.

(4) 발 운용법

① 보통걸기 : 일상에서 걷는 걸음걸이로서 입·퇴장 시 사용하는 걸음을 말한다. 멀리 빨리 이동할 때의 움직임이며, 보통 걸을 때처럼 좌우의 발을 움직이면서 가볍게 발을 옮기고 발끝이 바닥에 닿게 하고 걸으며 가볍고 빠르게 앞뒤로 걷는 것이 중요하다. 먼 거리에서 공격할 때 필요하며 몸의 자세가 흐트러지지 않도록 바른 자세로 발

움직임을 부드럽게 하여야 한다.

② 밀어걷기 : 검도에서 가장 기본이 되는 발 운용 이며, 여러 가지 방향으로 가깝게 빨리 이동하는 경우나 격자를 하는 경우의 발 운용법 이다. 자세를 갖춘 발에서 움직이는 방향의 발을 한 발 내딛고 재빨리 나머지 발을 끌어당겨 자세를 갖추어야 한다. 앞뒤로 움직일 때와 좌우 비스듬히 움직일 때 사용된다.

연습이나 시합에서 많이 사용되는 일족 일도(一足一刀) 간격의 움직임 이며, 발의 이동 방법은 움직이는 발의 방향이 제 일보이고 앞으로 나아갈 때는 오른발을 내딛고 왼발을 끌어당기고 뒤로 물러날 때는 왼발을 먼저 물리고 오른발을 끌어당겨 자세를 갖춘다.

③ 벌려걷기 : 몸을 비켜 돌리면서 상대를 격자하고 또는 방어할 때의 발 운용법, 근거리에서의 격자의 기술을 낼 때에 사용되는 경우가 많다. 상대방 움직임에 대해 정면으로 대응하거나 몸의 자세를 바꾸고 공격 또는 방어를 할 때 몸을 좌우로 이동시키기 위한 움직임 이다. 상대방의 공격을 좌우로 치고 받을 때 사용하는 자세로 실전에서 매우 중요하며, 어떠한 자세로도 바꿀 수 있다. 어떠한 방향에서도 자세는 항상 처음 내딛는 일보는 자세를 갖춘 발의 방향을 정면을 향하게 하며 나머지 발을 끌어당기는 동시에 발의 방향을 상대방으로 향하게 해야 한다.

④ 이어걷기 : 이 동작은 기본적으로 왼발이 오른발보다 앞으로 나가지는 않는 상태에서 오른발에 가장 가까이 따라왔다가 왼발에 중심이동이 순간적으로 이어지며 오늘날이 나아가는 자세를 말한다. 공격 대상자가 멀리 있어서 타격이 닿지 않을 때와 한 발 들어가서 공격할 때 사용한다. 이 동작은 앞 방향으로만 움직이며 이어 걷기 할 때에는 치는 데만 신경 쓰고 집중 하게 되면 발 움직임을 소홀히 하기 쉽다. 발 걷기를 몸에 익힌 단계에서 왼발을 끌어당기면서 재빠르게 오른발을 내딛도록 하는 동작을 반복적으로 익혀야 한다. 단, 왼발을 끌어당겼을 때 오른발을 멈추기 쉬우므로 상대에게 기회를 주지 않도록 왼발을 끌어당기는 동시에 오른발을 내딛어야 한다.

2) 기본기술동작

(1) 격자 부위

① 머리



[우면]



[정면]



[좌면]

② 손목



[오른손목]



[왼손목]

③ 허리



[오른허리]



[왼허리]

④ 목(찌름)



(2) 겨눔 세

① 중단세 : 중단의 겨눔은 모든 겨눔세의 가장 기본 되는 겨눔이다. 이 겨눔세는 공격이나 방어 또는 상대 기량의 변화에 대하여도 융통성 있게 대처할 수 있는 자세로 써, 검도에서 가장 많이 쓰이는 자세이다. 뽑아칼 자세에서 칼끝의 높이를 자신의 인후 부 높이로 하고 칼끝의 연장선을 상대의 양미간을 겨누는 것이 기본이다. 실전에 따라 상대의 양미간, 왼쪽눈, 목, 이마, 명치, 배꼽을 겨누는 여러 방법이 있다.

② 상단세 : 상단의 겨눔이라 하면 왼발과 왼손을 앞으로 내미는 '좌상단세'와 중단세에서 그대로 들어 올린 '우상단세'가 기본이다. 공격을 취할 때 타 겨눔세보다 시간적, 거리적으로 유리하지만 접근전과 공격이 실패할 경우에는 신속한 동작수습이 다소 불리하다는 단점도 있다. 좌상단세는 중단세에서 왼발이 나가면서 왼주먹을 앞머리 위에 약 한 주먹, 죽도와 몸의 각도는 45° 가량으로 하며 칼끝은 약간 좌측으로 비스듬이 한다.

③ 하단세 : 칼끝을 내리고 자기 몸을 지키면서, 상대의 변화에 따라 공격으로 전환하는 겨눔세. 중단세에서 그대로 칼끝을 상대의 무릎보다 아래(약3~6cm)까지 내린다.

④ 어깨칼 : 좌상단세의 변형이라고도 생각할 수 있는 겨눔세로서 자기 스스로 먼저 기술을 내지 않고 상대의 동태를 감시하고, 상대가 나오는 형편을 보고, 공격하는 겨눔세이다.

⑤ 허리칼 : 자신의 무기를 상대가 알아차리지 못하도록 겨눔세를 취하며, 상대의 움직임에 따라 사용할 수 있도록 하는 강한 공격적인 겨눔세라고 할 수 있다. 오른발을 뒤로 빼면서 좌반신이 되어 칼날끝을 뒤로하여 상대가 칼날이 보이지 않도록 한다. 칼날 끝은 오른쪽 후방 45° 비스듬히 밑을 향하게 한다.



[중단세]



[상단세]



[하단세]



[어깨칼]



[허리칼]

(3) 공간격자

① 후리기 : 후리기란 죽도를 잡고 하는 가장 기초적인 것이다. 뒤로 넘기는 것은 그 각도를 가감해서 조절할 수 있다. 이것은 타격보다는 검선(劍線)의 방향 감각을 알게 하는 동시에 준비·정리 운동을 겸할 수 있다.

몸을 전·후 좌·우로 이동하면서 후리기를 할 때는 반드시 죽도를 들어 넘기고 다시

앞으로 크게 되돌려 후릴 때 발이 움직여야 하며, 왼손은 필히 정중선을 따라 상하운동을 한다. 검선은 되도록 크게 호(弧)를 그릴 수 있도록 하고 양 주먹은 안으로 짜듯이 하며 후려내릴 때 칼끝의 위치는 무릎 높이 정도로 한다.

정면 후리기는 죽도를 뽑아칼 하여 중단으로 한 후 발의 모양을 앞으로, 뒤로 하면서 후리기를 한다. 후리기를 할 때는 칼을 크게 뒤로 넘기며, 양 주먹 칼끝은 정중선을 벗어나지 않도록 하며, 좌우면 후리기는 발의 모양은 앞으로, 뒤로, 혹은 우로, 좌로 하면서 후리기는 좌우로 한다. 뒤로 넘기는 각도는 정면 후리기와 같다. 왼 주먹은 정중선을 벗어나지 않도록 하며 오른 주먹은 좌우로 비스듬히 후려 내리고 양 주먹은 항상 자신의 중심선을 벗어나지 않도록 한다.



정면후리기



좌우면후리기



좌우면후리기

② 3동작치기 : 기초과정이나 준비운동 과정에서 드는 동작과 치는 동작, 중단세로 나누어 자세를 점검하는 연습 방법이다. 죽도를 뽑아 중단으로 한 후, 하나의 구령에 죽도를 위로 올리고 둘의 구령에 죽도를 가상의 상대 격자부위로 내린다. 셋의 구령에 원위치로 돌아온다. 발의 모양은 구령 하나일 때는 그대로 있고 둘에 앞으로 나가며 셋에 뒤로 돌아온다.

뒤로 할 때도 마찬가지로 요령으로 한다. 구령하나에 죽도만 들어 올리고 둘에 뒤로 물러나며 셋에 원위치로 돌아온다. 다만 앞으로 갈 때는 오른발이 먼저 나가고 왼발이 따라 가며, 뒤로 갈 때는 왼발이 먼저 뒤로 나가고 오른발이 따라 붙는 게 다를 뿐이다.

③ 2동작치기 : 본격적인 단련 동작으로 드는 동작과 치는 동작을 한 박자에 행하고 중단세로 되돌아오는 자세이다. 3동작치기에서 구분된 동작을 한 동작으로 하는 것이다. 구령 하나에 올리고 내리는 것을 함께 하고 둘에 위로(원위치) 돌아온다.

유단자라도 이 2동작 머리치기를 소홀히 하지 말고 늘 대련하기 전에 수십번씩 하여 자세를 바르게 하고 칼 끝에 힘을 넣는 연습을 해야 하며 실전에 가깝게 빠르고 강하게 행하여야 한다.

④ 1동작치기 : 2동작에서 머리 치고 제자리로 오면서 가운데 칼(중단세)하는 동작을 빼고 앞으로 나가며 하나에 치고 같은 요령으로 둘에 뒤로 물러나며 친다. 다시 말

해, 앞뒤로 계속해서 움직이며 치는 것이 바로 1동작치기, 곧 연속동작치기가 되는 것이다. 정확한 발 운용법 으로 양발에 체중이 같이 실리도록 하여 몸의 중심 이동을 정확하게 행하여야 한다.

⑤ 빠른동작치기 : 일보 뛰어나가면서 치고 일보 후퇴하면서 치켜 올려 공간격자를 하는 방법으로 상체와 하체의 밸런스를 맞추어 행하는 검도의 준비운동과 본격적인 단련동작이다. 죽도를 치는 것은 1동작치기와 같다. 단 빠른동작치기는 먼저 죽도를 들고 몸이 앞으로 나갈 때 치고 뒤로 들어올 때 들어 올리는 운동을 반복해야 한다. 앞으로 뛰어나가며 치는 것이기 때문에 뒤로 올 때는 들어 올려 다시 앞으로 나가는 준비 동작을 하는 것이다. 그래서 죽도가 상단세의 형태로 되는 것이다. 발의 모양이 밀어견기와 다르기 때문에 시작할 때 주의해야 한다. 특히 머리치기 때에는 칼을 들어 올릴 때 양 팔꿈치가 상대를 향하고 있다고 느끼도록 한다.

(4) 기본격자

① 머리치기 : 정면과 좌우면 머리치기가 있다. 요령은 후리기와 비슷하지만 칼끝의 높이와 양손의 위치가 다르다. 죽도를 머리 위로 치켜들고 왼발을 박차고 오른발로 뛰어들며 치는 것이다. 동작 시 양주먹은 몸의 정중선을 벗어나지 않도록 하고 드는 것과 치는 것이 한박자가 되어야 한다. 오른쪽 팔꿈치가 밖으로 이탈하지 않도록 하며, 치고난 뒤 왼발을 신속히 끌어 붙여 몸의 밸런스와 자세를 유지하고 앞으로 나간다.

② 손목치기 : 손목치기는 그 동작이 머리치기와 거의 같다. 다만 칼끝의 높이가 상대의 손목정도로 내려가게 되는 것이 다르다. 죽도를 양팔의 사이에서 상대의 오른손목이 보일 정도로 치켜 들고, 왼발을 박차고 오른발로 뛰어들며 친다. 손만으로 치는 것이 아닌 허리로 치듯이 해야 하고 칠 때는 왼발을 재빨리 오른발 쪽으로 끌어 당겨서, 허리가 뒤로 처지지 않도록 한다. 기초를 지도할 때는 2동작 치기를 반복시키면서 손목의 높이를 조절하게 하고 양손의 손목(회목)이 부드럽게 조이며 손목을 칠 수 있게 유의하면 된다.

③ 허리치기 : 허리치기는 정면에서 아래로 내려치는 것이 아니고 비스듬히 비껴 치는 것이므로 시작할 때 잘 배워야 한다. 원칙은 시선을 그리며 칼을 내리면서 상대의 허리를 치는 것이다. 이 때 발은 비껴 옆으로 나가게 되며, 허리를 바르게 하고 무릎으로 상대의 허리 높이를 조절하여 칼날을 바르게 하여 쳐야 한다. 그러나 초보자는 흔히 칼끝이 사선을 긋지 못하고 돌려 치는 경우가 많으므로 조심해야 한다.

허리치기 역시 3동작, 2동작, 1동작을 반복 연습할 수 있으며 고단자라도 각도를 가능하기 위해 자주 연습을 해야 한다.

④ 찌름 : 찌르기는 양손찌름을 원칙으로 하며 찌름은 2동작과 1동작만 한다. 찌름도 바른찌름, 안찌름, 바깥찌름(혹은 오른찌름, 왼찌름), 내려찌름, 올려찌름 등으로 구분할 수 있고 찌름의 부위는 목과 가슴으로 나뉘어 있으나 바른찌름이 그 기본이기에 이것만 숙달되면 다른 기술은 차차 발전하게 된다. 찌름은 팔만이 아닌 허리로서 찢러야 하고 찢렸을 때, 왼발을 신속히 끌어 붙여 바른 자세가 되도록 해야 한다.

3. 상해의 유형

운동을 함으로써 심신의 건강을 유지하고 발육을 촉진시키며 나아가 체력 증진을 도모하게 된다. 그러나 어떤 경우에 따라서 도를 넘어선 신체 운동 활동이 요구되며, 이로 인하여 신체가 위협에 직면하여 신체장애나 외상을 가져다 줄 우려가 있다.

스포츠 상해란 한마디로 일정수준 이상의 외력이나 신체적 접촉에 의한 외적 손상과 내적 손상이 운동에 의해서 발생하는 모든 급·만성 신체상해를 말하는 것이며, 여기서 말하는 운동이란 스포츠 운동은 물론 일반체육 운동도 포함된다(정진우 외, 1996).

시합 또는 훈련 시 상해 발생원인은 크게 3가지로 나눌 수 있는데, 첫째로 타인에 의한 상해, 둘째로 본인 부주의에 의한 상해, 셋째로 불가항력적인 상해로 구분할 수 있다.

1) 타인에 의한 상해

경기 중 이나 연습 상황에서 신체의 접촉이 많은 구기 종목에서는 타인에 의한 상해가 빈번히 발생한다. 검도경기에서 상대방의 기술 동작 시 또는 장외로 밀기위한 충돌에 의한 상해와 신체접촉과는 무관하지만 죽도에 의한 상해 등 타인이나 외부 물체와의 사이에 작용되는 외력에 의한 상해로서 흔히 이것만을 상해로 간주하는 경향이 있다(하권익, 1988).

2) 본인 부주의에 의한 상해

본인 부주의에 의한 상해는 생활과도 밀접한 관계가 있다. 훈련에만 너무 치우쳐 자신의 몸에서 나타나는 경고를 무시하는 지나친 훈련과 조급한 훈련 성과 요구, 지나친 승부집착에 따른 잘못된 훈련 방법이 있다. 또한 시합 또는 훈련 전 지나친 음주, 흡연, 피로누적 등은 본인의 완벽한 컨디션을 유지하기 어려우며 충분하지 않은 준비운동으로 인해 근육의 무리와 체력저하로 인해 상해가 발생할 수 있다.

3) 불가항력적인 상해

불가항력적인 상해는 타격부위 외의 타격에 의한 상해, 또한 상대방의 의도적인 상해행위, 장비의 불량에 의한 상해 등이 있다.

이처럼 많은 종류의 상해가 발생할 수 있으며, 심한 경우에는 선수 생명 단축 등의 치명적인 상황을 초래할 수 있다. 그 외에도 위생관리를 철저히 하고 건강상태의 위험요소를 사전제거하며 적절한 영양공급으로 쾌적한 신체조건을 유지하도록 해야 하며 (petrie, 1993), 스포츠 상해의 예방과 대책의 세밀한 분석과 적절한 대비책이 마련되어야 한다.

4. 선행 연구

검도와 관련하여 많은 선행연구들이 이루어 졌다. 이에 선행연구들을 살펴보면, 정남주, 김재필, 구종모(2010)가 연구한 죽도 무게변화에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 분석에서는 머리치기 동작의 국면별 소요시간은 준비동작에서 백스윙 탑까지 (phase1), 백스윙 탑에서 임팩트(phase2)까지, 총 수행시간(total)을 분석하였으며, 총 수행시간은 410g은 0.658초, 440g은 0.677초, 470g은 0.681초가 소요된 것으로 나타났고 연구결과 죽도무게가 무거울수록 국면별 소요시간이 많이 소요된 것으로 나타났으며 전체 수행시간에서 Backswing 국면의 수행시간이 평균 65%를 차지한다고 보고 하였다.

특히, 기술동작과 기술동작 시 발생할 수 있는 영향에 관한 많은 연구가 이루어 졌는데 이지훈(2016)은 남자 검도 작은 동작 머리치기 시 숙련자와 비숙련자의 발의 보폭 특성을 비교 하였는데 숙련자는 작은 동작 머리치기의 횡수가 증가함에 따라 보폭도 증가하였고 비 숙련자는 그렇지 못하다는 결과가 나왔으며, 따라서 숙련도는 보폭에 영향을 미칠 수 있으므로 오랜 기간 수련하는 것이 바람직하다고 보고하였다. 또한 키가 커짐에 따라 머리치기 보폭크기가 증가하였고 머리치기 횡수가 증가할수록 키가 더 큰 영향을 미치고 있다고 보고 하였다.

허경선, 최규정(2005)의 여자 검도 대표 선수의 머리치기 공격 시 선 손목치기 반격기술의 운동학적 분석에서는 선 손목치기 동작을 수행하는 동안 오른발은 임팩트 순간에 가장 빠른 속도를 보이며, 왼발은 잔심 동작에서 가장 빠른 속도를 보였다. 죽도의 각속도는 머리치기, 손목치기 시 죽도의 각속도보다 크게 나타나 각속도를 크게 할 수 있는 동작과 발의 이동 형태, 정확한 타격과 임팩트까지의 소요시간을 줄일 수 있는 발 구름 등을 고려한 훈련이 요구된다고 하였다.

김기형, 김형수, 이현섭, 안찬규, 윤완영, 김의환(2001)은 비숙련자들에게 머리치기 동작의 기초적인 자료 제공을 위하여 검도의 머리치기 동작에 관한 운동학적 분석하였는데 피험자들의 머리치기 동작의 전체 수행시간은 0.67 ± 0.12 초가 소요되었으며, RP↔BS 구간까지는 0.37 ± 0.03 초, BS↔IP 구간은 0.29 ± 0.09 초의 시간이 소요되었다고 보고하였으며 전체 수행시간 중 죽도의 백스윙 동작이 일어나는 RP↔BS 구간의 소요시간이 많은 것으로 나타났다. 또한 죽도의 스윙 시 하지관절에 의한 신속한 이동과 견관절,

주관절, 손목관절의 연속된 굴곡과 신전에 의해 효과적인 타격을 하는 것으로 나타났으며, 임팩트 시에 각가속도는 저하되었다고 하였다. 이외 김현수(2006), 김창범(2005), 이창준, 최기창(1998), 민창기 등(1995)의 연구에서도 비슷한 결과를 보였다.

임규찬(2000)의 검도 머리치기 공격과 손목치기 공격의 동작비교 연구에서는 머리치기 공격 시 전체 소요시간은 1.10 ± 0.12 초로 나타났고, 손목치기 공격 시 전체 소요시간은 0.64 ± 0.04 초로 나타나 손목치기 공격이 머리치기 공격보다 빨리 일어났음을 보고하였고, 이는 강철순(1995)의 손목치기는 상대와 가장 가까운 위치에 있기 때문에 타격이 유리하고, 유효타를 낼 수 있는 가장 낮은 부위이므로 키가 작은 사람도 유용하게 칠 수 있다는 장점이 있다는 주장을 뒷받침 해주었다. 또한 머리치기는 손목치기보다 죽도를 들어서 내려치는 구간(제 2구간)의 시간이 짧은 것은 반격에 대한 허점을 보완하기 위한 동작으로 사료되며, 전체적으로 볼 때 빠른 동작 시간내에 정확한 가격을 해야 하므로 순간 판단과 목표에 대한 방향 정위에 신중함이 요구된다고 하였다.

또한 이승범(2009)의 검도 동호인의 심리적 요인이 운동 상해에 미치는 영향이라는 연구에서는 Andersen과 William의 심리학 요인을 모델로 성격타입, 성취동기, 주의력 등의 요인이 검도 동호인들의 운동 상해에 미치는 영향을 규명하였는데, 부상은 운동을 가장 많이 하는 시간대인 저녁 시간대가 가장 많았고, 상해 부위는 종목 특성상 팔과 다리부분이 가장 많았다. 상해 증상으로는 피부(타박)상해가 가장 많았고 근육이나 건의 상해도 많이 나타났다고 보고 하였다.

조쟁규 등(1999)의 연구에서는 상해 발생당시의 시간은 연습 중, 체력훈련중, 개인 운동 중, 시합 중 순으로 나타났고, 상해 발생당시 상황은 공격기술 시도 중, 방어기술 시도중, 접전 중의 순으로 나타났다. 상해 발생당시 기술은 머리치기, 손목치기, 누름손목 순으로 나타났고, 상해를 가장 많이 입은 시간은 오후, 오전, 저녁의 순으로 나타났다. 또한 상해 부위는 무릎, 발목, 발바닥, 손등, 허리 순으로 나타났으며, 상해 종류는 타박상, 염좌, 인대 신장 및 단절의 순으로 나타났다. 상해발생 원인으로는 컨디션의 저하, 준비운동 부족, 지나친 승부욕, 본인의 부주의 과격한 연습 등으로 나타났다고 하였다. 정광열 등(2010)은 검도 선수들의 스포츠 상해 실태를 조사 하였는데 검도 상해를 예방하기 위해서는 연습 전 올바른 워밍업과 보호 장비착용, 훈련 후 적절한 휴식과 체계적이고 과학적인 훈련방법 및 지도 방안이 요구된다고 하였다. 이처럼 많은 선행 연구들이 이루어 졌지만, 한 변인에 대한 분석이나 실태 파악에 대한 연구가 대부분이다.

따라서 선수들의 경기력 향상과 부상에방에 대한 정량적 연구가 필요하다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 검도 연맹에 선수등록이 되어있고 운동경력이 6년 이상인 대학부 남자선수 10명으로 선정하였다<Table 1>. 이들은 주 5회, 10시간의 검도 훈련을 하고 있으며, 전국대회 입상경력이 있고 근골격계 질환 또는 1년 이내 수술경험이 없는 선수들로 선정하였다. 연구의 취지와 목적을 충분히 설명하고 피험자가 자발적으로 실험참가 동의서에 서명한 후 실시하였다.

Table 1. Characteristics of the subjects

| Section | Age (yrs) | Height (cm) | Body weight (kg) | career (year) |
|---------|--------------|----------------|---------------------|------------------|
| S1 | 26 | 179 | 73 | 14 |
| S2 | 23 | 176 | 68 | 14 |
| S3 | 22 | 173 | 63 | 9 |
| S4 | 21 | 172 | 76 | 11 |
| S5 | 21 | 180 | 75 | 8 |
| S6 | 20 | 180 | 70 | 6 |
| S7 | 20 | 182 | 93 | 8 |
| S8 | 20 | 168 | 73 | 6 |
| S9 | 20 | 168 | 75 | 7 |
| S10 | 20 | 175 | 71 | 7 |
| M±SD | 20.78±1.95 | 174.89±5.01 | 73.78±7.82 | 8.44±3.02 |

2. 실험장비

본 연구에 필요한 실험도구는 영상촬영 장비와 영상분석 장비로 구성하였고, 장비의 세부적인 설명은 <Table 2>와 같다.

1) 영상촬영 장비

본 연구에서 영상촬영 전 3차원 공간좌표를 설정하기 위하여 통제점이 표시된 직사각형 통제점틀(2m×2m×1m)을 설치하여 디지털 캠코더(HDR-HC7/HDV 1080) 및 조명등은 통제점틀과 실험장면을 포착할 수 있는 범위에서 촬영하였다. 이때, 디지털 캠코더의 속도는 60frame/sec로 하고, 노출시간(exposure time)은 1/500sec로 설정하였다.

Table 2. Experimental equipments

| Equipments | Model | Manufacturer |
|---------------------|---------------------------------|--------------|
| Camcorder (Mini DV) | HDR-HC7/HDV 1080i | SONY |
| Tripod | 055XDB | MANFROTTO |
| Control object | 2m×2m×1m | VISOL |
| A/D sync box | VSAD-101-USB-V2 | VISOL |
| LED | MP-20B | MATIN |
| Light | - | VISOL |
| Kwon 3D XP | Motion Analysis Package ver 4.0 | VISOL |
| Force Platform | AMTI OR6-7-2000 | AMTI |

2) 영상분석 장비

본 연구에서 영상분석 장비는 (주)비솔의 Kwon3D XP Motion Analysis Package ver. 4.0 프로그램을 사용하여 영상촬영 시 선별된 신체부위(분석대상 점)의 실제위치를 계측하는 경험적(empirical) 방식 중 대표적인 Abdel-Aziz & Karara(1971)의 DLT(Direct Linear Transformation) 방식을 이용하여 피사점의 실좌표와 상점의 상평면 좌표 사이에 존재하는 변환식으로, 실좌표를 이미 아는 통제점틀을 이용하여 변화식의 계수(36 points)를 계산하여 운동학적 변인에 대한 자료를 산출하였다.

3. 실험절차

1) 인체 관절점 마커 부착

본 연구에서 실험 전 모든 대상자들은 영상분석 시 활용할 자료를 얻기 위하여 타 이즈를 착용 후 인체분절의 매개변수는 Plagenhoef, Evans 와 Abdelnour(1983)의 자료를 이용하였다. 이때 <Table 3>과 같이 인체관절점 21개 외에 기준점 10개를 추가하여 부착하였고, 부착 위치는 <Figure 1>과 같다.

Table 3. Marker attachment points

| 순서 | 인체관절점 | 순서 | 인체관절점 |
|----|-------------------------------|----|-------------------------------|
| 1 | Toe | 17 | Medial epicondyle |
| 2 | Heel | 18 | Left Thigh |
| 3 | Lateral malleolus | 19 | Anterior superior iliac spine |
| 4 | Medial malleolus | 20 | Lateral wrist |
| 5 | Right Shank | 21 | Medial wrist |
| 6 | Lateral epicondyle | 22 | Right Lateral elbow |
| 7 | Medial epicondyle | 23 | Medial elbow |
| 8 | Thigh | 24 | Shoulder |
| 9 | Anterior superior iliac spine | 25 | Lateral wrist |
| 10 | Sacrum | 26 | Medial wrist |
| 11 | Toe | 27 | Left Lateral elbow |
| 12 | Heel | 28 | Medial elbow |
| 13 | Lateral malleolus | 29 | Shoulder |
| 14 | Left Medial malleolus | 30 | Chin |
| 15 | Shank | 31 | Nose |
| 16 | Lateral epicondyle | | |



Figure 1. Marker attachment points

2) 변인산출

① 시간변인

본 연구에서 시간변인 분석은 영상촬영 시 셔터속도 60frames/sec로 각각의 프레임 간의 시간간격은 0.0167sec로 계산된다. 따라서 각 분석시점 간 프레임 수에 0.0167sec를 곱하여 산출하였다.

$$Time = (frame_2 - frame_1) \times 0.0167sec$$

② 선운동 변인

본 연구에서 선운동 변인은 신체중심위치의 변화량과 신체중심의 속도이다. 전신의 신체중심 위치는 전역 좌표계에 대한 각 분절의 중심 위치를 통해 얻어진다. 전역좌표계에 대한 각 분절을 구성하는 좌표점의 위치 벡터의 성분 x_i, y_i, z_i 각각에 대하여 분절 i 의 중심좌표 cgi 는

$$cgi = P_i + (D_i - P_i)P_j/100$$

이때 (P_i 는 i 번째 분절의 근위단 좌표이고, D_i 는 i 번째 분절의 원위단 좌표, P_i 은 분절 길이의 백분율로 표시된 근위단으로부터 중심까지의 거리)로 구할 수 있으며 전역 좌표계에 대한 각 분절 중심의 위치 벡터의 성분 x_i, y_i, z_i 각각에 대한 무게 중심 위치

$$CG = \sum_{i=1}^5 (cgi \cdot mi) / M$$

이때 위 방법에 의해 산출된 전신의 신체 중심의 위치에 대하여 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용해 시간에 대한 변위 함수 $S(t)$ 를 산출한다. 이러한 변위 함수를 일차 미분하여 시간에 대한 위치의 변화율을 나타내는 속도 함수 $S'(t)$ 를 구하고 이차 미분하여 가속도 함수 $S''(t)$ 를 얻음으로써 신체중심의 속도와 가속도를 산출하였다.

$$\begin{aligned} S(t) &= C_3t^3 + C_2t^2 + C_1tC_0 \\ S'(t) &= 3C_3t^2 + 2C_2t + C_1 \\ S''(t) &= 6C_3t + 2C_2 \end{aligned}$$

이때, S : 변위

t : 시간

C_3, C_2, C_1, C_0 : 스플라인 계수

③ 각 운동변인

본 연구에서 하지관절의 각도는 발목관절, 무릎관절, 엉덩관절에 대하여 각 관절의 저측굴곡/배측굴곡을 산출하였고, <Figure 2>와 같이 상대각도로 정의하였다.

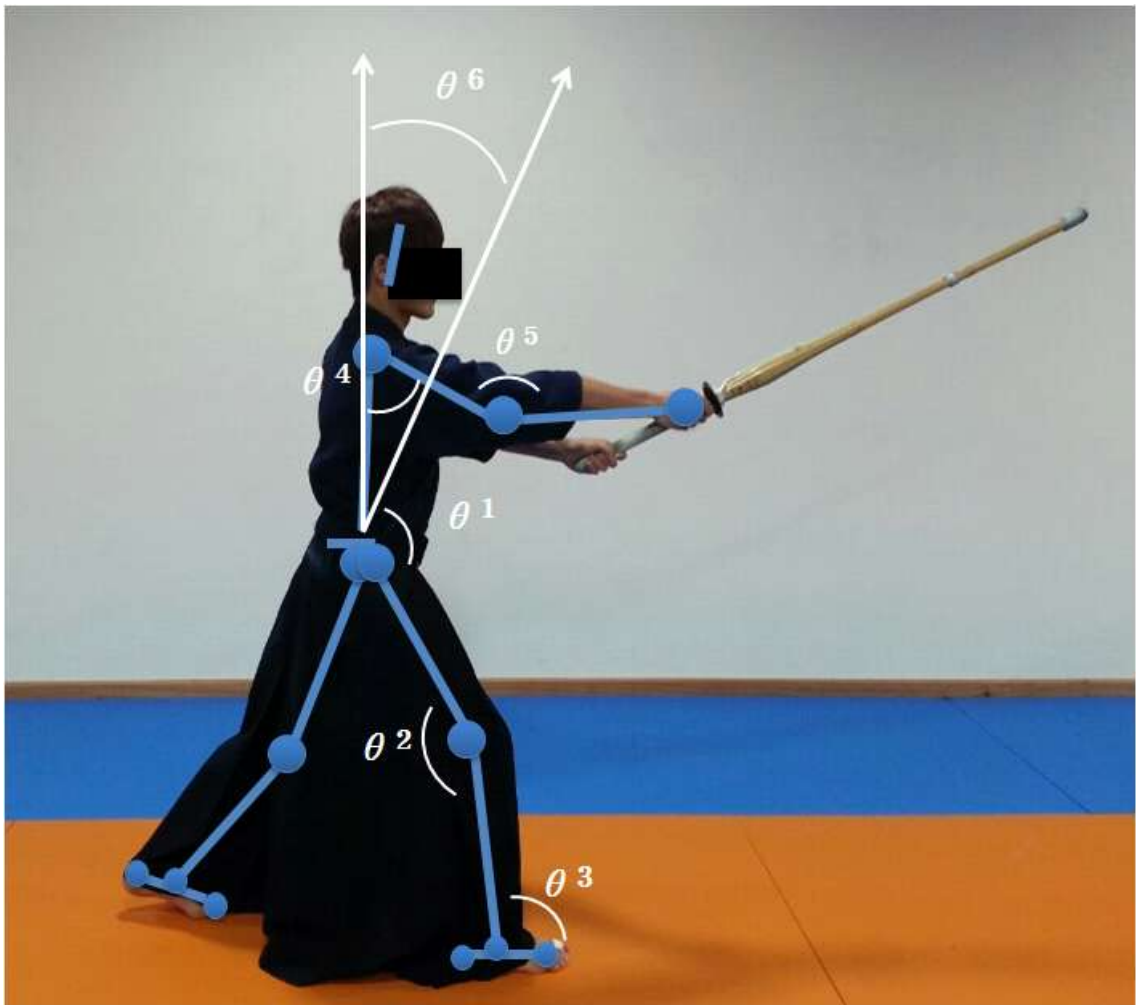


Figure 2. Body segment angle during show Gumdo

- θ^1 : 엉덩각도(hip angle) : 동체(trunk)와 대퇴(thigh)벡터가 이루는 상대각도로 정의하였고 시상면(sagittal plane)에서 (+)값은 신전, (-)값은 굴곡으로 설정하였다.

- θ^2 : 무릎각도(knee angle) : 대퇴(thigh)와 하퇴(shank)벡터가 이루는 상대각도로 정의 하였고 시상면(sagittal plane)에서 (+)값은 신전, (-)값은 굴곡으로 설정하였다.

- θ^3 : 발목각도(ankle angle) : 하퇴(shank)와 발(foot)벡터가 이루는 상대각도로 정의 하였고 (+)값은 저축굴곡, (-)값은 배축굴곡으로 설정하였다.

- θ^6 : 동체의 전후경각(FR angle) : 시상면(sagittal plane)에서 동체가 수직선상에 대해 Y축(axis)에 대한 누적각도이며 (+)값을 전경각, (-)값을 후경각으로 설정하였다.

우선 관절각은 각도를 구성하는 두 벡터의 내적(dot product)을 이용하여 산출하였고 내적의 정의에 의해 두 벡터 $U(X_i, X_j, X_k)$ 와 $V(V_i, V_j, V_k)$ 가 이루는 각 θ 는

$$\theta = \frac{U \cdot V}{|U| \cdot |V|} = \frac{X_i Y_i + X_j Y_j + X_k Y_k}{\sqrt{X_i^2 + X_j^2 + X_k^2} \cdot \sqrt{Y_i^2 + Y_j^2 + Y_k^2}}$$

로 정의되며 계산된 $\cos\theta$ 의 값을 X 라고 하면 $\theta = \arccos x$ 로 구하였다.

- 고관절(hip) 각도의 계산

대퇴(thigh)분절 벡터 $\vec{S}_{thigh}(X_i, X_j, X_k)$ 와 상체(trunk) 분절 벡터 $\vec{S}_{trunk}(Y_i, Y_j, Y_k)$ 가 이루는 각

$$\gamma = \arccos \frac{S_{thigh} \cdot S_{trunk}}{|S_{thigh}| \cdot |S_{trunk}|}$$

- 무릎관절(knee) 각도의 계산

하퇴(shank)분절 벡터 $\vec{S}_{shank}(X_i, X_j, X_k)$ 와 대퇴(thigh) 분절 벡터 $\vec{S}_{thigh}(Y_i, Y_j, Y_k)$ 가 이루는 각

$$\beta = \arccos \frac{S_{shank} \cdot S_{thigh}}{|S_{shank}| \cdot |S_{thigh}|}$$

- 발목관절(ankle) 각도의 계산

발(foot)분절 벡터 $\vec{S}_{foot}(X_i, X_j, X_k)$ 와 하퇴(shank) 분절 벡터 $\vec{S}_{shank}(Y_i, Y_j, Y_k)$ 가 이루는 각

$$\alpha = \arccos \frac{S_{foot} \cdot S_{shank}}{|S_{foot}| \cdot |S_{shank}|}$$

- 충격 부하율(impact loading rate)의 계산

부하율은 다음과 같이 시간당 신체가 받아들이는 충격량에 대한 부하율로 계산하였다(Munro, Miller & Fuglevand, 1987).

$$\text{Loading Rate} = (F_{z\max} - F_{z50}) / (T_{Fz\max} - T_{z50}) \text{ (BW(N)} \cdot \text{sec}^{-1})$$

④ 최대 수직 지면반력(Max. vertical GRF)

최대 수직 지면반력은 각 대상자가 타격 시 지면반력기(force platform)에 발이 닿는 순간부터 발이 떨어지는 순간 중 최초로 생성된 최대 수직 지면반력 값을 각 대상자의 체중으로 나누어 표준화하여 계산하였다.

$$\text{Max. Vertical GRF} = \text{Max. Vertical GRF}/\text{body weight(BW(N))}$$

3) 실험절차

실험 시 검도경기장(9m×11m)에서 4대의 카메라 및 조명등을 설치한 후 3차원 공간좌표를 설정하기 위해 통제점틀(2m×2m×1m)은 타격자세가 완전히 포착될 수 있도록 지면에 설치하였다. 이때 캠코더의 속도는 60frame/sec, 노출시간(exposure time)은 1/500sec로 설정하여 통제점틀을 10sec 동안 촬영한 후 실제 타격자세 촬영을 실시하였다<Figure 4>.

동작영상분석 시 활용할 자료를 얻기 위해 대상자들에게 검은색 타이즈를 착용시켰고, 신체분절의 무게중심과 전신 무게중심의 위치를 계산하기 위해 신체분절 매개변수(body segment parameters)는 Plagenhoef 등(1983)의 자료를 참고하여 디지털라이징 포인트를 관절점 21개 외에 기준점 10개를 더 포함하여 총 31개의 표식점을 실험대상자에게 부착하였다<Table 3>.

피험자들은 실험 전, 코치에 의해 30분 이상 충분한 워업(warm up)을 실시하였고, 이후 자유롭게 타격 연습을 하면서 조명등과 카메라 등의 실험환경에 적응하도록 유도하였다. 특히, 타격 시 파워, 속도, 거리가 일정하게 나타나지 않기 때문에 타격부위를 반복적으로 각각 5회씩 타격을 실시하였고, 이중 전문가와 지도자, 실험대상의 기술에 의해 하나를 선정하였다. 실험 중 실수가 발생할 경우 충분한 휴식 후 재 측정하였다.

실험은 전문가와 지도자 각각 1명이 참여하였다. 추가로 좌표설정은 진행방향을 Y축(axis), 진행의 좌·우축을 X축(axis), 수평과 좌·우 방향에 대한 수직을 Z축(axis)으로 설정하였다.

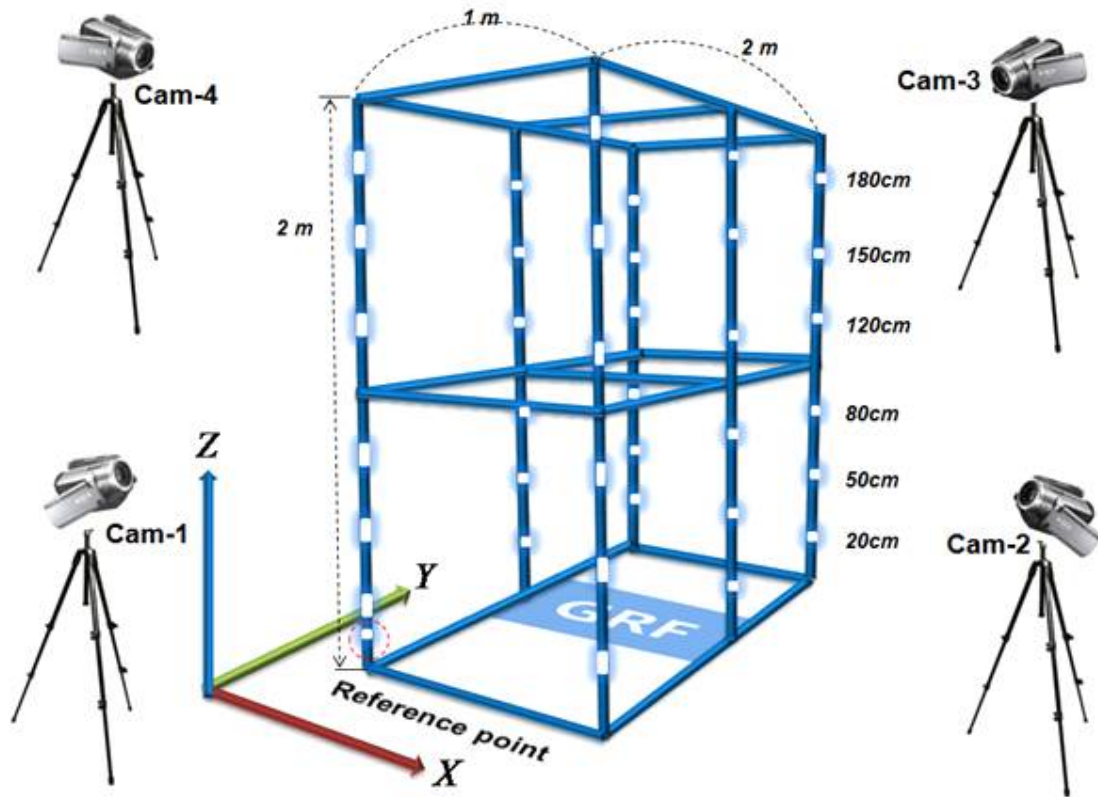


figure 3. Experimental equipments(2m*1m*2m)

4. 이벤트 및 분석국면

본 연구에서 이벤트 및 국면분석은 피험자가 준비자세 에서 오른발의 뒤꿈치가 지면으로부터 이탈되는 순간부터 임팩트 후 오른발이 다시 지면에 닿는 구간까지를 분석하였다.

1) 이벤트(Event)

- ① Event 1(Right Heel Take Off) : 지면에서 오른쪽 발뒤꿈치가 떨어지는 순간.
- ② Event 2(Right Toe Take Off) : 지면에서 오른쪽 발앞꿈치가 떨어지는 순간.
- ③ Event 3(Impact) : 죽도가 목표부위를 타격하는 순간.
- ④ Event 4(Right Foot Touch Down) : 임팩트 후 오른발이 지면에 닿는 순간.

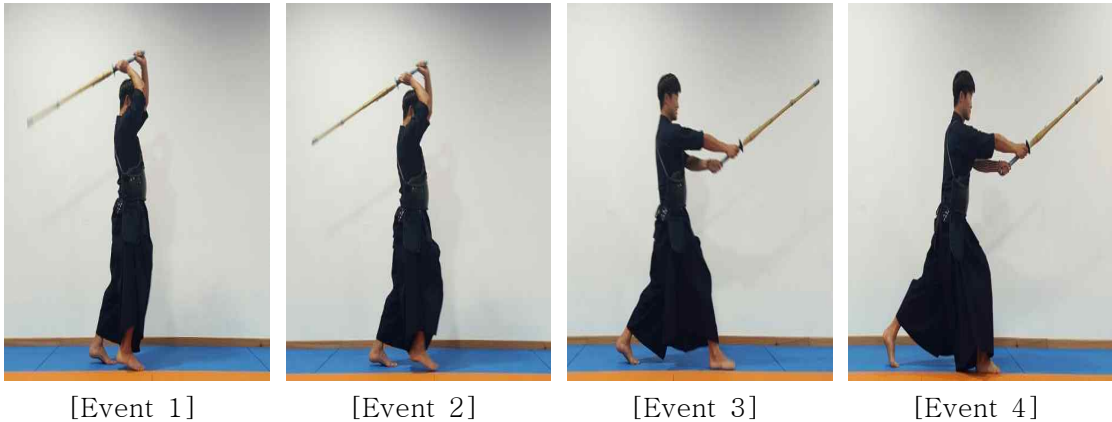


Figure 4. Event

2) 국면(Phase)

- ① phase 1(E1 ~ E2) : 오른쪽 발뒤꿈치부터 앞꿈치까지 이지되는 구간
- ② phase 2(E2 ~ E3) : 발앞꿈치 이지 후 죽도가 목표부위에 임팩트 되는 구간
- ③ phase 3(E3 ~ E4) : 임팩트 후 오른발이 다시 지면에 닿는 구간

5. 자료처리 및 통계처리

영상분석 결과 자료처리는 Kwon3D XP Motion Analysis Package Version 4.0(2007)을 이용하여 운동학적 변인을 산출하였고, 통제점 좌표화, 인체관절점의 좌표화, 동조 및 3차원 자표는 Abdel-Aziz & Karara(1971)의 직접선형변환 방법(Direct Linear Transformation)을 통해 산출하였다. 또한 Butterworth의 저역통과필터(low-pass filter)법을 이용한 차단주파수(cut-off frequency)는 6Hz로 스무딩하여 노이즈(noise)를 제거한 후 연구변인을 분석하였다.

산출된 좌표는 통계패키지 SPSS Ver 18.0 program(IBM Inc., USA)을 이용하여 각 이벤트 및 국면 별 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출한 후 타격위치(머리, 손목)와 타격거리(기존 공격거리, 공격최대거리)간 이원변량분석(two-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후 검증은 Duncan을 실시하였다. 이때 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다

IV. 결 과

검도 타격위치와 거리에 따른 공격자세의 운동역학적 분석결과는 다음과 같다.

1. 시간변인의 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 시간변화의 기술통계량은 <Table 4>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 5>와 같이, 타격위치에 따라 phase 2와 total time에서 손목타격이 머리타격보다 더 짧은 시간을 보였으며, 통계적으로 유의하였다. 또 타격거리에 따라 phase 2와 total time에서 짧은 거리가 긴 거리보다 더 짧은 시간을 보였으며, 통계적으로 유의하였다. 하지만, 상호작용효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 5>는 타격위치와 거리에 따른 시간변화를 그림으로 나타낸 것이다. phase 2에서 급격히 빨라지는 형태의 특징을 보여주고 있다.

Table 4. Change of Target time by distance and points in Kumdo(unit: sec)

| Section | Target points | | Total average |
|---------|---------------|-----------|---------------|
| | Head | Wrist | |
| Phase 1 | SD | 0.08±0.02 | 0.08±0.02 |
| | LD | 0.09±0.02 | 0.08±0.02 |
| | Total average | 0.08±0.02 | 0.08±0.02 |
| Phase 2 | SD | 0.30±0.05 | 0.27±0.06 |
| | LD | 0.35±0.06 | 0.33±0.06 |
| | Total average | 0.33±0.06 | 0.30±0.06 |
| Phase 3 | SD | 0.03±0.02 | 0.04±0.02 |
| | LD | 0.03±0.02 | 0.03±0.02 |
| | Total average | 0.03±0.02 | 0.03±0.02 |
| Total | SD | 0.40±0.05 | 0.39±0.06 |
| | LD | 0.47±0.07 | 0.45±0.07 |
| | Total average | 0.44±0.07 | 0.42±0.07 |

SD: Short distance LD: Long distance

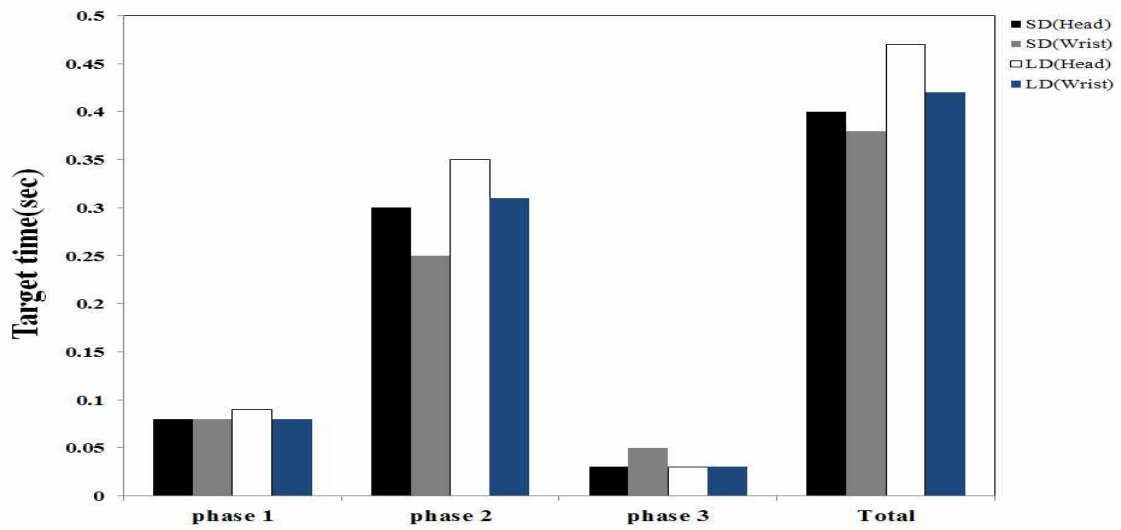


Figure 5. Change of Target time by distance and points in Kumdo

Table 5. Change of Target time by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|-------|-------|----|-------|-------|--------|--------|
| Target point(T) | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.338 | .565 | NS |
| | P2 | 0.025 | 1 | 0.025 | 7.908 | .008** | W>H |
| | P3 | 0.002 | 1 | 0.002 | 3.771 | .060 | NS |
| | Total | 0.016 | 1 | 0.016 | 4.379 | .043* | W>H |
| Distance(D) | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.723 | .401 | NS |
| | P2 | 0.030 | 1 | 0.030 | 9.583 | .004** | S>L |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.919 | .344 | NS |
| | Total | 0.029 | 1 | 0.029 | 7.753 | .008** | S>L |
| T×D | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 1.132 | .294 | NS |
| | P2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.076 | .784 | NS |
| | P3 | 0.001 | 1 | 0.001 | 1.454 | .236 | NS |
| | Total | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.256 | .616 | NS |
| Error | P1 | 0.013 | 36 | 0.000 | | | |
| | P2 | 0.113 | 36 | 0.003 | | | |
| | P3 | 0.016 | 36 | 0.000 | | | |
| | Total | 0.133 | 36 | 0.004 | | | |
| Total | P1 | 0.275 | 40 | | | | |
| | P2 | 3.931 | 40 | | | | |
| | P3 | 0.061 | 40 | | | | |
| | Total | 7.231 | 40 | | | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

2. 하지 관절의 각도변화

검도타격 시 위치와 거리변화에 따른 하지관절의 각도변화는 발목관절의 저측/배측 굴곡각도, 무릎과 엉덩관절의 굴곡/신전 각도로 정의하였으며, 연구결과는 다음과 같다.

1) 발목관절 각도

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 좌측 발목관절 각도의 변화는 <Table 6>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 7>과 같이, 타격위치에 따라 Event 3, Event 4에서 머리타격이 손목타격보다 더 저측 굴곡된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났다. 또 타격거리에 따라 Event 3과 Event 4에서 긴 거리가 짧은 거리보다 저측 굴곡된 형태를 보여 통계적으로 유의하였으며, 상호작용효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 6>은 타격위치와 거리에 따른 좌측 발목관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이며, Event 3, Event 4에서 급격히 굴곡되는 형태를 보여주고 있다.

Table 6. Dorsiflexion/plantarflexion angle of L ankle by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 91.42±10.48 | 96.38±8.10 | 93.90±9.47 |
| | LD | 95.59±11.44 | 93.65±11.35 | 94.62±11.14 |
| | Total average | 93.51±10.89 | 95.01±9.70 | 94.26±10.21 |
| Event 2 | SD | 87.52±13.28 | 91.35±9.41 | 89.44±11.37 |
| | LD | 89.67±13.39 | 88.26±12.22 | 88.97±12.50 |
| | Total average | 88.60±13.02 | 89.81±10.73 | 89.20±11.79 |
| Event 3 | SD | 120.95±14.31 | 100.82±9.77 | 110.88±15.78 |
| | LD | 134.72±11.60 | 125.12±8.88 | 129.92±11.19 |
| | Total average | 127.83±14.51 | 112.97±15.43 | 120.40±16.59 |
| Event 4 | SD | 123.60±16.05 | 105.98±12.38 | 114.79±16.62 |
| | LD | 134.82±11.20 | 131.12±9.00 | 132.97±10.07 |
| | Total average | 129.21±14.65 | 118.55±16.65 | 123.88±16.39 |

SD: Short distance LD: Long distance

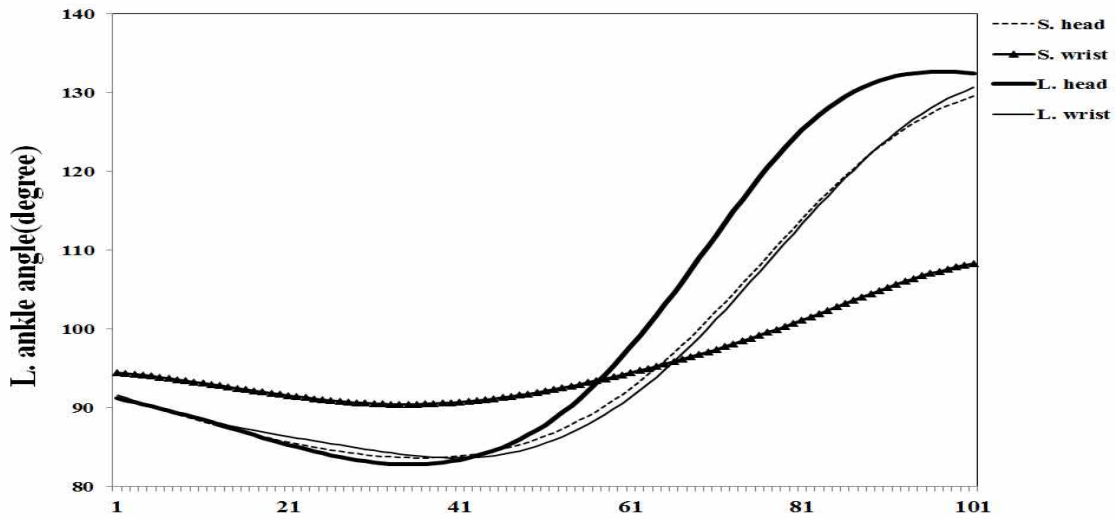


Figure 6. Angle of L ankle by distance and points in Kumdo

Table 7. Dorsiflexion/plantarflexion angle of L ankle by distance and points in Kumdo

| | Source | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|------------|----|----------|--------|---------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 22.737 | 1 | 22.737 | 0.209 | .650 | NS |
| | Event 2 | 14.621 | 1 | 14.621 | 0.099 | .755 | NS |
| | Event 3 | 2208.972 | 1 | 2208.972 | 17.200 | .001*** | H>W |
| | Event 4 | 1135.859 | 1 | 1135.859 | 7.361 | .010** | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 5.142 | 1 | 5.142 | 0.047 | .829 | NS |
| | Event 2 | 2.211 | 1 | 2.211 | 0.015 | .904 | NS |
| | Event 3 | 3623.926 | 1 | 3623.926 | 28.218 | .001*** | L>S |
| | Event 4 | 3307.548 | 1 | 3307.548 | 21.435 | .001*** | L>S |
| T×D | Event 1 | 118.810 | 1 | 118.810 | 1.092 | .303 | NS |
| | Event 2 | 68.810 | 1 | 68.810 | 0.464 | .500 | NS |
| | Event 3 | 277.267 | 1 | 277.267 | 2.159 | .150 | NS |
| | Event 4 | 484.509 | 1 | 484.509 | 3.140 | .085 | NS |
| Error | Event 1 | 3918.536 | 36 | 108.848 | | | |
| | Event 2 | 5339.679 | 36 | 148.324 | | | |
| | Event 3 | 4623.388 | 36 | 128.427 | | | |
| | Event 4 | 5555.097 | 36 | 154.308 | | | |
| Total | Event 1 | 359455.170 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 323705.787 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 590581.825 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 624324.930 | 40 | | | | |

p<.01, *p<0.001, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long
Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 우측 발목관절 각도의 변화는 <Table 8>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 9>와 같이, 타격거리에 따라 Event 3과 Event 4에서 긴 거리가 짧은 거리보다 더 저축 굴곡된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났으나, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 7>은 타격위치와 거리에 따른 우측 발목관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 8. Dorsiflexion/plantarflexion angle of R ankle by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 85.03±4.99 | 88.24±7.51 | 86.63±6.42 |
| | LD | 88.98±6.33 | 84.12±6.44 | 86.55±6.70 |
| | Total average | 87.00±5.91 | 86.18±7.13 | 86.59±6.47 |
| Event 2 | SD | 92.47±10.06 | 96.87±5.91 | 94.67±8.34 |
| | LD | 95.74±13.79 | 90.74±10.01 | 93.24±12.00 |
| | Total average | 94.11±11.87 | 93.81±8.60 | 93.96±10.23 |
| Event 3 | SD | 92.95±7.96 | 96.05±8.48 | 94.50±8.16 |
| | LD | 102.43±11.19 | 104.14±13.33 | 103.29±12.01 |
| | Total average | 97.69±10.63 | 100.09±11.64 | 98.89±11.07 |
| Event 4 | SD | 96.56±6.57 | 103.61±7.29 | 100.09±7.66 |
| | LD | 104.58±10.79 | 108.65±12.21 | 106.61±11.41 |
| | Total average | 100.57±9.62 | 106.13±10.12 | 103.35±10.14 |

SD: Short distance LD: Long distance

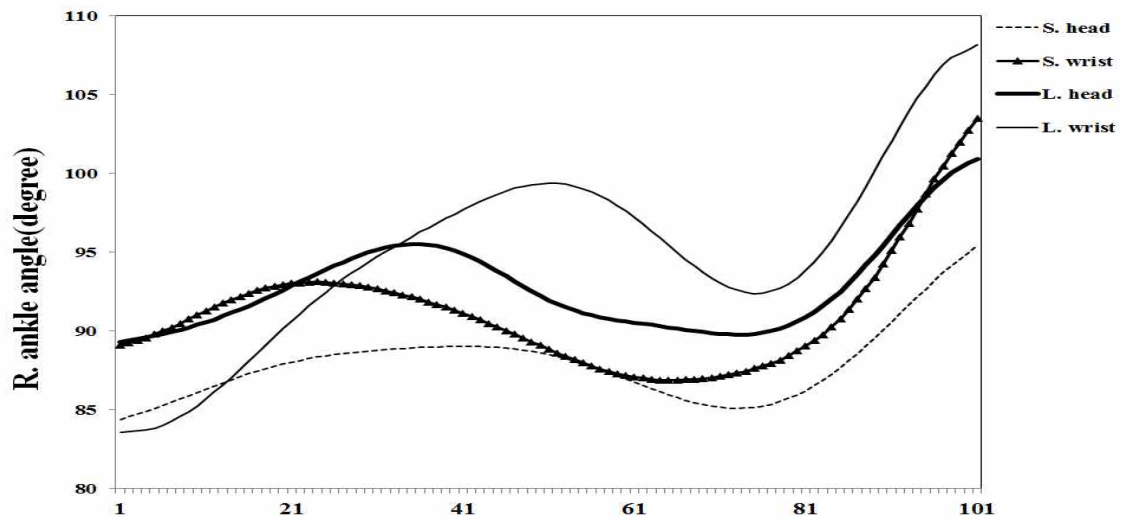


Figure 7. Angle of R ankle by distance and points in Kumdo

Table 9. Dorsiflexion/plantarflexion angle of R ankle by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|------------|----|---------|-------|-------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 6.751 | 1 | 6.751 | 0.166 | .686 | NS |
| | Event 2 | 0.909 | 1 | 0.909 | 0.009 | .927 | NS |
| | Event 3 | 57.741 | 1 | 57.741 | 0.527 | .473 | NS |
| | Event 4 | 309.142 | 1 | 309.142 | 3.418 | .073 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 0.065 | 1 | 0.065 | 0.002 | .968 | NS |
| | Event 2 | 20.436 | 1 | 20.436 | 0.192 | .664 | NS |
| | Event 3 | 772.299 | 1 | 772.299 | 7.049 | .012* | L>S |
| | Event 4 | 426.010 | 1 | 426.010 | 4.710 | .037* | L>S |
| T×D | Event 1 | 162.678 | 1 | 162.678 | 3.998 | .053 | NS |
| | Event 2 | 220.858 | 1 | 220.858 | 2.071 | .159 | NS |
| | Event 3 | 4.885 | 1 | 4.885 | 0.045 | .834 | NS |
| | Event 4 | 22.143 | 1 | 22.143 | 0.245 | .624 | NS |
| Error | Event 1 | 1464.746 | 36 | 40.687 | | | |
| | Event 2 | 3838.836 | 36 | 106.634 | | | |
| | Event 3 | 3944.397 | 36 | 109.567 | | | |
| | Event 4 | 3256.172 | 36 | 90.449 | | | |
| Total | Event 1 | 301551.981 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 357199.841 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 395964.210 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 431266.731 | 40 | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

2) 무릎관절 각도

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 좌측 무릎관절 각도의 변화는 <Table 10>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 11>과 같이, 타격위치에 따라 Event 3과 Event 4에서 머리타격이 손목타격보다 신전된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났고, 타격거리에 따라 Event 3에서 긴 거리가 짧은 거리보다 신전된 형태를 보여 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 타격위치와 거리에 따라 상호작용이 있는 것으로 나타났다.

<Figure 8>은 타격위치와 거리에 따른 좌측 무릎관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 10. Flexion/extension angle of L knee by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 155.40±8.91 | 160.18±7.28 | 157.79±8.28 |
| | LD | 155.01±12.50 | 154.13±9.54 | 154.57±10.83 |
| | Total average | 155.21±10.56 | 157.15±8.82 | 156.18±9.66 |
| Event 2 | SD | 151.48±12.58 | 156.06±9.46 | 153.77±11.08 |
| | LD | 148.85±10.92 | 149.05±11.20 | 148.95±10.76 |
| | Total average | 150.17±11.54 | 152.55±10.71 | 151.36±11.06 |
| Event 3 | SD | 164.78±8.92 | 149.53±13.56 | 157.15±13.64 |
| | LD | 165.85±8.81 | 162.42±9.98 | 164.14±9.33 |
| | Total average | 165.31±8.65 | 155.97±13.34 | 160.64±12.06 |
| Event 4 | SD | 163.85±8.93 | 147.34±13.96 | 155.59±14.21 |
| | LD | 162.99±9.91 | 161.32±9.98 | 162.15±9.72 |
| | Total average | 163.42±9.19 | 154.33±13.82 | 158.87±12.47 |

SD: Short distance LD: Long distance

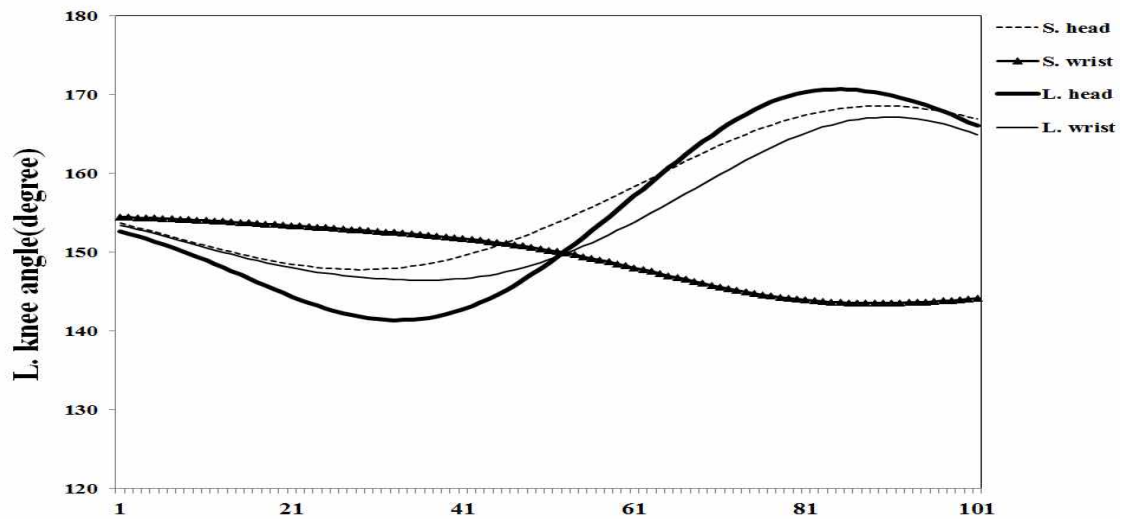


Figure 8. Angle of L knee by distance and points in Kumdo

Table 11. Flexion/extension angle of L knee by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|-------------|----|---------|-------|--------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 37.925 | 1 | 37.925 | 0.400 | .531 | NS |
| | Event 2 | 57.055 | 1 | 57.055 | 0.464 | .500 | NS |
| | Event 3 | 872.398 | 1 | 872.398 | 7.921 | .008** | H>W |
| | Event 4 | 826.685 | 1 | 826.685 | 6.999 | .012* | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 103.906 | 1 | 103.906 | 1.095 | .302 | NS |
| | Event 2 | 232.383 | 1 | 232.383 | 1.888 | .178 | NS |
| | Event 3 | 487.654 | 1 | 487.654 | 4.428 | .042* | L>S |
| | Event 4 | 430.234 | 1 | 430.234 | 3.643 | .064 | NS |
| T×D | Event 1 | 79.944 | 1 | 79.944 | 0.843 | .365 | NS |
| | Event 2 | 48.207 | 1 | 48.207 | 0.392 | .535 | NS |
| | Event 3 | 349.662 | 1 | 349.662 | 3.175 | .083 | NS |
| | Event 4 | 550.745 | 1 | 550.745 | 4.663 | .038* | |
| Error | Event 1 | 3414.585 | 36 | 94.850 | | | |
| | Event 2 | 4430.431 | 36 | 123.068 | | | |
| | Event 3 | 3964.807 | 36 | 110.134 | | | |
| | Event 4 | 4252.031 | 36 | 118.112 | | | |
| Total | Event 1 | 979320.586 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 921159.705 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 1037932.882 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 1015670.778 | 40 | | | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 우측 무릎관절 각도의 변화는 <Table 12>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 13>과 같이, 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이는 없었지만, 상호작용은 있는 것으로 나타났다.

<Figure 9>는 타격위치와 거리에 따른 우측 무릎관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 12. Flexion/extension angle of R knee by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 152.81±7.82 | 150.53±9.89 | 151.67±8.76 |
| | LD | 154.43±11.41 | 150.42±9.79 | 152.43±10.55 |
| | Total average | 153.62±9.56 | 150.48±9.58 | 152.05±9.58 |
| Event 2 | SD | 130.33±10.93 | 127.31±15.13 | 128.82±12.94 |
| | LD | 127.15±12.08 | 124.10±9.54 | 125.63±10.71 |
| | Total average | 128.74±11.33 | 125.70±12.42 | 127.22±11.83 |
| Event 3 | SD | 124.47±7.81 | 126.88±16.84 | 125.68±12.84 |
| | LD | 128.64±9.48 | 124.79±10.19 | 126.71±9.78 |
| | Total average | 126.56±8.72 | 125.83±13.59 | 126.20±11.28 |
| Event 4 | SD | 128.42±7.53 | 134.73±10.27 | 131.57±9.34 |
| | LD | 134.04±9.06 | 128.23±8.27 | 131.14±8.95 |
| | Total average | 131.23±8.61 | 131.48±9.67 | 131.36±9.04 |

SD: Short distance LD: Long distance

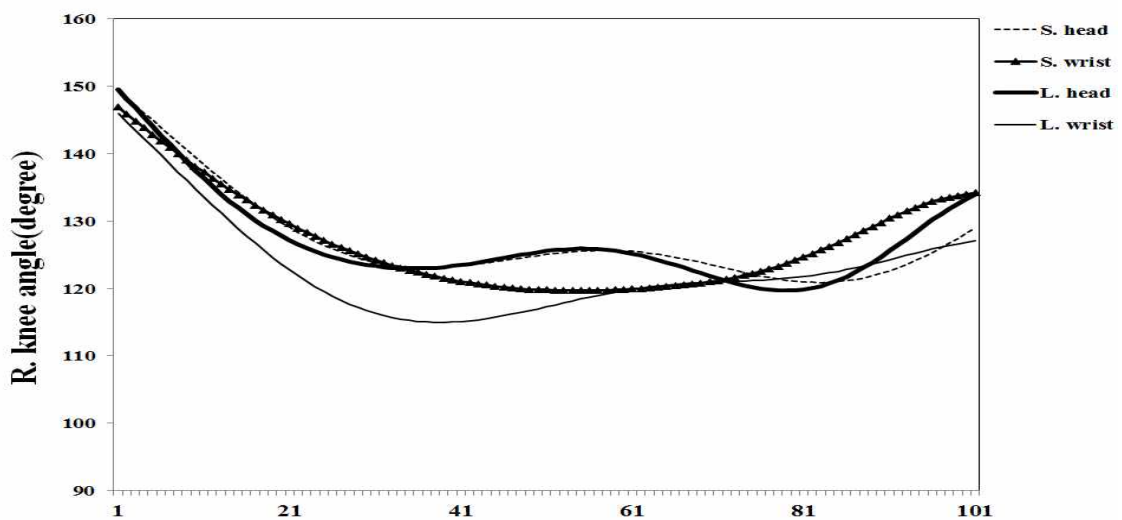


Figure 9. Angle of R knee by distance and points in Kumdo

Figure 13. Flexion/extension angle of R knee by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|------------|----|---------|-------|-------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 98.690 | 1 | 98.690 | 1.025 | .318 | NS |
| | Event 2 | 92.348 | 1 | 92.348 | 0.631 | .432 | NS |
| | Event 3 | 5.257 | 1 | 5.257 | 0.039 | .844 | NS |
| | Event 4 | 0.617 | 1 | 0.617 | 0.008 | .930 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 5.738 | 1 | 5.738 | 0.060 | .809 | NS |
| | Event 2 | 102.215 | 1 | 102.215 | 0.699 | .409 | NS |
| | Event 3 | 10.776 | 1 | 10.776 | 0.080 | .779 | NS |
| | Event 4 | 1.905 | 1 | 1.905 | 0.024 | .877 | NS |
| T×D | Event 1 | 7.456 | 1 | 7.456 | 0.077 | .782 | NS |
| | Event 2 | 0.004 | 1 | 0.004 | 0.000 | .996 | NS |
| | Event 3 | 97.966 | 1 | 97.966 | 0.728 | .399 | NS |
| | Event 4 | 367.290 | 1 | 367.290 | 4.698 | .037* | |
| Error | Event 1 | 3465.425 | 36 | 96.262 | | | |
| | Event 2 | 5265.016 | 36 | 146.250 | | | |
| | Event 3 | 4846.418 | 36 | 134.623 | | | |
| | Event 4 | 2814.366 | 36 | 78.177 | | | |
| Total | Event 1 | 928318.041 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 652892.907 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 641971.310 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 693362.462 | 40 | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

3) 엉덩관절 각도

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 좌측 엉덩관절 각도의 변화는 <Table 14>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 15>와 같이, 타격위치에서는 유의한 차이가 나타나지 않았고, 타격거리에 따라 Event 3에서 짧은 거리가 긴 거리보다 더 신전된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 10>은 타격위치와 거리에 따른 좌측 엉덩관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 14. Flexion/extension angle of L hip by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 150.70±4.29 | 154.88±2.96 | 152.79±4.18 |
| | LD | 150.53±5.67 | 151.29±3.92 | 150.91±4.76 |
| | Total average | 150.61±4.90 | 153.08±3.85 | 151.85±4.53 |
| Event 2 | SD | 150.94±3.20 | 152.43±2.50 | 151.68±2.90 |
| | LD | 150.08±2.41 | 150.75±3.52 | 150.42±2.96 |
| | Total average | 150.51±2.79 | 151.59±3.09 | 151.05±2.96 |
| Event 3 | SD | 142.60±4.26 | 143.66±3.42 | 143.13±3.80 |
| | LD | 138.24±6.74 | 138.80±7.28 | 138.52±6.84 |
| | Total average | 140.42±5.93 | 141.23±6.07 | 140.82±5.94 |
| Event 4 | SD | 141.64±3.42 | 143.36±3.31 | 142.50±3.39 |
| | LD | 138.63±6.74 | 140.05±6.17 | 139.34±6.33 |
| | Total average | 140.13±5.43 | 141.70±5.11 | 140.92±5.26 |

SD: Short distance LD: Long distance

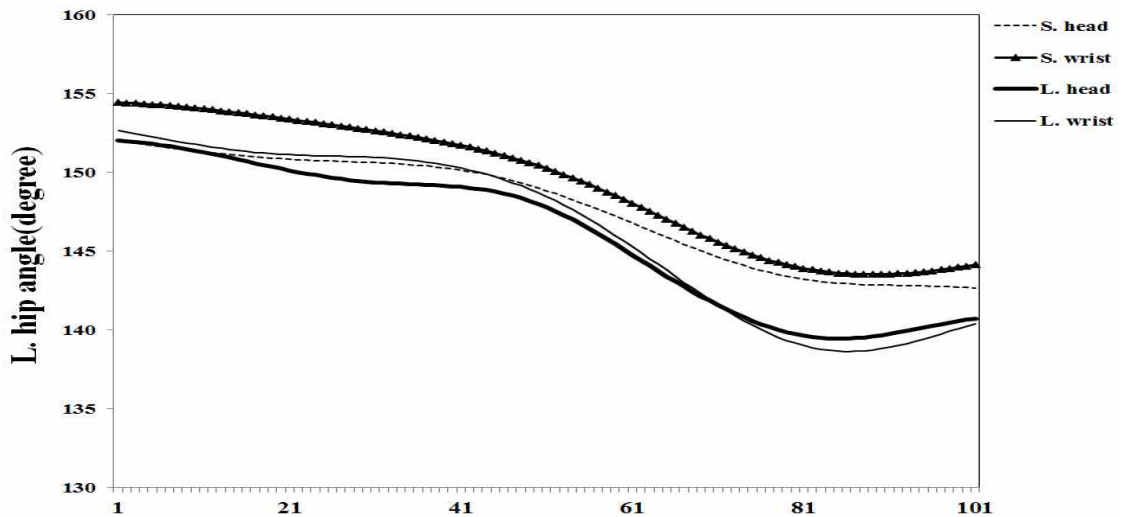


Figure 10. Angle of L hip by distance and points in Kumdo

Table 15. Flexion/extension angle of L hip by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|------------|----|---------|-------|-------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 60.984 | 1 | 60.984 | 3.262 | .079 | NS |
| | Event 2 | 11.628 | 1 | 11.628 | 1.342 | .254 | NS |
| | Event 3 | 6.654 | 1 | 6.654 | 0.207 | .652 | NS |
| | Event 4 | 24.666 | 1 | 24.666 | 0.929 | .342 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 35.325 | 1 | 35.325 | 1.890 | .178 | NS |
| | Event 2 | 16.011 | 1 | 16.011 | 1.848 | .182 | NS |
| | Event 3 | 212.680 | 1 | 212.680 | 6.631 | .014* | S>L |
| | Event 4 | 99.954 | 1 | 99.954 | 3.764 | .060 | NS |
| T×D | Event 1 | 29.361 | 1 | 29.361 | 1.571 | .218 | NS |
| | Event 2 | 1.684 | 1 | 1.684 | 0.194 | .662 | NS |
| | Event 3 | 0.634 | 1 | 0.634 | 0.020 | .889 | NS |
| | Event 4 | 0.233 | 1 | 0.233 | 0.009 | .926 | NS |
| Error | Event 1 | 672.981 | 36 | 18.694 | | | |
| | Event 2 | 311.925 | 36 | 8.665 | | | |
| | Event 3 | 1154.675 | 36 | 32.074 | | | |
| | Event 4 | 955.874 | 36 | 26.552 | | | |
| Total | Event 1 | 923120.367 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 912981.319 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 794640.303 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 795404.805 | 40 | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 우측 엉덩관절 각도의 변화는 <Table 16>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 17>과 같이, 타격위치에 따라 Event 1에서 머리타격이 손목타격보다 신전된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났다. 또 타격거리에 따라 Event 4에서 짧은 거리가 긴 거리보다 더 신전된 형태를 나타냈고, 상호작용은 없는 것으로 나타났다.

<Figure 11>은 타격위치와 거리에 따른 우측 엉덩관절 각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 16. Flexion/extension angle of R hip by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 143.99±6.11 | 139.26±5.52 | 141.62±6.16 |
| | LD | 144.79±6.57 | 141.61±5.52 | 143.20±6.13 |
| | Total average | 144.39±6.19 | 140.43±5.50 | 142.41±6.12 |
| Event 2 | SD | 135.30±8.03 | 130.03±7.63 | 132.67±8.09 |
| | LD | 133.61±6.07 | 131.09±6.13 | 132.35±6.08 |
| | Total average | 134.46±6.98 | 130.56±6.76 | 132.51±7.06 |
| Event 3 | SD | 88.50±10.18 | 91.64±12.14 | 90.07±11.02 |
| | LD | 82.67±10.04 | 80.18±8.40 | 81.43±9.10 |
| | Total average | 85.59±10.29 | 85.91±11.74 | 85.75±10.89 |
| Event 4 | SD | 92.43±11.18 | 96.95±7.70 | 94.69±9.63 |
| | LD | 89.13±8.83 | 82.73±8.26 | 85.93±8.95 |
| | Total average | 90.78±9.95 | 89.84±10.66 | 90.31±10.19 |

SD: Short distance LD: Long distance

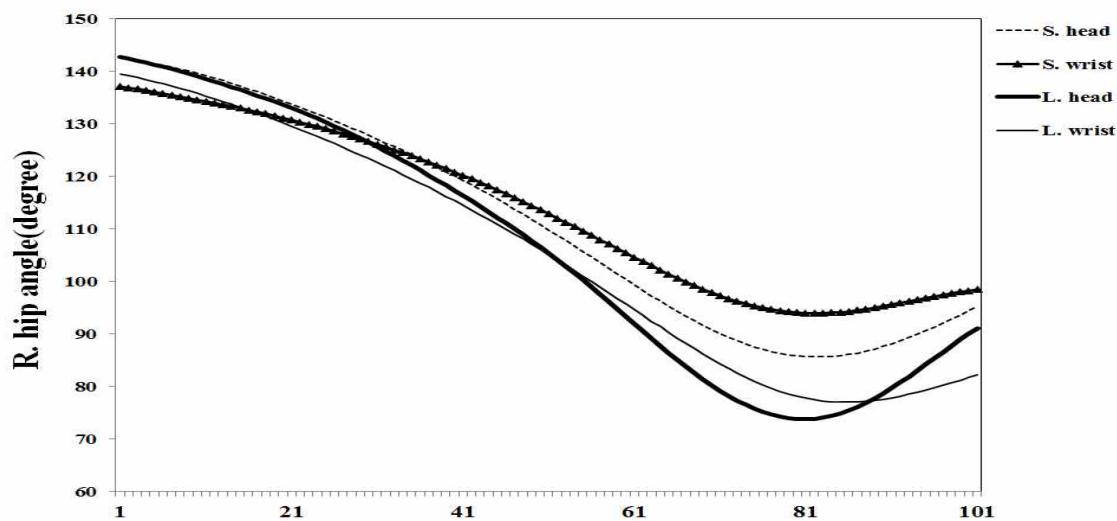


Figure 11. Angle of R hip by distance and points in Kumdo

Table 17. Flexion/extension angle of R hip by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|------------|----|---------|-------|--------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 156.543 | 1 | 156.543 | 4.431 | .042* | H>W |
| | Event 2 | 151.615 | 1 | 151.615 | 3.077 | .088 | NS |
| | Event 3 | 1.053 | 1 | 1.053 | 0.010 | .921 | NS |
| | Event 4 | 8.806 | 1 | 8.806 | 0.107 | .746 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 24.887 | 1 | 24.887 | 0.704 | .407 | NS |
| | Event 2 | 1.013 | 1 | 1.013 | 0.021 | .887 | NS |
| | Event 3 | 747.274 | 1 | 747.274 | 7.078 | .012 | NS |
| | Event 4 | 768.184 | 1 | 768.184 | 9.296 | .004** | S>L |
| T×D | Event 1 | 5.984 | 1 | 5.984 | 0.169 | .683 | NS |
| | Event 2 | 18.818 | 1 | 18.818 | 0.382 | .540 | NS |
| | Event 3 | 79.045 | 1 | 79.045 | 0.749 | .393 | NS |
| | Event 4 | 297.746 | 1 | 297.746 | 3.603 | .066 | NS |
| Error | Event 1 | 1271.773 | 36 | 35.327 | | | |
| | Event 2 | 1773.698 | 36 | 49.269 | | | |
| | Event 3 | 3801.015 | 36 | 105.584 | | | |
| | Event 4 | 2974.998 | 36 | 82.639 | | | |
| Total | Event 1 | 812714.525 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 704281.124 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 298749.172 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 330291.398 | 40 | | | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

3. 동적 안정성의 변화

검도타격 시 위치와 거리변화에 따른 동적 안정성의 변화는 신체중심위치 및 신체 중심속도의 변화, 체간의 기울기각도, COP 변인(ΔCOP_x , ΔCOP_y , COP area)을 분석하였고, 연구결과는 다음과 같다.

1) 신체중심위치의 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치의 좌·우 변화는 <Table 18>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 19>와 같이, 타격위치에 따라 phase 2에서 머리타격이 손목타격보다 이동거리가 증가하여 유의한 차이가 나타났다. 타격거리에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 12>는 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치 좌·우 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 18. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo(unit: m)

| Section | Target points | | Total average |
|---------|---------------|-----------|---------------|
| | Head | Wrist | |
| Phase 1 | SD | 0.00±0.01 | 0.00±0.01 |
| | LD | 0.00±0.01 | 0.00±0.01 |
| | Total average | 0.00±0.01 | 0.00±0.01 |
| Phase 2 | SD | 0.03±0.01 | 0.03±0.01 |
| | LD | 0.03±0.02 | 0.02±0.02 |
| | Total average | 0.03±0.02 | 0.02±0.02 |
| Phase 3 | SD | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 |
| | LD | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 |
| | Total average | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 |
| Total | SD | 0.03±0.02 | 0.03±0.02 |
| | LD | 0.03±0.03 | 0.02±0.02 |
| | Total average | 0.03±0.02 | 0.02±0.02 |

SD: Short distance LD: Long distance , phase1: event 1-event2, phase2: event 2-event3, phase3: event 3-event4

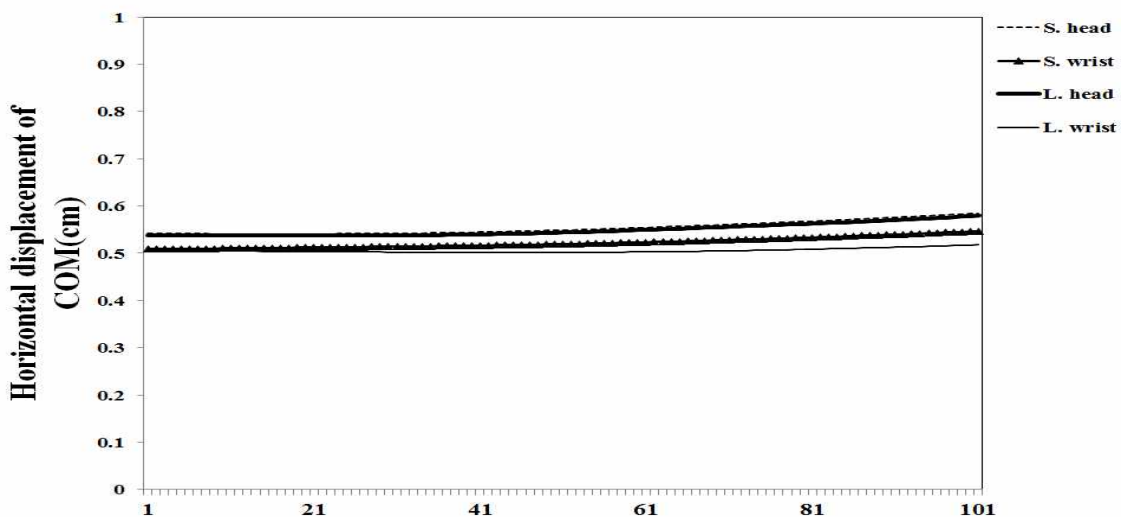


Figure 12. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo

Table 19. Horizontal displacement of COM(x) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.041 | .841 | NS |
| | P2 | 0.001 | 1 | 0.001 | 4.166 | .049* | H>W |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 1.927 | .74 | NS |
| | Total | 0.001 | 1 | 0.001 | 1.172 | .286 | NS |
| Distance(D) | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 1.018 | .320 | NS |
| | P2 | 0.001 | 1 | 0.001 | 1.906 | .176 | NS |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.063 | .804 | NS |
| | Total | 0.001 | 1 | 0.001 | 1.930 | .173 | NS |
| T×D | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.367 | .549 | NS |
| | P2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.706 | .406 | NS |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.063 | .804 | NS |
| | Total | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.652 | .425 | NS |
| Error | P1 | 0.002 | 36 | 0.000 | | | |
| | P2 | 0.011 | 36 | 0.000 | | | |
| | P3 | 0.002 | 36 | 0.000 | | | |
| | Total | 0.017 | 36 | 0.000 | | | |
| Total | P1 | 0.003 | 40 | | | | |
| | P2 | 0.034 | 40 | | | | |
| | P3 | 0.004 | 40 | | | | |
| | Total | 0.049 | 40 | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치의 전·후 변화는 <Table 20>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 21>과 같이, 타격위치에 따라 phase 2와 total에서 머리타격이 손목타격 보다 이동거리가 증가하여 유의한 차이가 나타났다. 또 타격 거리에 따라 phase 2와 total에서 짧은 거리가 긴 거리보다 이동거리가 감소되어 유의한 차이가 나타났으며, 상호작용효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 13>은 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치 전·후 변화를 그림으로 나타낸 것이다. 머리타격 시와 긴 거리 타격 시에 신체중심의 전방이동거리가 증가하는 경향을 보여주고 있다.

Table 20. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo(unit: m)

| Section | Target points | | Total average |
|---------|---------------|-----------|---------------|
| | Head | Wrist | |
| Phase 1 | SD | 0.05±0.02 | 0.05±0.02 |
| | LD | 0.06±0.01 | 0.06±0.01 |
| | Total average | 0.05±0.02 | 0.05±0.02 |
| Phase 2 | SD | 0.41±0.12 | 0.33±0.12 |
| | LD | 0.55±0.11 | 0.49±0.12 |
| | Total average | 0.48±0.13 | 0.41±0.14 |
| Phase 3 | SD | 0.04±0.03 | 0.06±0.03 |
| | LD | 0.05±0.04 | 0.06±0.05 |
| | Total average | 0.05±0.04 | 0.06±0.04 |
| Total | SD | 0.49±0.12 | 0.43±0.13 |
| | LD | 0.66±0.12 | 0.60±0.12 |
| | Total average | 0.58±0.15 | 0.46±0.13 |

SD: Short distance LD: Long distance , phase1: event 1-event2, phase2: event 2-event3, phase3: event 3-event4

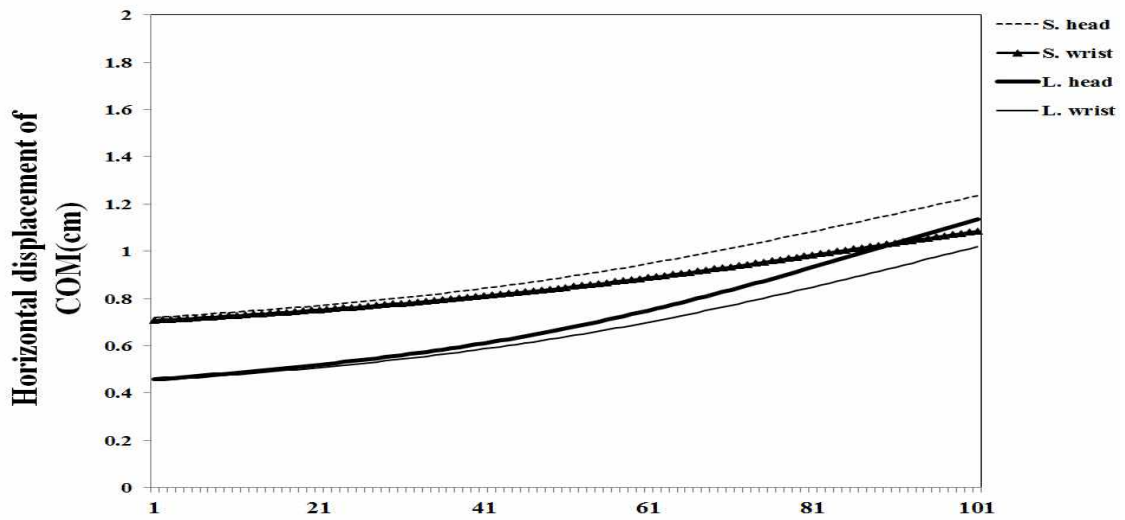


Figure 13. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo

Table 21. Horizontal displacement of COM(y) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.264 | .610 | NS |
| | P2 | 0.172 | 1 | 0.172 | 16.260 | .001*** | H>W |
| | P3 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.884 | .353 | NS |
| | Total | 0.146 | 1 | 0.146 | 12.422 | .001*** | H>W |
| Distance(D) | P1 | 0.001 | 1 | 0.001 | 3.818 | .059 | NS |
| | P2 | 0.256 | 1 | 0.256 | 24.256 | .001*** | L>S |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.153 | .698 | NS |
| | Total | 0.303 | 1 | 0.303 | 25.688 | .001*** | L>S |
| T×D | P1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.857 | .361 | NS |
| | P2 | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.307 | .583 | NS |
| | P3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.153 | .698 | NS |
| | Total | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.054 | .817 | NS |
| Error | P1 | 0.009 | 36 | 0.000 | | | |
| | P2 | 0.380 | 36 | 0.011 | | | |
| | P3 | 0.059 | 36 | 0.002 | | | |
| | Total | 0.424 | 36 | 0.012 | | | |
| Total | P1 | 0.113 | 40 | | | | |
| | P2 | 7.551 | 40 | | | | |
| | P3 | 0.182 | 40 | | | | |
| | Total | 11.545 | 40 | | | | |

*** $p < .001$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치의 수직변화는 <Table 22>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 23>과 같이, 타격위치에 따라 Event 4에서 손목타격이 머리타격보다 이동거리가 감소되어 유의한 차이가 나타났다. 타격거리에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 14>는 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치 수직 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 22. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo(unit: m)

| Section | Target points | | Total average |
|---------|---------------|-----------|---------------|
| | Head | Wrist | |
| Event 1 | SD | 0.94±0.04 | 0.94±0.05 |
| | LD | 0.94±0.04 | 0.93±0.04 |
| | Total average | 0.94±0.04 | 0.94±0.04 |
| Event 2 | SD | 0.92±0.05 | 0.92±0.05 |
| | LD | 0.91±0.05 | 0.91±0.05 |
| | Total average | 0.91±0.04 | 0.91±0.05 |
| Event 3 | SD | 0.89±0.05 | 0.89±0.05 |
| | LD | 0.90±0.06 | 0.87±0.06 |
| | Total average | 0.90±0.05 | 0.88±0.05 |
| Event 4 | SD | 0.89±0.05 | 0.88±0.05 |
| | LD | 0.90±0.06 | 0.87±0.06 |
| | Total average | 0.89±0.05 | 0.87±0.05 |

SD: Short distance LD: Long distance

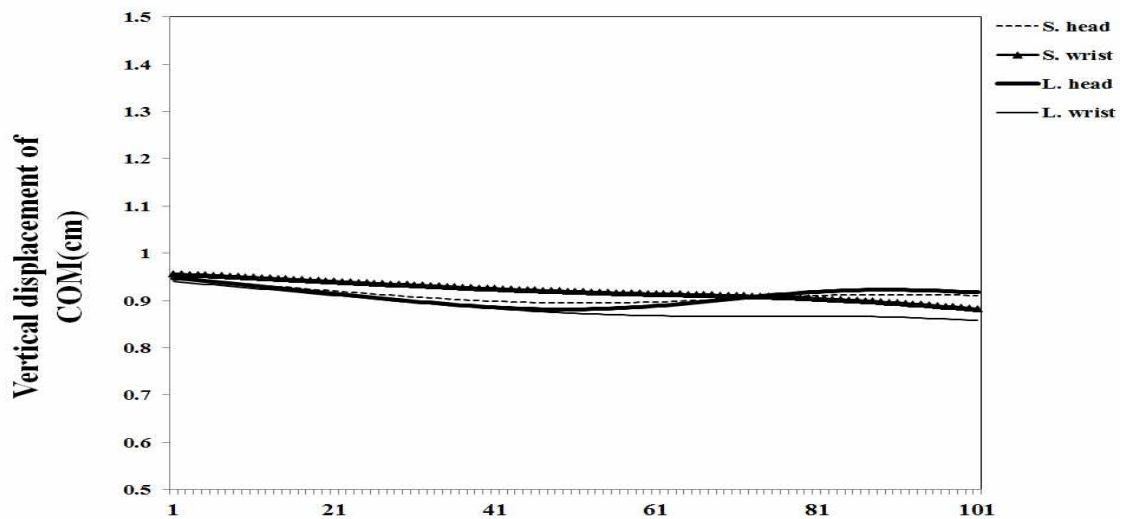


Figure 14. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo

Table 23. Horizontal displacement of COM(z) by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|--------|----|-------|-------|-------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.009 | .927 | NS |
| | Event 2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.002 | .966 | NS |
| | Event 3 | 0.010 | 1 | 0.010 | 3.839 | .058 | NS |
| | Event 4 | 0.018 | 1 | 0.018 | 7.044 | .012* | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.214 | .646 | NS |
| | Event 2 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.561 | .459 | NS |
| | Event 3 | 0.002 | 1 | 0.002 | 0.597 | .445 | NS |
| | Event 4 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.260 | .613 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.283 | .598 | NS |
| | Event 2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.183 | .671 | NS |
| | Event 3 | 0.003 | 1 | 0.003 | 1.312 | .260 | NS |
| | Event 4 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.582 | .451 | NS |
| Error | Event 1 | 0.075 | 36 | 0.002 | | | |
| | Event 2 | 0.087 | 36 | 0.002 | | | |
| | Event 3 | 0.093 | 36 | 0.003 | | | |
| | Event 4 | 0.090 | 36 | 0.002 | | | |
| Total | Event 1 | 35.182 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 33.493 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 31.030 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 30.527 | 40 | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

2) 신체중심위치의 속도변화

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 신체중심위치속도의 좌·우 속도변화는 <Table 24>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 25>와 같이, 타격위치에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않았고, 타격거리에 따라 Event 2에서 긴 거리가 짧은 거리보다 빠른 속도를 나타냈으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 15>는 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치속도 좌·우 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 24. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 0.06±0.08 | 0.03±0.12 | 0.04±0.10 |
| | LD | 0.04±0.05 | 0.07±0.07 | 0.05±0.06 |
| | Total average | 0.05±0.07 | 0.05±0.10 | 0.05±0.08 |
| Event 2 | SD | 0.02±0.08 | 0.04±0.03 | 0.01±0.07 |
| | LD | 0.03±0.06 | 0.04±0.04 | 0.03±0.05 |
| | Total average | 0.02±0.07 | 0.00±0.06 | 0.01±0.07 |
| Event 3 | SD | 0.16±0.11 | 0.15±0.04 | 0.16±0.08 |
| | LD | 0.16±0.08 | 0.15±0.10 | 0.15±0.09 |
| | Total average | 0.16±0.10 | 0.15±0.08 | 0.15±0.09 |
| Event 4 | SD | 0.19±0.10 | 0.19±0.06 | 0.19±0.08 |
| | LD | 0.17±0.08 | 0.16±0.09 | 0.16±0.08 |
| | Total average | 0.18±0.09 | 0.18±0.08 | 0.18±0.08 |

SD: Short distance LD: Long distance

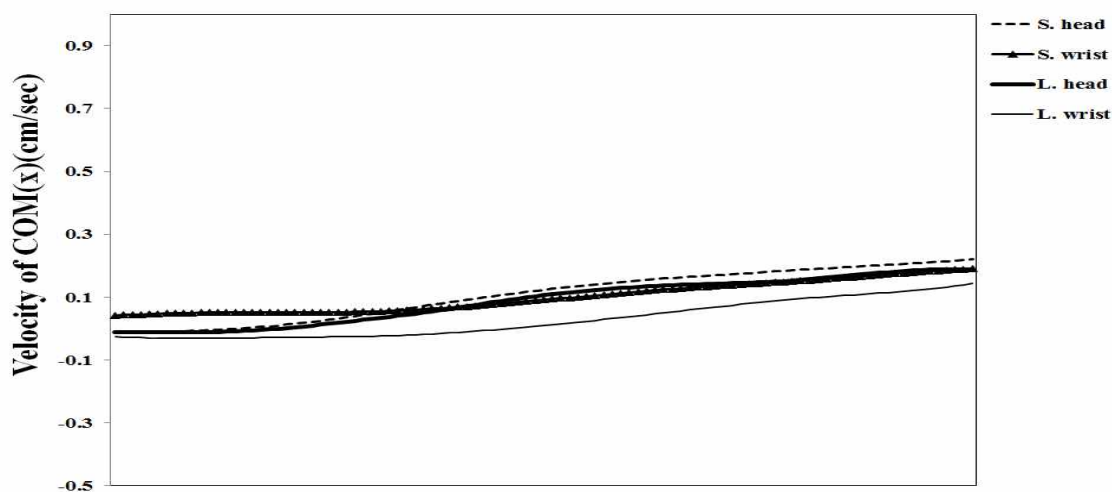


Figure 15. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo

Table 25. Velocity of COM(x) by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|-------|----|-------|-------|-------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.004 | .950 | NS |
| | Event 2 | 0.007 | 1 | 0.007 | 2.150 | .151 | NS |
| | Event 3 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.134 | .716 | NS |
| | Event 4 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.008 | .929 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.187 | .668 | NS |
| | Event 2 | 0.020 | 1 | 0.020 | 5.933 | .020* | L>S |
| | Event 3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.027 | .870 | NS |
| | Event 4 | 0.006 | 1 | 0.006 | 0.848 | .363 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.008 | 1 | 0.008 | 1.044 | .314 | NS |
| | Event 2 | 0.013 | 1 | 0.013 | 3.807 | .059 | NS |
| | Event 3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.009 | .925 | NS |
| | Event 4 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.129 | .721 | NS |
| Error | Event 1 | 0.265 | 36 | 0.007 | | | |
| | Event 2 | 0.124 | 36 | 0.003 | | | |
| | Event 3 | 0.286 | 36 | 0.008 | | | |
| | Event 4 | 0.257 | 36 | 0.007 | | | |
| Total | Event 1 | 0.359 | | | | | |
| | Event 2 | 0.169 | | | | | |
| | Event 3 | 0.247 | | | | | |
| | Event 4 | 1.508 | | | | | |

* $p < .05$, NS: No significant difference, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 신체중심위치속도의 전·후 속도변화는 <Table 26>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 27>과 같이, 타격위치에 따라 Event 3과 Event 4에서 머리타격이 손목타격 보다 전후이동속도가 더 빠른 형태를 나타냈다. 또 타격거리에 따라 Event 1과 Event 3, Event 4에서 긴 거리가 짧은 거리보다 빠른 신체중심 속도를 보여 유의한 차이가 나타났다.

<Figure 16>은 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치속도 전·후 변화를 그림으로 나타낸 것이다. 머리타격 시와 긴 거리 타격 시에 더 빠른 신체중심의 속도를 보여주고 있다.

Table 26. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 0.54±0.12 | 0.48±0.12 | 0.51±0.12 |
| | LD | 0.59±0.13 | 0.60±0.14 | 0.59±0.13 |
| | Total average | 0.56±0.13 | 0.54±0.14 | 0.55±0.13 |
| Event 2 | SD | 0.69±0.13 | 0.68±0.13 | 0.68±0.13 |
| | LD | 0.77±0.15 | 0.75±0.15 | 0.76±0.15 |
| | Total average | 0.73±0.14 | 0.71±0.14 | 0.72±0.14 |
| Event 3 | SD | 1.74±0.46 | 1.27±0.31 | 1.50±0.45 |
| | LD | 2.10±0.27 | 1.93±0.32 | 2.01±0.30 |
| | Total average | 1.92±0.41 | 1.60±0.45 | 1.76±0.46 |
| Event 4 | SD | 1.75±0.48 | 1.27±0.34 | 1.51±0.47 |
| | LD | 2.10±0.27 | 1.99±0.33 | 2.04±0.30 |
| | Total average | 1.92±0.42 | 1.63±0.49 | 1.78±0.47 |

SD: Short distance LD: Long distance

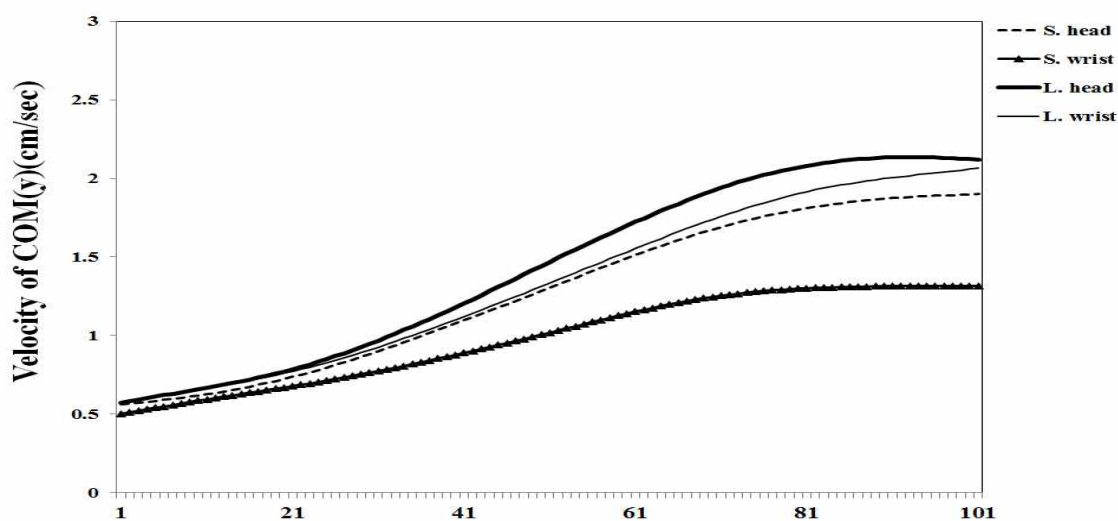


Figure 16. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo

Table 27. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.009 | 1 | 0.009 | 0.508 | .481 | NS |
| | Event 2 | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.151 | .699 | NS |
| | Event 3 | 1.014 | 1 | 1.014 | 8.526 | .006** | H>W |
| | Event 4 | 0.840 | 1 | 0.840 | 6.449 | .016* | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 0.076 | 1 | 0.076 | 4.527 | .040* | L>S |
| | Event 2 | 0.058 | 1 | 0.058 | 2.966 | .094 | NS |
| | Event 3 | 2.605 | 1 | 2.605 | 21.910 | .001*** | L>S |
| | Event 4 | 2.817 | 1 | 2.817 | 21.636 | .001*** | L>S |
| T×D | Event 1 | 0.010 | 1 | 0.010 | 0.618 | .437 | NS |
| | Event 2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.000 | .996 | NS |
| | Event 3 | 0.211 | 1 | 0.211 | 1.778 | .191 | NS |
| | Event 4 | 0.353 | 1 | 0.353 | 2.708 | .109 | NS |
| Error | Event 1 | 0.605 | 36 | 0.017 | | | |
| | Event 2 | 0.705 | 36 | 0.020 | | | |
| | Event 3 | 4.280 | 36 | 0.119 | | | |
| | Event 4 | 4.688 | 36 | 0.130 | | | |
| Total | Event 1 | 12.795 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 21.640 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 131.917 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 135.236 | 40 | | | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < 0.001$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 신체중심위치속도의 수직 속도변화는 <Table 28>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 29>와 같이, 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았고, 상호작용 효과도 없는 것으로 나타났다.

<Figure 17>은 타격위치와 거리에 따른 신체중심위치속도 수직 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 28. Velocity of COM(z) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 0.24±0.20 | 0.20±0.13 | 0.22±0.17 |
| | LD | 0.24±0.16 | 0.30±0.14 | 0.27±0.15 |
| | Total average | 0.24±0.18 | 0.25±0.14 | 0.25±0.16 |
| Event 2 | SD | 0.31±0.18 | 0.23±0.11 | 0.27±0.15 |
| | LD | 0.34±0.14 | 0.35±0.14 | 0.34±0.14 |
| | Total average | 0.32±0.16 | 0.29±0.14 | 0.31±0.15 |
| Event 3 | SD | 0.15±0.32 | 0.34±0.23 | 0.25±0.29 |
| | LD | 0.13±0.26 | 0.20±0.22 | 0.17±0.23 |
| | Total average | 0.14±0.28 | 0.27±0.23 | 0.21±0.26 |
| Event 4 | SD | 0.22±0.33 | 0.44±0.27 | 0.33±0.31 |
| | LD | 0.17±0.23 | 0.26±0.22 | 0.21±0.23 |
| | Total average | 0.20±0.28 | 0.35±0.26 | 0.27±0.28 |

SD: Short distance LD: Long distance

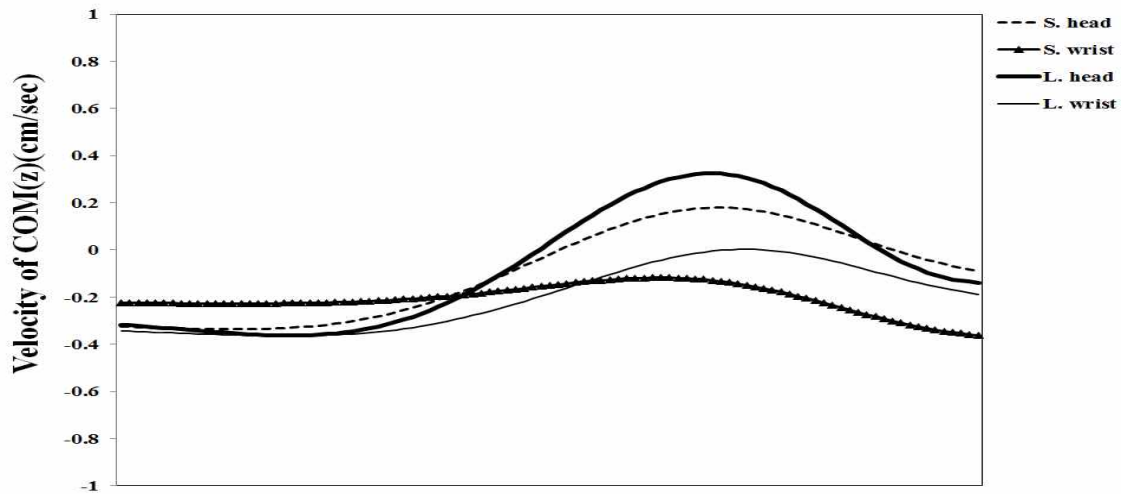


Figure 17. Velocity of COM(y) by distance and points in Kumdo

Table 29. Velocity of COM(z) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.016 | .901 | NS |
| | Event 2 | 0.011 | 1 | 0.011 | 0.515 | .478 | NS |
| | Event 3 | 0.164 | 1 | 0.164 | 2.510 | .122 | NS |
| | Event 4 | 0.239 | 1 | 0.239 | 3.381 | .074 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 0.028 | 1 | 0.028 | 1.079 | .306 | NS |
| | Event 2 | 0.056 | 1 | 0.056 | 2.671 | .111 | NS |
| | Event 3 | 0.067 | 1 | 0.067 | 1.030 | .317 | NS |
| | Event 4 | 0.134 | 1 | 0.134 | 1.890 | .178 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.028 | 1 | 0.028 | 1.079 | .306 | NS |
| | Event 2 | 0.018 | 1 | 0.018 | 0.836 | .367 | NS |
| | Event 3 | 0.034 | 1 | 0.034 | 0.515 | .477 | NS |
| | Event 4 | 0.046 | 1 | 0.046 | 0.646 | .427 | NS |
| Error | Event 1 | 0.925 | 36 | 0.026 | | | |
| | Event 2 | 0.756 | 36 | 0.021 | | | |
| | Event 3 | 2.349 | 36 | 0.065 | | | |
| | Event 4 | 2.544 | 36 | 0.071 | | | |
| Total | Event 1 | 3.405 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 4.612 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 4.312 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 5.927 | 40 | | | | |

NS: No significant difference, T, D: main effect, T×D: interaction

3) 체간의 기울기각도의 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 체간의 기울기각도의 변화는 <Table 30>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 31>과 같이, 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았고, 상호작용 효과도 없는 것으로 나타났다.

<Figure 18>은 타격위치와 거리에 따른 체간의 기울기각도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 30. FR·LR angle by distance and points in Kumdo(unit: degree)

| Section | | Target points | | Total average |
|---------|---------------|---------------|------------|---------------|
| | | Head | Wrist | |
| Event 1 | SD | -7.59±2.96 | -6.81±2.95 | -7.20±2.91 |
| | LD | -5.71±2.92 | -5.75±3.93 | -5.73±3.37 |
| | Total average | -6.65±3.02 | -6.28±3.43 | -6.46±3.19 |
| Event 2 | SD | -7.18±3.85 | -6.04±3.50 | -6.61±3.63 |
| | LD | -5.24±3.36 | -5.35±4.17 | -5.29±3.69 |
| | Total average | -6.21±3.66 | -5.70±3.76 | -5.95±3.67 |
| Event 3 | SD | 6.12±5.74 | 7.56±5.20 | 6.84±5.38 |
| | LD | 11.99±8.18 | 8.63±5.90 | 10.31±7.15 |
| | Total average | 9.06±7.51 | 8.10±5.44 | 8.58±6.49 |
| Event 4 | SD | 5.83±5.46 | 7.40±5.92 | 6.61±5.60 |
| | LD | 11.29±8.59 | 9.25±5.90 | 10.27±7.25 |
| | Total average | 8.56±7.55 | 8.32±5.83 | 8.44±6.66 |

SD: Short distance LD: Long distance

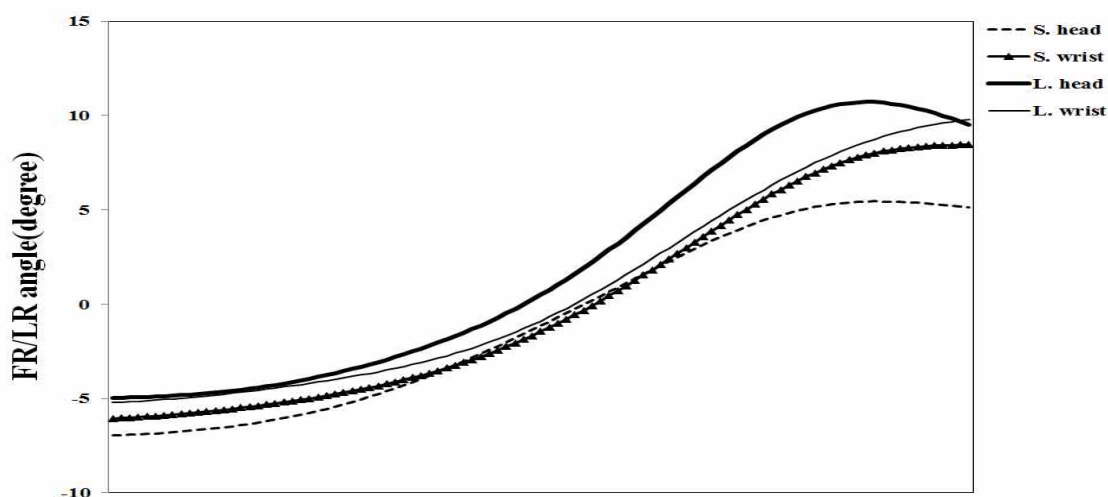


Figure 18. Front-rear, left-right angle by distance and points in Kumdo

Table 31. Front-rear, left-right angle by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|----------|----|---------|-------|------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 1.346 | 1 | 1.346 | 0.130 | .721 | NS |
| | Event 2 | 2.630 | 1 | 2.630 | 0.189 | .667 | NS |
| | Event 3 | 9.145 | 1 | 9.145 | 0.226 | .637 | NS |
| | Event 4 | 0.550 | 1 | 0.550 | 0.013 | .911 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 21.671 | 1 | 21.671 | 2.089 | .157 | NS |
| | Event 2 | 17.402 | 1 | 17.402 | 1.249 | .271 | NS |
| | Event 3 | 120.567 | 1 | 120.567 | 2.981 | .093 | NS |
| | Event 4 | 133.708 | 1 | 133.708 | 3.083 | .088 | NS |
| T×D | Event 1 | 1.672 | 1 | 1.672 | 0.161 | .690 | NS |
| | Event 2 | 3.917 | 1 | 3.917 | 0.281 | .599 | NS |
| | Event 3 | 57.779 | 1 | 57.779 | 1.428 | .240 | NS |
| | Event 4 | 32.558 | 1 | 32.558 | 0.751 | .392 | NS |
| Error | Event 1 | 373.419 | 36 | 10.373 | | | |
| | Event 2 | 501.634 | 36 | 13.934 | | | |
| | Event 3 | 1456.220 | 36 | 40.451 | | | |
| | Event 4 | 1561.337 | 36 | 43.370 | | | |
| Total | Event 1 | 2069.469 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 1943.150 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 4586.213 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 4578.304 | 40 | | | | |

NS: No significant difference, T, D: main effect, T×D: interaction

4) 압력중심의 변인(ΔCOP_x , ΔCOP_y , COP area)

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 ΔCOP_x , ΔCOP_y , COP area의 변화는 <Table 32>와 같다. 압력중심(COP)의 변화량은 발이 지면 착지 동안 생성되는 COP_x , COP_y 경로(pathway)의 최대·최소 이동변위의 상대적인 변화량을 분석하였고(현승현, 류재청, 2014), 타격동안 신체의 감속·추진을 위해 조절되는 발의 압력중심 위치의 변화를 비교분석하기 위해 사용하였다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 33>과 같이, 타격위치와 거리에 따라 압력중심(COP)의 변화량에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상호작용 효과 또한 없는 것으로 나타났다.

<Figure 19>는 타격위치와 거리에 따른 ΔCOP_x , <Figure 20>은 ΔCOP_y , <Figure 21>은 COP area의 변화를 그림으로 나타낸 것이다. 머리타격 시와 긴 거리 타격 시에 ΔCOP_x , ΔCOP_y , COP area가 모두 증가하는 형태를 보여주고 있다.

Table 32. Center of pressure variables by distance and points in Kumdo

| Section | | Target points | | Total average |
|---------------------------------|---------------|---------------|-----------|---------------|
| | | Head | Wrist | |
| $\Delta\text{COP}_x(\text{cm})$ | SD | 0.08±0.14 | 0.05±0.06 | 0.07±0.11 |
| | LD | 0.15±0.32 | 0.09±0.20 | 0.12±0.26 |
| | Total average | 0.12±0.25 | 0.07±0.14 | 0.09±0.20 |
| $\Delta\text{COP}_y(\text{cm})$ | SD | 0.14±0.09 | 0.17±0.16 | 0.15±0.13 |
| | LD | 0.30±0.54 | 0.11±0.06 | 0.20±0.39 |
| | Total average | 0.22±0.39 | 0.14±0.12 | 0.18±0.29 |
| COP area(cm) | SD | 0.02±0.06 | 0.02±0.04 | 0.02±0.05 |
| | LD | 0.20±0.61 | 0.01±0.01 | 0.11±0.43 |
| | Total average | 0.11±0.43 | 0.01±0.03 | 0.06±0.31 |

SD: Short distance LD: Long distance

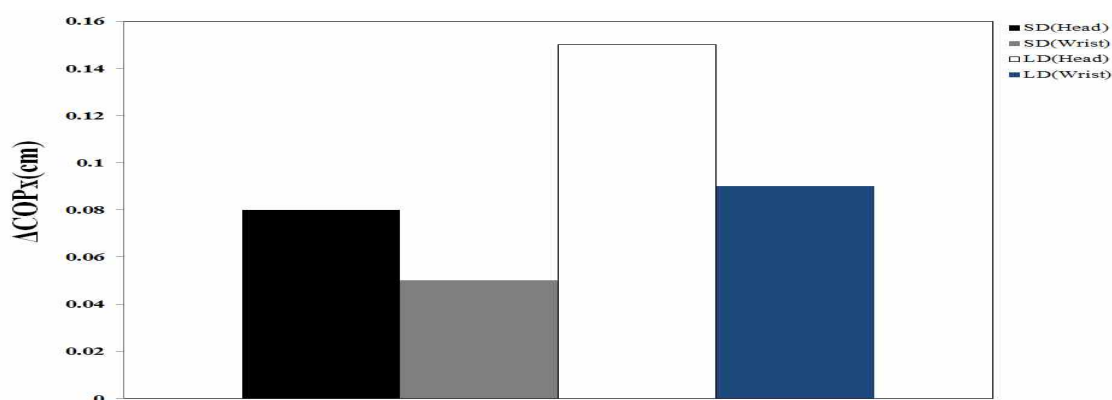


Figure 19. ΔCOP_x by distance and points in Kumdo

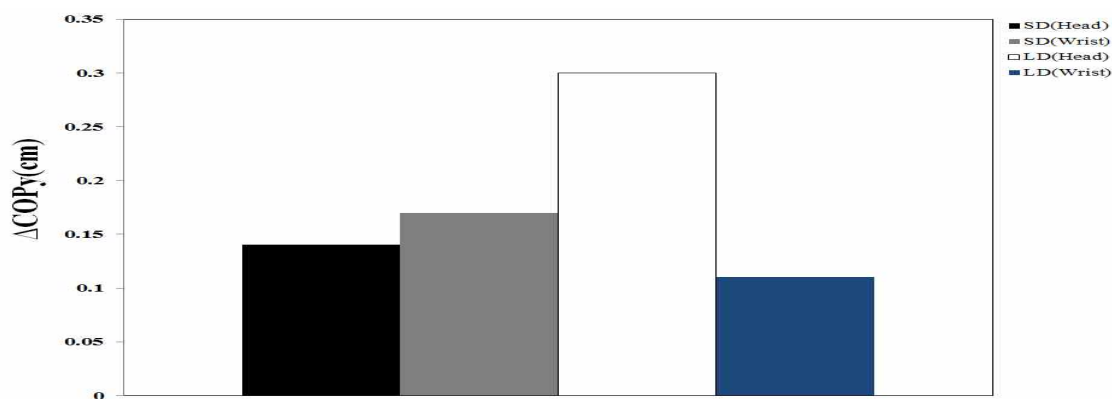


Figure 20. ΔCOP_y by distance and points in Kumdo

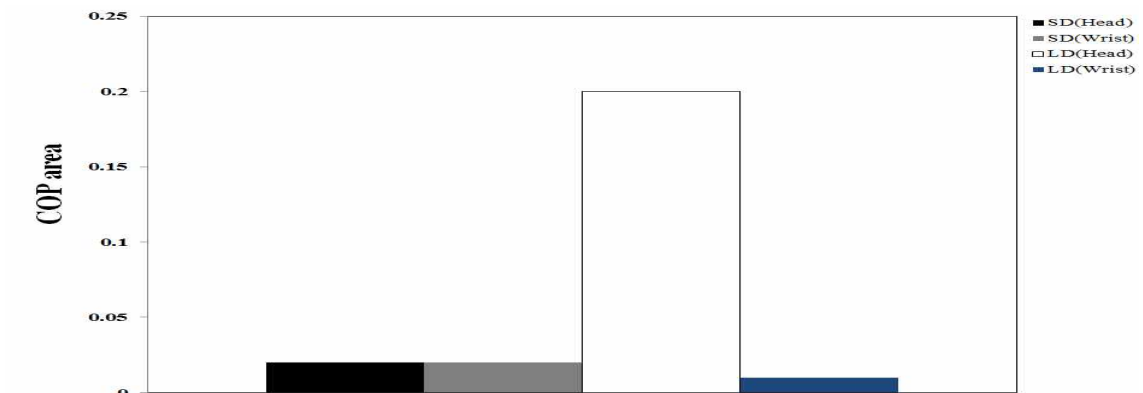


Figure 21. COP area by distance and points in Kumdo

Table 33. Center of pressure variables by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|--------------|-------|----|-------|-------|------|--------|
| Target point(T) | COPx(cm) | 0.028 | 1 | 0.028 | 0.664 | .421 | NS |
| | COPy(cm) | 0.066 | 1 | 0.066 | 0.793 | .379 | NS |
| | COP area(cm) | 0.101 | 1 | 0.101 | 1.065 | .309 | NS |
| Distance(D) | COPx(cm) | 0.031 | 1 | 0.031 | 0.740 | .395 | NS |
| | COPy(cm) | 0.026 | 1 | 0.026 | 0.310 | .581 | NS |
| | COP area(cm) | 0.073 | 1 | 0.073 | 0.771 | .386 | NS |
| T×D | COPx(cm) | 0.002 | 1 | 0.002 | 0.042 | .840 | NS |
| | COPy(cm) | 0.112 | 1 | 0.112 | 1.345 | .254 | NS |
| | COP area(cm) | 0.089 | 1 | 0.089 | 0.942 | .338 | NS |
| Error | COPx(cm) | 1.500 | 36 | 0.042 | | | |
| | COPy(cm) | 2.987 | 36 | 0.083 | | | |
| | COP area(cm) | 3.416 | 36 | 0.095 | | | |
| Total | COPx(cm) | 1.904 | 40 | | | | |
| | COPy(cm) | 4.470 | 40 | | | | |
| | COP area(cm) | 3.835 | 40 | | | | |

NS: No significant difference, T, D: main effect, T×D: interaction

5) 검의 가속도 변인

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 좌·우 검의 속도 변화는 <Table 34>와 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 35>와 같이, 타격위치에 따라 모든 이벤트에서 머리타격이 손목타격보다 더 빠른 형태를 보여 유의한 차이를 나타내었고, 타격거리에 따라서는 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 상호작용 효과 또한 없는 것으로 나타났다.

<Figure 22>는 타격위치와 거리에 따른 좌·우 검의 가속도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 34. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 0.55±0.3 | 0.48±0.04 | 0.51±0.05 |
| | LD | 0.54±0.03 | 0.48±0.04 | 0.51±0.05 |
| | Total average | 0.55±0.03 | 0.48±0.04 | 0.51±0.05 |
| Event 2 | SD | 0.55±0.03 | 0.47±0.04 | 0.51±0.05 |
| | LD | 0.54±0.03 | 0.47±0.04 | 0.50±0.05 |
| | Total average | 0.54±0.03 | 0.47±0.04 | 0.51±0.05 |
| Event 3 | SD | 0.55±0.05 | 0.49±0.05 | 0.52±0.06 |
| | LD | 0.55±0.05 | 0.46±0.03 | 0.50±0.06 |
| | Total average | 0.55±0.05 | 0.47±0.04 | 0.51±0.06 |
| Event 4 | SD | 0.55±0.05 | 0.45±0.04 | 0.50±0.06 |
| | LD | 0.56±0.03 | 0.45±0.06 | 0.50±0.07 |
| | Total average | 0.55±0.04 | 0.45±0.05 | 0.50±0.07 |

SD: Short distance LD: Long distance

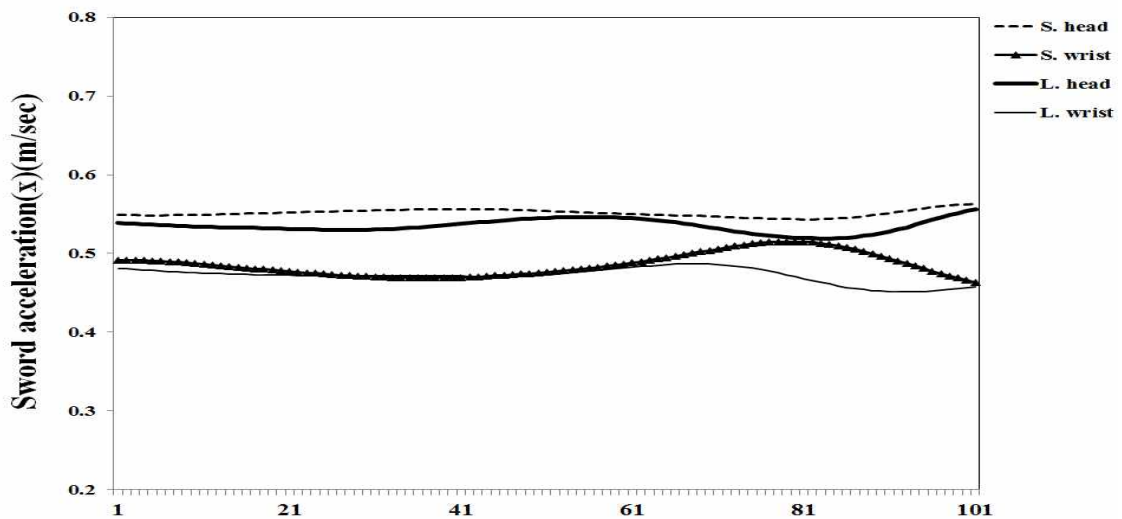


Figure 22. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo

Table 35. Sword acceleration(x) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.051 | 1 | 0.051 | 38.459 | .001*** | H>W |
| | Event 2 | 0.059 | 1 | 0.059 | 40.692 | .001*** | H>W |
| | Event 3 | 0.063 | 1 | 0.063 | 27.647 | .001*** | H>W |
| | Event 4 | 0.103 | 1 | 0.103 | 49.069 | .001*** | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.108 | .744 | NS |
| | Event 2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.134 | .717 | NS |
| | Event 3 | 0.003 | 1 | 0.003 | 1.414 | .242 | NS |
| | Event 4 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.008 | .930 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.079 | .781 | NS |
| | Event 2 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.090 | .765 | NS |
| | Event 3 | 0.002 | 1 | 0.002 | 0.734 | .397 | NS |
| | Event 4 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.364 | .550 | NS |
| Error | Event 1 | 0.047 | 36 | 0.001 | | | |
| | Event 2 | 0.052 | 36 | 0.001 | | | |
| | Event 3 | 0.081 | 36 | 0.002 | | | |
| | Event 4 | 0.075 | 36 | 0.002 | | | |
| Total | Event 1 | 10.539 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 10.340 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 10.632 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 10.233 | 40 | | | | |

*** $p < 0.001$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 전·후 검의 속도 변화는 <Table 36>과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 37>과 같이, 타격위치에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 타격 거리에 따라 Event 1, Event 2에서 짧은 거리가 긴 거리타격 시보다 더 빠른 형태를 보여 유의한 차이를 나타내었으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 23>은 타격위치와 거리에 따른 전·후 검의 가속도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 36. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 2.05±0.11 | 2.04±0.12 | 2.05±0.11 |
| | LD | 1.84±0.16 | 1.81±0.11 | 1.82±0.14 |
| | Total average | 1.94±0.18 | 1.93±0.16 | 1.94±0.17 |
| Event 2 | SD | 2.09±0.09 | 2.08±0.11 | 2.08±0.10 |
| | LD | 1.90±0.17 | 1.87±0.12 | 1.88±0.14 |
| | Total average | 2.00±0.17 | 1.97±0.16 | 1.98±0.16 |
| Event 3 | SD | 2.64±0.09 | 2.58±0.07 | 2.61±0.09 |
| | LD | 2.61±0.13 | 2.57±0.10 | 2.59±0.11 |
| | Total average | 2.63±0.11 | 2.57±0.09 | 2.60±0.10 |
| Event 4 | SD | 2.68±0.12 | 2.64±0.07 | 2.66±0.10 |
| | LD | 2.66±0.10 | 2.62±0.10 | 2.64±0.10 |
| | Total average | 2.67±0.11 | 2.63±0.09 | 2.65±0.10 |

SD: Short distance LD: Long distance

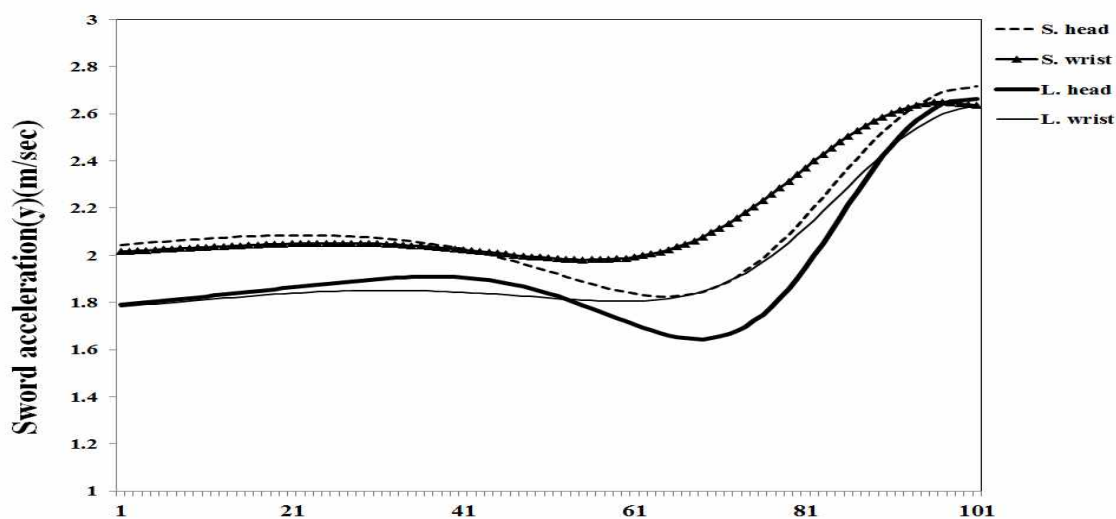


Figure 23. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo

Table 37. Sword acceleration(y) by distance and points in Kumdo

| <i>Source</i> | | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Duncan</i> |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.153 | .698 | NS |
| | Event 2 | 0.006 | 1 | 0.006 | 0.394 | .534 | NS |
| | Event 3 | 0.027 | 1 | 0.027 | 2.706 | .109 | NS |
| | Event 4 | 0.016 | 1 | 0.016 | 1.673 | .204 | NS |
| Distance(D) | Event 1 | 0.498 | 1 | 0.498 | 30.186 | 0.001*** | S>L |
| | Event 2 | 0.403 | 1 | 0.403 | 24.976 | 0.001*** | S>L |
| | Event 3 | 0.006 | 1 | 0.006 | 0.592 | 0.447 | NS |
| | Event 4 | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.272 | 0.605 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.016 | .901 | NS |
| | Event 2 | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.037 | .848 | NS |
| | Event 3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.023 | .880 | NS |
| | Event 4 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.002 | .965 | NS |
| Error | Event 1 | 0.594 | 36 | 0.016 | | | |
| | Event 2 | 0.581 | 36 | 0.016 | | | |
| | Event 3 | 0.357 | 36 | 0.010 | | | |
| | Event 4 | 0.355 | 36 | 0.010 | | | |
| Total | Event 1 | 151.027 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 158.424 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 270.917 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 281.103 | 40 | | | | |

*** $p < 0.001$, NS: No significant difference, JS: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

검도 타격위치와 거리에 따른 각 이벤트 별 수직 검의 가속도 변화는 <Table 38> 과 같다. 이에 따른 변량분석을 실시한 결과 <Table 39>와 같이, 타격위치에 따라 모든 이벤트에서 머리타격이 손목타격보다 더 빠른 형태를 보여 유의한 차이를 나타내었고, 타격 거리에 따라 Event 2에서 짧은 거리가 긴 거리보다 더 빠른 형태를 보여 유의한 차이를 나타내었으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

<Figure 24>는 타격위치와 거리에 따른 수직 검의 가속도 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 38. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo(unit: m/sec)

| Section | Target points | | Total average | |
|---------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Head | Wrist | | |
| Event 1 | SD | 1.19±0.07 | 1.08±0.07 | 1.14±0.09 |
| | LD | 1.13±0.09 | 1.05±0.09 | 1.09±0.10 |
| | Total average | 1.16±0.09 | 1.07±0.08 | 1.11±0.09 |
| Event 2 | SD | 1.25±0.15 | 1.15±0.11 | 1.20±0.14 |
| | LD | 1.12±0.09 | 1.06±0.11 | 1.09±0.10 |
| | Total average | 1.18±0.14 | 1.10±0.11 | 1.14±0.13 |
| Event 3 | SD | 1.83±0.03 | 1.26±0.03 | 1.55±0.29 |
| | LD | 1.82±0.04 | 1.24±0.04 | 1.53±0.30 |
| | Total average | 1.82±0.03 | 1.25±0.04 | 1.54±0.29 |
| Event 4 | SD | 1.90±0.08 | 1.38±0.09 | 1.64±0.28 |
| | LD | 1.89±0.09 | 1.33±0.17 | 1.61±0.31 |
| | Total average | 1.89±0.08 | 1.36±0.13 | 1.62±0.29 |

SD: Short distance LD: Long distance

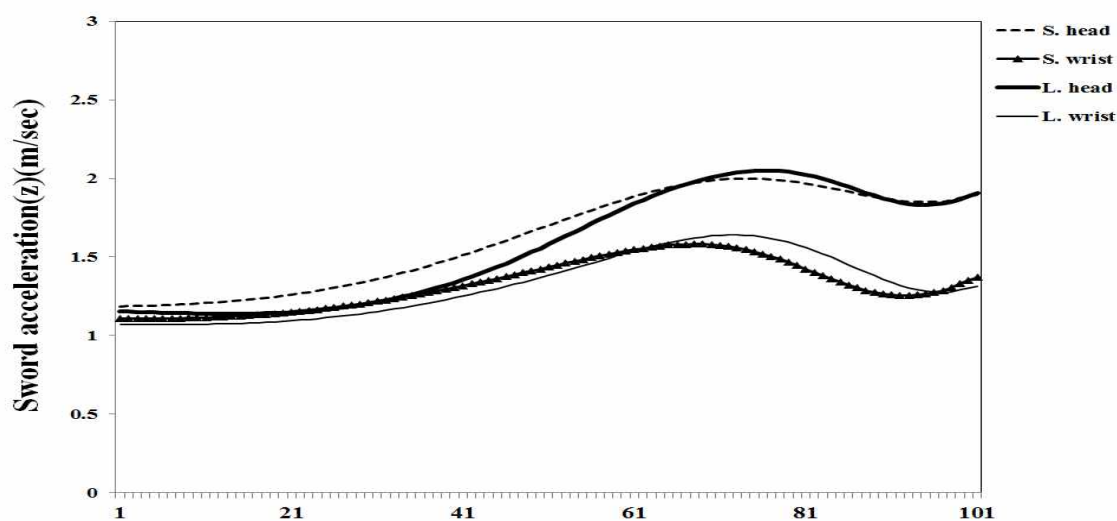


Figure 24. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo

Table 39. Sword acceleration(z) by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---------|---------|----|-------|----------|---------|--------|
| Target point(T) | Event 1 | 0.083 | 1 | 0.083 | 12.781 | .001*** | H>W |
| | Event 2 | 0.067 | 1 | 0.067 | 5.097 | .030* | H>W |
| | Event 3 | 3.259 | 1 | 3.259 | 2396.645 | .001*** | H>W |
| | Event 4 | 2.856 | 1 | 2.856 | 222.945 | .001*** | H>W |
| Distance(D) | Event 1 | 0.026 | 1 | 0.026 | 3.947 | .055 | NS |
| | Event 2 | 0.117 | 1 | 0.117 | 8.948 | .005** | S>L |
| | Event 3 | 0.003 | 1 | 0.003 | 2.153 | .151 | NS |
| | Event 4 | 0.009 | 1 | 0.009 | 0.732 | .398 | NS |
| T×D | Event 1 | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.512 | .479 | NS |
| | Event 2 | 0.005 | 1 | 0.005 | 0.394 | .534 | NS |
| | Event 3 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.071 | .791 | NS |
| | Event 4 | 0.004 | 1 | 0.004 | 0.332 | .568 | NS |
| Error | Event 1 | 0.235 | 36 | 0.007 | | | |
| | Event 2 | 0.472 | 36 | 0.013 | | | |
| | Event 3 | 0.049 | 36 | 0.001 | | | |
| | Event 4 | 0.461 | 36 | 0.013 | | | |
| Total | Event 1 | 49.975 | 40 | | | | |
| | Event 2 | 52.977 | 40 | | | | |
| | Event 3 | 97.874 | 40 | | | | |
| | Event 4 | 108.800 | 40 | | | | |

** $p < .01$, *** $p < 0.001$, NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, S: Short, L: Long, Target point(T), Distance(D): main effect, T×D: interaction

4. 지면반력 변인의 변화

검도타격 시 위치와 거리변화에 따른 지면반력 변인은 전·후, 좌·우 지면반력, 최대 수직 지면반력(Max. Fz), 충격 부하율(impact loading rate)을 분석하였다.

1) 전·후, 좌·우 지면반력의 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 지면반력의 변화는 <Table 40>과 같다. 대상자의 지면반력 값(N)을 각 대상자의 체중(body weight)으로 나누어 표준화 하였고(BW(N)) 이에 따른 변량분석을 실시한 결과는 <Table 41>과 같으며, 연구결과는 다음과 같다.

검도 타격에서 전·후 지면반력의 변화는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이는 없었지만, 손목타격 시와 긴 거리 타격 시에 더 큰 제동력을 나타냈고, 손목타격 시와

짧은 거리 타격 시에 더 큰 추진력을 나타냈다.

<Figure 25>는 타격위치와 거리에 따른 좌·우 지면반력의 변화를 나타낸 것이고, <Figure 26>은 타격위치와 거리에 따른 전·후 지면반력의 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

Table 40. GRF by distance and points in Kumdo(unit: BW(N))

| Section | | Target points | | Total average |
|---------|---------------|---------------|------------|---------------|
| | | Head | Wrist | |
| X | SD | 0.08±0.29 | -0.01±0.23 | 0.04±0.26 |
| | LD | -0.11±0.26 | -0.05±0.20 | -0.08±0.23 |
| | Total average | -0.01±0.28 | -0.03±0.21 | -0.02±0.25 |
| Y | SD | -0.10±0.44 | -0.30±0.07 | -0.20±0.32 |
| | LD | -0.07±0.41 | -0.26±0.47 | -0.16±0.44 |
| | Total average | -0.08±0.41 | -0.28±0.33 | -0.18±0.38 |
| Z | SD | 4.86±1.20 | 4.16±1.33 | 4.51±1.28 |
| | LD | 5.38±0.96 | 4.73±1.09 | 5.05±1.05 |
| | Total average | 5.12±1.09 | 4.44±1.22 | 4.78±1.19 |

SD: Short distance LD: Long distance

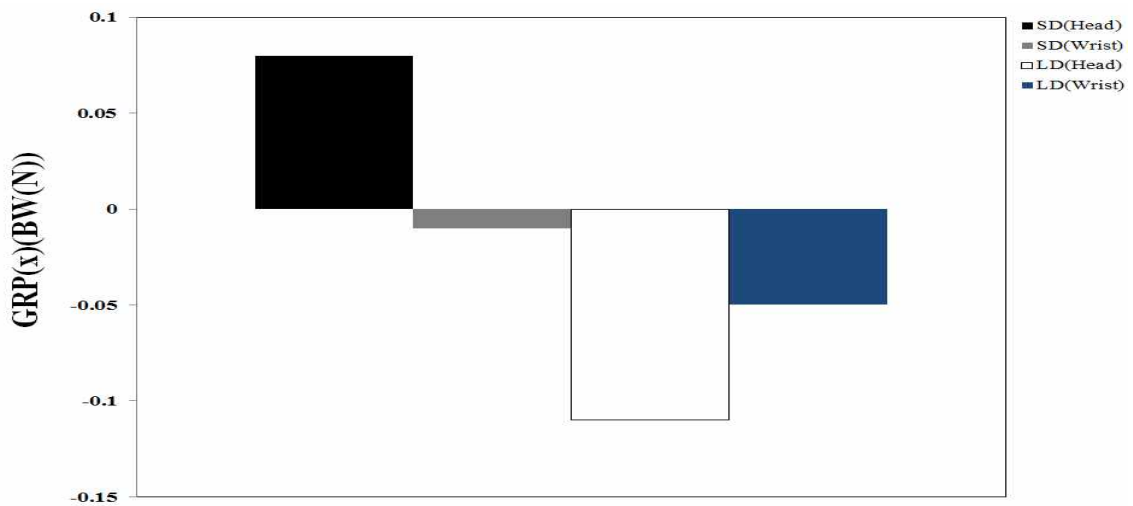


Figure 25. GRF(x) by distance and points in Kumdo

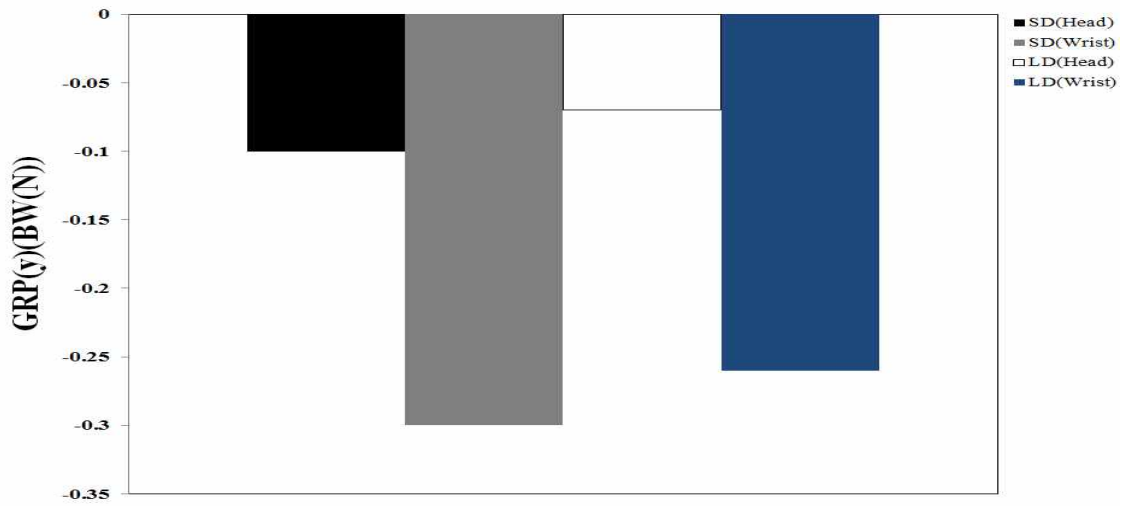


Figure 26. GRP(y) by distance and points in Kumdo

2) 최대 수직 지면반력

최대 수직 지면반력은 대상자별 타격 시 지면반력기에 발이 닿는 순간 최초로 나타난 최대 수직 지면반력을 분석하였다. 타격위치와 타격거리에 따라 유의한 차이는 나타나지 않았지만, 손목타격 시와 짧은 거리 타격 시에 더 큰 제동력과 추진력이 나타났고, 머리타격 시와 긴 거리 타격 시에 더 큰 수직 지면반력을 나타냈다.

충격부하율은 타격 시 머리타격과 긴 거리 타격에서 더 큰 충격부하율을 나타냈다.

<Figure 27>은 타격위치와 거리에 따른 최대 수직 지면반력의 평균값을 이용하여 그림으로 나타낸 것이다. 타격거리에 따라 증가되는 형태를 보여주고 있다.

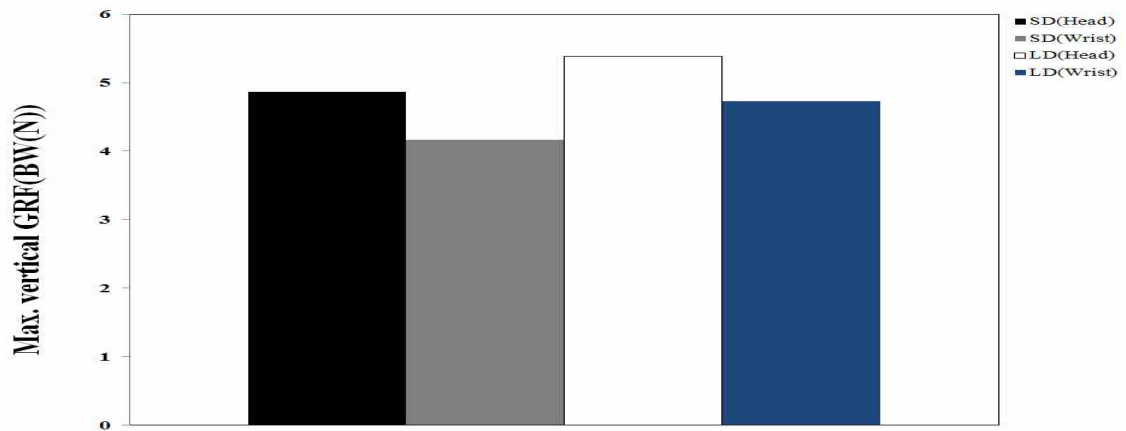


Figure 27. Max. vertical GRF by distance and points in Kumdo

Table 41. Max. vertical GRF by distance and points in Kumdo

| Source | | SS | df | MS | F | p | Duncan |
|-----------------|---|---------|----|-------|-------|------|--------|
| Target point(T) | X | 0.003 | 1 | 0.003 | 0.058 | .812 | NS |
| | Y | 0.377 | 1 | 0.377 | 2.578 | .117 | NS |
| | Z | 4.559 | 1 | 4.559 | 3.440 | .072 | NS |
| Distance(D) | X | 0.135 | 1 | 0.135 | 2.218 | .145 | NS |
| | Y | 0.012 | 1 | 0.012 | 0.081 | .778 | NS |
| | Z | 2.956 | 1 | 2.956 | 2.231 | .144 | NS |
| T×D | X | 0.048 | 1 | 0.048 | 0.788 | .381 | NS |
| | Y | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.000 | .998 | NS |
| | Z | 0.008 | 1 | 0.008 | 0.006 | .938 | NS |
| Error | X | 2.184 | 36 | 0.061 | | | |
| | Y | 5.269 | 36 | 0.146 | | | |
| | Z | 47.708 | 36 | 1.325 | | | |
| Total | X | 2.389 | 40 | | | | |
| | Y | 6.971 | 40 | | | | |
| | Z | 969.440 | 40 | | | | |

NS: No significant difference, H: Head, W: Wrist, T, D: main effect, T×D: interaction

V. 논 의

현대사회에 이르러 스포츠는 경기력 향상을 위해 많은 노력과 관심을 보이고 있다. 허나 그런 이면에 승리지상주의가 팽배해 짐으로써 보다 나은 기록과 승패에 대한 집념과 의욕으로 인하여 올바르지 못한 훈련법, 과도한 훈련 등 다양한 이유로 운동 상해가 발생하고 있다. 따라서 본 연구는 검도에서 타격위치와 거리에 따른 공격 자세를 운동학적·운동역학적으로 분석을 실시하여 효율적인 공격 자세와 훈련법 등 경기력 향상을 위한 자료를 제시하고 상해와의 관계를 규명할 것이다. 이에 따라 준비 자세에서 오른발의 뒤꿈치가 지면으로부터 이탈되는 순간부터 임팩트 후 다시 지면에 닿는 구간을 분석 구간으로 설정하여 하지관절의 각도 변화, 동적 안정성, 지면반력 변인을 비교분석하였다.

1. 시간변인

타격위치와 거리에 따른 시간변화는 타격위치에 따라 손목타격이 $0.40\pm 0.06\text{sec}$, 머리타격 $0.44\pm 0.07\text{sec}$ 로 손목타격이 더 빠른 시간을 보였으며, 거리에 따라서는 짧은 거리가 $0.39\pm 0.06\text{sec}$ 긴 거리 $0.45\pm 0.07\text{sec}$ 로 짧은 거리가 더 빠른 형태를 보였다. 한현승(2007)은 머리치기 기술을 발휘하는데 있어서, 소요시간이 빠를수록 상대에게 방어할 시간을 주지 않아 득점 성공률이 높으며, 소요시간이 느릴 경우 상대에게 되치기를 당할 수도 있고 득점에 실패할 확률이 높아지게 된다고 하였고, 허경선(2005)등의 연구 여자 검도 대표 선수의 머리치기 공격 시 선 손목치기 반격기술의 운동학적 분석에서도 공격 소요시간이 짧은 선수는 보다 효과적으로 상대를 제압하며 성공할 확률이 높다고 하였고, 전체 평균 소요시간은 $0.38\pm 0.09\text{sec}$ 로 나타났다.

민창기 등(2001)의 연구에서 타격시간은 성공과 실패시 각각 $0.43\pm 0.12\text{sec}$, $0.55\pm 0.23\text{sec}$ 로 나타났으며, 이러한 결과로 볼 때 타격시간은 공격의 성공과 실패에 영향을 미치는 것으로 해석된다고 하였다. 이기청 등(2001)의 연구에서 손목치기 공격 시 공격거리가 공격의 결과에 영향을 미쳤으며, 실패했을 경우보다 성공했을 경우의 거리

가 짧았다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 임규찬(2000)의 연구에서는 머리치기 공격 시 전체 소요시간은 $1.10 \pm 0.12 \text{sec}$, 손목치기 공격 시 전체 소요시간은 $0.64 \pm 0.04 \text{sec}$ 로 나타났고, 손목치기 공격이 머리치기 공격보다 빨리 일어났으며, 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

또한 최기창(1998)의 연구에서 머리치기 국면의 소요시간 누적 합계평균은 $0.50 \pm 0.02 \text{sec}$ 로 나타났으며, 김현수(2006)의 연구에서는 큰 동작 머리치기 공격 시 I 구간에서 $1.86 \pm 0.59 \text{sec}$, II 구간에서 $0.94 \pm 0.54 \text{sec}$ 로 II 구간에서 더 빠르게 나타났으며 전체 소요시간은 $2.80 \pm 0.93 \text{sec}$ 로 나타났다고 하였다. 이러한 차이는 연구자간의 국면 설정, 대상자들의 신체적 차이와 숙련의 정도, 큰 동작과 작은 동작의 스윙궤적의 차이에서 나타난다고 판단되어 진다.

2. 하지관절의 각도 변화

윤완영(2002)은 좌측 하지관절은 동작을 수행하는데 있어서 축발이 되어 전방으로 내딛는 추진력을 얻는데 매우 중요한 역할을 하는 관절이다. 우측 하지관절은 타격 시 방향키와 같은 역할을 하며, 전방으로 내딛는 동작을 시행할 때 고관절과 슬관절의 역할은 매우 중요하다고 보고하였다.

하지관절의 각도 변화는 연구결과와 같이 좌측 발목관절에서 타격위치에 따라 머리타격이 손목타격보다 더 저축 굴곡된 형태를 보였고, 타격거리에서 긴 거리가 짧은 거리보다 저축 굴곡된 형태를 보였다. 우측 발목관절에서는 타격거리에서 긴 거리가 짧은 거리보다 저축 굴곡된 형태를 보였다.

또한 무릎관절 각도 변화는 좌측 무릎에서 타격위치에 따라 머리타격이 손목타격보다 신전된 형태를 보였고, 타격거리에서 긴 거리가 짧은 거리보다 신전된 형태를 보였다. 이는 좌측 무릎관절의 경우 추진력을 얻는 과정에서 무릎이 굴곡하여 각이 감소하고 있다고 보여 지고, 긴 거리에서 더 멀리 도약해야 하기 때문에 더 저축 굴곡된 형태를 보이고 있다. 우측 무릎관절 각도 변화는 위치와 거리에서 유의한 차이는 나타나지 않았지만, 상호작용 효과는 있었다.

엉덩관절의 각도 변화에서는 우측 엉덩관절에서 타격위치에 따라 머리타격이 손목 타격보다 신전된 형태를 보였고, 양쪽 엉덩관절에서 타격거리에 따라 짧은 거리가 긴 거리보다 더 신전된 형태를 보였다. 이는 타격을 위해 상체를 굽히는 동작에서 나타나는 형태로 보여 진다.

허경선 등(2005)은 검도에서 공격 목표를 정하고 상대를 공격할 때 발의 이동은 제일 먼저 선행되는 기술이며, 공격 시 몸(발)이 먼저 상대를 제압하지 못한다면 죽도가 아무리 빠르더라도 공격이 성공하지 못한다고 하였으며, 따라서 발의 이동형태를 알아 보는 것은 경기력 향상에 많은 도움이 된다고 보고하였다. 윤완영 등(2001)의 연구에서는 검도 경기에서 우측 무릎각은 인체중심의 높이를 조절하는 기능과 공격하려는 상대와의 거리를 조절하는 역할을 수행한다고 하였고, 안찬규(2001)는 비숙련자는 숙련자에 비해 오른쪽 무릎이 먼저 위로 들리는 것으로 나타났다고 보고하였다. 이로 인해 하지가 안정되지 못해 효과적인 타격을 할 수 없다고 하였으며, 임팩트 순간의 오른무릎(내딛는 발) 각도는 안정된 자세의 유지에 중요한 요인 중의 하나라고 보고하고 있다(민창기, 배성제, 이기청, 손운숙1995). 또한 민창기 등(2001)은 오른발이 높고 보폭이 넓으면 공격의 속도가 느려지므로 너무 높이 들지 말고 몸의 중심을 앞으로 하여 힘차게 뛰어나가면서 발구름을 하는 것이 중요하다고 하였다. 전체적으로 좌측 하지관절은 지지적인 역할을 하며 신속하게 치고나갈 준비를 하였고, 이로 인해 신체중심의 이동을 위해 배측굴곡을 적게 하는 것으로 보였다. 또한 우측 하지관절은 신체중심의 이동에 기여한 것으로 사료된다.

3. 동적 안정성 변화

타격위치와 거리에 따른 동적 안정성 변화를 분석한 결과, 신체중심위치 좌·우 변화에서는 타격위치에서 머리타격이 손목타격보다 이동거리가 증가하였으며, 타격 시 우측으로 이동하는 형태를 보이는데 이는 전방으로 도약하면서 타격을 하기 때문에 상대와의 충돌을 피하기 위함이다(한현승, 2007; 민창기 등1995; 장인영, 2009). 신체중심위치의 전·후 변화는 타격위치에 따라서는 머리타격이 손목타격 시 보다 이동거리가 증가하였고, 거리에 따라서는 긴 거리가 짧은 거리보다 이동거리가 증가하였다. 또한 머

리와 손목타격에서 phase 2에서 크게 증가하는 형태를 보이는데 이는 타격을 위해 정면으로 뛰어 공격한 결과라고 판단된다. 신체중심위치의 수직 변화에서는 타격위치에 따라 머리타격이 손목타격보다 이동거리가 증가하였고, 좌·우, 수직 모두 타격거리에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 타격을 위한 동작에서 전방으로 나아가기 위해 무릎을 구부리기 때문에 신체중심위치가 낮아지는 결과가 나타났다고 사료된다.

한현승(2007)의 연구에서도 선행연구에서 수직이동변위는 낮아졌다가 높아진다고 하였으나, 점점 낮아지는 특성을 보여 본 연구와 유사한 결과를 보였으며, 우측과 하방의 중심이동보다 전방으로 더 많은 이동이 필요하다고 하였다. 민창기 등(2012)은 공격을 하기 위해서는 신체의 중심을 앞으로 향하게 하여 빠른 공격이 이루어지도록 하여야 한다고 했고, 정남주 등(2010)은 신체중심변위에서 좌·우 방향으로 흔들림이 커지면 균형유지에 어려움이 있는 것으로 판단된다고 보고하였다.

또한 신체중심위치의 전·후 속도변화는 phase 3에서 머리타격 시 1.92 ± 0.42 , 손목타격 시 1.63 ± 0.49 로 가장 높은 값을 나타냈고, 국면이 진행될수록 신체중심속도가 증가하는 형태를 보였다. 이창준 등(1998)의 연구에서도 평균 수평 속도가 임팩트 시 가장 빠르게 나타났으며, 장인영(2009)의 여자 검도 작은 동작 손목치기 시 숙련자와 비숙련자의 운동학적 특성을 비교한 연구에서도 진행방향으로의 수평속도는 점차 증가하여 임팩트 할 때 최고치를 보였으며, 타격순간의 신체중심은 전방으로 빠르게 이동하고 있다고 보고하여 유사한 결과를 보였다.

체간의 전·후, 좌·우 기울기각도는 타격위치와 타격거리에 따라 큰 변화는 없었다. 이벤트 별 체간의 기울기각도는 Event 1, Event 2에서는 유사한 움직임을 나타내고 있지만, Event 3, Event 4에서 머리타격과 긴 거리 타격에서 기울기 각도가 급격히 증가하여 안정성이 저하되는 형태를 보였다. 머리타격이 손목타격보다 더 큰 전경각 자세를 보였고, Event 3에서 긴 거리 머리타격이 기울기 자세에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 신체중심의 높이가 높아지고 거리가 증가할수록 체간의 기울기는 더 불규칙한 움직임을 나타냈고, 안정성이 저하되는 형태를 보였다.

동적 안정성을 지면반력 측정을 이용하여 평가한 결과, 타격위치와 타격거리에서 큰 변화는 없었다. 압력의 중심(COP) 변인으로 분석한 ΔCOP_x , ΔCOP_y 에서 머리타격과 긴 거리 타격 시에 더 많은 움직임을 나타냈으며, COP area 역시 머리타격과 긴 거리 타격 시에 더 큰 압력중심의 면적을 보였다. 이는 신체중심 속도의 감속·추진을 담

당하는 발의 조절기전은 타격거리에서 짧은 거리가 더 효과적임을 의미하고, 이에 따라 안정성이 확보되어 COP area 또한 더 증가되는 것으로 생각된다(현승현, 2015).

한편 타격위치와 거리에 따른 검의 가속도 좌·우 변화에서는 머리타격이 더 빠른 형태를 보였고, 전·후 변화에서는 타격위치에서 유의한 차이는 없었지만 거리에 따라 짧은 거리 타격 시에 빠른 형태를 보였다. 수직 변화에서는 머리타격 시와 짧은 거리 타격 시에 빠른 형태가 나타났다. 김병철(1998), 최기창(1998), 정남주(2010)의 연구에서 Impact 순간 속도가 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였으며, 이러한 결과가 나타난 이유는 Impact가 검도 경기에서 점수 획득과 검도 경기가 추구하는 하나의 목적이기 때문이라고 하였다. 한현승(2007)의 연구에서 죽도의 속도는 득점의 성공과 실패에 많은 영향을 미치는 중요한 요인이라고 하였으며, 숙련도(단수)와 학습수준이 높을수록 속도가 빠르게 나타났다(민창기 등, 1995; 김창범, 2005). 유경석(2014)의 연구에서도 죽도의 움직임으로 초급자와 상급자의 차이가 나타난다고 보고하여 한현승(2007)의 연구결과를 뒷받침해주었고, 죽도의 속도를 높이기 위해서 타격 시 신속히 스냅을 주어 짜주기를 해야 한다고 하였다. Tsuboi(1986)는 공격 시 성공과 실패의 가장 중요한 요인은 죽도의 속도였다고 보고하여 죽도 속도의 중요성을 강조하였다.

4. 지면반력 변인 변화

지면반력 변인은 지면반력의 최대 수직 지면반력과 제동력, 추진력 및 충격 부하율을 분석하였다. 운동선수는 경기 또는 훈련 시에 다양한 상해가 발생하는데 도약과 착지를 반복적으로 수행하는 종목의 선수는 하지 부위의 상해 발생 위험이 높으며(김상훈, 2008), 착지 시 발생하는 수직지면반력은 체중의 약 3~12배에 달한다(Valiant & Cavanagh, 1985).

검도에서 안전한 자세로 타격하기 위해선 발 쓰임법이 중요하며, 발구르기 동작은 순간적으로 큰 힘(약 1톤)이 발생하는데 이 힘은 격자력이나 자세의 안정, 재정립에 중요하다(김희중, 2008). 지면반력은 주로 골격계에 수직으로 작용하여 선수의 부상에 직접적인 영향을 미치는데, 착지 시에 안정성을 취할 수 있어야 신체가 받는 부담을 줄여 주고 상해의 위험도 적어진다(민진아, 2002). 착지에 대한 연구들은 외부적인 힘

(external force) 즉, 지면 접촉 시 발생하게 되는 수동적인 형태(inactive)의 힘인 수직 충격력(impact force)과 내부적으로 작용하는 힘(internal force)인 하지의 근 골격계와 조직에 작용하는 부하에 운동 역학적인 의미를 부여하는데 초점이 맞춰 진행되었다. 하지만 착지와 관련된 연구들은 학자들의 중요한 연구 목적 중 하나인 상해예방 측면에서 활발히 진행되었지만, 하지 조직들이 받는 부하를 예측하는데 그치고 있는 실정이다(이세용, 이승민, 최지영, 2001). 따라서 본 연구에서는 지면반력 측정 시 발생하는 제동력과 추진력, 최대 수직 지면반력과 충격부하율을 분석하였다.

연구결과 좌·우, 전·후, 최대 수직 지면반력 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이는 나타나지 않았다. 하지만 좌·우 지면반력은 손목타격 보다 머리타격 시에 더 큰 형태를 나타내었고, 짧은 거리 보다 긴 거리에서 더 큰 형태를 나타내었다. 전·후 지면반력은 머리타격 보다 손목타격 시에 더 큰 형태를 나타내었고, 긴 거리 보다 짧은 거리에서 더 큰 형태를 나타내었다. 최대 수직 지면반력은 손목타격 보다 머리타격 시에 더 큰 형태를 나타내었고, 짧은 거리 보다 긴 거리에서 더 큰 형태를 나타내었다. 이러한 결과는 타격위치가 높아지고 거리가 길어질수록 신체가 받아들이는 충격력이 증가한다.

한편, 착지 시 수직지면반력에 직접적인 영향을 미치는 요인 중 하나로 낙하 높이가 있는데 낙하 높이가 높을수록 높은 수직지면반력을 나타내고(McNitt-Gray, 1991), 높은 충격으로 인하여 신체로 작용하는 부하는 커지게 된다(조성초, 1999). 이러한 충격을 흡수하기 위해 발목, 무릎, 엉덩이의 관절이 더 큰 굴곡 운동을 한다고 보고하였다(이성철 등, 2010). 충격 부하율 역시 타격위치가 높아지고 거리가 길어질수록 증가되는 형태를 보였으며, 반복된 과사용에 의한 착지 시 충격력은 스포츠 상해와 밀접한 관련이 있다(James, Bates, & Dufek, 2003). 이러한 충격력을 줄이기 위하여 과도한 훈련을 피하고 올바른 훈련법이 요구된다.

따라서 본 연구결과와 같이 검도에서 타격위치와 타격거리에 따라 하지관절의 움직임과 동적 안정성 및 동작 시 발생하는 충격력을 알 수 있는데, 이는 실제 경기 상황이 아닌 실험 상황에서 이루어진 연구이므로 스포츠 상해 예방과 동적 안정성 확보를 위한 더 많은 연구가 필요하다고 판단된다.

VI. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구의 목적은 검도에서 타격위치와 거리에 따른 공격 자세를 운동역학적으로 비교 분석하기 위해 실시하였으며, 시간변인과 하지관절 각도변화, 동적 안정성, 그리고 지면반력 변인을 분석하였다. 이때 4대의 영상분석 카메라(HDR-HC7/HDV 1080i, Sony Corp, Japan) 장비 및 1대의 지면반력기(AMTI Inc., USA)로 실험·측정 후 Kwon 3D XP ver.4.0(visol., Korea)분석 프로그램을 이용하여 각 변인을 산출하였다. 산출된 변인은 PASW 18.0(IBM Inc., USA) 통계 패키지를 이용하여 보행특징을 규명하기 위해 타격위치와 거리에 따라 이원변량분석(two-way ANOVA)을 실시하였고, 분석한 결론은 다음과 같다.

1) 시간변인 변화

검도 타격위치와 거리에 따른 시간변화는 손목타격 시와 짧은 거리 타격 시 더 빠르게 나타났으며, 유의한 차이가 나타났다.

2) 하지관절 각도 변화

(1) 발목관절 각도

좌측 발목관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 우측 발목관절 각도는 타격위치에 따라서는 유의한 차이가 없었지만, 거리에 따라 유의한 차이가 나타났다.

(2) 무릎관절 각도

좌측 무릎관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 우측 무릎관절 각도는 타격위치와 거리 모두 유의한 차이는 없었지만, 상호작용 효과는 있는 것으로 나타났다.

(3) 엉덩관절 각도

좌측 엉덩관절 각도는 타격위치에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 타격거리에 따라 유의한 차이가 나타났다. 우측 엉덩관절 각도는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타났다.

3) 동적 안정성

신체중심위치 변화는 좌·우, 전·후, 수직 모두 타격위치에 따라 유의한 차이가 나타났고, 거리에 따라서는 전·후 변화에서 유의한 차이를 보였다.

신체중심위치의 속도 변화는 좌·우 변화에서 거리에 따라 유의한 차이를 보였고 전·후 변화에서는 타격위치와 거리 모두 유의한 차이를 보였으며, 수직변화에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

체간의 기울기 각도의 변화와 COP 변인에서는 타격위치와 거리에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다.

검의 가속도 변화에서는 타격위치에 따라 좌·우, 수직에서 유의한 차이를 보였고, 거리에 따라 전·후 수직에서 유의한 차이를 보였다.

4) 지면반력 변인

검도 타격위치와 거리에 따른 지면반력 변인 변화는 좌·우, 전·후, 최대수직 지면반력 모두 유의한 차이가 나타나지 않았고, 충격부하율 역시 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2. 제 언

본 연구에서 검도 타격위치와 거리에 따른 공격자세를 운동역학적으로 비교분석한 결과, 지속적인 연구를 위하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

검도 공격자세의 구체적인 모델 제시를 위해서는 운동역학적 변인은 물론 운동학적 변인, 근전도 변인 등의 연구들도 이루어져야 할 것이고, 숙련도와 성별에 따른 비교 연구도 이루어져야 할 것이라 사료된다. 이외에도 한 가지 공격기술 동작에 국한하지 말고 기술 동작 후 연결되는 2단 동작, 3단 동작에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

특히 상해 예방과 안정성 향상을 위한 훈련 프로그램을 통하여 예상치 못한 상황과 움직임에 대처할 수 있는 능력을 향상시켜 부상을 예방할 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 경기 및 훈련 시 다양한 공격유형과 변인, 올바른 훈련법 및 상해예방에 관련된 후속연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강철순(1995). 실전검도. 오성출판사, 경기
- 고규철(1998). 표준검도교본. 일신서적,
- 권유나(2006). 우수 여자 검도선수의 공격기술 분석. 미간행 석사학위논문, 건국대학교 교육대학원, 서울.
- 권은택(1992). 검도 공격동작 시 전완 근육활동의 근전도적 분석. 석사학위논문, 세종대학교, 서울.
- 김기형, 김형수, 이현섭, 안찬규, 윤완영, 김의환(2001). 운동과학편: 검도의 머리치기 동작에 관한 운동학적 분석. 한국사회체육학회지, 16, 199-209.
- 김동일(2002). 한·일간 검도경기의 득점부 분석에 관한 연구 : 대학부, 일반부의 검도대회 중심으로. 미간행 석사학위논문, 한양대학교 교육대학원, 서울.
- 김병철(1998). 검도 머리치기 공격 시 선손목치기 공격 동작 분석. 석사학위논문, 울산대학교 교육대학원, 울산.
- 김상훈(2008). 스포츠 상해에 관한 국내 문헌 고찰. 한국사회체육학회지, 34: 1029-1039.
- 김성실(1996). 격기종목 선수들의 운동상해에 관한 비교연구. 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원, 서울.
- 김영숙(1982). 발목관절 상해의 생체학적 고찰. 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 서울.
- 김영학(1997). 전공검도. 생능출판사, 경기.
- 김영학, 윤동식(2008). 검도 손목치기 기술동작시 근전도 분석. 대한검도학회지, 24(1), 20-28.
- 김재일(1992). 검도총서. 서민사, 경기.
- 김창범(2005). 학습수준에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 비교 분석. 한국스포츠리서치, 16(2), 375-384.
- 김현수(2006). 검도 머리치기 동작의 운동학적 분석. 자연과학, 16(1), 79-92.
- 김희중(2008). 검도 수련정도와 준비자세 유형에 따른 머리치기동작의 운동역학적 분석. 석사학위논문, 순천향대학교 교육대학원, 충남.

- 노영진(1985). **검도기술 중 손목, 머리치기의 운동학적 분석**. 석사학위논문, 성균관대학교 대학원, 서울.
- 문세중, 허일웅(2007). **검도 생활체육참여자와 엘리트 검도선수의 정신건강 비교분석**. **대한검도학회지**, 23(1), 40-54.
- 민진아(2002). **양발과 한발 착지시 하지관절의 운동학적 분석 및 지면반력 분석**. 석사학위논문, 연세대학교 대학원, 서울.
- 민창기, 김인기(2012). **검도 경기 시 머리치기 공격 성공 요인에 대한 운동학적 변인 분석**. **한국체육과학회지**, 21(2), 927-937.
- 민창기, 배성제, 이기청(2001). **검도경기에서 머리치기 공격의 성공에 영향을 미치는 요인분석**. **한국운동역학회지**, 11(1), 1-12.
- 민창기, 배성제, 이기청, 손운숙(1995). **검도 머리치기 동작의 운동학적 연구**. **한국운동역학회지**, 5(1), 41-48.
- 박동철(2014). **검도수행에서 체현된 철학적 가치. 움직임의철학: 한국체육철학회지**, 22(3), 1-20.
- 박연정(2015). **대학 검도선수의 경기력 결정요인 탐색**. 박사학위논문, 명지대학교 대학원, 서울.
- 박재수(2008). **검도 숙련자와 미숙련자의 손목·머리치기 운동학적 분석**. 석사학위논문, 충북대학교, 충청북도.
- 박현호(1984). **검도경기에서 타격부위별 공격이 승패에 미치는 영향**. 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원, 광주.
- 서남철(2003). **검도경기에서 득점부위의 변화조사 연구**. **대한검도학회지**, 19(1), 22-28
- 성인제(2004). **검도 선수들의 스포츠 상해 및 재활에 관한 연구**. 석사학위논문, 경기대학교 스포츠과학 대학원, 경기.
- 신광섭(2004). **중·고등학교 레슬링선수들의 운동 상해 유형 및 효과적인 예방에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문, 경원대학교, 경기.
- 신승호(2003). **검도수련자의 수련정도 및 라이프스타일이 수련만족도에 미치는 영향**. **대한검도학회지**, 19(1), 8-21.
- 신현대(1986). **스포츠 상해에 대한 한방 물리치료법**. **체육학 논문집 제14회** 경희대학교

- 체육과학 대학원, 서울.
- 안홍열(2001). **검도선수의 상해에 관한 연구**. 석사학위논문, 조선대학교 대학원, 광주.
- 오정영(1984). **검도의 허리치기 기술 분석**. 석사학위논문, 경희대학교 대학원, 서울.
- 유경석(2014). 검도 경기의 Maximum Speed, Force, Power에 관한 운동역학의 원리. **대한검도학회지**, 25(1), 1-11.
- 윤완영(2002). **검도 손목치기 동작의 운동학적 분석**. 석사학위논문, 고려대학교 대학원, 서울.
- 윤완영, 김성일, 안찬규(2001). 검도 초보자와 숙련자의 손목치기 동작의 좌측 상지관절에 대한 운동학적 분석. **한국사회학회지**, 16, 579-591.
- 이광철(2016). **실업검도선수들의 후리기루틴 훈련이 심리적 기술 및 경기력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 초당대학교 대학원, 전남
- 이기철, 민창기, 천영진(2001). 검도경기에서 손목치기 공격의 성공요인 분석. **한국운동역학회지**, 11(2), 231-243.
- 이성철, 김경훈, 조준행, 문곤성(2010). 착지 높이에 따른 하지관절의 부상 메카니즘. **한국사회체육학회지**, 42(2): 1067-1076.
- 이세용, 이승민, 최지영(2001). 착지 방법이 하지 관절의 충격흡수 기전에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, 10(2), 77-97.
- 이승범(2009). **검도 동호인의 심리적 요인이 운동 상해에 미치는 영향**. 석사학위논문, 청주대학교 교육대학원, 충북.
- 이원복(2004). **배드민턴 선수의 운동 상해 유형분석**. 미간행 석사학위논문, 부산외국어대학교 교육대학원, 부산.
- 이종립(1995). **검도**. 한국문원, 서울.
- 이종립(2010). **정통검도교본**. 삼호미디어
- 이중현, 이영신(2008). 세 가지 주요 검도 공격 동작에서의 근-골격계 응력과 변형률 해석에 관한 연구. **한국정밀공학회지**, 25(9).
- 이지훈(2016). **남자 검도 작은 동작 머리치기 시 숙련자와 비숙련자의 발의 보폭 특성 비교**. 석사학위논문, 공주대학교 교육대학원, 충남.
- 이진성(2011). **무도수련자의 운동중독성향과 운동 상해에 관한 연구**. 석사학위논문, 경

- 기대학교 일반대학원, 경기.
- 이창준, 최기창(1998). 검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석. **체육과학연구소**, p137-161.
- 이태신(2000). **체육학대사전**. 민중서관, 서울.
- 임규찬(2000). 검도 머리치기 공격과 손목치기 공격의 동작비교. **한국운동역학회지**, 9(2), 245-261.
- 위승두(1991). 서로 다른 입장에서 본 스포츠 손상. **대한스포츠 의학회지**, 10차 하계스포츠 심포지엄.
- 장언량, 박영훈, 염창홍, 서국웅, 노석규(2004). 검도 머리치기 유형에 따른 상지의 근전도 비교 분석. **한국운동역학회지**, 14(3), 291-233.
- 장인영(2009). 여자 검도 작은 동작 손목치기 시 숙련자와 비숙련자의 운동학적 특성 비교. 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 서울.
- 전광훈(2011). **고교, 대학 및 실업팀 검도선수의 스포츠 상해 원인 및 예방에 관한 연구**. 석사학위논문, 대구대학교 대학원, 경북.
- 전홍철(2002). **검도경기시 선·후 공격형태에 따른 공격기술 분석**, 미간행 석사학위논문, 대구대학교 교육대학원, 경북.
- 정광열, 김경훈, 김성훈(2010). 검도 선수들의 스포츠 상해 실태 조사. **한국사회체육학회지**, 41(2), 949-961.
- 정남주, 김재필, 구종모(2010). 죽도 무게변화에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 20(1), 25-32.
- 정성대(1992). **우리나라 국민들의 검도에 대한 인식 조사 연구**, 성균관대학교 교육대학원 석사학위논문, 서울.
- 정진우, 최재청, 민영기(1996). **스포츠 물리치료학**. 대학서림, 서울.
- 조성초(1999). Drop Jump에 있어서 맨발 착지와 신발 착지의 생체 역학적 분석. **한국체육학회지**, 38(3): 715-725.
- 조쟁규, 백영호(1999). 검도선수의 운동상해와 치료방법에 관한 연구. **교사교육연구**, 38-1.
- 진행미, 성인제(2005). 검도 선수들의 스포츠 상해에 관한 연구. **한국건기과학학회지**, 5, 127-135.

- 최기창(1998). 劍道 學習에서 머리치기 動作의 運動學的 分析. 석사학위논문, 제주대학교 교육대학원, 제주.
- 하권익(1988). 스포츠 상해의 예방. 대한체육회 스포츠 과학 연구소, 8-10.
- 한상준, 노성규(1989) 운동선수의 상해조사 연구. 강원대학교 부설체육과학 연구소 논문집, 14, 22-31.
- 한현승(2007). 검도 작은동작 머리치기 기술의 운동학적 특성분석. 석사학위논문, 용인대학교 교육대학원, 경기.
- 허경선, 최규정(2005). 여자 검도 대표 선수의 머리치기 공격 시 선 손목치기 반격기술의 운동학적 분석. 대한검도학회지, 21(1), 36~53.
- 현대레저연구회(2009). 현대검도교본. 태을출판사.
- 현승현(2015). 여성들의 구두 힐 높이변화와 지면조건에 따른 보행동작의 운동역학적 특성분석. 박사학위논문, 제주대학교 대학원, 제주.
- 현승현, 류재청(2014). 여성들의 계단내리기 시 계단 높이와 가방무게 변화에 따른 지면 반력 형태 비교분석. 운동학 학술지, 16(1), 41-52.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). Direct liner transformation from comparator into object space coordinates inclose-range photogrammetry. *Proceeding of the Symposium on close-range Photogrammetry(1-18)*. Falls church, VA: American society of photogrammetry.
- Gordon, S., Milios, D., & Grover, R. (2000) Psychological aspects of the recover process from sport injury. *The Australian Journal of science and Medicine in Sport*, 6, 53-59.
- Hootman, J. M, Dick, R, & Agel, J.(2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training* 42(2), 311-319
- Jemes, C. R, Bates, B. T., & Dufek, J. S(2003). Classification and comparison of biomechanical response strategies for accommodating landing impact. *Journal of Applied Biomechanics*, 19, 106-118.
- Kwon, Y. H. (2007). *Kwon3D XP Motion Analysis Package Version 4.0 Seoul* : Visol corp.

- McHugh, M. P., Tyler, T. F., Tetro, D. T., Mullaney, M. J., & Nicholas, S. J.(2006). Risk factors for noncontact ankle sprains in high school athletes: the role of hip strenght and balance ability. *The American Journal of Sports Medicine* 34, 464-470.
- McNitt-Gray, J. L. (1991). kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sports Biomechanics*, 7: 201-224.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(2), 169-178.
- Petrie, T. A. (1993). *Coping skills, competitive trait anxiety, and personality upon employee satisfaction and job performance: An analysis of covariance structures using latent variable modeling. Unpublished doctoral dissertation, UCLA.*
- Tsubii Saburo(1986), *A comparison of successful and illsuccessful strike and thrusts as the techniques of kendo in relation to the speeds if shinais, Bull, Health & Sports Sciences, univ of Tsukuba 9 : 71-781.*
- Valiant, G. A., and P. R. Cavanagh(1985). "A study of landing from a jump: implications for the design of a basketball shoe." *Biomechanics IX-B*: 117-122.
- Valk, T., & Pivalica, D.(2004). Handball: The beauty or the beast. *Croatian Medical Journal*. 45(5).526-530.

<ABSTRACT>

**A Motor Dynamic Analysis of the Attacking Moves
Depending on the Striking Spots and Distances**

Choi, Jaejun

PA Education Major, Graduate School of Education, Jeju University

Supervising Professor Jaechong Ryu

The purpose of this study is to perform motor dynamics or motor analysis of the attacking moves of Kendo in different distances or on different target spots, secure the skills of the athletes and prevent injuries, and identify the correct training regimen and problems related to injuries. For this study, 10 adult athletes with at least 6 years of experience in Kendo were selected as the subjects.

The variables analyzed for this study included the time variables for each phase, the angular displacement of the lower-limb joints, motor stability, and floor reactions. And, in order to verify the differences of these variables depending on the striking spots and distances the researchers used SPSS ver 18.0 program to perform a two-way ANOVA, with the significance level set at $P < 0.05$.

The conclusion of this study was as follows:

1. Time variables change

The time changes depending on the striking spots and distances of Kendo was faster in short-range strikes and the wrist-strike moves, with a statistically significant difference.

2. The angular displacement of the lower-limb joint

1) The angle of the ankle joint

The angle of the left ankle showed a significant difference depending on the striking spots and distances, while the angle of the right ankle did not have a significant difference in terms of the striking spots and but had one in different distances.

2) Angle of the knee joint

The angle of the left knee joint differed significantly depending on the striking spot and the distance. The angle of the right knee joint did not differ depending on the spot and distance, while it had interactive effects.

3) Hip joint angles

The left hip angle joints did not have a significant difference due to the spot. But, the distance had a significant impact. The angle of the right hip joint differed significantly depending on the spot and distance.

3. Motor stability

The changes in the center of the body mass differed significantly depending on the striking spots, which were the left/right, front/rear and vertical spots. And, the distance had a significant impact in terms of the forward/backward changes.

The change in the speed of the center of the body mass differed significantly based on the distance in the left/right changes. But, in the forward/backward changes, the striking distances and spots showed significant differences, but without such in the vertical changes.

The changes in the slop of the body and the COP variables were without significant differences depending on the hitting spots and distances.

As for the change of the acceleration of the sword, the differences were significant with the changes in the left/right/up/down directions. And, the distances resulted in significant differences in forward/backward/vertical changes.

4. Changes in the ground reaction variables

The changes in the ground reaction variables depending on the striking spots and distances did not have significant differences in terms of the left/right/up/down as well as the maximum ground reactions.

※ This is a master's thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education of Jeju University in February 2017.