



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](#)

2021년 02월

석사학위논문

# 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 운동역학적 변인 분석

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 혜 진

# 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 운동역학적 변인 분석

Depending on Tennis forehand stroke with  
elbow pain and without elbow pain Kinematic  
Analysis of The factors

2021년 02월

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 혜 진

# 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 운동역학적 변인 분석

지도교수 이 경 일

이 논문을 석사 학위 심사논문으로 제출함.

2020년 10월

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 혜 진

# 김혜진의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 정 홍 용 (인)

위 원 조선대학교 교수 홍 완 기 (인)

위 원 조선대학교 교수 이 경 일 (인)

2020년 12월

조선대학교 교육대학원

## 목 차

I. 서 론 .....	1
A. 연구의 필요성 .....	1
B. 연구의 목적 .....	3
C. 연구의 가설 .....	3
D. 연구의 제한점 .....	4
II. 이론적 배경 .....	5
A. 운동상해 .....	5
B. 테니스 엘보우 상해 .....	9
III. 연구방법 .....	10
A. 연구대상자 .....	10
B. 실험설계 .....	10
C. 연구절차 .....	15
IV. 연구결과 .....	20
A. 속도변인 .....	20
B. 각도변인 .....	22
C. 근전도 .....	24
D. 지면반력변인 .....	26
V. 논 의 .....	29

VI. 결론 및 제언 .....	32
A. 결론 .....	32
B. 제언 .....	33
참고문헌 .....	34

## 표 목 차

표 1. 연구 대상자의 특성 .....	10
표 2. 연구장비 .....	12
표 3. 통증 유무에 따른 속도 차이 .....	20
표 4. 통증 유무에 따른 각도 차이 .....	22
표 5. 통증 유무에 따른 근전도 차이 .....	24
표 6. 통증 유무에 따른 지면반력 차이 .....	26



## 그림 목 차

그림 1. 실험설계 .....	11
그림 2. 실험배치도 .....	12
그림 3. 연구절차 .....	15
그림 4. 자료분석방법의 절차 .....	17
그림 5. 마커부착위치 .....	18
그림 6. 비통증균 속도변인 비교 .....	21
그림 7. 통증균 속도변인 비교 .....	22
그림 8. 비통증균 각도변인 비교 .....	23
그림 9. 통증균 각도변인 비교 .....	24
그림 10. 비통증균 근전도변인 비교 .....	25
그림 11. 통증균 근전도변인 비교 .....	26
그림 12. 비통증균 지면반력 비교 .....	27
그림 13. 통증균 지면반력 비교 .....	28

## ABSTRACT

### Depending on Tennis Forehand Stroke with elbow pain and without elbow pain Kinematic Analysis of The Factors

KIM HYE JIN

Advisor : Prof. LEE KYUNG IL

Department of Physical Education,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to examine the effect that factors of forehand stroke motion have on tennis elbow pain. In order to prevent tennis elbow injury and analyze the cause of injury through the forehand stroke posture, which is the basis of the various injuries of Elbow, we divided six members of the four-year-old club in G Metropolitan City and three members of the pain group to determine the impact of the forehand stroke on the tennis elbow and reached the following conclusion.

In the tennis forehand stroke movement, the shoulder velocity was 1.07 m/s higher than the pain group. It is thought that in order to reduce the pain of tennis elbow, one should lower the velocity of the shoulder during impact.

In tennis forehand stroke movements, the maximum velocity of the elbow appeared 19.0 m/s faster than the pain group. In addition, the pain group in impact swings about 3.0 m/s faster than the pain group. This is the largest difference in numbers, and it is thought that the elbow movement should be reduced to reduce the pain of the tennis elbow.

It is thought that the velocity of the wrist should be reduced in order to prevent injury to the tennis elbow, as the impact velocity of the wrist in the tennis forehand stroke movement was 2.0 m/s faster than that of the pain group.

In tennis forehand stroke movements, the angle of elbow and wrist angle was about 17 degrees and 7 degrees greater than that of the pain group, respectively, and it is thought that the angle of elbow and wrist angle should be reduced to reduce elbow pain.

In the tennis forehand stroke movement, deltoid and flexor carpi radialis pain were 38% lower than those of the pain group, and it is thought that in order to reduce the pain of tennis elbow, elbow and wrist angle should be more active and swing.

In the tennis forehand stroke movement, front and back ground reaction force was 0.04 N/BW higher than that of the pain group, and the vertical ground reaction force was also 0.4 N/BW higher. Based on this, the ground resistance figure also affects the tennis elbow, so I think we should consider it when swinging.

Based on the results and discussions above, it is effective to slow the impact time of the forehand stroke shoulder, reduce the elbow velocity, and slow down the speed of the swing as well. It's effective to slow down your wrist when you swing. In addition, it is thought that one should reduce the angle of elbow and wrist angle, increase the activity of deltoid and flexor carpi radialis, so that one can use a forehand stroke without elbow pain.

## I. 서 론

### A. 연구의 필요성

테니스는 운동역학적 기술을 기반으로 올바른 자세를 형성하는 것 그 자체의 중요성이 절실히 요구되는 종목이다. 올바른 자세 형성은 보다 정확하고 확실한 이론적 근거의 제시와 각 동작의 형태나 신체적 변화에 따른 요인들의 과학적 분석 및 기본 자료들의 의해 선행되었다(용석준, 1990).

테니스 경기에서 승패를 결정짓는 변인은 그라운드 스트로크, 발리, 스매시, 서비스가 있으며, 이들 기술 중 빠른 스피드를 이용한 리턴 기술, 파워 그리고 상대 선수의 공격이 어려운 지역으로 정확하게 볼을 보내어 공격하는 그라운드 스트로크가 경기의 승패를 결정짓는 중요한 변인이다(소재무, 신진희, 2005). 이와 같이 테니스에서 가장 중요한 기술인 그라운드 스트로크는 포핸드 백핸드 그라운드 스트로크로 구분된다. 그 중 포핸드 스트로크가 공격 성공에 영향을 미치기 때문에 이 과정에서 수반되는 역학적 변인에 대한 분석은 스트로크의 기술 체계를 이해하는데 매우 중요하다(정철수, 임규찬, 1993). 그러나 경기 또는 연습 중 가장 많은 비중을 두는 기술이기 때문에 크고 작은 부상을 유발한다. 테니스 상대와의 신체접촉은 없으나 라켓을 사용하는 종목이므로 관절의 가동범위가 크고, 손목, 팔꿈치, 어깨, 무릎, 허리, 목 등을 과다하게 사용함으로써 발생하는 특징을 갖고 있다(송치용, 2002).

동호인들 부상의 원인으로서는 테니스 게임 시 발생한 무리한 플레이, 경기 시작 전의 준비운동의 부족, 부상 당시의 컨디션 등이 주요한 요인이며, 그에 따른 부상의 부위는 엘보우 뿐만 아니라 등, 어깨, 발목 등 다양한 부분에서 부상이 발생한다. 그 중에도 테니스는 ‘테니스 엘보우’라는 단어가 있을 정도로 염좌 상해가 많이 발생한다(김윤호 1993). 선행연구에 의하면 테니스 엘보우 발생 시 이행하기 어려운 동작이 백핸드 스트로크가 38%, 포핸드 스트로크가 21%라고 나타나 테니스 엘보우가 두 동작에 아주 큰 영향을 줄 수 있는 것을 알 수 있다(박인기, 1989). 이렇게 테니스의 기초적인 동작이 제한되기 때문에 테니스 동호인들이 가장 두려워하는 것이 상해이다. 특히 개인의 삶을 더 운택하게 하고, 즐거운 여가 시간을 보내기 위해 시작된 테니스가 자칫 테니스 활동 중 발생한 상

해로 인하여 여가시간의 대부분을 상해 치료에 쏟아야 하는 상황이 발생하고. 상해 치료 후 몸을 기존의 상황으로 되돌리기 위해서 더 많은 노력과 스트레스를 받아야 하는 상황에 놓이게 되는 것이다. 따라서 운동에 참여하고 있는 동안에 일어나는 모든 신체상의 피해를 줄이고 운동에 대한 기본 지식과 지도자들의 과학적이고 효율적인 지도방법이 필요하다(하권익, 1988).

이와 관련된 선행연구에 의하면 윤재원(1986)의 테니스 엘보우에 관련된 “테니스 상해 조사 : 전국 남녀 테니스 동호인을 중심으로”, 김달용(2003)의 “테니스 상해의 유형 및 예방에 관한 연구” 등이 있으며, 주로 테니스에서 발생하는 상해의 유형과 시기, 행위에 대한 원인들에 초점이 맞춰져 있다. 더 나아가 송치용(2002)의 “테니스 경기의 스포츠 상해에 대한 분석”은 상해 부위와 증상, 상황, 상해 원인에 대한 환경요인의 다각적인 분석 등에 그치며, 테니스 스트로크에 관련된 선행 연구는 김석환, 류지선, 장갑(1991)이 연구한 “테니스 그라운드 스트로크 동작의 운동학적 분석”, 신제민(2006)의 “테니스 포핸드 스트로크에서 스트로크 형태의 변화에 따른 운동학적 변인의 특성” 등과 같이 스트로크 동작의 운동학적 분석에 초점이 맞춰져 있다. 테니스는 앞서 거론했듯이 올바른 자세의 형성이 매우 중요하고, 그렇지 않을 시에 테니스로 하여금 운동 상해가 발생하는 것은 필연적인 인과관계라고 보고되었다. 그러나 테니스 포핸드 스트로크에 의한 가장 빈번한 상해인 내측 엘보우에 관한 연구는 보고되지 않았다. 일반적인 테니스 엘보우는 외측 상과염(lateral epicondylitis), 외측 상과증(lateral epicondylosis)등의 병명으로 불린다. 테니스 엘보우는 주관절 외측에 자리한 공통 신전근(common extensor tendon)에 주로 발생하는 염증성 질환이다(Schnatz & Steiner, 1993). 테니스 엘보우는 주로 35~54세 성인의 우세손에 발병하고(Norris, 2005), 성인에서 1~3%의 유병 율을 가지며(Hong 등, 2004), 남녀 간의 발병 차이는 없는 것으로 알려져 있다(Shiri와 Viikari, 2011). 특히 백핸드 스트로크에 의한 급성 상해로 분류되기 때문에 반복적인 포핸드 스트로크에 의해 발생하는 내측 상과염에 관련된 연구가 필요한 실정이다. 특히 동호인들의 경우 테니스 엘보우로 불리는 외측 상과염보다 내측 상과염을 호소하는 사례들이 많기 때문에 내측 상해와 관련된 연구가 중요하다. 따라서 테니스 포핸드 스트로크 동작의 운동역학적 분석을 통한 테니스 엘보우 상해를 예방할 수 있는 과학적 연구는 동호인들의 상해를 방지하는 중요한 자료로 활용될 것이다.

이에 본 연구는 경기에서 가장 의존도가 높은 포핸드 스트로크의 운동역학적 분석을 위해 실외에서 예측하기 어려운 상황(바람, 볼의 불규칙 바운드 등)들을 배제한 실험을 실시하였으며, 테니스 엘보우 상해에 대한 운동역학적 요인을 분석해서 추후에 엘보우 상해 방지를 위한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

## B. 연구의 목적

테니스 엘보우는 공이 라켓 임팩트 면을 타격했을 때 진동으로 인해 나타나는 통증을 총칭한다. 이러한 통증은 테니스 동호인들의 활동을 제한시키거나 활동을 그만두게 되는 원인으로 작용한다. 이에 본 연구는 테니스의 기본이며 공격 기술이 되는 포핸드 스트로크를 팔꿈치 통증 유무에 따라 비교 분석하여 동호인들의 테니스 상해의 예방을 위하여 기초자료를 제공하고자 연구를 진행하였다.

## C. 연구 가설

본 연구의 목적을 확인하기 위하여 아래와 같은 가설을 설정하고 실험을 통해 검증하고자 한다.

- 1) 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따라 근전도에 차이가 있을 것이다.
- 2) 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따라 스윙 속도에 차이가 있을 것이다.
- 3) 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따라 각도에 차이가 있을 것이다.
- 4) 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따라 지면반력에 차이가 있을 것이다.

## D. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어 연구의 제한점 및 범위는 다음과 같다.

- 1) 본 연구는 테니스 경력 4년 차의 동호인을 대상으로 하였다.
- 2) 실외 테니스 코트의 예측 불가한 상황을 통제하기 위해 실내에서 실험을 실시하였다.
- 3) 대상자의 라켓의 특성을 완전히 통제하지 못하였다.

## II. 이론적 배경

### A. 운동상해

#### 1. 운동상해의 개념

운동상해란 운동에 의해서 발생 되는 모든 급성, 만성 신체 상해를 말하며, 운동상해는 스포츠 외상과 스포츠 장애로 구분된다(김병규, 2006). 스포츠 외상은 스포츠 활동에서 지나친 훈련에 의한 골격계통 외상 부적절한 훈련 방법, 유연성 부족에 의한 인대나 근육의 손상, 근육운동에 있어서 근력의 불균형에 의한 외상과 근본적인 체격상의 문제점들 즉, 족부의 기형(편평족)과 슬관절의 내·외 반변형, 척추의 변형 등 비정상적인 체격조건들로 인한 외상을 말하며, 이러한 외상들이 스포츠상해의 거의 모든 부분을 차지한다(이기세, 2007). 스포츠 장애는 각 종목 활동에 있어 계속적으로 한곳에 집중되어지는 관절운동으로 인해서 관절의 약화와 잦은 부상으로 어느 특정부위에 만성적 특정 증상이 나타나거나 운동기능이 무기력 화되어 운동 수행 또는 일상생활에 지장을 초래하는 상해가 발생하는 경우를 스포츠 장애라고 한다(박준호 2005). (Hutchinson 1983)에 의하면 운동상해는 운동경기 중에 있는 상해로서 그 정도가 병원치료를 받아야 하거나 1주일 이상 연습이나 시합에 출전할 수 없는 상태라고 정의하였다(이기세, 2007). 또한 Michell과 Culpepper는 선수가 시합이나 연습 중 외작적 상태의 외상적 변화로 병원에서 전문적 치료를 받아야 할 상태를 말한다고 보고하고 있다(유승희, 1983). 따라서 스포츠 상해란 스포츠 활동을 하고 있는 동안 일어날 수 있는 모든 신체상의 피해를 의미한다.

#### 2. 운동상해의 원인

어떠한 운동일지라도 그 나름대로의 전문 체력과 종목에 따른 특수한 기술훈련이 필요하며, 이러한 체력과 기술이 상호 충족되지 않을 때 운동 상해의 발생이 높아지게 된다(위승두, 1991). 스포츠 외상의 가장 많은 원인은 바로 지나친 훈련과



나쁜 훈련 방법이다. 지나친 훈련에 의해서 발생할 수 있는 상해는 근육, 뼈 또는 관절에 생기는 지속적 통증이다(임영순, 2003). 지나친 훈련으로 발생하는 외상에 대한 가장 좋은 치료제는 시간이다(하권익, 1985). 급작스럽게 운동량을 증가시키거나 급작스러운 운동의 강도 증가는 나쁜 훈련방법으로 운동상해를 일으키는 원인이 된다. 이러한 원인들로 인해 발생하는 것은, 추락, 충돌 등의 외부 힘에 의한 상처나 운동 중 발생하는 다양한 외적 요인으로 한 번 또는 여러 번 가중되었을 때 발생 된다. 일정부분의 시기와 특별히 없는 운동을 수행하는 과정에서 신체의 움직임과 몸 상태가 적절하지 못한 상태를 의미한다. 이러한 신체 상해 발생의 원인은 다음과 같다.

첫째, 기술부족에 의한 상해발생. 비숙련자의 경우 자기 능력보다 과한 기술을 과시하여 사용함에 따라 상해가 발생되므로 비숙련자나 초보자의 경우는 충분한 주의가 요구된다.

둘째, 과도한 훈련에 의한 상해 발생. 훈련이나 활동이 너무 과하게 되면 심신의 상태가 피곤해짐에 따라 동작이 민첩하지 못하고, 판단력의 흐려짐에 의해 상해가 발생할 수 있다.

셋째, 심신의 과도한 긴장으로 인한 상해의 발생. 심신이 과도하게 긴장됨은 일반적으로 심신의 과도한 긴장으로 인한 근육의 수축이 강하게 작용하는 흥분상태를 말하며 때문에 외상이 발생할 수 있다.

넷째, 준비운동 부족으로 인한 상해 발생. 장기간 휴식을 취하고 운동을 하게 되면 운동을 다음 전과 근력이나 체중 등 육체적으로 많은 차이가 발생하게 되고 이로 인한 동작의 둔함이 생기게 된다. 이때 휴식을 인지하지 못하고 운동을 하게 되면 외력을 피할 수 없다.

다섯째, 반칙 및 폭력 행위에 의한 상해가 발생되어진다. 예상되지 않은 반칙이나 폭력행위가 발생 할 경우에는 미리 대응할 수 없으며 이에 따라 상해가 발생한다.

여섯째, 심판의 진행 미숙으로 상해발생. 반칙 및 폭력 행위가 발생이 될 우려가 있거나 발생이 되었으면 상해요인이 심판에 따라 상해가 감소되거나 증가될 수 있다.

일곱째, 운동기구 결함이나 운동 환경에 적절하게 적응하지 못했을 때 상해가 발생한다. 운동기술이나 운동기구들의 상태나 관리 미흡으로 인한 상해 발생한다. 그러므로 운동 시 주변에 작은 일도 세심하고 주의 깊게 확인할 필요가 있

다.

여덟째, 신체상태 불량으로 인한 상해 발생. 신체 상태가 불량할 경우에 신체의 안전을 위해 자신이 스스로 운동 강도 나 양을 제한해야 된다. 기존에 운동 상해가 발생하여 치료를 받던 도중 완벽하게 치료가 되지 않은 시점에서 운동을 하게 된다면 추가적인 상해가 발생한다.

아홉째, 그 외 기타 상해 요인으로는 계절, 시간, 연령, 성별 등도 상해 발생 요인으로 작용되며 운동 종목별로 상해가 다르게 발생된다(김문기, 이수영, 1993).

### 3. 운동 상해의 유형

#### a) 뼈

인간의 뼈는 고형질로 이루어져 있으므로 다른 조직보다는 상해 빈도가 적으나 타박상, 골절, 골단 상해 등의 유형으로 발생된다(지진구, 곽이섭, 박찬호 2018).

- 골절 외상에 의해 골 조직의 생리적인 현상이 부분적 또는 완전히 이탈된 상태를 의미하며, 외력이 작용된 국소 골절, 외력이 작용된 부위에서 떨어진 부위 골절(분단골절), 단발 또는 중복 골절 단순 또는 피로 골절, 복합 또는 개방 골절 등으로 구분된다. 특히 골절 시 중요 징후는 이상 운동, 변형, 전위, 동통 등이 나타난다(윤효원, 2009).

#### b) 관절과 인대

인간의 활동은 뼈와 근육에 의해서 일어나지만 실제로 중요한 작업을 담당하는 것은 관절이라 할 수 있다. 따라서 관절은 어느 부위보다 운동 상해에 노출이 높은 부위이다(백경엽, 2004).

관절과 인대 부위에서 일어나는 상해로는 출혈성 관절증, 염좌, 탈구, 관절좌상 등이 있다(문정상, 2001).

- 염좌 : 지지인대 섬유 일부가 파열, 인대의 연속성은 보존되어 있는 관절 손상(임동진, 2008).

- 탈구 : 관절인대, 근육들의 과도한 신전 또는 단열되면서 양 골단이 상호 어긋난 위치에 있는 관절의 상태
- 관절좌상 : 관절에 타박상을 입은 상태.
- 관절염 : 관절의 염증에는 급성, 만성에 구별이 있다(백경엽, 2004). 특히 급성은 장애성장액 섬유성, 화농성으로 구분되며, 만성은 특수성, 다발성 등의 염증으로 구분된다.

### c) 근육

근육의 상해는 근육 내에 들어 있는 신경 및 혈관 분포나 결체 조직 중에서 흔히 일어난다(이기세, 2007). 마비나 통증 그리고 허약증세, 소모증 등이 근육상해의 주요 증상으로 나타난다.

- 근육 타박 : 근육에 충격이 가해져 멍이 든 상태
- 근육 좌상 : 근육조직이 압축되어 생기는 외상으로 타상과 거의 비슷한 증상을 나타낸다.
- 근육 경직 : 근육이 뻣뻣하게 굳어지는 증상
- 근육 단열 : 근막이 과도하게 신장 되어 근섬유가 부분적으로 끊어지는 상태(백경엽, 2004).

### d) 건

건 부위의 상해는 건에 직접적인 질병이 있거나 기능적인 마모로 인한 단열이나 파열, 건염 등의 상해를 입을 수 있다(장은숙, 2005).

- 건 단열 : 건이 과도하게 신장됨으로서 건의 부분적 또는 완전히 끊어진 상태(백경엽, 2004).

### e) 피부

피부 부위의 상해는 찰과상, 절창과 수포 등의 상해로 나타난다.

- 찰과상 : 피부가 옷이나 바닥에 긁혀서 출혈이 일어나는 상해를 의미하며, 감염이 되지 않도록 예방하는 것이 제일 중요하다(임영순, 2003).
- 절창 : 운동 중 발생하는 절창은 칼이나 면도칼에 의한 손상과 같이 조직의 이단이 일어난 상태(윤호원, 2009).

- 수포 : 피부가 자극되어 피부의 표층이 밑의 진피 층으로부터 분리되어 물집이 생긴 상태이며, 수포 속에 삼출액이 차게 된다(백경엽, 2004).

## B. 테니스 엘보우 상해

### 1. 테니스 엘보우의 원인과 증상

#### a) 증상

통증은 보통 회의, 또는 그 외의 상태에서 심하게 또는 반복해서 손목의 신전 운동을 한 후에 시작되는데(Morrey & Chao, 1976) 긴장 당시에는 아무것도 느끼지 못하나 며칠 후에 요골상완관절 부위에 약간의 외상증세가 지속된 후 점차적으로 불편감이 증가되는데, 이러한 증상은 2주 안에 완전히 고조된다(James Cyriax & Petricia Cyriax 1983).

일반으로 발생하는 증상으로는 첫 번째 쥐는 힘 약화 두 번째 손목의 신전 및 요골 측편위시 저항을 주면 통증이 증가된다. 세 번째 염증부위에 압박을 가하면 심한 동통을 호소한다(Wale, 1976).

### 2. 근육의 손상원인

혹사 : 스포츠 손상 중 가장 흔한 원인 중 하나로 과도한 마모 및 마멸을 의미한다. 한 부위의 근육운동을 과도, 빨리하게 될 경우 발생한다.

둔상 : 운동경기 중 타 선수 또는 기타 물체와 충격이 강한 충돌이나 낙상, 직접 타격에 의해 발생한다.

골절 및 탈구 : 일반적으로 큰 충격에 의하여 발생하다 반복적 스트레스 성으로 인하여 뼈에 미세하게 균열이 생기는 피로 골절도 있다.

염좌 및 긴장 : 체력 훈련 중이나 운동 중에 긴장을 일정하게 조절하여 하중을 천천히 부드럽게 옮기기보다 빠르게 내리거나 들어 올릴 때 발생한다(Paul L Liebert, 2015).

### III. 연구방법

본 연구는 테니스에서 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 운동역학적 변인을 분석하여 테니스 포핸드 스트로크 시 발생하는 테니스 엘보우 예방을 위한 정보를 제공하고자 본 연구를 실시하였다. 목적을 달성하기 위하여 테니스 엘보우 통증 그룹과 테니스 엘보우 비통증군 그룹으로 분류하였으며, 그룹에 따라 어떠한 차이가 나타나는지를 비교 분석하였다.

#### A. 연구대상자

본 연구의 대상은 테니스 경력 4년 이상의 G광역시 테니스 동호회에서 20-30대를 대상으로 하였으며, 엘보우 통증이 없는 피험자와 엘보우 통증이 있는 피험자를 각각 3명씩 선발하였다. 모든 피험자들을 이해할 수 있도록 연구의 목적과 방법을 충분히 설명하고, 실험 시 주의 사항에 대해 설명하였고 그에 대한 동의를 받고 실험을 진행하였다. 대상자들의 특성은 <표-1>과 같다.

표-1. 대상자의 특성

그룹	체중(kg)	신장(m)	체지방량 (kg)	체지방량 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
비통증 그룹	61.82±5.3	1.65±0.13	31.73±4.5	15.4±1.3	22.2±5.2
통증 그룹	66.36±20.5	1.72±0.11	26.98±3.4	22±3.3	22.6±7.4

#### B. 실험 설계

본 연구의 실험설계는 연구 대상자 6명에게 운동역학적 변인을 비교 분석하기 위하여 비통증 그룹과 통증 그룹으로 나누어 실험 후 동일한 특정을 실시하였다.

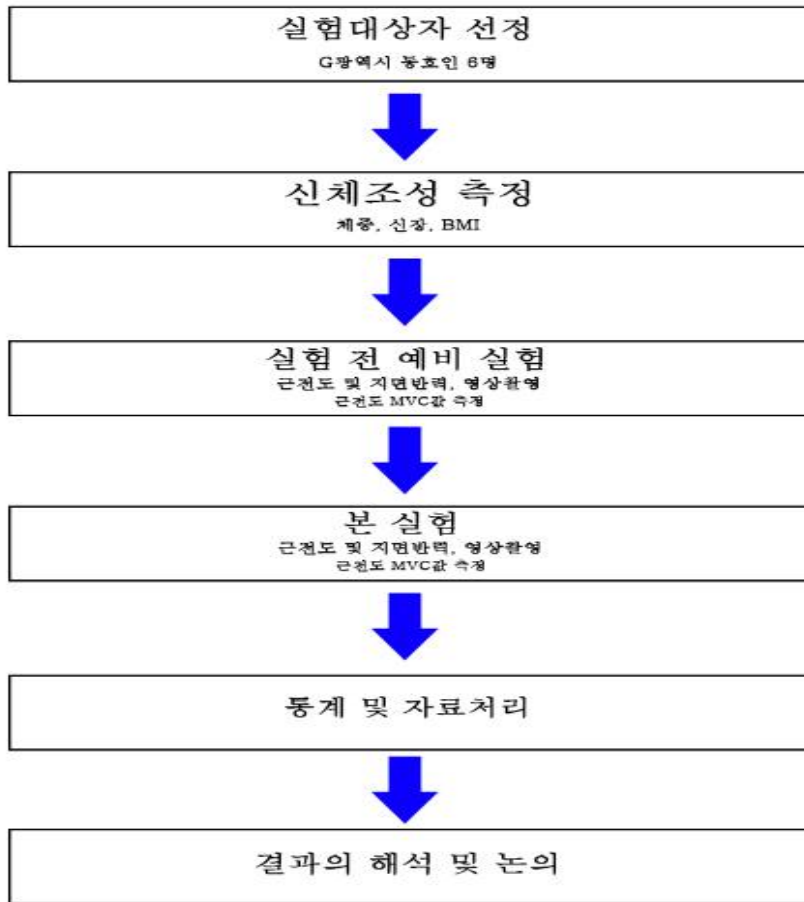


그림 1. 실험설계

## 1) 연구장비

본 연구에서 사용된 장비는 3차원 영상촬영을 위한 Kwon 3D 영상촬영장비와 지면반력 측정 장비, EMG 측정장비, 등속성 장비, 자료 분석 장비, 동조 장비 등을 사용하여 연구에 임하였다. 이에 대한 구체적인 내용은 <표-2>와 같고, 실험 장비들을 <그림-2>과 같이 배치하고 실험을 수행하였다.

표-2 연구 장비

구분	모델명	제 조 회 사
Computer	Multi capture Controller	dell(USA)
Camera	Motion Master 200	Visol(korea)
Control object	Control Point Box(1m×3m×3m)	Visol(korea)
Force Plate form	AMTI	AMTI(USA)
A/D converter	VSAD-101-USB-V2	Visol(korea)
EMG analyzer	Noraxon Myoresearch	Noraxon(USA)
Motion analysis software	Kwon 3D XP	Visol(korea)

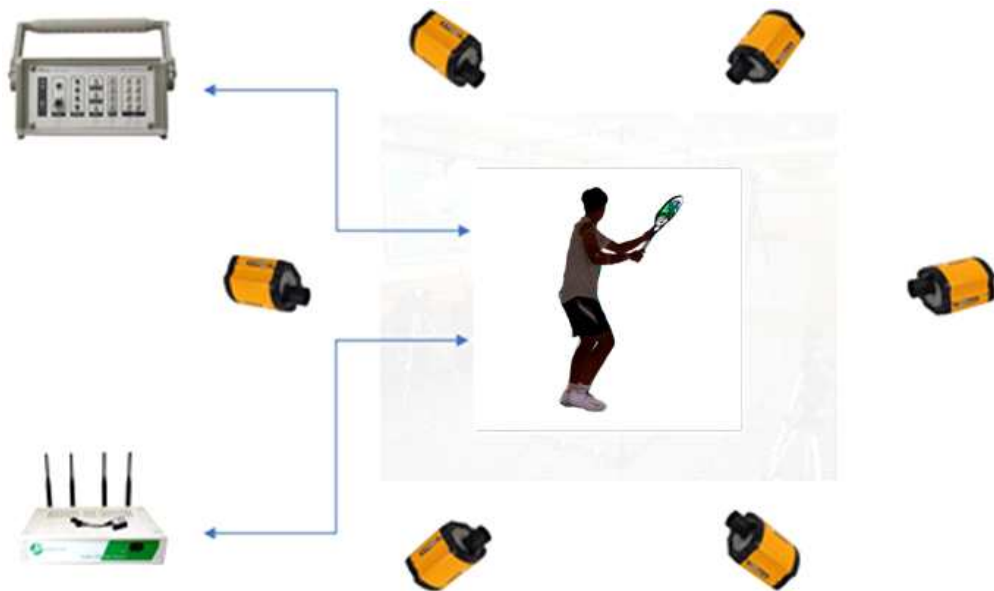


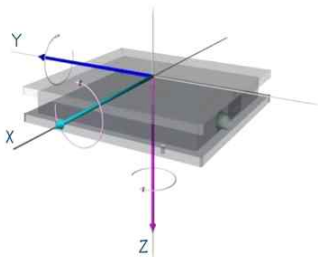
그림-2. 실험배치도

### (1) 영상촬영 장비



고해상도 초고속비디오카메라(Motion Master 200) 6대를 사용하여 두 운동 동작을 촬영하였다. 카메라 노출 시간은 1/500초, 속도는 초당 200프레임(200Hz)으로 설정하여 실험을 진행하였다. 초고속카메라의 위치는 위의 <그림-2>과 같이 위치시켰으며, 실험 장소 중앙에 위치한 지면반력기를 중심으로 3m 거리의 양쪽 측면, 2m 거리의 양쪽 전방 대각선, 2m거리의 양쪽 후방 대각선에 6대의 카메라를 설치하여 촬영하였다.

### (2). 지면반력 측정 장비



두 운동 동작의 지면반력 측정을 위해 지면반력 (AMTI ORG-6, AMTI) 2대를 사용하였다. 자료 수집을 위해 2000 Hz로 설정하여 수집하였고, 본 장비를 통해 x, y, z 방향 축의 힘 성분을 산출하였다. 본 연구는 실험대상자를 기준으로 전, 후측 방향은 X축, 좌, 우측 방향은 Y축, 수직축 방향은 Z축으로 설정하였다.

### (3) 아날로그/디지털 변환기(Analog/Digital converter)



A/D 변환기는 아날로그 신호인 전압을 컴퓨터가 인식할 수 있는 디지털 정보로 변환시켜주는 장치이다. A/D 변환기에 의해 숫자화 된 전압정보는 컴퓨터의 기억장치에 저장되고, 분석 프로그램에 의해 읽혀져 여러 가지 지면반력 변인을 계산하는데 사용되었다.



#### (4) 근전도 측정 장비(EMG)



근전도 측정 장비는 Telemyo 2400T(Noraxon, USA)를 이용하여 근 활성도를 측정하였으며, 샘플링 주파수는 1500 Hz로 설정하였다(홍완기, 2014).

#### (5) 통제점 틀



본 연구에서는 동작 분석을 위한 가상의 공간을 설정하고 그 공간을 규격화하기 위하여, 스테인레스로 제작된 통제점 틀을 설치 좌표화하기 위하여 막대에 30cm 간격으로 반사테이프를 부착하여, 통제점 군을 설치하였다. 그 통제점 틀 안에 지면반력기 (Force Platform)의 Y축과 평행이 되도록 설치하였다.

#### (6) 동조 장비



영상신호와 지면반력, 근전도 간의 동조는 동조시스템(VSAD-101USB, Visol, Korea)을 사용하였다. 동조시스템 박스에 동조 버튼을 누르면 2대의 LED에 불빛이 생성되고 6대의 카메라에 불빛신호가 기록되며, 동시에 지면반력 동조채널과 근전도 동조신호에 전압신호가 입력되어 전체장비의 동조가 이뤄진다(홍완기, 2014).

### (7) 동작분석 소프트웨어(Kwon3D XP)

영상분석 및 자료 취득 소프트웨어 장비는 Kwon3D XP 프로그램을 이용하였다. 영상 자료에 나타난 통제점 및 인체 분절 중심점의 2차원 좌표 값을 디지털이징을 통하여 3차원 좌표 값을 얻어 좌표값 계산, 변인 계산, 자료의 수정 등 모든 변인을 분석하였다(장재혁, 2010).

## C. 연구절차

이 연구는 G광역시 소재 테니스 동호인을 대상으로 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 운동학적 변인에 어떠한 차이를 보이는가를 분석하고자 광주광역시 소재 C대학교 역학실험실에서 실시하였으며, 구체적인 절차는 아래 <그림-3>와 같다.

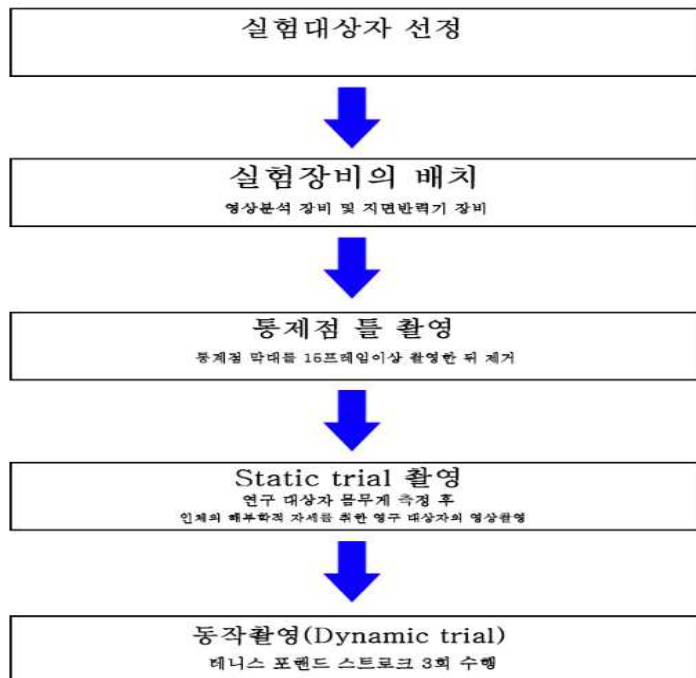


그림-3. 연구절차

피험자에게 연구에 대한 정보를 충분히 숙지시키고 연구동의서에 서명 후 실험 참여를 위해 트레이닝 복으로 환복 후 실험에 임하였다. 공간 좌표의 기준점은 인체의 좌우 방향을 X축, 전후 방향을 Y축, 지면에 대한 수직 방향을 Z축으로 설정하였다. 촬영을 위해 마커관찰이 용이한 6곳에 카메라를 설치하고, 분석에 용이하게 하기 위하여 식별이 용이한 지름 1cm 반구형 반사 마크를 각 피험자의 관절에 부착하였다. 부상 예방과 원활한 운동 수행을 위해 각 피험자들은 충분한 준비 운동을 수행하고 실험에 임하였고, 신체적 특성을 측정된 후 영상분석 장비(고속카메라 6대 등) 및 지면반력기(GRF)가 셋팅된 장소에서 신체 각 정해진 부위에 마커를 부착하고 실험을 실시하였다. GRF 위에 올라가 체중을 측정 후, 신체의 해부학적 자세를 취한 상태에서 1초간 static trial를 1회 측정 한 다음, dynamic trial을 피험자들은 3회씩 반복 측정하였다.

## 1) 자료 분석 방법

이 연구에서는 6대의 초고속비디오카메라를 사용하여 영상을 촬영하고, 촬영된 영상을 좌표 화하고 3차원 좌표 값의 계산과 스무딩 작업 등 분석을 위해 Kwon 3D XP와 Excel을 사용하였고, 기준 좌표계는 인체의 진행 방향을 Y축, 지면에 대하여 수직 방향을 Z축, 인체의 좌우 방향을 X축으로 각각 설정하고, 수직점프 동작을 분석하였다. 자료 분석 절차 흐름 도는 아래 그림과 같다.

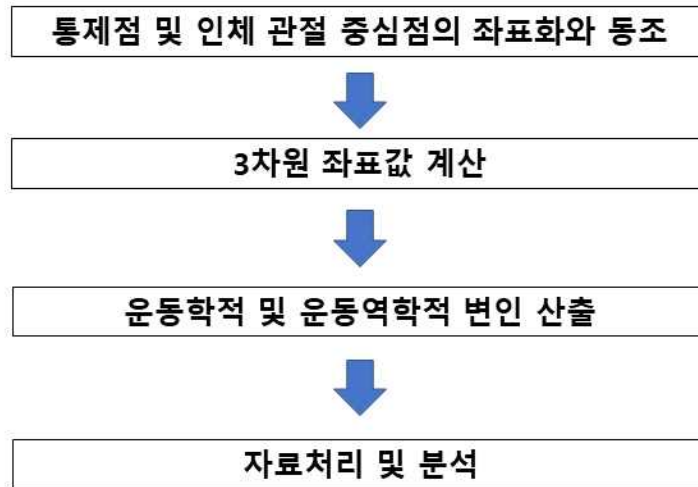


그림-4. 자료분석방법의 절차

### (1) 통제점 및 신체 관절 중심점의 좌표화

기준점의 통제점과 신체 관절 중심점의 좌표화는 Kwon 3D XP(Visol)프로그램을 이용하였다. 통제점 막대에 총 36개의 통제점을 15프레임간 반복하여 좌표화 시켰고, 연구 대상자는 5개의 인체관절 중심점을 좌표로 설정하였다.

이 연구에서 인체분절지수(Body Segment Parameters)는 Tylkowski, Simon & Mansour(1982)의 자료를 사용하였다. 그 순서는 <그림-4>과 같다.

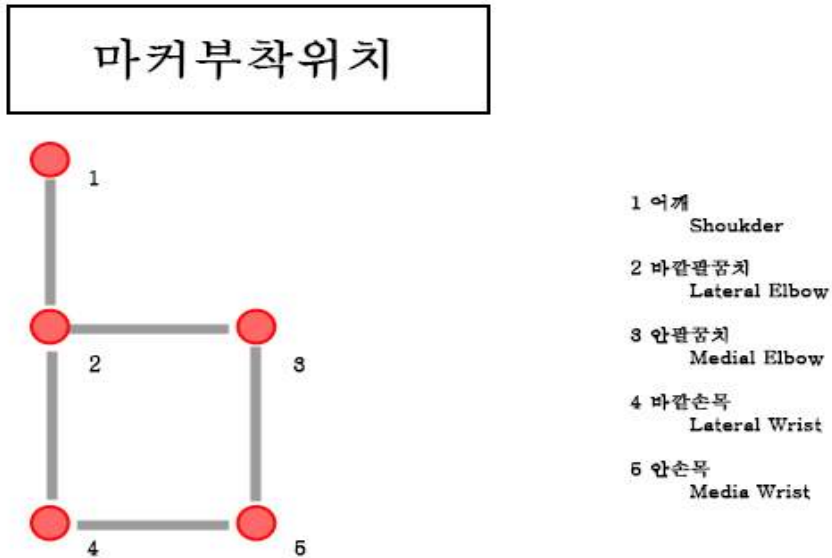


그림-5. 마커부착위치

## (2) 동조

동조(Synchronization)는 6대 고속카메라의 노출 순간을 서로 일치하게 하는 것이다. 각 고속카메라로 촬영한 영상은 시점이 서로 일치하지 않을 수 있기 때문에 촬영범위 내에 설치된 발광다이오드(LED)에 트리거(trigger)를 사용하여 신호를 보내주어 각 카메라로 촬영한 영상들을 동조화 하였다.

## (3) 3차원 좌표 계산

이 연구에서는 Abdel-Aziz와 Kararah(1971)의 DLT방법(Direct Linear Transformation method)을 사용하여 3차원 좌표 값을 계산하였다. 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈(Noise)를 제거하기 위하여 평활화(Smoothing)를 하게 되는데, 저역 통과 필터(Lowpass filter) 방법(Walton, 1981)을 이용하여 6Hz로 평활화(Smoothing)를 한 뒤 3차원 좌표 값을 계산하였다.

#### (4) 분석구간 설정

분석 구간은 스윙 후 볼이 라켓에 접촉하는 시점인 임팩트(impact)구간을 분석하기 위해 이벤트 구간(E1)을 설정 하였으며, E1 구간의 운동학적 변인(속도변인, 각도 변인), 운동역학적 변인(근전도, 지면반력)을 비교, 분석하였다.

## IV. 연구결과

본 연구는 테니스 포핸드 스트로크 시 통증 유무에 따라 운동역학적 변인에 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위함이다. 본 장에서는 변인들의 차이 대한 연구 결과를 제시하였으며, 결과는 다음과 같다.

### A. 속도변인

테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 속도 변인 차이는 <표-3>과 같다.

표-3. 통증 유무에 따른 속도 차이

단위 : m/s

그룹	sub	어깨		팔꿈치		손목	
		최대	임팩트	최대	임팩트	최대	임팩트
비통증군	A	2.97	1.64	6.21	4.15	10.15	7.31
	B	2.97	0.19	6.21	2.05	10.15	3.37
	C	2.65	1.53	4.84	3.71	9.34	4.77
	평균	2.86±0.21	1.12±0.93	5.75±0.91	3.30±1.25	9.88±0.54	5.15±1.78
통증군	AP	4.02	2.17	6.67	6.13	10.65	8.57
	BP	1.56	1.22	32.47	1.77	6.71	6.13
	CP	3.20	3.18	35.11	11.03	11.12	7.65
	평균	2.92±0.73	2.19±0.97	24.75±18.0	6.31±4.54	9.49±2.78	7.45±1.32

스윙시 팔꿈치의 최대 속도는 비통증군 6.21m/s, 6.21m/s, 4.84m/s 평균 5.75m/s±0.91m/s로 나타났으며, 임팩트시 4.15m/s, 2.05m/s, 3.71m/s로 평균 3.30m/s±1.25m/s의 수치를 나타내었다. 반면 통증군의 스윙시 팔꿈치 최대 속도는 6.67m/s, 32.47m/s, 35.11m/s로 평균 24.74m/s±18.0m/s으로 나타났으며, 임팩트시 속도는 6.13m/s, 1.77m/s, 11.03m/s으로 평균 6.31m/s±4.54m/s로 나타났다. 이것을 통해 통증군과 비통증군의 수치가 확연하게 차이가 나는 것을 알 수 있다.

스윙시 비통증군의 손목 최대 속도는 10.15m/s, 10.15m/s, 9.34m/s로 평균  $9.88\text{m/s} \pm 0.54\text{m/s}$ 로 나타났고, 임팩트시 손목의 속도는 7.31m/s, 3.37m/s, 4.77m/s로 평균  $5.15\text{m/s} \pm 1.78\text{m/s}$ 으로 나타났다. 통증군의 손목 최대 속도는 10.65m/s, 6.71m/s, 11.12m/s으로 평균  $9.49\text{m/s} \pm 2.78\text{m/s}$ , 임팩트시 속도는 8.57m/s, 6.13m/s, 7.65m/s로 평균 7.45m/s의 수치를 나타내었다. 비통증군과 통증군의 속도 변인을 비교 분석한 결과 스윙시 어깨의 속도는 비통증군의 어깨 최대속도는 각각 2.97m/s, 2.97m/s, 2.65m/s으로 거의 동일한 수준의 속도로 나타났고, 평균  $2.86 \pm 0.21\text{m/s}$ 으로 나타났다. 통증군은 어깨최대속도 4.02m/s, 1.56m/s, 3.20m/s로 각 실험자 별로 차이가 나타났으며, 평균  $2.92\text{m/s} \pm 0.73\text{m/s}$ 을 나타냈다. 비통증군은 임팩트시 어깨 속도가 1.64m/s, 0.19m/s, 1.53m/s으로 평균  $1.12\text{m/s} \pm 0.93\text{m/s}$ 으로 나타났으며, 통증군은 임팩트시 어깨 속도가 2.17m/s, 1.22m/s, 3.18m/s으로 평균  $2.19\text{m/s} \pm 0.97\text{m/s}$ 을 나타냈다.

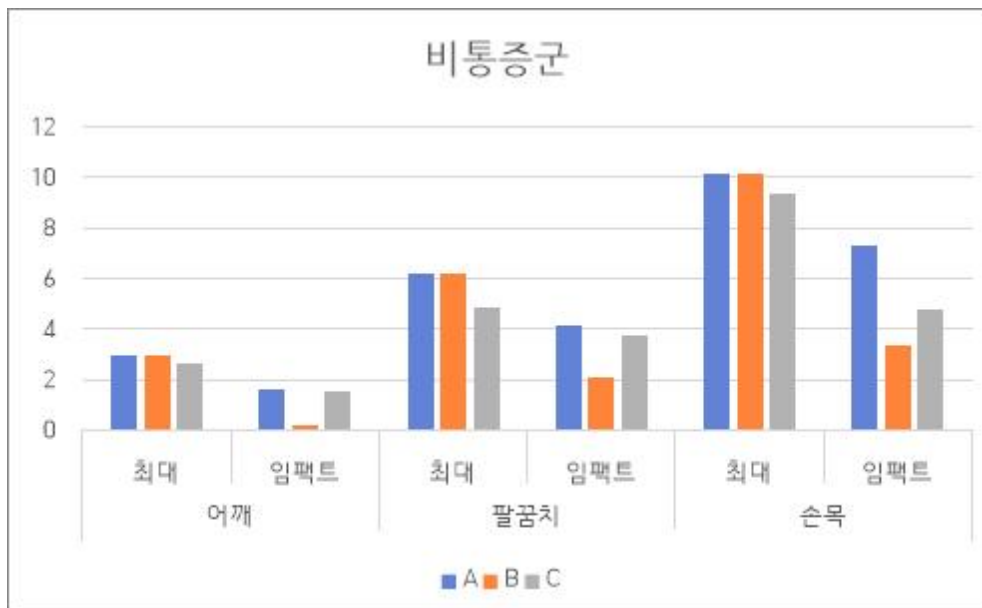


그림-6. 비통증군 속도변인 비교



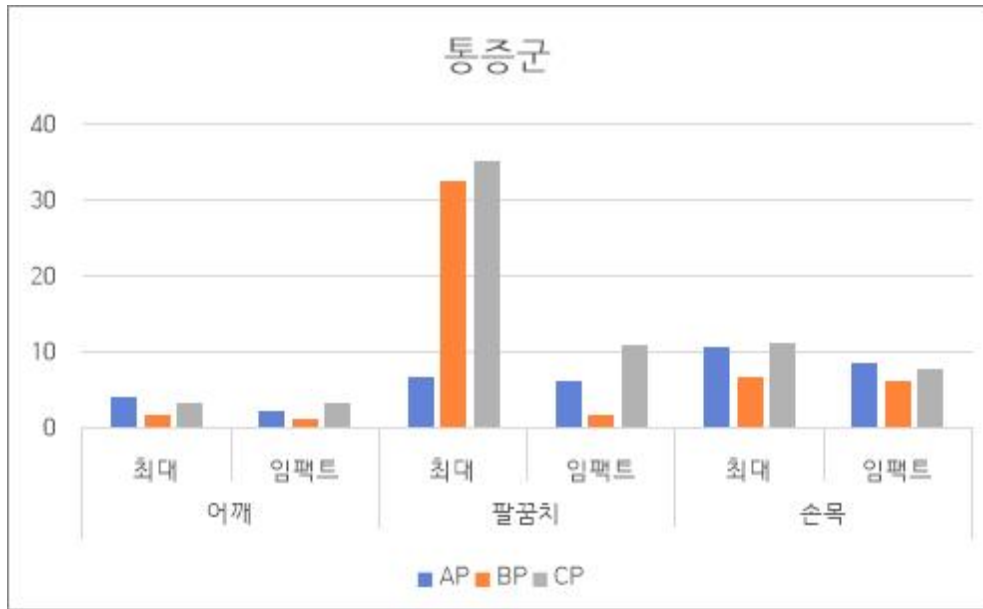


그림-7. 통증군 속도변인 비교

## B. 각도 변인

테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 각도 변인 차이는 <표-4>와 같다.

표-4. 통증 유무에 따른 각도 차이

단위 : deg

그룹	sub	팔꿈치 각	손목 회내각
비통증군	A	118.0	85.0
	B	124.0	33.0
	C	61.0	80.0
	평균	101.0±40.0	66.0±33.0
통증군	AP	108.0	50.0
	BP	128.0	65.0
	CP	120.0	64.0
	평균	118.66	59.6

<표 4>에서 보는 바와 같이 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 팔꿈치각은 비통증군  $101\text{deg} \pm 40\text{deg}$ , 통증군은  $118\text{deg}$ 로 통증군이 약  $17\text{deg}$  큰 것으로 나타났다. 손목 회내각은 비통증군  $66.0\text{deg}$ 도 통증군은  $59.6\text{deg}$ 로 통증군이 약  $7\text{deg}$  큰 것으로 나타났다.

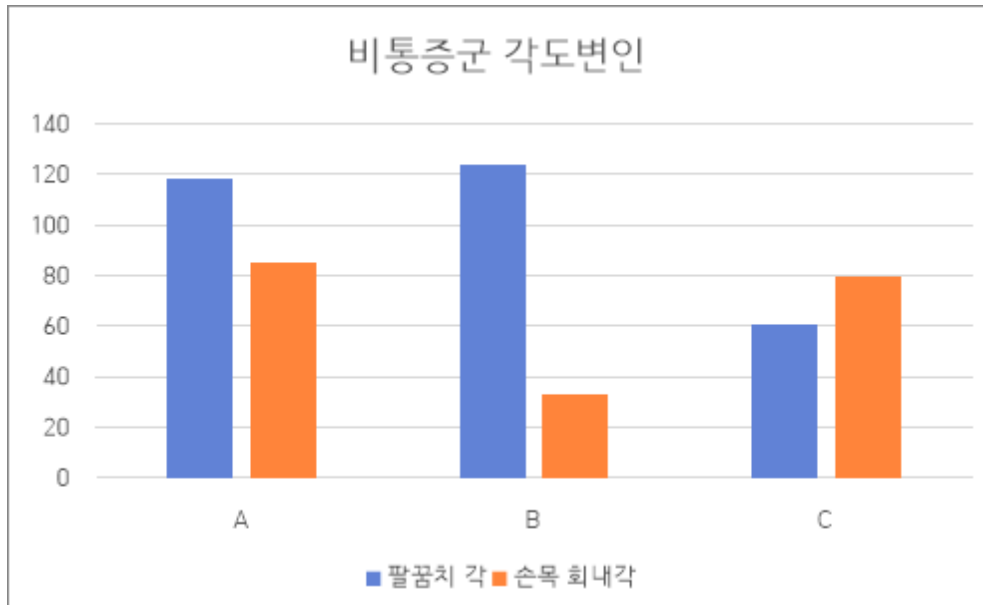


그림-8. 비통증군 각도변인 비교

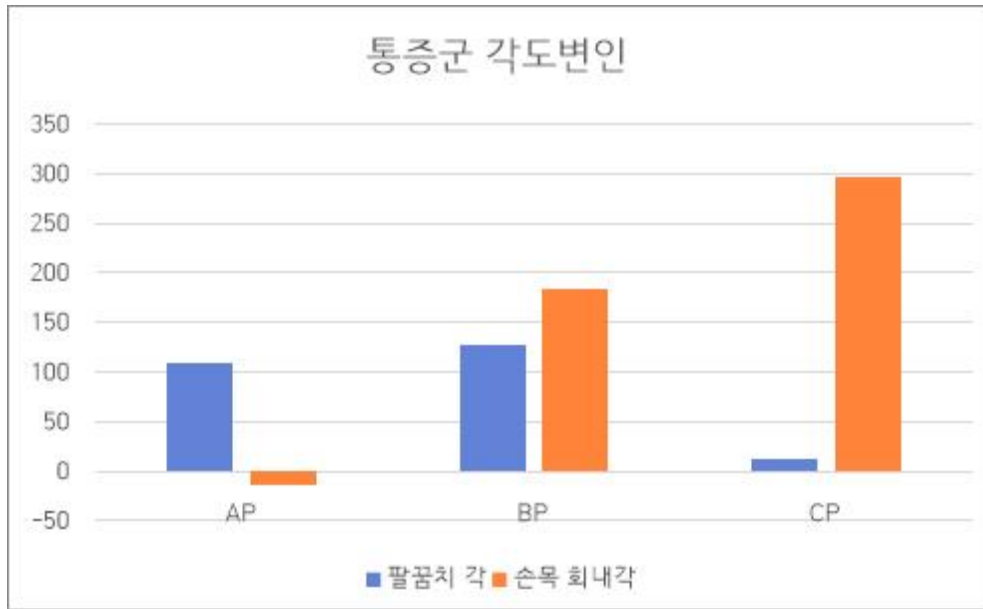


그림-9. 통증군 각도변인 비교

### C. 근전도

테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 삼각근과 요측수근굴근의 근전도 차이는 <표-5>과 같다.

표-5. 통증 유무에 따른 근전도차이

단위 : MVIC%

그룹	sub	삼각근	요측수근굴근
비통증군	A	38.9	59.0
	B	170	103
	C	76.4	59.7
	평균	95.1±56.2	73.9±14.9
통증군	AP	58.1	32.7
	BP	48.1	19.1
	CP	68.1	54.8
	평균	58.1±10	35.5±16.4

<표-5>에서 보는 바와 같이 비통증군의 삼각근 근활성도는 38.9MVIC%, 170MVIC%, 76.4MVIC%로 평균 95.1MVIC%이고 통증군은 58.1MVIC% 48.1MVIC%, 68.1MVIC% 평균 58.1MVIC%로 약 비통증군이 37MVIC% 낮은 결과를 보였으며, 특히 B피험자의 삼각근 근활성도가 다른 피험자에 비해 높은 경향을 나타냈다.

또한, 비통증군의 요측수근골근의 근활성도는 59.0MVIC%, 103MVIC%, 59.7MVIC%로 평균 73.9MVIC%이고, 통증군의 근활성도는 32.7MVIC%, 19.1MVIC%, 54.8MVIC%로 평균 35.5MVIC%로 비통증군보다 근활성도가 24MVIC% 낮게 나타났다.

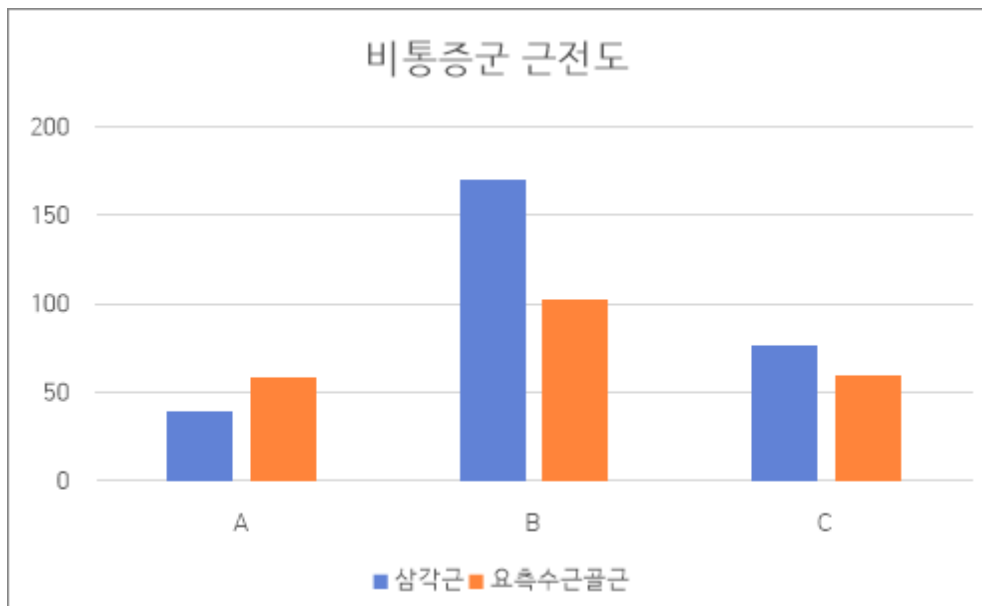


그림-10. 비통증군 근전도변인 비교

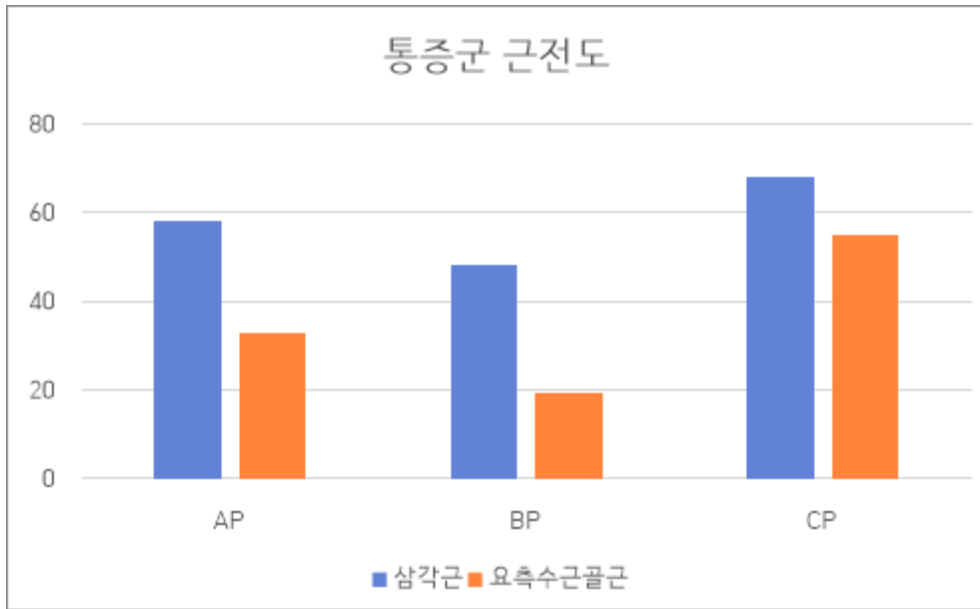


그림-11. 통증군 근전도변인 비교

#### D. 지면반력 변인

테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 디딤 발의 전후 및 수직 지면반력 변인 차이는 <표-6>과 같다.

표-6. 통증 유무에 따른 지면반력 차이

단위 : N/BW

그룹	sub	전후지면반력	수직지면반력
비통증군	A	-0.08	0.70
	B	-0.19	0.82
	C	0.15	0.88
	평균	-0.04±0.04	0.8±0.1
통증군	AP	0.26	1.10
	BP	0.08	0.93
	CP	-0.34	1.61
	평균	0.0±0.34	1.2±0.27

<표 6>에서 보는 바와 같이 테니스 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 전후 지면반력 차이는 비통증군  $-0.08\text{N/BW}$ ,  $-0.19\text{N/BW}$ ,  $0.15\text{N/BW}$ 로 평균  $-0.04\text{N/BW} \pm 0.04\text{N/BW}$ , 통증군은  $0.26\text{N/BW}$ ,  $0.08\text{N/BW}$ ,  $-0.34\text{N/BW}$ 로 평균  $0.0\text{N/BW} \pm 0.34\text{N/BW}$ 로 비통증군이 약  $0.4\text{N/BW}$  큰 것으로 나타났다. 수직 지면반력은 비통증군  $0.70\text{N/BW}$ ,  $0.82\text{N/BW}$ ,  $0.88\text{N/BW}$ 로 평균  $0.8 \pm 0.1\text{N/BW}$ , 통증군  $1.10\text{N/BW}$ ,  $0.93\text{N/BW}$ ,  $1.61\text{N/BW}$ 로 평균  $1.2\text{N/BW} \pm 0.27\text{N/BW}$ 로 통증군이 약  $0.4\text{N/BW}$  큰 것으로 나타났다.

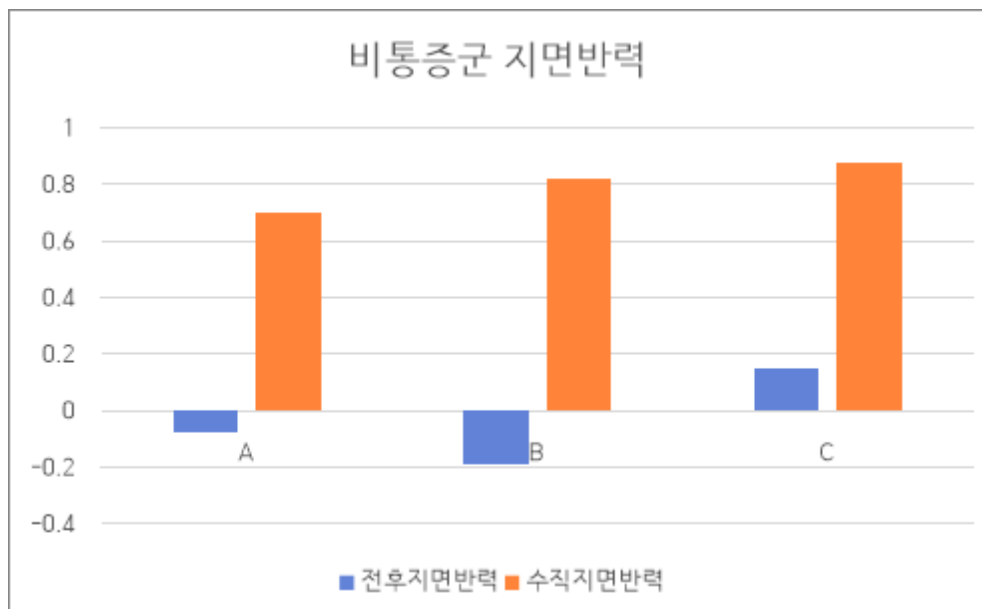


그림-12. 비통증군 지면반력 비교

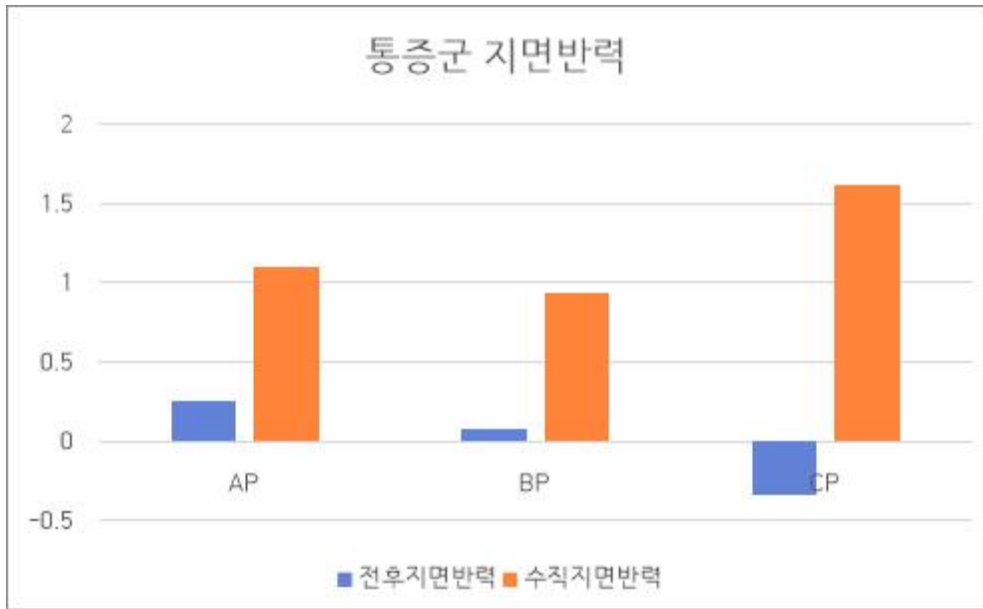


그림-13. 통증군 지면반력 비교

## V. 논의

테니스는 라켓을 이용한 운동으로 일반적 스포츠와 달리 접촉에 의한 상해보다 본인의 과도한 운동량과 잘못된 자세, 라켓의 의한 과부하 등이 원인이 된다. 이러한 특징에 의해 나타나는 대표적인 상해가 외측 상과염으로 분류되는 테니스 엘보우이다. 2016년 스포츠안전재단에서 보고한 자료에 의하면 테니스 동호인들은 대상으로 상해빈도를 조사한 결과 팔꿈치 상해가 약 22.9%로 가장 높았고 다음으로 손목이 27.7% 높게 나타났고 특히 팔꿈치 상해가 상대적으로 긴 치료 기간을 보여 이에 대한 대비책이 강구되어야 한다고 보고하였다(스포츠안전재단, 2016). 하지만 일반 동호인들의 경우 오히려 골프 엘보우로 불리는 내측 상과염을 더 호소하고 있는데 이러한 이유는 테니스 포핸드 스트로크 시 잘못된 자세와 무리한 동작과 상대적으로 포핸드 스트로크의 빈도가 훨씬 높기 때문으로 생각된다. 운동학적 관점에서도 팔꿈치가 포핸드 스트로크 시 축이 되고 라켓과 볼 충돌 시 발생하는 충격량이 팔꿈치의 내측으로 전이되기 때문이다. 이에 본 연구에서도 내측 팔꿈치 통증을 호소하는 테니스 동호인들을 대상으로 스트로크 시 어떤 특징이 있는지 비통증군과 비교하여 잘못된 자세에 대한 정보를 제공하고자 실시하였다.

먼저 포핸드 스트로크 시 엘보우 통증 유무에 따른 속도 변인 차이를 비교하였다. 그 결과 어깨 속도와 팔꿈치, 손목 분절 속도 모두 통증군에서 높은 경향을 보였다. 특히 팔꿈치의 속도는 통증군에서 약 2배 높은 경향을 보였다. 각 분절의 속도는 운동량을 예측할 수 있는 변인으로 공격적인 포핸드 스트로크를 평가하기 위해 적합하다. 이러한 관점에서 본다면 통증군의 포핸드 스트로크 특성은 정확한 자세가 아닌 볼의 강한 타격을 위해 속도만 높이는 기술을 구사하기 때문으로 예측할 수 있다. Elliott, Marsh, Overheu(1989)에 의하면 임팩트 시 속도의 감속을 통해 라켓의 안정성을 확보하고 이를 통해 정확한 임팩트가 이루어진다고 하여 높은 속도의 위험성을 강조하였다. 따라서 통증군은 기술적인 스트로크가 아닌 힘을 이용한 스트로크를 구사하여 나타난 결과로 사료된다. 기본적으로 테니스 포핸드 스트로크의 경우 상지의 속도도 중요하지만 몸통 회전의 의한 운동량 전이 또한 중요하다. 즉, 상지의 속도는 몸통회전량을 이용해 높이



는 것이 힘의 올바른 전달이 될 수 있다. 따라서 초보자들을 지도할 때 팔꿈치 상해 예방을 위해서 팔을 이용한 스윙보다 몸통을 이용한 스윙을 기술적인 면뿐만 아니라 상해예방 목적으로도 지도되어야 할 것이다.

테니스 포핸드 스트로크 시 팔꿈치 각은 스윙 속도와 궤적, 스윙 스피드에 중요한 영향을 미친다. 하지만 적절한 각을 유지하지 못함으로 인해 나타나는 팔꿈치 통증도 관가해서는 안 된다. 팔꿈치 관절에서 완적관절(Humeroulnar joint)은 내측측부인대에 의해 지지되는데 외번주(cubitus valgus)로 인해 회외에 불리한 구조를 갖고 있다. 이러한 해부학적 특징과 스트로크 시 과도한 외번력은 내측상과의 강한 충격을 전달하여 상해를 일으키게 되고 장기적으로 팔꿈치의 불안정성을 유발하게 된다. 이에 본 연구에서는 테니스 포핸드 스트로크 시 임팩트 시점에서 팔꿈치각과 손목 회내각을 비교하였다. 그 결과 통증군의 팔꿈치 각이 약 17도 정도 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 팔꿈치의 기능해부학적인 면을 통해 평가될 수 있다. 전완의 회외는 팔꿈치 각이 90도에서 높은 토크를 생산해 낼 수 있는데 이것은 90도 각도에서 팔꿈치에 관여하는 근육들에 의해 안정성도 높아지기 때문이다. 따라서 통증군의 높은 신전각은 팔꿈치 관절의 안정성을 떨어뜨리고 이로 인해 내측부위에 과부하를 유발한 것으로 사료된다. 하지만 경기력 면에서는 다른 관점에서 생각되어야 한다. 스트로크 시 팔꿈치 각이 커짐으로 인해 선속도가 증가하게 되고 강한 임팩트를 통해 운동량을 높일 수 있기 때문이다. 결과적으로 통증을 호소하는 초보자들의 경우 강한 스트로크보다 정확한 자세를 지도하는 것이 필요하며, 팔꿈치 각에 영향을 줄 수 있는 전완부위의 근육을 기능적으로 강화 할 필요가 있다고 사료된다.

테니스 스트로크 시 손목의 움직임은 매우 제한적이다. 이러한 이유는 첫째, 정지된 공이 아닌, 상대의 강한 타구를 받아야하기 때문에 라켓을 쥐고 있는 힘으로 움직임이 자유롭지 못하기 때문이며, 둘째, 지면에서부터 전달되는 힘을 어깨, 팔꿈치를 거쳐 라켓으로 효율적으로 전달하기 위해서는 손목의 움직임을 최소화 할 필요가 있기 때문이다. 따라서 테니스 포핸드 스트로크 시 손목의 회내각으로 중요한 변인이 될 수 있는데 본 연구결과 두 그룹 간 뚜렷한 차이가 없었다. 이는 전완의 회내운동으로 라켓의 운동량을 높이는 전략을 취하지 않았기 때문이며, 전완의 회내각은 라켓 입사각도를 조절하기 위한 변인이기 때문으로 생각된다(강영택, 서국웅, 손승, 이중숙, 2007).

앞서 설명한 바와 같이 테니스 포핸드 스트로크 시 손목의 움직임은 제한적이다. 이는 쥐고 있는 힘 때문인데 대표적인 근육이 요측수근굴근과 척측수근굴근이다. 두 근육은 손목 굴곡에 협력근으로 작용하며, 손을 이용한 라켓을 칠 때 작용한다. 이에 본 연구에서는 일차적인 힘에 작용하는 요측수근굴근이 포핸드 스트로크 시 어떤 특징을 나타내는지 알아보았다. 그 결과 비통증군의 근 활성도가 약 38% 높게 나타났다. 어깨의 대표적인 근육인 삼각근 또한 유사한 결과를 보였다. 기본적으로 근활성도가 높다는 것은 힘의 강도가 높다는 것으로 의미하는데 본 연구결과에서 통증군의 근활성도가 상대적으로 낮았다. 이것은 앞서 설명된 운동학적 변인과 관련지어 설명될 수 있다. 속도변인에서 통증군의 속도가 높은 경향을 보였고 반대로 근활성도에서 낮게 나타난 것은 라켓의 움직임을 효율적으로 가져간 것으로 보이지만 임팩트 시 볼에 의한 충격량을 제대로 받아내지 못한 결과로도 풀이된다. 이러한 결과로 미뤄보면 통증을 호소하는 통증군에서 낮은 근활성도는 기술적인 면이 아닌 통증으로 인해 근활성도를 높이지 못했기 때문으로 사료되며, 향후 연구에서 숙련자와 비숙련자 간의 비교 연구에서 다시 한 번 입증되어야 할 것이다. 테니스 스윙시 하지는 무게 중심을 조정하고 기저면의 넓이를 적절하게 유지하여 안정적으로 스윙을 하기 위한 반응을 하게 된다. 이러한 유기적인 움직임에 지면반력이 발생되며, 본 연구에서 통증군과 비통증군이 스윙시 전후, 수직 지면반력은 차이를 보여주었다. 먼저 전후 지면반력( $F_y$ )을 비교한 결과 통증군이 스윙시 양값을 나타냈지만 비통증군은 음의 값을 나타내는 것으로 보아 통증군은 비통증군에 비해 오른발에서 왼발로 중심이동을 많이 하는 것으로 나타났으며, 반면 비통증군은 중심이동보다는 몸의 에너지를 축하여 오른발에 중심을 두고 스윙을 하는 것으로 보였다. 수직 지면반력( $F_z$ )에서도 위와 같은 현상이 일어나는 걸 볼 수 있으며, 스트로크 후에 중심이동 뿐만 아니라 몸 전체가 전방으로 이동되는 현상을 볼 수 있다. 이러한 행동의 차이는 강영택, 서국은(2009)이 “테니스 포핸드 스트로크 스탠스 유형의 지면반력 분석”에서 안정성과 평형성을 높여 타격을 하는 것과 더불어 에너지를 한곳에 집중하여 스윙시 몸이 밀려나가면서 힘이 분산되는 것을 최소화하고 각 분절의 속도와 각도 체중의 이동을 조정하는 것으로 확인되었다. 본 결과를 통해 테니스 스트로크 지도시 통증을 사전에 방지하기 위한 지면반력의 특성을 이해시키는 지도방법이 필요할 것으로 보인다.

## VI. 결론 및 제언

### A. 결론

본 연구는 포핸드 스트로크 동작의 요인들이 테니스 엘보우 통증에 미치는 영향을 알아보기 위한 목적이다. 엘보우의 여러 상해 중 기초가 되는 포핸드 스트로크의 자세를 통해 테니스 엘보우 상해를 미연에 방지하고 상해가 발생된 부분에서의 원인을 분석하기 위해 G광역시에서 동호회 활동을 하고 있는 경력 4년 차의 비통증군 3명, 통증군 3명을 나눠 포핸드 스트로크 동작이 테니스 엘보우에 어떤 영향을 미치는지 규명하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 임팩트시 어깨 속도가 통증군이 비통증군보다 1.07m/s 높게 나타났다. 테니스 엘보우의 통증을 줄이기 위해서는 임팩트시 어깨의 속도를 낮춰야 할 것으로 생각된다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 팔꿈치의 최대속도가 통증군이 비통증군보다 19m/s 빠르게 나타났다. 또 임팩트시 통증군이 비통증군보다 약 3m/s 빠른 스윙을 한다. 이는 가장 많은 수치가 차이나는 부분으로 테니스 엘보우의 통증을 줄이기 위해서는 팔꿈치의 움직임을 줄여야 할 것으로 생각된다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 손목의 임팩트시 속도가 통증군이 비통증군보다 2m/s더 빠르게 나타났기 때문에 테니스 엘보우의 부상방지를 위해서는 손목의 속도를 줄여야 할 것으로 생각된다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 팔꿈치와, 손목회내각의 각도가 통증군이 비통증군보다 각각 약 17도, 약 7도 가량 크게 나타났으며, 엘보우 통증을 줄이기 위해 팔꿈치와 손목회내각의 각도를 줄여서 스윙해야 할 것으로 생각된다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 근진도가 삼각근과 요측수근골근이 통증군이 비통증군보다 38% 낮게 나타났으며, 이를 통해 테니스 엘보우의 통증을 줄이기 위해서는 삼각근과 요측수근골근을 더 활성화 시켜 스윙해야 할 것으로 생각된다.

테니스 포핸드 스트로크 동작에서 전후지면반력의 수치가 통증군이 비통증군

보다 0.04N/BW 높게 나타났으며, 수직지면반력 역시 통증군이 0.4N/BW 높게 나타났다. 이를 바탕으로 지면반력 수치도 테니스 엘보우에 영향이 있어 스윙시 고려해야할 것으로 생각된다.

이상의 결과와 논의를 종합해 볼 때, 테니스 엘보우의 통증을 줄이기 위해서는 포핸드 스트로크시 어깨의 임팩트시 속도는 늦추고, 팔꿈치는 속도도 줄여야 하며, 손목역시 스윙시 속도를 늦춰야 효과적이다. 또 팔꿈치와 손목회내각의 각을 줄이며, 삼각근과 요측수근골근의 활성도를 증가시켜야 엘보우 통증없이 포핸드 스트로크를 구사 할 수 있을 것으로 생각된다.

## B. 제언

본 연구의 목적은 포핸드 스트로크 동작의 요인들이 테니스 엘보우 통증에 미치는 영향을 알아보는 것이었다. 이에 본 연구 수행과정 중 제한점과 개선점에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 내측상과염이 있는 피험자를 대상으로 실험을 진행하였으나 추후 외측상과염이 있는 동호인을 대상으로 연구가 진행된다면 의미 있는 자료를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

둘째, 숙련자와 비숙련자 간의 비교 연구를 통해 근 활성도를 확인하는 연구가 진행된다면 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

셋째, 숙련자와 비숙련자 간의 비교 연구를 통해 전후, 수직 지면반력을 확인하는 연구가 진행된다면 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김계옥, 이경일, 유경석 (2003). 스포츠 상해예방을 위한 테니스 포핸드 스트로크의 임팩트 타이밍 분석. 한국체육과학회지, 12(1), 701-713.
- 김달용(2003). 테니스 상해의 유형 및 예방에 관한 연구. 석사학위논문, 우석대학교 교육대학원.
- 김문기, 이수영(1993). 운동상해와 구급처치 서울: 재동문화사.
- 김병규(2006). 스쿼시 동호인의 상해에 관한 조사 연구. 석사학위논문, 경남대학교 교육대학원.
- 김운호(1993). 테니스 동호인의 스포츠 상해에 관한 연구. 석사학위논문, 안동대학교 대학원.
- 김철용(2000). Tennis Elbow 상해에 대한 해부학적 연구. 연구논문집 제 27권, 울산과학대학.
- 두산백과(2000). 테니스의 경기용어 두산동아 서울.
- 문정상(2001) 스키리조트의 傷害處置와 서비스 滿足에 관한 研究. 석사학위논문. 순천향대학교 교육대학원.
- 문화체육관광부(2019) 국민여가활동조사 2019, 문화체육관광부.
- 박용권(2004). 테니스 포핸드 스트로트 시 상지의 근전도 변화에 관한 연구. 석사학위논문, 강릉대학교 교육대학원.
- 박인기(1989). 일반 테니스인들의 테니스 엘보우에 관한 조사연구. 석사학위논문, 충남대학교 대학원.
- 백경엽(2004). 테니스 同好人들의 運動傷害實態에 關한 調査 研究. 석사학위논문, 전남대학교 교육대학원.
- 서성교(2000). 테니스 동호인들의 활동실태와 스포츠 상해에 관한 조사 연구. 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.
- 소재무, 신진희(2005). 테니스 백핸드 스트로크의 공격성에 관한 운동학적 분석. 한국체육학회지, 44(6), 643-655.
- 송치용(2002). 테니스 경기의 스포츠 상해 요인에 대한 분석. 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.

- 신제민(2006). 테니스 포핸드 스트로크에서 스트로크 형태의 변화에 따른 운동학적 변인의 특성. 産業科學研究 상명대학교 산업과학연구소.
- 용석준(1990). 테니스 그라운드 스트로크 동작 시 기능적 차이에 따른 근전도 비교 분석. 석사학위논문, 성균관대학교 대학원.
- 유승희(1983). 스포츠 상해의 테이핑법, 서울동양사 서울.
- 尹在元(1986). 테니스 상해 조사 : 전국 남녀 테니스 동호인을 중심으로, focussed on persons interested in tennis. 연구논문집 강원대학교.
- 윤효원(2009). 국가대표 마라톤 선수의 스포츠상해 실태 및 예방에 관한 조사 연구. 석사학위논문, 용인대학교.
- 이기세(2007). 초.중.고.대(일반) 체조선수들의 운동경력과 성별에 따른 운동상해와 응급처치 실태에 관한 연구. 석사학위논문, 경기대학교 교육대학원.
- 이정식(1996). 테니스 포어핸드 스트로크의 임팩트시 라켓 헤드 속도에 대한 신체 분절의 기여도. 석사학위논문, 경성대학교 교육대학원.
- 이태신(2000). 체육학대사전 민중서관 전주.
- 이해나(2019). 과도한 운동이 유발하는 질환 4가지, 헬스조선 12.30.
- 임영순(2003). 중.고등학교 여자체조 선수의 운동경력 및 입상경력과 운동상해에 관계. 석사학위논문, 전남대학교 교육대학원.
- 임동진(2008). 생활체육 농구선수들의 운동 상해에 관한 연구. 석사학위논문. 순천향대학교 교육대학원.
- 장갑석, 김석환, 류지선(1991). 테니스 그라운드 스트로크(Ground Stroke) 동작의 운동학적 분석. 論文集 한국체육대학교.
- 장은숙(2005). 발레 전공학생들에 상해 실태에 관한 연구. 국내석사학위논문 목포대학교 교육대학원.
- 정진우, 최재청, 민영기(1996) 스포츠물리치료학, 대학서림 서울.
- 정철수, 임규찬(1993). 테니스 포핸드 스트로크의 포워드 스윙 multisegment 스윙과 single unit 스윙의 라켓속도에 대한 기여도 비교에 관한 연구. 서울대학교 체육연구소, 43-50
- 지진구,곽이섭,박찬호(2018) 테니스 상해별 운동재활의 연구. 코칭능력개발지 20.2 76-82.
- 채혜선(2011). 테니스 운동과 플라이오메트릭 트레이닝이 남자 대학생의 체력

- 과 포핸드 스트로크 기능에 미치는 영향. 석사학위논문, 제주대학교 교육대학원.
- 최진영(2016). 주니어 테니스 선수 상해예방 트레이닝 프로그램 개발. 석사학위논문, 명지대학교 일반대학원.
- 하권익, 한성호, 정민영, 장희선(1985). 운동선수의 스포츠손상에 대한 임상적 분석. 대한스포츠의학회지 3.1, 15-19.
- 강영택, 서국은(2009). 테니스 포핸드 스트로크 스탠스 유형의 지면반력 분석. 한국운동역학회지, 제 19권 3호, 449-455.
- Morrey, Chao., & YS.,(1976). passive motion of the elbow joint. J bone joint surg. JBJS, 58(4), 501-508
- James Cyriax., & Petricia Cyriax. (1983). Illustrated manual of Orthopedic Medicine. Hunter & Foulis Ltd scotland, 54-56
- Wale(1976). Tidy's Massage and Remedial Exercises John. Weight& Sons, 81-82
- Schnatz P, Steiner C.(1993). Tennis elbow: A biomechanical and therapeutic approach. J Am Osteopath Assoc. 93(7), 778-788.
- Norris CM(2005). Sport injuries: Diagnosis and management(3rd ed). Butterworth-Heinemann. 412-427.
- Hong QN, Durand MJ, Loisel P(2004). Treatment of lateral epicondylitis: Where is the evidence? Joint Bone Spine. 71(5), 369-373.
- Basmajian.(1978). Muscles Alive. william & wilkins,
- Paul L Liebert.(2015). MSD 매뉴얼 MSD 스포츠 손상 개요