



## 절단장애 휠체어 탁구 스트로크의 운동학적 분석

### The Kinematics Analysis of Abcission Handicap Wheelchair Table Tennis

문건필 · 임정\* (연세대학교)

Moon, Gun-Pill · Lim, Jung\* (Yonsei University)

#### 국문요약

본 연구는 국가대표 절단장애 휠체어 탁구선수를 대상으로 절단장애 휠체어 탁구의 일반적 스트로크 운동형태를 알아보기 위해 실행되었다. 연구대상은 절단장애 1명을 선발하여 10회에 걸쳐 스트로크 하는 영상을 수집하였다. 그 중 대상자와 코치가 지정하는 3개의 영상을 연구대상으로 정하였다. 스트로크 하는 팔의 팔꿈치의 굴곡신전, 어깨의 굴곡신전, 어깨의 회전, 그리고 허리의 회전을 분석하였다. 포핸드 스트로크는 일반적으로 치는 듯한 동작을 나타낼 것으로 예상했으나 오른팔의 외측회전으로 만들어진 백스윙과 내측회전으로 만들어지는 회전에 의지하여 스트로크하고 있었다. 백핸드 스트로크는 예상대로 기시부인 몸통이 스트로크에 관여하지 않고 말초부인 오른팔이 내측회전 백스윙을 이루고 외측회전으로 임팩트를 이루는 미는 듯한 동작을 나타내고 있었다. 포핸드 스트로크 일반적인 스윙동작을 나타내는 다중분절시스템의 원리에 의해 치는 듯한 동작을 보일 것으로 예상했지만 절단장애인 대상자는 기시부와 말초부로 이어지는 연결구조가 명확하게 나타나지 않았다. 다만 어깨의 회전폭이 스트로크 성공여부를 결정지었다.

#### ABSTRACT

G. P. MOON, J. LIM, The Kinematics Analysis of Abcission Handicap Wheelchair Table Tennis. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 18, No. 3, pp. 51-59, 2008. The objective of this study is to kinematically analyze forehand & backhand strokes of abcission handicap wheelchair table tennis athletes. The participant of this study were picked out of national athletes who have abcission handicap. Forehand stroke movement was expected to show a throw like motion. However, external rotation and internal rotation of the right arm created a backswing and an impact. Backhand stroke was expected to show a push like motion, and as expected, proximal part of the body didn't participate in the stroke motion, but the distal part, the right arm, rotated internally to backswing and external rotated to impact to form a push like motion. Forehand swing was expected to show throw like motion according to the Link Segmental System principle. However, abcission handicap athlete didn't show clear linking structure connecting proximal and distal parts. Successful strokes were dependant only on the angle of arm rotation.

KEYWORDS : ABCISSION HANDICAP, THROW LIKE, PUSH LIKE

## I. 서론

비장애인 스포츠에 있어서 전문선수와 비전문선수 모두에게 기술의 개선, 기초기술의 교육을 시키기 위해서 가장 중요한 자료는 그 스포츠의 일반 동작 분석물이다(Winter, 1978).

동작분석은 여러 가지 영상수집방법에 의해 해부학적구조가 어떻게 움직이는가를 알아볼 수 있다. 그래서 일반적으로 사용되는 동작분석은 코칭스텝이 비디오를 통해 선수의 동작을 관찰하는 것이다. 이는 동작을 전문가의 육안을 통해 분석함으로써 빠르고 쉬운 피드백을 만들어내어 현장에서 선수에게 즉시 줄 수 있는 것이다. 하지만 이 경우, 코칭스텝의 주관에만 근거하는 분석이 이루어져 명확한 기술 분석에는 어려움이 있다. 따라서 모든 전문운동선수는 비시즌에 정밀분석 장비를 사용하는 동작을 수집하고 동작분석 전문가에게 자신의 동작분석을 의뢰하고 그 자료는 코칭스텝이 그 선수를 지도하는데 가장 명확한 기초 자료로 사용하고 있다.

장애인스포츠에서도 마찬가지로 전문적인 동작분석이 선행되어있어야 했다. 동작분석은 비장애인스포츠에서와 마찬가지로 경기력향상과 기초교육을 위한 원리 파악에 목적이 있기 때문이다. 기존의 연구들은 일반적인 동작분석보다는 특정장비에 얽매인 국지적 연구에 집중되어져 있었다. 최근 급격히 발전한 영상분석 도구들을 활용한다면 그 정밀성에서도 손색이 없을 것이다.

일반적으로 인체는 근력과 다중분절 시스템에 의해 발생한 외력을 어떻게 활용, 집중, 분산시키는가에 의해 기술력이 평가된다(Feltner & Depena, 1989). 장애인의 경우에도 장애정도에 따른 인체의 가동수준이 있다. 따라서 가동수준에 따른 기술수준을 동작분석을 통해 알 수 있을 것이다. 그렇게 하기 위해서는 숙련자의 동작분석을 이용한 높은 기술수준의 기초 자료가 존재해야한다.

높은 기술수준의 자료는 경기력이 뛰어난 선수를 지정하여 연구해야한다. 특히 동작분석에서는 기술의 수준을 말할 수 있는 변인들을 수치화해서 그 수준을 등급화 할 수가 없다. 따라서 비장애인의 경기력향상을 위한 동작분석은 개개인의 기술을 각 각 독립적으로 분석하여 그 패턴이나 정황을 정리하고 물리화적인 법

칙에 입각하여 그 결과만을 수치화 하고 있다. 따라서 높은 기술수준의 대상자를 선정하여 그의 동작을 묘사하는 형태의 동작분석이 선행되어야할 것이다.

본 연구는 장애인스포츠동작의 경기력향상과 기초교육 자료의 근거를 마련하기위한 운동역학(biomechanic)적 분석의 일환으로 계획되었다. 그 첫 번째 연구로서 휠체어 탁구 국가대표 중에서 가장 기술력이 뛰어난 절단장애인을 대상으로 운동학(kinematic)적 연구를 실시하였다.

일반적으로 상체의존장애인의 장애발생 원인과 구조에 대한 연구(Finley & Rodgers, 2004)를 살펴본 결과 휠체어 스포츠에서 예상되는 동작발생근원은 몸통을 기시부(proximal)로 하고 양팔을 말초부(distal)로 한 운동으로 예상됐다. 따라서 몸통-팔-라켓(도구)의 kinetic chain을 찾을 수 있었다. 대상자가 절단장애인 경우 절단부위가 하지이하 이므로 골반과 흉곽을 나누는 골반-흉곽-팔-라켓(도구)으로 구성된 3분절 kinetic chain을 만들 수 있다. 이것은 골반을 최종 기시부(proximal)로 하는 kinetic chain이다. 대상자가 척수장애인으로 몸통의 분리가 불가능하다면 앞서 말한 몸통-팔-라켓(도구)의 2분절구조를 만들어 분석해야 할 것이다. 이것은 몸통을 최종 기시부로 하는 kinetic chain이다.

본 연구의 목적은 절단장애인의 스트로크 동작분석을 통해 골반-흉곽-상완-전완으로 구성된 절단장애인 탁구 스트로크의 운동학적 분석에 있다. 이 구조는 상체의존 장애인중 절단장애인인 대상자가 골반과 흉곽을 기시부로 한 상체의 분절운동을 운영하는데 있어서 그 기술수준이 최고 수준임을 감안한다면 상체의존장애인의 경기력향상을 위한 요인과 동작의 기초교육 자료를 찾을 수 있는 토대가 될 것으로 예상된다.

## II. 연구방법

연구대상은 올림픽대표팀 중 절단장애 1명을 선발하여 각 각 상대선수를 대상으로 실제 경기와 같은 상황을 만들어 대상자의 스트로크 영상으로 수집하였다. 대상자의 정보는 표 1과 같다.

표 1. 대상자 정보

대상자	장애등급	장애종류	경력
sub 1.	TT5	절단장애 (오른쪽 골반이하)	2008 장애인 올림픽대표



그림 1. 동작의 수집

상체의존장애인의 스트로크를 연구하기 위해 의무

분류 중 가장 일반적인 구분법을 이용하기로 했다. 즉 장애 원인에 따른 분류를 실시하였다. 그 결과 장애인 국가대표들을 절단장애인과 척수장애인으로 나눌 수 있었다. 따라서 절단장애와 척수장애로 나누어 조사를 실시하기로 했다. 이 결정 후 선행연구로 국가 대표팀 내에 의무분류중 상위등급(TT5)의 선수들을 대상으로하기로 결정했다. 그 후 대표팀지도자의 요구에 의해 본연구의 대상자로 절단장애 1명이 지정 되었다. 지도자들이 이선수를 지정한 이유는 현재 국가대표팀 내에서 1위의 선수이고, 절단장애선수로서는 유일한 선수이기 때문이었다. 따라서 본연구자는 장애원인에 따른 상체의존장애인중 절단장애인은 본 대상자가 유일하였다. 또한 경기력향상을 위한 현장의 요구를 받아들여 단일 대상자의 다양한 수행결과를 연구하고자 하였다.

동작영상의 수집은 실내탁구경기장에서 실시하였다. VICON사의 적외선 카메라 9대를 탁구대 주위에 설치하여 앰플리파이어를 이용하여 동작을 수집하였다. 대상자가 탁구대를 앞에 두고 있을 때 좌우 각 각 4대씩 8대의 카메라와 후면에 1대의 카메라를 그림1과 같이 설치하였다.

분석을 위한 해부학적 관절점의 표식은 반사마커를 이용하였다. 절단부위 이상에서 시스템이 구성될 수 있는 부위가 골반이상으로 보고 골반이상의 해부학적 관절점에 표시하였다. 수집된 자료는 VICON사의 Polygon Viewer를 이용하여 동작의 공간 움직임을 파악하였다.

포핸드 스트로크와 백핸드 스트로크를 각 각 10회 실시하게 하였다. 스트로크 하는 상황은 같은 의무분류등급의 상대선수와 경기하는 상황이었다. 2가지 종류의 스트로크에서 동작을 각 각 3가지씩 추출하였다. 선택은 대상자를 지도하는 지도자와 상의 하여 정하였다. 3가지의 스트로크는 각 각 일반적인 경기상황에서 나타나는 스트로크의 형태를 모두 보기위해 구분지어 조사했다. 굳이 구분을 짓는다면, 포핸드와 백핸드의 스트로크 1은 대상자의 일반적인 스트로크이다. 스트로크2는 대상자가 수비 후 공격으로 전환된 첫 번째 스트로크이다. 스트로크 3은 상대의 공격이 빨라 볼의 속도가 대상자의 백스윙보다 빨랐거나 불규칙마운드에 의한 돌발 상황 시 성공시킨 스트로크이다.



그림 2. 분석 구간의 설정-포핸드 스트로크



그림 3. 분석 구간의 설정-백핸드 스트로크

각 스트로크 시작, 백스윙, 임팩트 그리고 팔로스루로 구분하였다. 따라서 시작부터 백스윙 탑까지를 백스윙구간, 백스윙 탑 이후 임팩트까지를 임팩트 구간, 임팩트 이후 팔로스루까지를 팔로스루 구간으로 정했다.

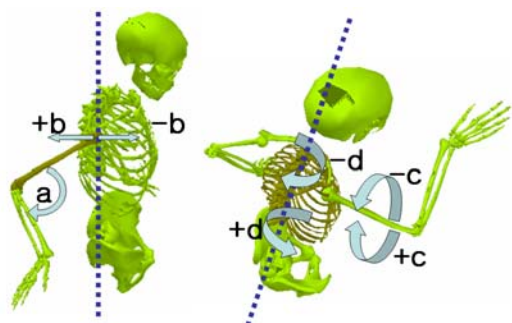


그림 4. 분석관절의 각도설정

표 2. 주동분절과 분석할 관절각(그림4.의 각도명칭)

분석관절	flexion-extension	adduction-abduction	rotation
Elbow	○(a)	X	X
shoulder	○(b)	X	○(c)
spine	X	X	○(d)

Polygon Viewer를 이용하여 동작의 형태가 파악되면 필요한 구간의 주동분절 간의 각도를 구하였다. 표2와 같이 휠체어 탁구에 관여하는 주관절을 정하고 그 관절의 3차원 면의 각도 값을 구한 후 그 중 스트로크에 영향이 가장 큰 각변위 요소만을 정리하였다. 정리된 각 구간별 각도 값은 LabVIEW 7.0 그래픽프로그램을 이용하여 분석하였다.

### III. 결과 및 논의

각변위의 요소들은 각 각 굴곡-신전, 회전으로 구분하여 살펴볼 필요가 있다. 다중분절시스템(link segmental system)의 원리에 의해 팔꿈치의 굴곡-신전의 변화는 어깨의 굴곡-신전과 관계가 있을 것이고, 어깨의 회전은 허리의 회전과 관계가 있을 것이다.

각 그래프는 그림2와 그림3에서 구분지은 분석구간을 표시하기 위해 세로줄로 구간을 구분 하였다. 따라서 첫 번째 세로줄이 백스윙탑, 두 번째 세로줄이 임팩트, 그리고 세 번째 세로줄이 팔로스루 이다.

#### 1. 대상자 포핸드 스트로크 각변위

포핸드 스트로크의 경우 팔꿈치가 약 54°에서 상대적으로 날아오는 공을 기다리고 있다. 약 0.35초 후까지 백스윙을 하기위해 약 110°까지 팔을 신전시킨다. 그 후 곧바로 임팩트를 이룬다. 이때 약 100°의 각을 유지한다. 약 10°의 굴곡각을 보이며 임팩트를 했다는 것이다. 백스윙 시 어깨는 몸통을 기준으로 약 20°정도 후방으로 신전된다. 이때 오른팔이 백스윙을 끝까지 하기 전에 전방으로 굴곡하는 것을 알 수 있다. 스트로크 시작국면(0초)보다 약 7가량 전방으로 굴곡 시키며 임팩트를 이루

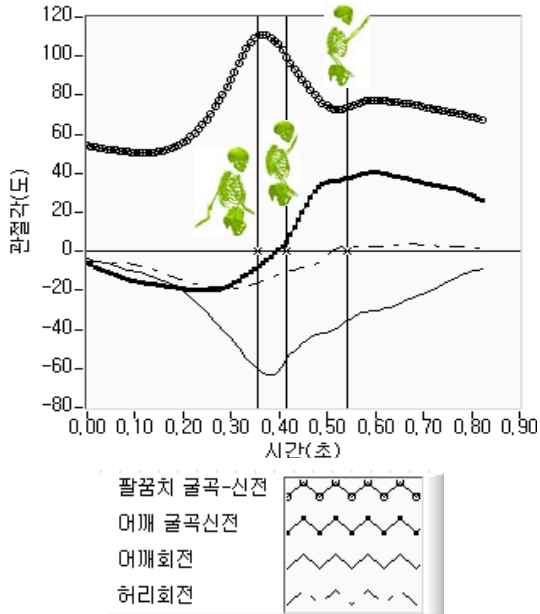


그림 5. 포핸드 스트로크1의 각변위

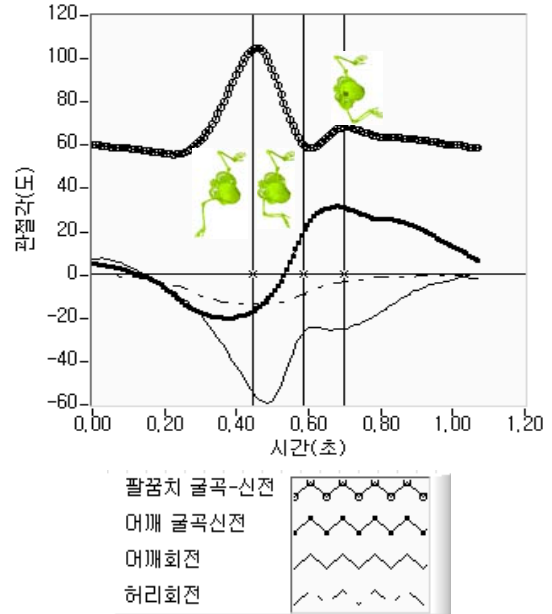


그림 6. 포핸드 스트로크 2의 각변위

고 있다. 그 후 급격하게 굴곡하며 팔로스루를 한다.

어깨의 회전은 어깨의 굴곡-신전보다 큰 폭의 각도 변화로 외측회전을 보였다. 여기서 오른팔의 백스윙 요소에서 굴곡-신전 보다는 외측회전이 더 많은 작용을 하는 것으로 나타났다. 어깨의 외측회전이 약 60°까지 이루어지면서 백스윙 탑을 만들어 냈다. 그 후 67°까지 더 회전시켰다가 내측회전 방향으로 선회하면서 임팩트를 이룬다. 이때 허리의 회전은 골반을 기준으로 흉부를 약 20°가량 오른쪽으로 회전(외측회전)시켜 백스윙을 이루고 백스윙 탑이 되기 전에 왼쪽으로 회전(내측회전)하는 선회를 보이며 임팩트를 이룬다. 어깨의 외측회전이 백스윙을 의미한다고 볼 때, 내측회전은 임팩트를 향해 어깨를 왼쪽으로 돌리는 동작이다. 이때 임팩트를 이루면서 급하게 내측으로 회전하던 각변화는 그 변화폭이 완만해지면서 팔로스루를 보였다. 허리의 회전은 팔로스루를 이루면서 준비동작보다 더 내측으로 회전되어있는 것으로 나타났다.

포핸드 스트로크2의 경우, 백스윙을 나타내는 팔꿈치의 신전이 포핸드 스트로크1과 흡사한 각도인 107°로 나타났다. 백스윙 탑도 신전의 정점에서 이루어진 것으로 나타났다. 하지만 임팩트는 시작국면에서 나타

난 약 62°의 각도에서 이루어진다. 따라서 포핸드 스트로크1 보다 백스윙의 폭을 더 많이 활용하여 임팩트를 만들어 냈다고 볼 수 있다. 어깨의 굴곡-신전각은 시작국면에서 약 20°의 후방신전에서 백스윙을 시작하는 것으로 나타났다. 포핸드 스트로크1과 같이 오른팔이 백스윙을 끝내기 전에 전방굴곡을 시작하여 백스윙 탑국면을 급격한 각변화로 지나고 약 24°의 전방굴곡상태에서 임팩트를 이룬다.

어깨의 회전은 약 60°의 외측회전을 하며 백스윙을 한다. 임팩트를 이루기 위해 내측회전방향으로 급격한 선회를 하고, 임팩트 시 약 26°의 외측회전상태에서 임팩트를 이룬다. 즉, 60°의 백스윙 탑에서 26°의 임팩트를 감해보면 34°의 각도차를 이용하여 임팩트를 이룬 것을 알 수 있다. 포핸드 스트로크1에서 나타난 완만한 내측방향 회전이 포핸드 스트로크2에서는 각도의 변화 없이 그대로 유지되는 것으로 나타났다. 이것은 임팩트 후 라켓의 상하 각도차를 결정짓는 신체의 회전각이므로 임팩트 후 공을 그대로 미는 포핸드 스트로크의 기본적인 동작으로 해석된다.



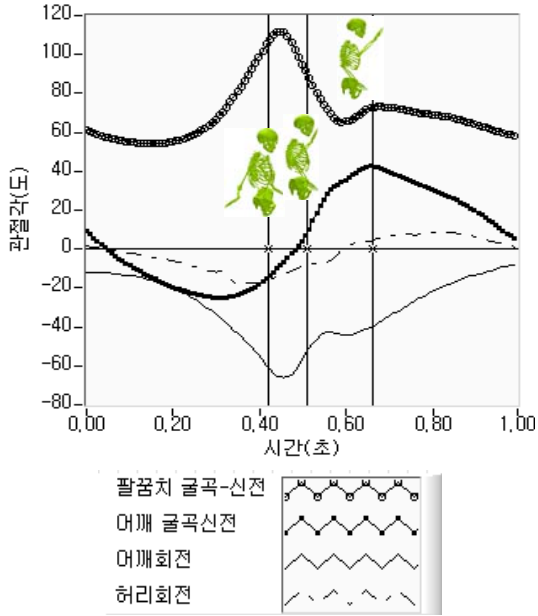


그림 7. 포핸드 스트로크 3의 각변위

포핸드 스트로크3의 경우, 앞선 두 스트로크와 흡사하다. 백스윙 탑의 팔꿈치 신전각의 크기와 변화의 폭 등이 모두 비슷하다. 그러나 어깨의 굴곡-신전은 앞서 분석한 스트로크들과 다르게 백스윙의 전체구간을 모두 이용하는 것으로 나타났다. 즉 시작구면과 같은 각도로 돌아와서 임팩트를 하고 있다는 것이다. 어깨의 회전은 스트로크1, 2와 같은 패턴의 백스윙을 나타냈다. 임팩트와 임팩트 이후에는 어깨관절 각도의 변화를 주지 않으려는 형태를 나타냈다.

결국, 3개의 포핸드 스트로크 통해 각 각 다른 높이와 다른 속도의 공을 맞이했지만 위와 같이 상위분절과 하위분절의 연결구조는 비슷한 패턴으로 공을 받아치고 있었다. 하지만 일반적인 상위분절의 회전을 하위분절로 전이하는 형태의 다중분절시스템에 의한 kinetic chain안의 분절 간의 상호작용(Chapman, Lonergan, & Caldwell, 1984; Hoy & Zernicke, 1985, 1986; Mena, Mansour, & Simon, 1981; Putnam, 1980, 1983; Winter & Robertson, 1978)을 설명하기에는 확실한 근거를 찾을 수 없었다. 다만 연결되어 있는 관절들의 협응관계가 각 각 상위분절에서 하위분절로의 각변위 폭을 최대로 나타내거나 동시에 나타나는 구조로

분석되었다. 즉 상위분절인 몸통이 회전하고 어깨가 회전하고, 마지막으로 팔이 회전하는 치는 듯한 동작(throw like)형태를 나타낼 것으로 예상됐지만 그렇지 않았다. 하지만, 어느 정도의 연관성은 찾을 수는 있었다. 임팩트의 각변화 봉우리가 상위분절부터 순차적으로 나타나는 것을(Lees & Adrian, 2003 ; Kondric, Furjan-Mandic, & Medved, 2004) 보이는 않는 듯하지만 세 개의 스트로크 모두가 어깨의 회전이 멈추기 전에 팔의 회전을 임팩트를 만들고 있다. 또한 골반이 최종 기시부 이므로 휠체어 의자의 바닥에 확실하게 지지하지 못한 이유인지 골반과 흉부가 거의 변화 없이 같이 회전되고 있다. 실제로 대상자의 하지 절단의 부위가 오른쪽 골반의 17%의 부피까지 손실된 상태여서 그럴 수도 있다는 대상자의 견해가 있었다.

## 2 대상자 백핸드 스트로크 각변위

백핸드 스트로크 포핸드 스트로크는 다르게 기시부의 운동이 말초부로 전달되는 치는 듯한 동작(throw like)이 이루어지지 않을 것으로 예상했다. 이유는 동작의 특성상 몸통의 앞쪽에서 라켓을 한정된 관절범위에

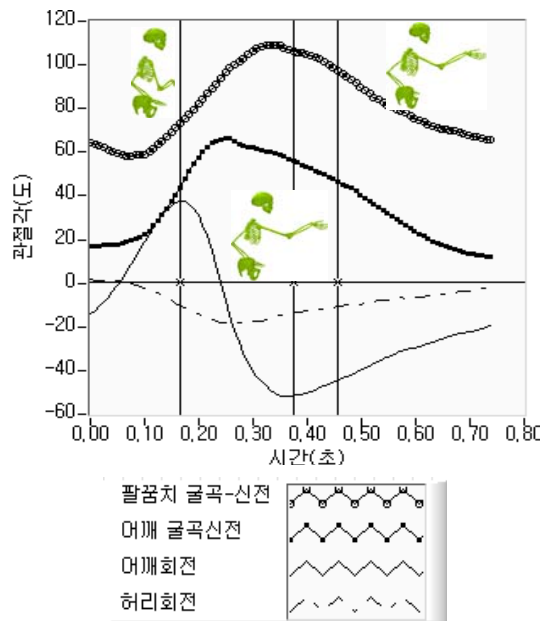


그림 8. 백핸드 스트로크 1 각변위

서 공을 쳐야하기 때문이다(Huang, Li, & Wei, 2004).

백핸드 스트로크1의 경우, 시작각면을 약 68°의 팔꿈치 각에서부터 시작한다. 이는 55°까지 약 13°의 굴곡으로 백스윙을 보인다. 임팩트는 약 110°까지 팔꿈치를 신전시키는 미는 듯한 동작을 보인다. 어깨의 굴곡-신전도 18°의 전방 굴곡에서 후반신전을 전혀 보이지 않고 0.24초까지 전방굴곡상태를 보이다가 임팩트와 팔로스루까지 후반신전방향으로 완만하게 선회했다.

백핸드 스트로크2의 경우, 앞선 백핸드 스트로크1과 같이 시작각면에서 74°의 팔꿈치 각을 56°까지 약간의 굴곡으로 백스윙을 만들었다. 실제로 손목과 라켓이 0.18초까지 백스윙을 하지만 팔꿈치 각은 그 전 시점인 0.10초에서 펴지기 시작했다. 백스윙이 끝나고 임팩트까지 120°로 신전시켜 미는 듯한 동작(push like)을 이룬다. 어깨의 굴곡-신전도 역시 굴곡은 없고 신전만 있는 것으로 나타났다. 따라서 미는 듯한 동작을 보이고 있었다. 어깨의 회전과 허리의 회전에 있어서는 포핸드 스트로크 반대로 내측회전이 백스윙을 나타냈다. 이것은 앞선 백핸드 스트로크1과 같은 것으로 나타났다. 이 백스윙 후 공을 향한 큰 폭의 외측회전으로 임팩트를 이루어 낸다.

백핸드 스트로크3의 경우, 특별한 차이 없이 앞선 두 스트로크의 동작을 그대로 따른다. 결국 이 대상자의 백핸드 스트로크시 어깨의 약30°내외의 내측회전을 백스윙으로 활용하여 임팩트까지 큰 각도차로 외측회전 시키면서 임팩트를 만들고 있다. 백스윙 탑과 임팩트의 각도차가 각 각 86°, 91°, 82°로 큰 폭으로 나타났다. 이는 결국 별다른 각도차를 보이지 않는 다른 분절보다는 어깨를 중심으로 한 오른팔의 회전이 스트로크 성공여부에 높은 영향을 준다고 할 수 있는 것이다. 결국 일반적인 다중분절시스템에서 볼 수 있는 치는 듯한 동작(throw like)과 미는 듯한 동작(push like) 중 미는 듯한 동작으로 예상되어 어차피 몸통의 역할보다는 팔의 회전이 큰 역할을 할 것으로 예상했다. 따라서 이 백핸드 스트로크 상위 분절의 영향을 많이 받지 않는 것으로 나타났으며 이는 일반인의 미는 듯한 동작의 구조와 같다고 볼 수 있다.

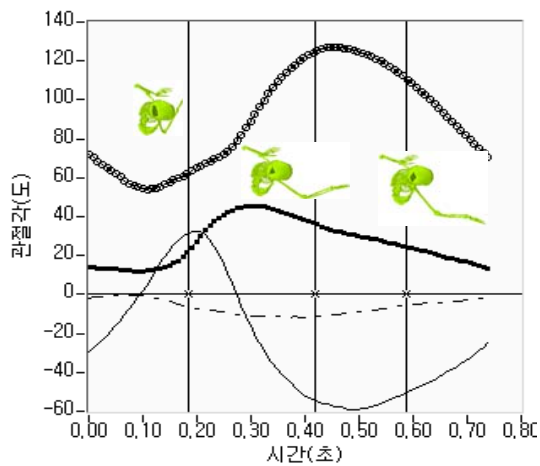


그림 9. 백핸드 스트로크 2 각변위

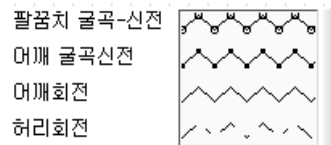
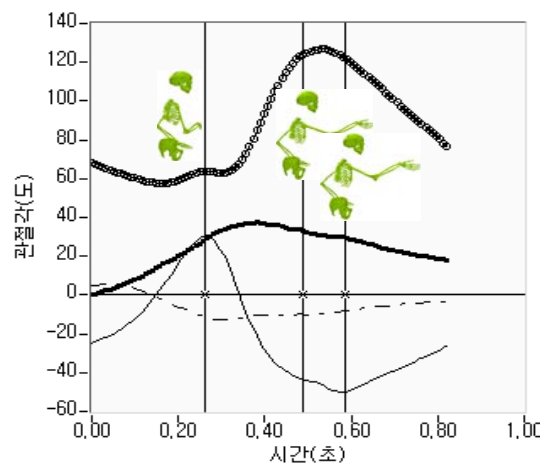


그림 10. 백핸드 스트로크 3 각변위

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 국가대표 절단장애 휠체어 탁구선수를 대상으로 절단장애 휠체어 탁구 숙련자의 스트로크 형태를 알아보기 위해 실행되었다. 스트로크의 운동학적 해석을 위해 포핸드 스트로크, 백핸드 스트로크 동작분석을 통해 운동학적 관점에서 해석하는데 목적을 두었다. 연구대상은 올림픽대표팀 중 가장 경기력이 높은 절단장애 휠체어 탁구선수 1명을 지정하여 실제 경기와 같은 상황을 만들었고 지도자가 지정하는 3가지 상황의 스트로크를 연구대상으로 정하였다. 스트로크에 관여하는 폭이 상대적으로 큰 관절의 각도요소만을 뽑아 분석하기 위해 스트로크 하는 팔의 팔꿈치의 굴곡신전, 어깨의 굴곡신전, 어깨의 회전, 그리고 허리의 회전을 분석하였다. 그 결과, 포핸드 스트로크는 일반적으로 팔의 kinetic chain에서 나타내는 흉곽-상완-전완이 순서대로 회전하고 순서대로 멈추어 말초분절인 전완의 중속을 최대화하는 치는 듯한 동작(throw like)을 나타낼 것으로 예상했으나(Kondric et. al, 2004) 주로 오른팔의 외측회전으로 만들어진 백스윙과 내측회전으로 만들어지는 임팩트를 향한 분절운동에 의지하여 스트로크하고 있었다. 이는 다만 일정한 협응구조의 틀은 지키고 있으나 확실히 치는 듯한 동작으로 간주할 수 없다고 결론지었다. 백핸드 스트로크는 미는 듯한 동작(push like)으로 예상했고(Huang et. al, 2004) 예상대로 기시부인 몸통이 스트로크에 관여하지 않고 말초부인 오른팔이 내측회전 백스윙을 이루고 외측회전으로 임팩트를 이루는 미는 듯한 동작을 나타내고 있었다. 포핸드 스트로크의 일반적인 스윙동작을 나타내는 다중분절시스템(Link Segmental System)의 원리에 의해 치는 듯한 동작을 보일 것으로 예상했지만 절단장애인인 대상자는 kinetic chain의 구조 중 기시부와 말초부로 이어지는 형태를 명확하게 보이지 않고 국지적 분절에 한정된 운동형태를 보였다. 이것은 예상하건데, 대상자가 국내 선수 중 최고의 경기력을 가진 숙련자임에도 불구하고 포핸드 스트로크를 만들어내는 근원을 분절운동의 효율적 운영에 의한 기술보다는 오른팔의 내측-외측회전에 관여하는 근력에서 찾아야 한다는 예상을

하게한다. 따라서 운동역학적(kinetic) 분석에 의해 지면이 아닌 휠체어지지 기반에 의한 손실을 계산하고 '하지-골반-흉곽-상완-전완'으로 이어지는 구조에서 하지 즉, 첫 번째 기시부의 부재가 kinetic chain에 어떤 영향을 주고 있는지 조사해야 할 것이다.

#### 참고문헌

- Feltner, M. E., & Dapena, J. (1989). Three-dimensional interactions in a two-segment kinetic chain. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5(4), 420-450.
- Champman, A. E., Lonergan, R., and Caldwell, G. E. (1984). Kinetic sources of lower-limb angular displacement in the recovery phase of sprinting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 382 - 388.
- Finley, M.A., & Rodger, M. M. (2004) Prevalence and identification of shoulder pathology in athletic and nonathletic wheelchair users with shoulder pain : A pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(3B). 395-402.
- Hoy, M. G., and Zernicke, R. F. (1986). The role of inter-segmental dynamics during rapid limb oscillations. *J. Biomechanics* 19, 867 - 877.
- Huang, C. ; Li, Q. ; Wei, X.-y.(2004). Kinematic Parameters of Attacking Loop with Backhand Reverse Side of the Table Tennis Penholder Racket. *Sports science research* ,v.25 no.5, pp.38-41.
- Kondric, M. ; Furjan-Mandic, G. ; Medved, V.(2004). *Myoelectric and neuromuscular features of table tennis forehand stroke performance executed with balls of different sizes*. World congress of science and racket sports, pp.121-126.
- Lees & Adrian(2003). Science and the major racket



- sports: a review. *Journal of sports sciences*, v.21 no.9, pp.707-732.
- Mena, D., Mansour, J. M. and Simon, S. R. (1981). Analysis and synthesis of human swing leg motion during gait and its clinical applications. *J. Biomechanics*, 14, 823 - 832.
- Putnam, C. A. (1980). *Segment interaction in selected two-segment motions*. Doctoral dissertation, University of Iowa.
- Putnam, C. A. (1983). Interaction between segments during a kicking motion. *Biomechanics VIII-B*, (Edited by Matsui, H. and Kobayashi, K.), Human Kinetics Publishers, Inc., Champaign, IL. 688 - 694.
- Winter, D. A., and Robertson, D. G. E. (1978). Joint torque and energy patterns in normal gait. *Biological Cybernetics*, 29, 137 - 142.

투 고 일 : 7월 31일  
심 사 일 : 8월 7일  
심사완료일 : 9월 20일