



척수장애 휠체어 탁구 스트로크의 운동학적 분석 및 절단장애 선수와의 비교 -2008 베이징 장애인 올림픽 메달리스트 사례연구-

Kinematic Analysis on Stroke in Wheelchair Table Tennis of Spinal Cord Injured Athletes and a Comparative Study with Amputation Athletes - Case Study of Medalists of Beijing 2008 Paralympics-

문건필*(연세대학교)

Moon, Gun-Pil*(Yonsei University)

국문요약

본 연구는 2008 베이징 장애인 올림픽에 참가하는 국가대표 휠체어 탁구 선수들 중 대표적인 절단장애 선수와 척수장애 선수의 스트로크를 대상으로 운동학적 비교분석을 실시하였다. 실제와 같은 경기상황을 설정하여 모든 경기 상황에서의 스트로크를 수집하였다. 그중 대표적인 포핸드 스트로크 세 개의 동작과 백핸드 스트로크 세 개의 동작을 추출하였다. 9대의 적외선 카메라를 이용하여 수집한 자료는 LabVIEW7.0 그래픽 프로그램을 이용한 운동학적 분석에 의하여 각운동으로 나타내었다. 그 결과 척수장애 선수의 포핸드 스트로크에서는 몸통의 회전이 하위분절인 어깨의 회전과 팔꿈치의 굴곡신전과 거의 동시에 이루어지고 있었다. 백핸드 스트로크는 몸통의 회전, 어깨의 굴곡신전, 그리고 팔꿈치의 굴곡신전이 날아오는 공의 연장선상에서 일정한 형태로 정렬되어 있었고 공을 치기위한 백스윙은 어깨의 회전을 이용해 만들고 있었다. 절단장애 선수의 포핸드 스트로크는 팔의 외측회전으로 백스윙과 내측회전으로 만들어지는 회전을 이용하여 스트로크 하고 있었다. 백핸드 스트로크는 어깨의 회전과 허리의 회전에 있어 내측회전이 백스윙을 만들고 백스윙 후 공을 향한 큰 폭의 외측회전으로 임팩트를 이루고 있었다.

ABSTRACT

G. P. MOON, Kinematic Analysis on Stroke in Wheelchair Table Tennis of Spinal Cord Injured Athletes and a Comparative Study with Amputation Athletes - Case Study of Medalists of Beijing 2008 Paralympics. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 4, pp. 151-159, 2008. In this research, kinematic comparative analysis was performed on strokes of amputation and spinal cord injured athletes who participated in 2008 Beijing Paralympics wheelchair table tennis games. Strokes of all situations were collected under real match-like conditions. Among those, three major forehand stroke motions and backhand stroke motions were drawn. Data collected by 9 infrared cameras were expressed in angular motions using graphic program LabVIEW7.0. As a result, forehand stroke of spin handicap athlete from analyzed images, the rotations of the trunk happened with the rotations of shoulder and the flexion extensions of elbow nearly at the same time. According to these results, insufficient turning force or speed of rackets is recompensed using flexion. backhand stroke of spin handicap athlete from analyzed images, the rotations of the trunk, the flexion extensions of the elbow and the flexion extensions of the shoulder were lined up on the prolongations of ping-pong balls. Forehand stroke of amputation athletes was done by outward rotation of the arm using backswing and inner rotation. As for backhand stroke, backswing was made by inner rotation in the spin of shoulder and waist. And after the backswing, impact was formed in wide outer rotation towards the ball.

KEYWORDS : WHEELCHAIR TABLE TENNIS, ABCISSION, SPINAL CORD INJURY

I. 서론

올해는 88서울올림픽을 개최한지 20년째가 되는 해이며 일반 스포츠 분야에서도 특수체육 분야에서도 많은 의미가 있는 해이다. 한국의 특수체육은 1988년 서울 장애인 올림픽을 계기로 20년간 많은 발전이 있어 왔다(최승권, 한동기, 2007). 장애인체육회가 설립되고, 한해에 많은 장애인 대회가 치러지면서 선수들의 기량도 발전하고 있으며, 상금도 일반 대회와 비슷한 수준까지 와있다. 또한 올림픽과 같은 세계대회에서도 좋은 성적을 내고 있다(정태운, 조효구, 2007).

휠체어 탁구는 다른 많은 장애인 올림픽 종목보다 메달을 많이 기대하는 종목으로, 장애인 엘리트 스포츠의 새로운 장을 열었던 2000년 시드니 대회와 2004년 아테네 대회에서 5개의 금메달 외 총 21개의 메달을 획득하였다(대한장애인체육회). 또한 본 연구에 참여한 피험자들도 2008년 베이징 장애인 올림픽에서 단체전 금메달을 획득하였다. 장애인 선수들에게는 메달 획득이 더욱더 중요하다. 이는 장애인선수를 지원하고 관리하는 프로그램이 부족하고 실업팀이 없어 대부분의 선수들이 생업과 운동을 병행하고 있으며(한겨레신문, 2008) 메달획득을 통한 연금으로 다음 대회를 준비하고 있기 때문에 일반 엘리트 체육선수들보다 장애인 선수들에게 메달 획득의 의미가 더 크다. 이처럼 메달 획득을 위해서 보다 효과적이고 과학적인 훈련방법의 모색이 필요한 상황이다.

휠체어 탁구는 일반탁구와 같이 빠른 볼에 대한 민첩성을 요구하며 스트로크 하는 동작의 수행 시간이 짧아(김옥성, 김정태, 2001) 육안으로 정확한 동작을 파악하기 힘들다. 또한 순간적으로 몸 전체를 이용하여 목표점에 힘 있게 동작을 수행해야 한다. 이와 같이 탁구 스트로크 동작은 자신도 모르게 이루어지기 때문에 슬럼프가 오기 쉬울 뿐 아니라 해결 하는데도 많은 시간이 소요될 수 있다. 하지만 휠체어를 이용한 장애인 스포츠의 대부분의 종목들과 마찬가지로 휠체어 탁구 역시 전문 훈련 지침서와 같은 교본이나, 경기내용 분석, 동작의 분석 데이터 자료들이 부족하기 때문에 처음으로 휠체어 탁구를 시작하려는 사람과 또 상대적으

로 경기력이 부족한 선수들에게 정확한 숙련자의 자료가 부족한 상황이다.

특수체육의 영상분석을 통한 연구들을 살펴보면 정태운 외1은 골볼 스텝별 드로우 동작의 영상분석을 통해 운동학적 요소를 알아보았고, 이재근은 휠체어 국가대표 농구선수들을 대상으로 자유투 동작의 특성을 밝혀 자료를 정량화 하였다. 이 외에도 시각장애인의 던지기 동작 시 협응 형태에 관한연구(최정규, 2008), 휠체어의 추진에 관한 연구(Goosey, Campbell, 1998; 임비오, 이기광, 2006; 한희창, 2007)등의 연구가 있어왔다. 하지만 국한된 종목에서만 연구가 진행되어 왔을 뿐 운동역학 분야에서 분석이 필요하다고 생각되어지는 다양한 종목에서의 연구는 부족한 상황이다. 보다 다양한 연구를 통한 데이터의 축적과 연구방법의 시도가 필요하다고 판단된다.

휠체어 탁구에서 스트로크의 연구는 선수들의 다양한 장애 정도와 10개로 나누워지는 등급분류에 따른 통제가 어렵다는 점과, 얇은 선수층 때문에 숙련자라고 해도 실력 차이가 많이 있어 숙련자의 운동학적 분석에 오차를 크게 만들 수 있다.

이에 본 연구에서는 대표적인 사례를 조사하는 단일 피험자 사례연구에 필요성을 제기하게 되었다.

본 연구는 기술수준이 휠체어 탁구 스트로크의 최고 숙련자라고 할 수 있는 2008 베이징 장애인 올림픽에서 척수장애를 가지고 금메달을 획득한 선수의 포핸드, 백핸드 스트로크의 운동학적 분석을 통해 선행연구로서 숙련자의 자료를 남기는 것 뿐 아니라 장애의 또 다른 원인인 절단 장애 선수의 스트로크와 비교해 봄으로써 다양한 분석 방법을 통한 기술 분석의 기초자료의 목적이 있다.

II. 연구방법

연구대상은 2008베이징 장애인 올림픽에서 TT5등급에서 메달을 획득한 척수장애 선수와 같은 팀으로 단체전에서 메달을 획득한 절단장애 선수 각각 총 2명을 선발하였다. 대상자의 정보는 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자 정보

연구대상자	장애유형	장애등급
sub A	척수장애	TT5
sub B	절단장애 (오른쪽 골반 30%이하 절단)	TT5

동작영상의 수집은 실내탁구경기장에서 실시하였으며, 적외선 카메라 9대를 탁구대 주위에 설치하여 영상을 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. 골반 이상에서 시스템이 구성될 수 있다고 가정하고 마커의 위치는 PLUG IN GATE 모델을 바탕으로 표시하였다.



그림 1. 실험 환경

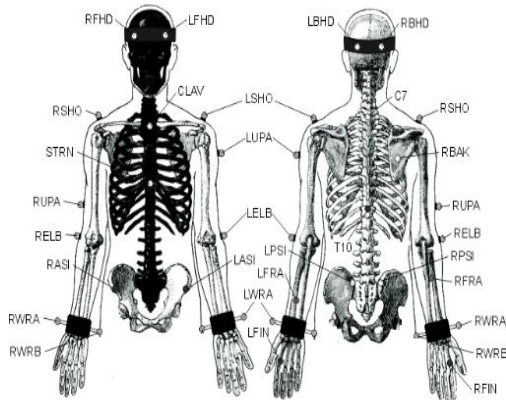


그림 2. Plug-in-Gait의 상체 Marker Placement

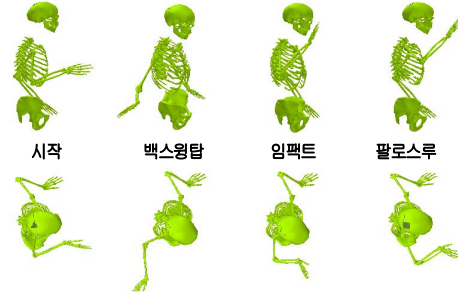


그림 3. 분석 구간의 설정-포핸드 스트로크

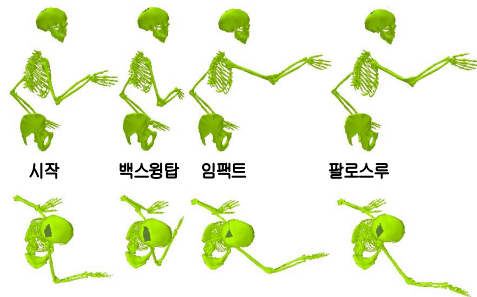


그림 4. 분석 구간의 설정-백핸드 스트로크

먼저 각각의 선수들은 실제와 같은 경기상황을 설정하여 모든 경기 상황에서의 스트로크를 수집하였으며 감독님의 판단아래 정확한 포핸드 스트로크 와 백핸드 스트로크 각각 3회 이상 수행될 때까지 반복하여 실시하였다. 수집된 자료는 Polygon Viewer를 이용하여 동작의 공간 움직임을 파악하였다. 포핸드 스트로크 백핸드 스트로크 각각 경기상황에서 추출하여 그 구간에 해당하는 영상을 대상동작으로 선택하였다. 각 스트로크 시작, 백스윙, 임팩트 그리고 팔로스루로 구분하였다. 따라서 시작부터 백스윙 탑까지를 백스윙구간, 백스윙 탑 이후 임팩트까지를 임팩트구간, 임팩트 이후 팔로스루까지를 팔로스루구간으로 정하였다.

Polygon Viewer를 이용하여 동작의 형태가 파악되면 필요한 구간의 주동분절 간의 각도를 구하였다. <표 2>와 같이 휠체어 탁구에 관여하는 주관절을 정하고 포핸드와 백핸드 드라이브 스트로크시 각분절의 각 변위를 분석하였고 하체를 사용할 수 없는 척수장애 선수와 절단장애 선수들 간에 동작을 하는데 있어 분명한 차이가 있을 것으로 판단하여 장애의 차이에 따른 비교를 통해 차이를 알아보았다.

표 2 주동분절과 분석할 관절각(그림3의 각도명칭)

분석관절	flexion-extension	adduction-abduction	rotation
Elbow	○(a)	X	X
shoulder	○(b)	X	○(c)
spine	X	X	○(d)
비고	팔꿈치관절은 경첩관절이므로 굴곡신전만을 검사함 각도의 변화는 있으나 스트로크 영향요소로서 큰 의미가 없어 무시하기로 함		

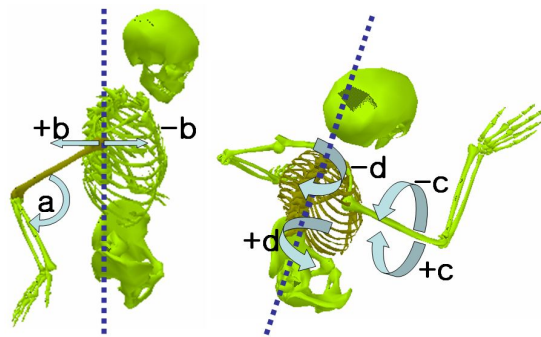


그림 4. 분석관절의 각도설정

정리된 각 구간별 각도 값은 LabVIEW 7.0 그래픽 프로그램을 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구는 척수장애 휠체어 탁구 드라이브 동작의 운동학적 분석에 의한 각운동으로 동작을 해석하고, 장애유형이 척수장애가 아닌 절단장애를 가지고 있는 선수의 스트로크 동작과 어떤 차이를 보이는지를 규명하고자 하였다. 비교 데이터는 이미 선행되어진 절단장애 선수의 스트로크의 자료를 같은 조건에서 수집한 척수장애 스트로크와 비교하였다.

1. 척수장애 대상자의 포핸드 스트로크 주관절의 각변위 분석

척수 장애 대상자의 포핸드 드라이브 스트로크 3회와 백핸드 드라이브 스트로크 3회를 실시한 결과는 다음과 같다.

1) 포핸드 스트로크

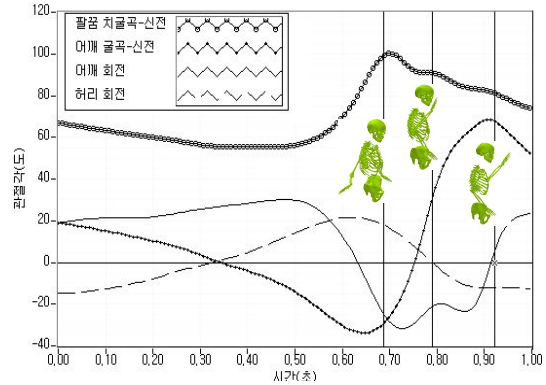


그림 5. 포핸드 스트로크의 각변위

포핸드 스트로크1의 경우 팔꿈치가 약 64°에서 상대적으로 날아오는 공을 기다리고 있다. 약0.70초 후까지 백스윙을 하기위해 약 100°까지 팔을 신전시킨다. 그 후 곧바로 임팩트를 이룬다. 이때 약 89°의 각을 유지한다. 약 11°의 굴곡각을 보이며 임팩트를 했다는 것이다. 백스윙 시 어깨는 몸통을 기준으로 약 30°정도 후방으로 신전된다. 이때 오른팔이 백스윙을 끝까지 하기 직전에 전방으로 굴곡하는 것을 알 수 있다. 임팩트 전부터 급격하게 굴곡하며 스트로크 시작국면(0초) 보다 약 10°가량 전방으로 굴곡시키며 임팩트를 이루고 있다.

어깨의 회전은 어깨의 굴곡-신전과 같은 폭의 각도 변화로 백스윙의 마지막 국면에서 급격하게 외측으로 회전시키고 있었다. 어깨의 굴곡-신전보다는 회전에 의지하는 것이 포핸드 스트로크의 일반적인 형태로 볼 때 이 대상자는 어깨의 굴곡-신전과 회전을 모두 큰 폭으로 사용하고 있다.

허리의 회전은 백스윙 때 -15° -18°의 약 33°의 폭으로 오른쪽으로(외측) 회전하는 것으로 나타났다. 그 후 급격하게 임팩트를 향해 왼쪽으로(내측) 회전시키고 있다. 어깨의 외측회전이 백스윙을 의미한다고 볼 때, 내측회전은 임팩트를 향해 어깨를 원위치로 돌리는 동작이다. 이때 임팩트를 이루면서 급하게 내측으로 회전하던 각변위는 그 변화폭이 완만해지면서 팔로스루를 보였다. 허리의 회전은 팔로스루를 이루면서 준비동작과 같은 위치까지 내측 회전되어있는 것으로 나타났다.

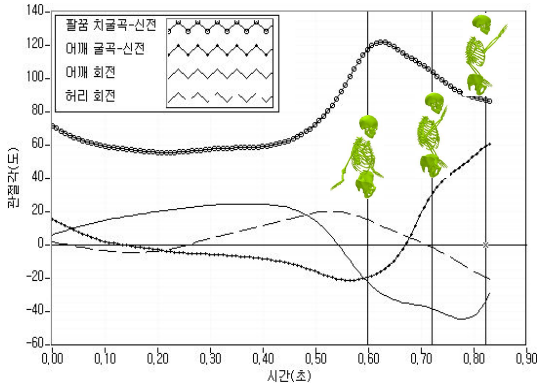


그림 6. 포핸드 스트로크2의 각변위

포핸드 스트로크2의 경우, 백스윙을 나타내는 팔꿈치의 신전이 포핸드 스트로크1보다 큰 각도인 117°로 나타났다. 백스윙탑은 스트로크1과 비슷한 신전의 정점에서 이루어진 것으로 나타났다. 하지만 임팩트는 시작국면에서 나타난 약106°의 각도에서 이루어진다. 이는 스트로크1의 백스윙 정점의 팔꿈치각과 같은 것이다. 따라서 117°의 백스윙 신전을 이용하여 11°정도의 스윙 폭으로 임팩트를 이루고 있다. 결국 포핸드 스트로크1과 백스윙의 폭을 더 많이 만들었지만 임팩트에 사용한 폭은 스트로크1과 같은 10°내외의 각도였다. 어깨의 굴곡신전 각은 시작국면에서 약16°의 전방굴전에서 백스윙을 시작하는 것으로 나타났다. 그 후 백스윙 탑전까지 약23°의 후방신전을 보인다. 이는 앞선 스트로크1에서 언급한 것처럼 어깨의 굴곡신전이 스트로크에 관여하고 있다는 것을 의미한다. 백스윙이후 임팩트와 릴리즈까지 60°까지 전방으로 굴곡 시키는 것으로 나타나 스트로크에 어깨의 회전만큼 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

어깨의 회전은 7°의 내측회전 된 상태에서 스트로크를 시작한다. 그 후 25°의 외측회전상태까지 백스윙을 하니 결국 약32°의 백스윙 폭을 만들어 낸 것이다. 그 후 약40°정도까지 더 외측회전을 하는데 일반적으로 최대외측국면을 지나 내측으로 선회하는 시점에서 임팩트가 일어나지만 이 대상자의 스트로크2는 계속되는 외측회전 속에서 임팩트를 만들어내고 있으며 릴리즈도 계속되는 외측회전의 연장선상에 두고 있었다. 어깨의 굴곡-신전과 외측회전의 지속을 고려해 보면 공을 오랫동안 라켓에 대고 치고 있음을 알 수 있었다.

허리의 회전은 스트로크1과 같이 오른쪽(외측)으로 20° 정도 백스윙 시키고 백스윙 탑 이후 오른팔이나 어깨의 굴곡각의 변화와 같이 임팩트를 위한 왼쪽(내측)방향으로의 회전을 보이고 있다. 일반적으로 스트로크에 있어서 이 같은 허리의 외측회전은 하위분절인 어깨나 팔꿈치의 변화보다 먼저 일어나고 멈춰줘야 하지만 척수 장애라는 특성 때문에 대상자는 하위분절과 통으로 같이 돌고 있는 것으로 판단된다. 특히 스트로크2가 대표적인 형태라고 할 수 있다.

포핸드 스트로크3의 경우, 앞선 스트로크1과 패턴이 흡사하고 백스윙의 변화폭은 스트로크2 만큼 크다. 어깨의 굴곡-신전은 -15°에서 65°까지 약 80도 정도의 변화폭을 보이고 있다. 이는 15도의 백스윙 폭과는 관계 없이 임팩트를 향해 65°정도의 전방굴곡을 하는 것으로 이 대상자의 모든 포핸드 스트로크에서 공통적으로 일어나는 현상이다. 어깨의 회전은 30°에서 -10°의 약40°정도의 외측회전 폭을 백스윙으로 이용하였다. 따라서 이 선수는 일반적인 어깨의 회전위주의 임팩트 보다는 어깨의 굴곡-신전을 이용한 임팩트를 만들고 있었다.

결국, 3개의 포핸드 스트로크를 통해 각 각 다른 높이와 다른 속도의 공을 맞이했지만 위와 같이 상위분절과 하위분절의 연결구조는 비슷한 패턴으로 공을 받아치고 있었다.

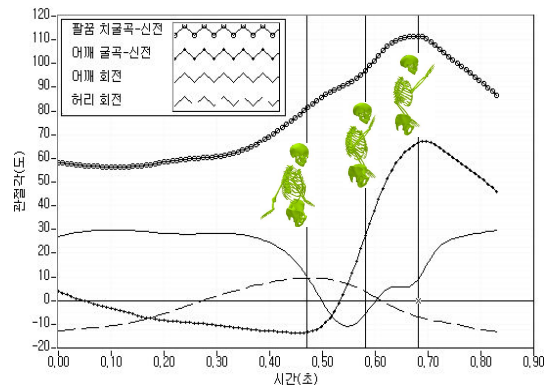


그림 7. 포핸드 스트로크3의 각변위

2) 백핸드 스트로크

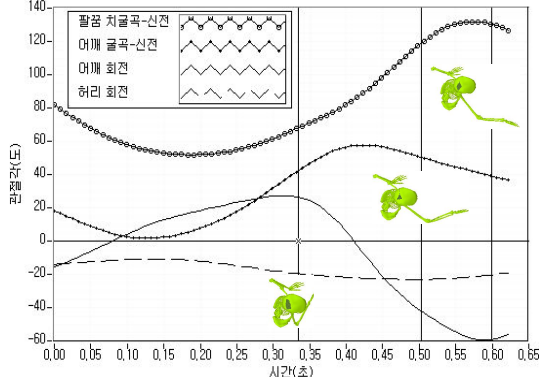


그림 8. 백핸드 스트로크 1 각변위

백핸드 스트로크1의 경우, 시작곡면을 약 83°의 팔꿈치 각에서부터 시작한다. 이는 55°까지 약 32°의 굴곡으로 백스윙을 보인다. 임팩트는 약115°까지 팔꿈치를 신전시켰다. 어깨의 굴곡-신전도 19°의 전방 굴곡에서 후방신전방향으로 약간의 선회를 할뿐 후방신전을 전혀 보이지 않는다. 백스윙 시점에서 최대전방굴곡을 보이고 임팩트를 지나면서 완만하게 후방신전방향으로 선회한다.

백핸드 스트로크2의 경우, 앞선 백핸드 스트로크1과 같이 시작곡면에서 90°의 팔꿈치 각을 56°까지 약간의 굴곡으로 백스윙을 만들었다. 실제로 손목과 라켓이 0.40초까지 백스윙을 하지만 팔꿈치 각은 그 전 시점인 0.23초에서 펴지기 시작했다. 이는 일반적인 탁구선수의 백핸드 스트로크에서 백스윙 구간의 50%지점에서 손목이 팔꿈치보다 더 뒤로 오면서 팔꿈치가 오히려 펴지는 현상과 같은 현상이다. 백스윙이 끝나고 임팩트까지 약

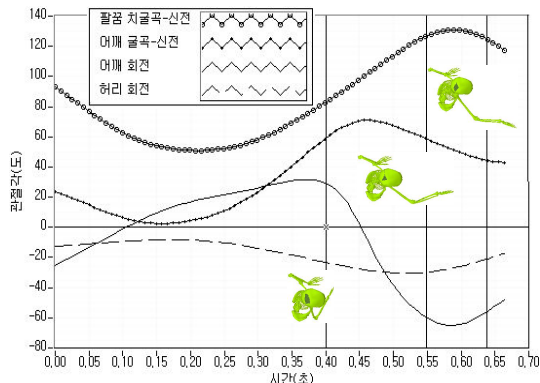


그림 9. 백핸드 스트로크 2 각변위

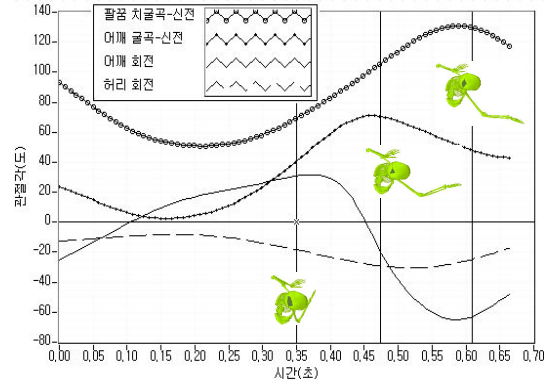


그림 10. 백핸드 스트로크 3 각변위

130°로 신전시켜 동작을 이룬다. 어깨의 굴곡-신전도 역시 굴곡은 없고 신전만 있는 것으로 나타났다. 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.

스트로크3의 경우 특별한 차이가 없이 앞선 두 스트로크 동작을 그대로 따르며, 백핸드 스트로크는 -27°에서 시작하여 26°까지 약 53°의 어깨관절의 내측회전각을 백스윙으로 활용하여 임팩트까지 큰 각도차로 외측회전시키면서 임팩트를 만들고 있다. 백스윙탐과 임팩트의 각도차가 각각 84°, 96° 87°로 큰 폭으로 나타났다.

결국 날아오는 공을 기다리는 입장에서 공의 임팩트 지점을 예상하고 그 선상에 분절들을 정렬시키는 현상을 볼 수 있었다.

3개의 백핸드 스트로크가 모두 같은 패턴으로 팔꿈치와 어깨의 굴곡-신전 각을 정렬시키고 같은 각도의 변화폭으로 움직이고 있었으며, 모든 스트로크에서 날아오는 공을 기다리는 입장에서 공의 임팩트 지점을 예상하고 그 선상에 분절들을 정렬시키는 현상을 볼 수 있었다. 다만 어깨의 회전이 팔꿈치와 어깨의 굴곡-신전이라는 분절의 각도차를 두지 않는 정렬 속에서 내-외측 회전각도만을 이용한 각도차로서 백스윙 폭을 만들어내고 있다.

3) 전단장에 선수의 스트로크와의 비교

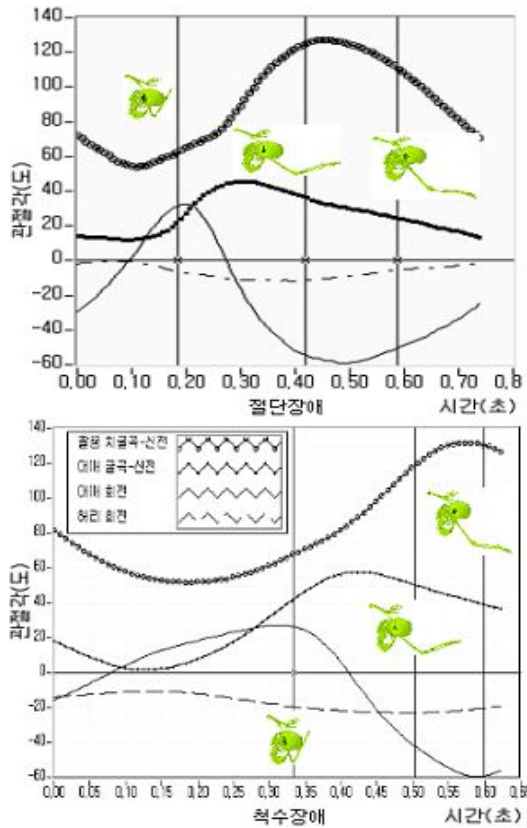


그림 11. 절단장애 피험자의 포핸드 스트로크 뭉건필 임정(2008)와 척수장애 피험자의 백핸드 스트로크의 각변위

포핸드 스트로크시, 어깨의 회전의 경우 척수장애와 절단장애 모두 7°의 내측회전에서 스트로크를 시작하여 25°의 외측회전의 상태에서 백스윙이 끝남으로 결국 두 경우 모두 32°의 백스윙 폭을 보였다. 하지만 백스윙을 나타내는 팔꿈치의 굴곡-신전이 척수장애의 경우 임팩트 시작구면과의 각도 차가 10°내외의 각도를 보인 반면 절단장애의 경우 팔꿈치 신전 각의 폭이 45°의 각도 차이를 보였다. 이는 어깨의 회전 이용은 같으나 절단장애의 경우 팔꿈치를 이용한 백스윙의 폭을 더 많이 활용하여 임팩트를 만들어냈다고 볼 수 있다.

허리 회전에서 척수장애의 경우는 오른쪽(외측)으로 20° 백스윙 시키고 임팩트를 위한 왼쪽(내측)회전을 보인 반면 절단장애는 왼쪽으로 20° 백스윙 시키고 임팩트를 위해 오른쪽으로 회전하여 스트로크 하였다. 이렇게 회전의 방향이 반대로 나타난 것은 절단장애 스

트로크에서 나타난 것과 같이 허리의 외측회전은 하위 분절인 어깨나 팔꿈치의 변화보다 먼저 일어나고 멈춰주는 현상을 보여야 하는데, 척수장애의 경우 하위분절과 동시에 같이 돌고 있기 때문에 반대로 나타난 것이며, 하위분절에 의한 반작용으로 상위분절이 움직인 현상이라고 볼 수 있다. 또한 일반인이 휠체어를 타고 스트로크를 했을 경우 척수장애와 반대의 결과로 절단장애와 같은 방향으로의 결과를 보인 것(문건필, 2008)도 같은 이유에서 라고 볼 수 있다.

백핸드 스트로크의 경우 두 대상자 모두 구간 별로 회전의 방향과 폭은 비슷한 형태로 나타났으나 어깨 회전의 경우 절단장애의 경우 30°의 백스윙 탐에서 스트로크 하여 임팩트 시 60°까지 회전을 하였으나 척수장애의 경우 백스윙 탐은 30°로 거의 비슷하게 나타나나 척수장애 스트로크는 임팩트 시 40°의 회전으로 절

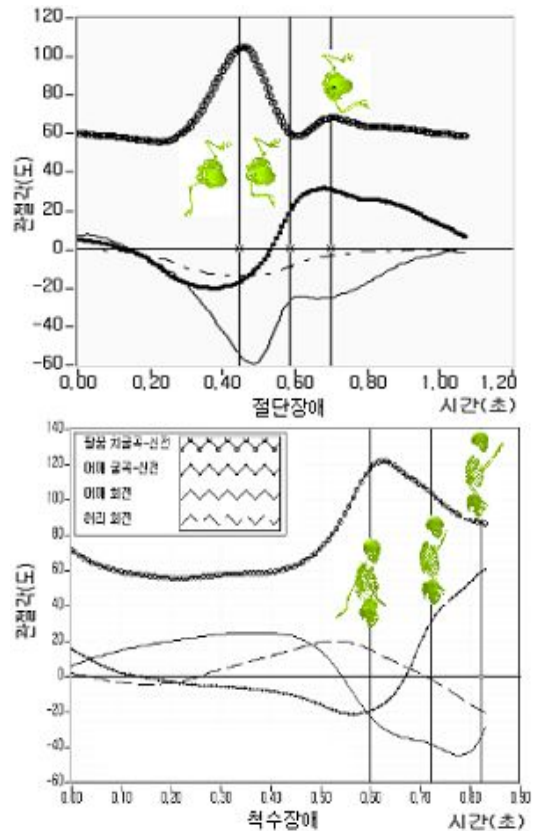


그림 12. 절단장애 피험자의 백핸드 스트로크 뭉건필 임정(2008)와 척수장애 피험자의 백핸드 스트로크의 각변위

단장애의 경우에 비해 폭의 차이가 20°정도 작게 나타났다. 이는 백스윙 시 몸통의 각도 차가 적게 일어난 것이며 몸통이 동시에 돌아서 일어난 현상으로 판단된다. 하지만 앞선 포핸드의 경우와 같이 허리 각에 있어서 두 대상자의 스트로크가 반대방향으로의 현저한 방향차를 보이진 않았으나, 허리각의 변화에 있어서 척수장애의 경우 -20°에서 스윙이 끝날 때까지 변화가 거의 없는 것에 비해 절단장애는 -5°의 백스윙탑에서 -10°의 임팩트 후 다시 -5°의 팔로스루를 보였다. 이 역시 척수장애 선수는 포핸드 스트로크의 경우와 같이 하위분절인 어깨나 팔꿈치의 변화보다 먼저 일어나는 멈춰주는 현상을 보이지 못하기 때문으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 휠체어 탁구 올림픽 메달리스트 중 척수장애를 가지고 있는 선수를 대상으로 스트로크의 기술 분석을 통한 운동학적 변인을 찾고자하였다. 선발된 대상자의 포핸드, 백핸드 스트로크를 분석하였으며, 장애원인에 의한 분석의 차이를 두기 위해 척수장애 이외의 또 다른 대표적 장애원인인 절단장애 선수의 스트로크와 비교하였다.

그 결과 척수장애선수의 3개의 포핸드 스트로크 모두가 몸통의 회전이 하위분절인 어깨의 회전과 팔꿈치의 굴곡신전과 거의 동시에 이루어지고 있었다. 또한 모자란 회전력이나 라켓의 스피드를 어깨의 굴곡동작을 이용해 보상하는 것으로 나타났으며 분절의 각도차를 이용하는 방식은 전혀 일어나지 않는다. 오히려 하위분절인 오른팔의 운동에 의해 상위 분절인 몸통이 끌려가거나 반작용으로 밀리는 현상을 보이고 있었다.

백핸드 스트로크는 몸통의 회전, 어깨의 굴곡-신전, 그리고 팔꿈치의 굴곡-신전이 날아오는 공의 연장선상에서 일정한 형태로 정렬되어있었고 공을 치기위한 백스윙은 어깨의 회전을 이용해 만들고 있었다. 이와 같은 날아오는 공의 방향에 대한 분절들의 정렬은 공을 치기위한 동작이라기보다는 방향을 정하는 동작으로 간주되었고 공을 치기위한 동작은 어깨의 회전 폭을

이용해 이뤄내고 있는 것으로 나타났다.

절단장애 스트로크와의 비교분석에서는 분절의 개입수와 종류는 같은 것으로 나타났다. 그러나 같은 구조의 분절운동에서 그 동원방식에서 차이를 나타냈다.

포핸드 스트로크의 경우, 절단장애 포핸드 스트로크는 상위분절인 몸통의 외측회전이 하위분절인 어깨나 팔꿈치의 변화보다 먼저 일어나고 멈춰주는 현상을 보인 반면, 척수장애의 경우 하위분절과 동시에 같이 돌기 때문에 오히려 상위분절인 몸통이 반대로 회전하거나 회전하는 듯한 현상이 나타났다.

백핸드 스트로크의 경우, 절단장애의 경우 각 분절의 각도차를 크게 만들고 있었으나 척수장애의 경우 상대적으로 적은 폭의 각도차로 거의 수비에 가까운 스트로크를 보이고 있었다.

본 연구에서 단편적이지만 알 수 있었던 척수장애 스트로크의 특징은 하위분절의 운동이 상위분절에 전이되는 현상이었고 이를 조절하여 경기에 적용하고 있었음을 알 수 있었다. 물론 최상위 경기력을 가진 대상자이므로 일반화에는 문제가 있다. 그러나 척수장애 선수의 스트로크 훈련에 적용하는 데에는 문제가 없을 것이다.

참고문헌

- 김옥성, 김정태(2001). 탁구 드라이브 동작의 운동학적 특성 분석. *한국운동역학회지*, 11, 155-171.
- 김준수(1998). 탁구 선수의 드라이브 스윙에 대한 분석. 건국대학교 석사학위논문.
- 문건필(2008). 장애등급별 휠체어 탁구 포핸드 드라이브 스트로크의 운동학적 분석. *한국특수체육학회지*, 16, 심사중.
- 문건필, 임정.(2008). 절단장애 휠체어탁구 스트로크의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 18, 51-59
- 이재근(2008). 국가대표 휠체어 농구선수들의 자유투동작수행의 역학적 분석. 단국대학교 석사학위논문.
- 이충일, 황부근, 이상덕(2002). 장애인올림픽(Paralympics)의 국내 현황과 발전방향. *한국사회체육학회*

- 지, 17, 795-804.
- 임비오, 이기광(2006). 농구용 휠체어의 캠버 및 핸드립 크기가 추진 동작의 운동학 및 효율에 미치는 효과. *체육과학연구*, 17, 58-69.
- 정태운, 조호구(2007). 골볼 스텝별 드로우 동작의 운동학적 분석. *한국특수체육학회지*, 15, 117-135.
- 최승권, 한동기(2007). 특수체육 교육과정의 문제점 및 개선방안. *한국특수체육학회지*, 15, 97-116.
- 최정규(2008). 시각장애인의 던지기 동작 시 협응 형태에 관한 연구. *한국특수체육학회지*, 16, 161-179.
- 한겨레신문(2008). 연금생활자는 왜야 올림픽도 간다 :2008 장애인올림픽 출전 선수들의 남모름 고통. *통권* 728, 48-52.
- 한희창(2007). 장애등급에 따른 레이스 휠체어 추진 동작 시 상지의 역학적 분석. 한국체육대 박사학위논문.
- 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.
- Feltner, M. E., & Dapena, J.(1989). Three-dimensional interactions in a two-segment kinetic chain. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 420-450.
- 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, 395-402.
- Goosey, V. L., Fowler, Campbell, I. G.(1998.) Pushing economy and propulsion technique of wheelchair racers at three speeds. *Adpted physical activity quarterly*, 15, 36-50.
- Hoy, M. G., and Zernicke, R. F.(1986). The role of inter-segmental dynamics during rapid limb oscillations. *J. Biomechanics* 19, 867 - 877.
- 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.
- <http://www.kosad.or.kr/>

투 고 일 : 10월 31일
 심 사 일 : 11월 6일
 심사완료일 : 12월 9일