



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 277-291  
Korean Journal of Sport Biomechanics  
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 277-291

## 펜싱 플러레 공격 기술중 마르쉬 팡트 동작의 운동학적 분석

안 상 용\*(대한펜싱협회)

### ABSTRACT

#### **Kinematic Analysis of Marche Fente Motion in a Fleuret Attack Technique**

An, Sang-young\*(Korean Amateur Fencing Association)

S. Y. An, Kinematic Analysis of Marche Fente Motion in a Fleuret Attack Technique. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3, pp. 277-291, 2003. This study was designed to examine the kinematic factors in the phase during the marche fente motion. For this study, the subjects were 5 elite male fencing players. The direct linear transformation (DLT) method was used in calculating 3-D coordinate of the digitized body parts. The cubic spline function was used for smoothing and the kinematic data for displacement, velocity, angle variables were calculated for Kwon3d ver 2.1.

And the following conclusions were drawn;

1. It show that the marche phase appeared to longer time than the pante phase in the performance time. For the fast attack, it showed that the subjects should be moving in a

---

2003년 10월 29일(수) 접수

\* Corresponding author, 감독, 465-250, 경기도 하남시 하남곡동 375-1  
연락처 : fen-arsang@hanmail.net Tel : 011-235-9222

short stride width.

2. For a fast and stable movement posture in the marche phase, the vertical change of COG must be maintain the same position as possible, but all subjects appeared to decrease the COG because of a excessive the knee flection.
3. In the COG velocity change, all the subjects showed to the same change in both the marche and the fente phase. However in the attack extremity velocity, it increased velocity in order of upper arm, fore arm, and hand in the marche phase, but it showed different velocity among each subjects at the moment of stabbing. So that in order to do effective stabbing, they have to extend their upper extremity max and do faster the distal segment than the proximal segment.
4. It showed to take a fast and stable movement, because some subjects showed the big anteroposterior angle of the trunk flexed max shoulder angle and elbow angle of their attack arm and the other upper extremity.

**KEY WORDS : MARCHE, FENTE, COG**

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성과 목적

펜싱(Fencing)은 인간 생존 본능의 발현에 의해 의도적이 아닌 자연 발생적인 신체의 움직임에서부터 시작되어 왔다. 집단 생활 속의 수단과 전쟁의 도구로 쓰여 왔던 검법은 많은 변천 과정을 거쳐오면서 14C 중엽에 스페인에서 현대적 펜싱이 시작되었다. 특히 프랑스에서는 1567년에 공식적으로 펜싱 학교인 루이 아카데미를 창설하여 펜싱의 발전과 더불어 플러레(Fleuret)가 출현하게 되었다. 이러한 펜싱의 발전은 중세의 기사도 정신에 입각한 예의를 중시하고 스피드(Speed)와 다이내믹(Dynamic)한 오늘날의 스포츠가 된 것이다.

우리 나라에 처음 소개된 것은 해방과 더불어 일본 유학생들이 귀국하여 고려 펜싱 구락부라는 명칭 아래 1945년 4월에 창설한 것이 시초(김재호, 한성욱, 차광석, 김경복, 이준택, 1993)였고, 펜싱에 대한 새로운 전환기를 만든 것은 1990년 리용에서 벌어진 세계선수권대회에서 출전 사상 처음으로 플러레 종목에서 남·녀 8강 진입과 더불어(이현수, 1996), 2000년 시드니 올림픽에서 김영호 선수의 금메달 획득

득은 국내 문체에서 앓고 있던 선수 층의 확대와 세계에 한국의 위상을 높이는 결과가 되었다.

펜싱 경기에는 플러레(Fleuret), 에페(Epee), 사브르(Sabre) 세 가지 종목에 각기 다른 경기 득점 방법과 기술적, 전술적 상황 면에서 많은 차이가 있다. 프랑스에서 발달한 플러레는 몸통이 유효 면이면서 공격권과 방어권이 엄격히 구분된 경기로서, 긴 검으로 단지 찌르는 것만으로 모든 터치(Toucher)가 행해지고, 펜싱이 갖고 있는 힘(Force), 스피드(Speed), 타이밍(Timing)의 요인과 다양한 기술의 복합 동작으로 구성되어 있다. 이중 팡트(Fente) 동작은 16C경 니코레트 자칸티(Nicoret Zikanty)가 발달시킨 동작(김재호 등, 1993)으로 플러레 종목 중 가장 빈번하게 사용되는 공격(아따크, Attaque) 동작으로서, 빠르고 폭발적인 풋워크(Foot walk)의 결단성, 찌르기(Lunge)의 정확성과 스피드가 중요시되는 어려운 이동 동작이면서, 직접적으로 득점을 얻을 수 있다. 또한 공격에 실패할 경우 다음 동작인 콩트르 리뽀스트(Contre riposte)의 새로운 동작을 취할 수 있는 잇점을 가지고 있어 가장 많이 사용되는 동작이다.

펜싱의 경기력 향상은 신체적, 기술적, 정신적 요인을 분석하는 것이 자신의 경기력을 향상시킬 수 있는 중요한 방법(이상기, 1997; 이현수, 1996)으로 제시되고 있는데, 이러한 기술적 분석들에 있어서는 플러레, 에페, 사브르 종목에 대한 경기 상황별 기술의 종류, 경기대(Piste) 지점에 따른 득점과 실점, 부위별 득점과 실점, 그리고 전술 상황 등과 관련된 기술 분석(이상기, 1997; 이현수, 1996; 이일희, 1995; 김성렬, 1995; 이근배, 1995; 강영국, 1993; 안철호, 1990; 안상용, 1984)이 주를 이루어 왔다. 운동학적(kinematic)분석과 관련된 살펴보면, 국내에 있어서는 여자 고등학교 선수들을 대상으로 이종락과 박광동(2003)에 의해 운동학적 분석이 이루어졌고, 국외로는 Bai et al(1999)의 연구에서 여자 에페선수들을 대상으로 찌르기 동작에 대한 운동학적인 분석, Zappa et al(1999)에서는 에페 기술에서의 hitting 동작에 대한 운동학적 분석이 이루어져, 플러레 종목과 관련된 공격기술의 정량적인 자료는 부족한 실정에 있다.

따라서 플러레 종목에서 기본적인면서 기술 사용 빈도가 가장 많은 마르쉬(Marche) 팡트(Fente) 동작에 대한 운동학적 분석을 통하여, 마르쉬 동작과 팡트 동작에서 나타나는 역학적인 자세를 제시하고, 이를 토대로 경기력 향상을 위한 자료로 제공하고자 한다. 특히 플러레 종목에서는 공격부위가 몸통으로 제한되어 있기 때문에 공격 부위 별 동작분석이 요구된다. 이를 위해 팡트 공격 시 득점분포도를 분석한 안철호(1990)와 안상용(1984)의 연구 결과에 의하여, 공격 빈도가 가장 많은 우측 가슴 부위를 공격하는 것으로 제한하여 분석하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

이 연구의 대상자는 현재 국가대표 상비군 및 B 실업팀 선수들을 선정하였으며, 이들의 신체적 특성과 운동경력은 아래의 <표 1>과 같다.

표 1. 신체적 특성

Subject	신장(cm.)	체중(kg.)	나이(yrs.)	경력(yrs.)
A.	170	63	24	11
B	180	71	24	9
C	180	83	28	13
D	177	77	31	15
E	175	65	24	11
M±SD	176.4±4.16	71.8±8.32	26.2±3.19	11.8±2.28

### 2. 실험장비

플러레 종목의 마르쉬 팡트 동작을 분석하기 위해 사용된 실험장비는 <표 2>에 나타난 촬영장비와 영상 분석장비를 사용하였다.

표 2. 실험장비의 특성

	기기명	제품명	제작사
촬영장비	Video camera Control object Video tape	Panasonic Variable control objeclvt S-VHS	Panasonic VISOL SKC
영상분석 장비	VCR Movitor Analysis program Computer	AG-7350 PVM-1942Q Kwon3D Ver2.1 586 Pentium	Panasonic Sory V-TEC IBM

### 3. 실험절차

마르쉬 팡트 동작을 촬영하기 위하여, 60fields/sec의 속도로 촬영되는 3대의 Panasonic 비디오 카메라를 이용하여 전면 우측에 두 대의 카메라를 설치하고, 좌측에는 1대를 각각 설치하였다. 이 실험의 촬영에 들어가기 전, 30개의 통제점이 표시된 통제점 틀(높이 200cm, 길이 400cm, 폭 100cm)을 약 2분간 촬영하였으며, 실험에 앞서 실제 조건에 익숙해질 수 있도록 충분히 연습을 시킨 후 본 실험에 들어갔다. 또한 정확한 동작 분석을 위해 상의를 탈의한 후 검정색 반바지 타이즈를 입힌 후 반사 마커(Reflection marker)를 각 관절점(joint position)에 부착시켜 관절점의 식별이 가능하도록 하였다.

### 4. 자료처리

자료처리과정은 통제점 틀에 의한 30개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후, 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌우 방향을 X축, 운동 진행 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 20개의 관절점에 의한 14개의 신체 분절로 연결된 강체시스템(Linked rigid body system)으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(Body segment parameters)는 Plagenhoef(1983)의 자료를 이용하였다.

3차원 좌표는 Abdel-Aziz와 Kararah(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방법에 의해 계산되었으며, 노이즈에 의한 오차 제거를 위해 Butterworth 2차 저역 통과 필터링(low-pass filtering)방법을 이용하여 스무딩(Smoothing) 하였고, 차단 주파수(Cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하였다.

이 연구에서 설정된 각도 정의를 보면, 어깨관절각은 고관절에서 어깨관절로 가는 벡터와 상완의 장축이 이루는 상대각, 팔꿈치각은 상완과 전완이 이루는 상대각, 고관절은 대퇴와 어깨선상과 이루는 상대각, 무릎각은 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각, 몸통각은 수직축(Z축)과 몸통이 이루는 절대각으로 각각 정의하였다.

연구의 분석 국면 <표 3>은 총 2개의 국면으로 분류하여, 국면별 운동학적 특성을 분석하였다.

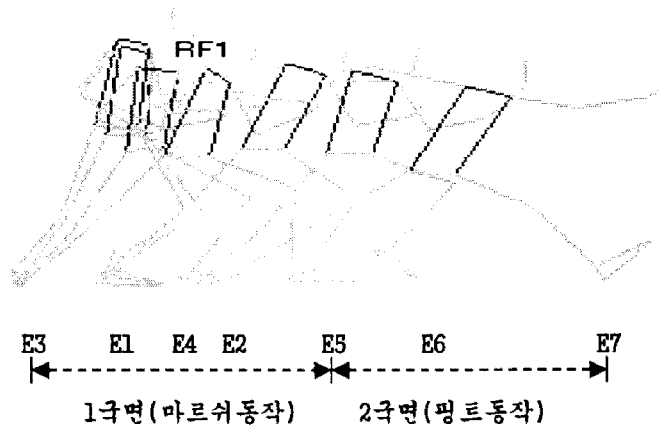


표 3. 분석국면 및 구간

국면	구분
1국면	마르쉬 구간(E1-E4)
2국면	팡트 구간(E5-E7)

E1: 마르쉬 동작 오른발 이지, E2: 마르쉬 동작 오른발 착지, E3: 마르쉬 동작 왼발 이지, E4: 마르쉬 동작 왼발 착지, E5: 팡트 동작 오른발 이지, E6: 팡트 동작 오른발 착지, E7: 찌르기

### III. 결과 및 논의

#### 1. 마르쉬 국면

<표 4>는 마르쉬 국면에서의 운동학적 특성을 나타낸 것이다. TO는 마르쉬 동작중 오른발이 이지하는 순간이며, TD는 반대발이 이지하여 다시 지면이 착지하는 순간으로 정의하였다.

마르쉬 동작은 허리의 움직임을 상·하로 움직여서는 안되고, 허리의 이동이 발의 움직임에 늦지 않도록 하면서 신체중심이 항상 스탠드의 중심에 두어야 하는 특성을 가지고 동작이 이루어져야 한다. 국면에 대한 특성을 살펴보면 다음과 같다.

표 4. 마르쉬 국면의 운동학적 요인

Variables	Subjects					M±SD
	A	B	C	D	E	
Time, sec	0.55	0.47	0.43	0.45	0.55	0.49±0.06
Stride Width, cm	61.4	83.4	84.7	76.6	77.6	76.8±9.27
HD of COG, cm	98.0	81.4	77.9	88.0	89.5	87.0±7.79
VD of COG at TO, cm	86.9	91.8	92.8	86.8	91.0	89.9±2.80
VD of COG at TD, cm	75.8	84.7	86.4	82.4	84.9	82.8±4.21
V <sub>H</sub> of COG at TO, m/s	0.35	0.36	0.53	0.44	0.36	0.41±0.08
V <sub>H</sub> of COG at TD, m/s	2.20	2.35	2.22	2.26	1.96	2.20±0.14
V <sub>V</sub> of COG at TO, m/s	-0.32	-0.48	-0.42	-0.61	-0.18	-0.40±0.16
V <sub>V</sub> of COG at TD, m/s	-0.05	0.13	-0.01	0.15	0.05	0.05±0.09
V <sub>H</sub> of UA at TO, m/s	0.36	0.20	0.52	0.37	0.36	0.36±0.11
V <sub>H</sub> of UA at TD, m/s	3.06	3.30	2.56	2.93	2.74	2.92±0.29
V <sub>H</sub> of FA at TO, m/s	0.37	0.18	0.43	0.31	0.25	0.31±0.10
V <sub>H</sub> of FA at TD, m/s	3.43	3.99	2.72	3.32	3.54	3.40±0.46
V <sub>H</sub> of HA at TO, m/s	0.47	0.29	0.47	0.36	0.22	0.36±0.11
V <sub>H</sub> of HA at TD, m/s	3.52	4.11	2.70	3.36	3.66	3.47±0.51
R Knee angle at TO, deg	117.8	104.7	111.3	101.3	116.5	110.3±7.21
R Knee angle at TD, deg	110.4	112.1	120.7	102.3	129.5	115.0±10.41
R Hip angle at TO, deg	137.6	146	139.3	135.2	146.7	141.0±5.14
R Hip angle at TD, deg	94.9	100.6	100.7	100.5	108.5	101.0±4.85
R Elbow angle at TO, deg	73.9	69.8	78.4	84.4	86.3	78.6±6.94
R Elbow angle at TD, deg	86.6	77.0	92.9	122.4	86.2	93.0±17.38
L Elbow angle at TO, deg	131.4	88.6	116	81.9	91.0	101.8±21.00
L Elbow angle at TD, deg	106.1	54.4	92.6	91.3	69.2	82.7±20.6
R Sholder angle at TO, deg	-4.6	-3.4	-10.0	-16.9	-11.3	-9.2±5.46
R Sholder angle at TD, deg	-40.0	-35.4	-41.9	-71.9	-41.0	-46.0±14.67
L Sholder angle at TO, deg	21.5	26.5	23.7	29.0	22.4	24.6±3.09
L Sholder angle at TD, deg	14.6	17.1	19.7	53.8	22.0	25.4±16.09
Trunk angle TO, deg	6.3	6.0	8.9	5.2	1.2	5.5±2.79
Trunk angle TD, deg	24.6	20.0	21.2	17.6	17.0	20.1±3.05

TD = Touch down on floor, TO = Take off from floor, V<sub>H</sub> = Horizontal Velocity, V<sub>V</sub> = Vertical Velocity, HD = Horizontal Displacement, VD = Vertical Displacement, R = Right, L = Left, UA = Upperarm, FA = Forearm, HA = Hand

마르쉬 국면의 소요시간을 살펴보면,  $0.49 \pm 0.06 \text{sec}$ 의 시간을 나타내면서, 피험자 C가 가장 작은 시간으로, 빠르게 이동하는 것으로 나타났다. 그에 따른 보폭을 보면,  $76.8 \pm 9.27 \text{cm}$ 로 피험자 A가 가장 짧은  $61.4 \text{cm}$ 를 보였고, 피험자 C가  $84.7 \text{cm}$ 로 가장 긴 보폭을 보였다. 오른발 이동에 따른 신체중심의 변화를 살펴보면, 수평거리는  $87.0 \pm 7.79 \text{cm}$ 의 이동변화를 나타냈고, 수직변화는  $82.8 \pm 4.21 \text{cm}$ 로 오른발 이지순간( $89.9 \pm 2.80 \text{cm}$ )보다 약  $7 \text{cm}$  정도 낮아지는 것으로 나타났다. 신체중심의 변화에 따른 수평 속도를 살펴보면, 처음 발이 지면에 이지하는 순간( $0.41 \pm 0.08 \text{m/s}$ )에서 발이 지면에 착지하는 순간의 속도는  $2.20 \pm 0.14 \text{m/s}$ 로 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 수직속도에 있어서는 변함이 없는 것으로 나타났다. 상지분절의 속도변화에 있어서는 상완, 전완, 손이 각각 이지순간( $0.36 \pm 0.11 \text{m/s}$ ,  $0.31 \pm 0.10 \text{m/s}$ ,  $0.36 \pm 0.11 \text{m/s}$ )의 속도보다  $2.92 \pm 0.29 \text{m/s}$ ,  $3.40 \pm 0.46 \text{m/s}$ ,  $3.47 \pm 0.51 \text{m/s}$ 를 나타내면서 원위 분절로 갈수록 속도의 변화가 증가하는 것으로 나타났다.

무릎각에 대한 변화를 살펴보면, 착지 시에는  $115.0 \pm 10.41 \text{deg}$ 를 나타내면서 이지의  $110.3 \pm 7.21 \text{deg}$ 보다 약간 신전된 것으로 나타났고, 고관절의 경우는  $141.0 \pm 5.14 \text{deg}$ 에서  $101.0 \pm 4.85 \text{deg}$ 로 작아지면서,  $40 \text{deg}$  정도 굴곡 되는 것으로 나타났다. 상지관절의 각도변화에서 찌르는 팔의 어깨 각은 +방향과 -방향으로 각각 정의하였으며, 이는 몸통축을 중심으로 몸통 후방은 +값, 몸통 전방은 -값으로 설정하였다. 검을 든 우측 어깨의 경우  $-9.2 \pm 5.46 \text{deg}$ 에서  $-46.0 \pm 14.67 \text{deg}$ 로  $35 \text{deg}$  정도 어깨가 신전 되는 것으로 나타났으며, 특히 피험자 D는 다른 피험자 보다  $55 \text{deg}$  정도 크게 신전 된 것으로 볼 수 있으며, 팔꿈치의 경우는  $78.6 \pm 6.94 \text{deg}$ 에서  $93.0 \pm 17.38$ 로 팔꿈치도 어깨와 같이 신전 되는 것으로 나타났다. 검을 든 우측 상지관절과 달리 좌측 상지관절의 각도변화를 보면, 좌측어깨의 경우는  $24.6 \pm 3.09 \text{deg}$ 에서  $25.4 \pm 16.09 \text{deg}$ 로 크게 차이가 없는 것으로 나타났지만, 피험자 D는  $53.8 \text{deg}$ 로 다른 피험자와 달리 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 팔꿈치의 경우는  $101.8 \pm 21.00 \text{deg}$ 에서  $82.7 \pm 20.6 \text{deg}$ 로 피험자 A, B, C, E는 굴곡 되는 것으로 나타났지만, 피험자 D는 오히려 신전 되는 상반되는 동작을 나타냈다. 몸통각은 착지순간에 있어서  $20.1 \pm 3.05 \text{deg}$ 를 나타내면서 이지의  $5.5 \pm 2.79 \text{deg}$ 보다  $15 \text{deg}$  상체가 앞으로 기울어지면서 피험자간에 유사한 형태를 나타냈다. 전경자세의 기울기 크기가 커지면 허리의 움직임이 변하는 것으로, 이는 신체중심의 변화를 크게 하여 자세를 흐트러지게 하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 빠르고 안정된 가르드 자세를 취하기 위해서는 신체중심의 높이변화를 작게 하면서, 몸통각의 기울기를 작게 해야 하는 것으로 나타났다.

## 2. 팡트 국면

<표 5>는 팡트 기술이 시도되는 국면으로서 앞발(오른발)이 이지 하는 순간부터 착지(앞발)까지 운동학적 특성을 나타낸 것이며, <표 6>는 찌르는 순간에 대한 운동학적 특성을 각각 나타낸 것이다.



팡트 국면은 앞발(오른발)이 지면에 이지 하는 순간부터 찌르기(lunge)가 이루어지는 순간까지로 설정하였으며, 먼저 이지와 착지국면에 대한 특성을 살펴보면 다음과 같다.

팡트 국면에 있어서의 동작 수행시간을 살펴보면,  $0.23 \pm 0.01$ sec의 소요시간을 나타냈고, 가장 짧은 시간을 보인 것은 피험자 A와 D, E로 나타났고, 가장 긴 시간을 보인 것은 피험자 C로 0.25sec의 시간을 나타냈다. 보폭 거리를 살펴보면, 평균  $129.3 \pm 10.90$ cm의 보폭을 나타냈고, 가장 긴 보폭을 나타낸 것은 피험자 A가 143.3cm, 가장 짧은 보폭을 보인 것은 피험자 E로 114.9cm의 폭을 나타내어 피험자간에 약 30cm정도의 차이를 나타냈다. 신체중심의 이동 변화를 살펴보면, 수평변화는  $155.9 \pm 11.92$ cm, 수직변화는  $72.1 \pm 4.53$ cm를 각각 나타내면서 피험자간에 많은 차이를 나타냈다. 특히 피험자 A와 C의 경우 약 32cm의 차이를 나타내면서 신체중심의 이동변화를 나타냈으며, 신체중심의 높이변화에 있어서는 신장 비율에 따라, 피험자 A가 38.1%, 피험자 B는 40.3%, 피험자 C는 42.1%, 피험자 D는 40.2%, 피험자 E는 43.4%의 비율을 나타내면서 피험자 A가 가장 낮고, 피험자 E가 가장 높은 자세에서 팡테뷰(Fendez vous) 동작을 취하는 것으로 나타났다. 신체중심의 속도변화를 보면, 수평속도에 있어서는  $2.87 \pm 0.11$ m/s에서  $3.06 \pm 0.24$ m/s로 증가하는 것으로 나타났으며, 수직 속도, 또한  $-0.12 \pm 0.11$ m/s에서  $-0.80 \pm 0.05$ m/s로 속도가 증가하는 것으로 나타났다. 검을 들고 있는 상지분절의 수평 속도의 변화를 살펴보면, 이지순간에 있어서는 각각  $2.81 \pm 0.13$ m/s,  $2.87 \pm 0.19$ m/s,  $2.86 \pm 0.21$ m/s의 속도를 나타냈지만, 착지순간에는  $3.87 \pm 0.19$ m/s,  $4.05 \pm 0.19$ m/s,  $4.02 \pm 0.23$ m/s로 속도가 크게 증가하는 것으로 나타났는데, 마르쉬 국면에서 나타난 것처럼 근위분절의 속도보다는 원위분절의 속도에서 빠른 변화를 나타냈다.

하지관절에 대한 각도변화를 살펴보면, 무릎각에 있어서는  $81.3 \pm 8.20$ deg와  $147.1 \pm 6.19$ deg를 나타내면서 각도가 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 피험자 C가 155.2deg를 보이면서 가장 큰 신전을 보인 반면에, 피험자 B는 138.9deg로 가장 각도 변화를 나타냈다. 고관절 각도에 있어서는  $105.2 \pm 3.97$ deg에서  $84.1 \pm 6.70$ deg로 무릎각도의 신전과 달리 굴곡 자세를 취하는 것으로 나타났으며, 피험자 A가 76.1deg로 가장 크게 굴곡되는 것으로 나타났다.

마르쉬 국면에서의 몸통각은 기울기가 작게 나타났을 때 안정된 동작을 취할 수 있지만, 팡트 공격 시에는 빠른 동작으로 상대방의 가슴을 찌러야 하는 특성 때문에 최대한 팔을 신전시킴과 동시에 상체의 기울기를 크게 해야 득점을 갖는데 유리하다고 볼 수 있다. 몸통각은 각도변화를 살펴보면,  $18.2 \pm 4.28$ deg에서  $28.2 \pm 4.74$ deg로 약 10deg정도 기울기가 증가하면서 상체가 전경자세를 취하는 것으로 나타났다.

표 5. 오른발(앞발) 이지와 착지동작의 운동학적 특성

Variables	Subjects					M±SD
	A	B	C	D	E	
Time, sec	0.22	0.23	0.25	0.22	0.22	0.23±0.01
Stride Width, cm	143.3	135.5	123.5	129.3	114.9	129.3±10.90
HD of COG, cm	172.8	159.0	140.8	157.7	149.3	155.9±11.92
VD of COG, cm	64.9	72.7	75.9	71.2	76.0	72.1±4.53
V <sub>H</sub> of COG at TO, m/s	2.99	2.79	2.80	2.99	2.77	2.87±0.11
V <sub>H</sub> of COG at TD, m/s	3.34	3.11	2.95	3.19	2.70	3.06±0.24
V <sub>V</sub> of COG at TO, m/s	-0.08	-0.04	-0.18	-0.29	-0.02	-0.12±0.11
V <sub>V</sub> of COG at TD, m/s	-0.80	-0.86	-0.78	-0.73	-0.83	-0.80±0.05
V <sub>H</sub> of UA at TO, m/s	2.93	2.66	2.75	2.95	2.74	2.81±0.13
V <sub>H</sub> of UA at TD, m/s	4.10	3.83	3.88	3.95	3.59	3.87±0.19
V <sub>H</sub> of FA at TO, m/s	3.11	2.71	2.93	2.96	2.65	2.87±0.19
V <sub>H</sub> of FA at TD, m/s	4.12	3.94	4.31	4.08	3.80	4.05±0.19
V <sub>H</sub> of HA at TO, m/s	3.04	2.61	3.04	2.93	2.66	2.86±0.21
V <sub>H</sub> of HA at TD, m/s	4.01	4.06	4.38	3.83	3.80	4.02±0.23
R Knee angle at TO, deg	74.5	78.2	92.7	74.1	86.9	81.3±8.20
R Knee angle at TD, deg	147.4	138.9	155.2	143.7	150.1	147.1±6.19
R Hip angle at TO, deg	108.7	104.6	99.5	104.1	109.3	105.2±3.97
R Hip angle at TD, deg	76.1	77.8	87.4	88.3	91.0	84.1±6.70
R Elbow angle at TO, deg	95.3	84.9	99.0	132.1	122.5	106.8±19.74
R Elbow angle at TD, deg	147.5	157.1	148.6	155.3	153.8	152.5±4.21
L Elbow angle at TO, deg	95.8	61.3	105.1	105.4	148.4	103.2±31.07
L Elbow angle at TD, deg	150.5	171.1	150.2	153.2	161.2	157.2±8.93
R Sholder angle at TO, deg	-48.7	-38.0	-37.7	-72.8	-63.4	-52.1±15.60
R Sholder angle at TD, deg	-114.1	-115.6	-102.7	-111.5	-103.6	-109.5±5.99
L Sholder angle at TO, deg	82.1	22.7	87.9	72.2	119.9	77.0±35.20
L Sholder angle at TD, deg	68.4	70.0	70.0	59.0	79.3	69.3±7.21
Trunk angle TO, deg	23.8	19.3	20.0	13.4	14.4	18.2±4.28
Trunk angle TD, deg	32.4	32.4	29.2	21.4	25.5	28.2±4.74

TD = Touch down on floor, TO = Take off from floor, V<sub>H</sub> = Horizontal Velocity, V<sub>V</sub> = Vertical Velocity, HD = Horizontal Displacement, VD = Vertical Displacement, R = Right, L = Left, UA = Upperarm, FA = Forearm, HA = Hand

상지분절의 각도변화를 살펴보면, 팔꿈치각의 경우 이지순간의 106.8±19.74deg에서 152.5±4.21deg로 크게 각도가 증가하면서 팔꿈치가 신전되면서 뻗는 것으로 나타났고, 어깨각의 경우는 이지 시 -52.1±15.60deg에서 -109.5±5.99deg로 각도의 변화가 크게 나타나, 팔꿈치와 어깨를 크게 신전 시키면

서 팔을 뻗는 것으로 나타났다. 팡트 동작 시 검을 든 팔의 반대 팔은 최대한 후방으로 팔을 뻗는 팔젓기를 해야하는데, 이는 전방 추진력과 신체중심의 균형을 유지하고 신체중심 이동을 자연스럽게 하기 위한 동작이라 할 수 있다. 발이 지면에 이지 하는 순간 팔꿈치의 경우는  $103.2 \pm 31.07 \text{deg}$ 를 보 이면서 피험자간에 많은 편차를 나타냈지만, 발이 착지하는 순간에 있어서는  $157.2 \pm 8.93 \text{deg}$ 를 나타 내면서 모든 피험자가 팔을 신전 시키는 것으로 나타났다. 특히 피험자 B는  $61.3 \text{deg}$ 에서  $171.1 \text{deg}$ 로 팔을 가장 크게 신전 하는 것으로 나타났고, 피험자 E의 경우는  $148.4 \text{deg}$ 에서  $161.2 \text{deg}$ 로 큰 변화 없이 동작을 취하는 것으로 나타났다. 팔젓기의 움직임 변화를 볼 수 있는 어깨각의 경우를 보면, 이지순간에 있어서는  $77.0 \pm 35.20 \text{deg}$ 로 피험자간에 많은 편차를 나타냈다. 특히 피험자 E는  $119.9 \text{deg}$  로 팔이 뒤로 크게 젓혀진 상태를 보이고 있지만, 피험자 B는  $22.7 \text{deg}$ 로 피험자 E와 약  $90 \text{deg}$ 의 차 이를 보이면서 피험자간에 많은 편차를 나타냈다. 발이 지면에 착지하는 순간에 있어서는  $69.3 \pm 7.21 \text{deg}$ 를 나타냈는데, 피험자 A, C, D, E는 발이 지면에 이지하는 순간보다 각도가 작아지는 것으로 나타났고, 피험자 B는 오히려 각도 커지면서 뒤팔젓기 동작을 취하는 것으로 나타났다.

표 6. 찌르기(thrust)동작의 운동학적 요인

Subjects							
Variables	A	B	C	D	E	M±SD	
Time, sec	0.02	0.00	0.05	0.02	0.02	$0.02 \pm 0.02$	
Total time, sec	0.78	0.72	0.68	0.67	0.77	$0.72 \pm 0.05$	
HD of COG, cm	178.3	159.0	155.4	162.9	153.8	$161.9 \pm 9.83$	
VD of COG, cm	63.6	72.7	71.9	70.0	74.6	$70.5 \pm 4.23$	
V <sub>H</sub> of COG, m/s	3.30	3.11	2.90	3.16	2.70	$3.03 \pm 0.24$	
V <sub>V</sub> of COG, m/s	-0.80	-0.86	-0.79	-0.73	-0.86	$-0.81 \pm 0.05$	
V <sub>H</sub> of UA, m/s	4.03	3.83	3.54	3.84	3.54	$3.76 \pm 0.21$	
V <sub>H</sub> of FA, m/s	3.97	3.94	3.60	3.90	3.68	$3.82 \pm 0.17$	
V <sub>H</sub> of HA, m/s	3.81	4.06	3.53	3.62	3.69	$3.74 \pm 0.21$	
R Knee angle, deg	142.3	138.9	145.0	135.3	146	$141.5 \pm 4.43$	
R Hip angle, deg	72.4	77.8	78.5	84.1	87.6	$80.1 \pm 5.90$	
R Elbow angle, deg	151.9	157.1	160.9	156.4	156.6	$156.6 \pm 3.20$	
L Elbow angle, deg	152.5	171.1	157.8	148.1	163.7	$158.6 \pm 9.09$	
R Sholder angle, deg	-120.7	-115.6	-120.2	-114.9	-108.5	$-116.0 \pm 4.93$	
L Sholder angle, deg	64.3	70.0	55.7	57.8	73.8	$64.3 \pm 7.73$	
Trunk angle, deg	33.8	32.4	33.0	22.4	27.2	$29.8 \pm 4.86$	

V<sub>H</sub> = Horizontal Velocity, V<sub>V</sub> = Vertical Velocity, HD = Horizontal Displacement, VD = Vertical Displacement, R = Right, L = Left, UA = Upperarm, FA = Forearm, HA = Hand

<표 6>은 팡트 국면의 찌르기 순간에 대한 운동학적 특성을 나타낸 것이다. 발이 지면에 착지하는 순간부터 유효면에 찌르기까지의 소요시간을 보면, 평균  $0.02 \pm 0.02 \text{sec}$ 를 나타내면서, 피험자 B를 제외한 모든 피험자는 발이 지면에 착지 한 후에 상대방의 가슴에 찌르기 공격이 성공한 것으로 나타났지만, 피험자 B는 발이 지면에 착지함과 동시에 찌르기 동작이 같이 이루어지는 것으로 나타났다. 마르쉬 동작의 앞발이 지면에 이지하는 순간부터 찌르기까지의 전체적인 수행시간을 보면,  $0.72 \pm 0.05 \text{sec}$ 의 수행시간을 나타냈는데, 피험자 C와 D가  $0.67 \text{sec}$ 와  $0.68 \text{sec}$ 를 나타내면서 가장 빠른 동작을 수행하는 것으로 나타났고, 피험자 A와 E가  $0.77 \text{sec}$ 와  $0.78 \text{sec}$ 로 약간 느린 동작시간을 나타냈다. 찌르기 공격이 유효면에 성공하는 순간의 신체중심의 이동변화를 살펴보면, 수평변화에 있어서는  $161.9 \pm 9.83 \text{cm}$ 를 나타냈고, 수직변화에 있어서는  $70.5 \pm 4.23 \text{cm}$ 를 나타내면서, 앞발이 지면에 착지하는 순간의  $72.1 \pm 4.53 \text{cm}$ 보다 약간 낮은 상태에서 찌르기 동작이 수행되는 것으로 나타났다. 피험자 A는  $63.6 \text{cm}$ 로 신장의 37%에서 가장 낮은 자세에서 찌르기 동작을 취하는 것으로 나타났고, 가장 높은 자세를 보인 피험자는 E로  $74.6 \text{cm}$ 의 높이를 나타내면서 신장의 42.6%로 다소 높은 자세에서 찌르기 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

찌르는 순간에 대한 신체중심의 속도를 살펴보면, 수직속도는  $-0.81 \pm 0.05 \text{m/s}$ 로 피험자간에 유사한 속도를 나타냈으며, 수평속도에 있어서도  $3.03 \pm 0.24 \text{m/s}$ 의 속도로 피험자간에 유사한 속도를 나타냈다. 상지분절의 속도에 있어서는 상완, 전완, 손분절이 각각  $3.76 \pm 0.21 \text{m/s}$ ,  $3.82 \pm 0.17 \text{m/s}$ ,  $3.74 \pm 0.21 \text{m/s}$ 의 속도를 나타내면서 전완, 상완, 손 분절 순으로 속도가 빠르게 나타나 팡트 국면에서 나타낸 원위 분절의 속도와는 다른 양상을 나타냈다. 특히 피험자간에 있어서 피험자 A는 상완, 전완, 손 분절 순으로 나타난 반면에, 피험자 B와 E는 손, 전완, 상완, 피험자 C와 D는 전완, 상완, 손 순으로 각각 다른 양상을 나타냈다.

하지분절의 각도 변화를 살펴보면, 무릎각에 있어서는 이지순간  $141.5 \pm 4.43 \text{deg}$ 로 오른발이 지면에 착지하는 순간의  $147.1 \pm 6.19 \text{deg}$ 보다 무릎이 굴곡된 상태에서 찌르는 것으로 나타났으며, 가장 크게 신전된 피험자는 E로  $146 \text{deg}$ 를 나타낸 반면에, 가장 작은 신전을 보인 것은 피험자 D로  $135.3 \text{deg}$ 를 나타내면서 피험자간에 많은 편차를 보이는 것으로 나타났다. 찌르기 순간에 있어서의 무릎은 지면과 직각상태를 이루고 있어야 하는데, 모든 피험자가 팡트류의 공격자세에서 찌르기 동작이 수행되고 있는 것으로 나타났다. 이는 아파크(공격, Attaque) 실패 후 빠르게빠라시옹(Preparation, 방어행동)의 준비가 되지 않을 수 있으며, 특히 상대방의 공격이 들어 올 경우에 에스퀴브(Esquive, 몸을 재빨리 이동함으로서 피하는 방법)를 할 수 없고, 후속 동작인 콩뜨르 아파크(Contre attaque) 동작의 플래쉬 팡트나 다른 아파크를 수행할 수 없는 불안정한 자세를 취하는 것으로 나타났다.

고관절에 있어서는  $80.1 \pm 5.90 \text{deg}$ 로 오른발이 지면에 착지하는 순간의  $84.1 \pm 6.70 \text{deg}$ 보다 작은 각도를 나타내면서 찌르기 동작을 수행하는 것으로 나타났고, 특히 피험자 A는  $72.4 \text{deg}$ , 피험자 E는

87.6deg를 각각 나타내면서 피험자간의 많은 편차를 나타냈다. 고관절의 각도가 작게 나타난 것은 상체가 앞으로 기울어진 것으로 볼 수 있는데, 찌르는 순간에 있어서 상체는 비스듬하게 기울어져 있어야 짧은 시간에 최대한의 움직임으로 상대방의 공격부위인 가슴을 찌를 수 있어 기울기가 커야 이상적인 자세라 할 수 있다. 그러나 피험자 A, B, C는 다소 각도의 크기가 작게 나타나 빠른 동작과 안정된 자세를 취하지 못한 것으로 볼 수 있다. 찌르는 팔에 대한 상지분절의 각도를 살펴보면, 팔꿈치는  $156.6 \pm 3.20 \text{deg}$ , 어깨의 경우는  $-116.0 \pm 4.93 \text{deg}$ 를 각각 나타내면서, 발이 착지하는 순간의  $152.5 \pm 4.21 \text{deg}$ 와  $-109.5 \pm 5.99 \text{deg}$  보다 큰 각도의 변화를 보이면서 팔꿈치와 어깨를 앞으로 크게 뻗는 것으로 나타났다. 추진력과 자세의 안정성을 유지하는 반대 팔에 대한 각도를 보면, 팔꿈치와 어깨 각 각각  $158.6 \pm 9.09 \text{deg}$ 와  $64.3 \pm 7.73 \text{deg}$ 를 나타내면서 찌르는 팔과 달리 많은 편차를 보이는 것으로 나타났고, 가장 안정적인 자세를 나타낸 피험자는 B와 E로서 팔꿈치와 어깨에서 가장 큰 각도를 보이면서 자세의 안정성을 취하는 것으로 나타났다. 몸통각에 있어서는  $29.8 \pm 4.86 \text{deg}$ 를 나타내면서, 발이 착지하는 순간의  $28.2 \pm 4.74 \text{deg}$ 보다 약간 크게 전경자세를 취하는 것으로 나타났는데, 피험자 D는  $22.4 \text{deg}$ 를 보인 반면에 피험자 A는  $33.8 \text{deg}$ 를 보여 약  $11 \text{deg}$ 정도의 편차를 나타냈다. 몸통의 기울기는 비스듬하게 있어야 빠른 공격을 취할 수 있는데, 피험자 D를 제외한 모든 피험자가 큰 전경자세를 취하는 것으로 나타났는데, 몸통각이 크게 나온 피험자일수록 팔꿈치와 어깨각이 크게 신전되어 보다 빠르고 신속한 동작으로 공격 부위인 가슴을 찌르는 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

이 연구는 마르쉬 팡트 동작의 연속동작을 각 국면별 운동학적 특성을 분석하여, 각 국면별 자세와 이상적인 찌르기 동작을 구명하는데 있다. 이를 위해 비디오 카메라 3대를 이용한 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 요인의 시간, 거리, 속도, 각도요인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 마르쉬 국면에서의 소요시간이 팡트 국면에서 소요시간보다 길게 나타났는데, 빠른 공격을 위해서는 마르쉬 국면에서의 짧은 보폭을 통하여 소요시간을 짧게 해야 하는 것으로 나타났고, 안정된 이동자세를 갖기 위해서는 신체중심의 높이 변화가 일정한 상태를 유지해야 되지만, 무릎각을 작게 함에 따라 신체중심의 높이가 점진적으로 낮아지는 것으로 나타났다.
2. 신체중심의 속도에 있어서 마르쉬 국면과 팡트 국면에서는 모든 피험자가 유사하게 나타났지만, 공격팔의 상지 분절 속도에 있어서, 마르쉬 국면에서는 상완, 전완, 손분절 순으로 빠른 속도를 보인 반면에, 찌르는 순간에 있어서는 피험자간에 각각 다른 분절속도로 나타났다. 효율적

인 찌르기 동작을 위해서는 최대한 팔을 크게 신전 시키면서 근위 분절보다 원위 분절 속도를 빠르게 해야 하는 것으로 나타났다.

3. 몸통각의 전경각이 큰 피험자일수록, 찌르는 팔과 뒷 팔 상지분절의 어깨와 팔꿈치각을 크게 신전시키는 것으로 나타나, 빠르고 안정된 공격 자세를 취하는 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- 권영후(1994). Kwon3D motion analysis package 2.1
- 강영국(1993). 독일 펜싱의 경기 기술 내용분석(독일 남자 플러레 경기를 중심으로). 1급 경기지도자 수료논문, 한국체육과학연구원.
- 김성렬(1995). 펜싱 플러레 경기 내용 분석-전술 상황별 기술에 따른 득점방법과 득점부위를 중심으로-. 1급 경기지도자 수료논문. 한국체육과학연구원.
- 김재호, 한성욱, 차광석, 김경복, 이준택(1993). 펜싱경기 훈련 지도서. 한국체육과학연구원.
- 박광천(1995). 펜싱 플러레의 스탠스와 공격방법에 따른 공격 시간에 관한 연구. 인하대학교 논문집.
- 안상용(1984). 펜싱 기술의 Fleche기술에 관한 분석. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 교육대학원.
- 안철호(1990). Fencing PISTE위치에 따른 득점 분포 조사 연구. 미간행 석사학위논문. 고려대학교 교육대학원.
- 이근배(1995). 펜싱 전술분석에 관한 고찰. 한국체육대학교 체육과학연구소 논문집.13(2).
- 이상기(1997). 1997년 세계 펜싱 선수권대회 경기 내용 분석. 1급 경기지도자 수료 논문, 한국체육과학연구원.
- 이일휘(1995). 유럽 펜싱 남자 에페 경기기술 내용분석. 1급 경기지도자 수료 논문, 한국체육과학연구원.
- 이종락, 박광동(2003). 여자 펜싱 선수의 플러레 마르쉬 팡트 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지 42(3).
- 이현수(1996). 펜싱 종목별 신체의 특성과 경기시 심박수 변화에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- Abdel-Aziz, Y.I., & Kararah, M. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceeding of ASP/UI Symposium on close Range photogrammetry. Fall Church, VA: American Society photogrammetry, 1-18.

- Plagenhoef, S. & Evans, G. F., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical Data for Analyzing Human Motion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 54. No. 2, pp.169-178
- Bai, M. Z, Danny, P. K. Chu & Youlian, H. (1999). *Biomechanical Analysis of the Lunge Technique in Elite Female Fencers*. XVIIth ISBS Congress, Australia.
- Zappa, B., Legnani, G., Roi, G. S., & Galli, M (1999). *Kinematic analysis of three fencing hits*. XVIIth ISB Congress, Calgary, 685.