공기권총 사격동작의 운동역학적 요인

The Kinematics factor of Physical Motions in Air Pistol Shooting

Min-Soo Kim

Department of Sports Science, Division of Sport Science, Kangwon National University, Chuncheon, South Korea

Corresponding author
Min-Soo Kim
Department of Sports Science, Kangwon National University, 1 Kangwondaehak-gil, Chuncheon-si, Gangwon-do, 24341, South Korea
Phone: +82-33-250-6780, Fax : +82-33-250-5780, Email: kimmsphy@hanmail.net

Acknowledgements

"이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음[NRF-2013S1A5B5A07049512]."

Abstract

Objective: The purpose of this study was to analyze on the kinematics factors of air pistol shooting motion.
Method: this study aimed to investigate changes in movement of force and find factors that changes in movement of force using 2 ground reaction force systems (force platform), SCATT(shooting training systems) and action potential upper body muscles using EMG (electromyogram) system affect the first, middle and last section of actual shooting results targeting 4 university air pistol players((Age: 19.75± 0.96 Height: 175.50±6.61 Body mass: 69.55± 11.50 Career: 6.25±1.71) who are training to jump to a higher rank, and obtained following conclusions..
Results: As for the actual shooting results, scores in the middle section was 42.48±1.74, which is higher than the first and the last sections when using SCATT(shooting training systems), and vertical distance of gunpoint moved 13.48 ㎜ more than horizontal distance in target trajectory. With respect to the result of action potential of muscles when using EMG system, action potential was high in aiming-shooting sections in order of trapezius (middle), trapezius (upper), deltoid(lateral) and triceps brachii(long head), action potential of biceps brachii and brachioradialis turned out to be high in grasp motion which is a preparatory stage. Last sections was appeared muscle fafique(deltoid(lateral), brachii(long head), brachioradialis, trapezius(middle). In the result of ground reaction force, first section was a major change in the overall direction(left-right Fx, forward-backward Fy, vertical Fz) of the center body.
Conclusion: When thinking collectively, development and application of a training program focusing on the muscle groups with higher muscle fatigue is required for players to jump to a higher rank, and players can improve records in the first section if they can take part in a game after warming up sufficiently before shooting for heightening muscle action potential, and are expected to maintain a consistent shooting motion continuously by restoring psychological stability.

Keywords: Air pistol, Ground reaction force(GRF), Electromyogram(EMG), SCATT(shooting training systems)

서 론

사격은 오늘날 중요한 스포츠 종목의 하나로서 육상, 수영종목처럼 많은 금메달이 걸려 있는 세계적 스포츠로 자리매김 하고 있다. 우리나라는 2012년 런던올림픽에서 금메달 3개와 은메달 2개라는 세계 정상급 수준을 선보였고 최근 국제대회에서 좋은 성적을 내고 있다. 이러한 경쟁 스포츠의 승.패와 경기력은 강인한 체력과 고도의 기술, 안정된 심리 상태가 조화를 이루어 만들어낸 결과라고 할 수 있다. 하지만 정상급 사격 기술을 가진 선수층은 편중되어 있는 것이 현실이기 때문에 사격종목의 저변확대와 국제대회에 경쟁력 있는 많은 양질의 선수를 지도하고 배출해야 하는 과제를 안고 있다.

공기권총은 사거리 10m에서 공기권총 표적대지에 대하여 각 한 장에 1발씩, 60발 사격을 실시하며, 각 시리즈는 준비자세, 거총, 조준, 호흡, 격발, 추적, 예언의 연속 적인 동작으로 이루어지고, 이러한 공기권총의 효과적인 사격을 위해서는 사수의 준비자세, 거총속도, 총구의 궤적과 동요 폭, 격발동작, 호흡리듬, 타이밍 등을 일관성 있게 지속적으로 유지시키는 능력이 주요과제 요인이 된다**(Uh & Lee, 2000).** 격발 시에는 방아쇠를 당기는데 필요한 인지를 제외한 다른 신체 부위는 움직이지 않아야 하는 동적과 정적인 운동을 동시에 수행해야 한다**(Seo, 2007)**. 이렇듯 사격의 궁극적인 목적은 표적에 명중시키는 것이라고 볼 때, 조준 및 격발 시 총구의 동요가 없어야 하지만, 총구의 부동성을 지속적으로 유지하기는 불가능하며 총구동요의 주된 원인은 자세의 불안정성과 호흡이라 할 수 있다**(Uh, 1999).** 정확한 사격이 이루어지기 위하여 일차적으로 필요한 것은 격발이 이루어지는 동안에 총의 동요가 가능한 한 최소화되어야 하고 그러기 위해서는 사수가 취한 자세가 자신의 몸과 총에 대하여 최대한의 안정성을 부여할 수 있어야 한다. 공기권총 사격에 영향을 미치는 요인으로는 여러 가지가 있으므로 사격술의 기초적인 기술들이 잘 익혀져도 근본적으로 총의 정지능력이 우수하지 않으면 안 된다고 선행연구에서도 제시하고 있다**(Lee, 1998)**. 사격은 어떤 스포츠 분야보다도 과학적인 훈련 기법을 필요로 하는 기술집약적인 운동으로, 경기력 향상을 위해서는 신체적, 정신적, 기술적 훈련 및 사격자세 유지에 필요한 근육, 운동신경과 사격 행위로 연결되는 기술숙달 등의 문제해결을 위한 노력이 요구된다**(Kim, 2000; Kim & Kim, 2008)**.

권총사격을 할 때 사수는 호흡을 멈춘 상태에서 거총을 시작하여 격발을 한 다음 다시 호흡을 하게 된다. 거총 이후 시간이 경과 할수록 호흡에 대한 욕구가 점차 증가할 뿐 아니라 오른손 하나로 총을 지탱하고 있어야 하기 때문에 근육 피로가 증가하게 된다. 정신 집중력은 거총 이후 점차 증가하다가 어느 정도 시간이 흐르면 다시 감소하게 되고 신체의 안정성도 정신집중력과 비슷한 양상을 보이게 된다. 근육의 피로는 글리코겐의 분해에 의해 젖산의 축적과 관계가 있다. 운동중인 근육 내에 축적되는 젖산은 근육통의 원인이 된다고 한다**(Lee, 2006)**. 이 근육의 피로를 확인하는 방법에 있어 가장 널리 이용되는 것 중 하나로 표면전극을 이용한 근전도(EMG: electromyography) 측정방법이 있다**(Ament, Bonga & Hof, 1993).** 선 자세에서 오랜 시간 일관된 사격 동작을 견뎌내야 하며, 심리적 긴장 역시 선수를 피로한 상태로 이끌고 나갈 수 있기 때문에 이러한 요인들을 극복하지 못하면 사격성적은 저하될 수밖에 없다. 운동 수행 동작에서 주동근의 활용 정도와 피로 정도를 밝힌다면 운동능력의 극대화와 다양한 훈련방법 계획에 참고 자료를 제시할 수 있을 것이다.

사격선수의 자세가 체중을 어떤 방법으로 지탱하느냐에 따라서 안정성이 달라지며 경기규칙에 정해진 범위 내에서 선수들이 사격 자세를 취하였을 때 선수들의 신체중심이동이 어떤 형태로 변화하는 가를 연구하는 것은 경기력 향상에 매우 의미 있는 일이라 하겠다. 이러한 경기력 결정요인은 선수 개인의 특성에 따라 다르겠지만 기본적으로 체력이 뒷받침되어야 기술적인 부분을 해결할 수 있는 것이기 때문에 공기권총 사격은 경기를 마치는 순간까지 신체 변화 없이 일관된 정적인 자세를 유지 할 수 있는 체력적인 요소와 신체의 평형을 유지할 수 있는 능력 등이 필요하며 신체중심은 사격수행을 위해 오랜 시간 동안 실시 할 수 있는 상황, 정확한 사격 자세 등에 관여하는 요인으로 중요하다**(Kim, 2007; Soog, 2010; Mononen, Konttinen, Viitasalo, & Era, 2007; Era, Konttinen, Mehto, Saarela, & Lyytinen, 1996; Viitasalo, Era, Konttinen,**

Mononen, & Norvapalo, 2001).
국가대표나 세계적인 선수는 경기력 향상에 주요 요인인 심리적인 측면에서 집중을 하는 부분이 있다. 하지만 이러한 심리적 안정감도 강인한 체력과 완벽한 기술을 기초로 하여 사격감각을 지속적으로 이어갈 수 있는 훈련이 지속되어야 가능할 수 있는 것이다. 사격 동작은 정적이고, 일관된 동작이 장시간 이루어지는 종목의 특성이 있기에 경기 결과에 다양한 요인들이 영향을 미치고 있는지는 쉽게 판단하기가 어렵다고 볼 수 있다. 이를 향상시키기 위해 많은 지도자들은 훈련 프로그램을 계획하고 과학적인 데이터 분석으로 기록향상을 위하여 많은 노력을 기울여야 하겠다. 내적요인인 정신력은 집중력과 자신감이 주요 요소로 사격 종목에서 매우 중요하다. 사격에서 고도의 집중력을 발휘한다는 것은 편안하고 안정성이 있는 사격자세를 지속적으로 유지할 수 있는 것이며 경기력 향상에 무엇보다 중요한 요소인 될 것이다. 하지만 사격은 심리적 요인, 체격이나 체력요인 등 다양한 변인들의 영향을 크게 받고 있기 때문에 개인에게 맞는 훈련방법을 찾기란 쉽지가 않다. 주요 근육의 사용 및 발달과 근피로 해결의 문제는 계속적인 연구가 요구 되고 있다. 공기권총 사격동작은 오랜 시간 지속적이면서 일관된 동작을 유지해야 한다. 이에 본 연구자는 각 개인의 심리적 특성과 체격 및 체력의 차이를 인정하면서 그에 따르는 정교하고 일관된 사격동작을 수행하기 위하여 나타나는 주요 근육들의 피로도와 신체중심의 변화 요인을 사격구간별(전반, 중반, 후반) 세분화하여 살펴봄으로써 상위권 도약을 위해 노력하는 사격선수들의 경기력 향상에 차별화되고 다양한 훈련 프로그램 방법을 찾을 수 있도록 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구방법

1. 연구 대상자

본 연구에 선정된 피험자는 K대학 공기권총 사격선수로 등록되어 있으며, 상위권 도약을 위하여 꾸준히 훈련에 참가하는 남자선수 4명으로 선정하였다. 경기기록은 평균 558.87±8.87(지난 6경기 대회 참가 평균점수)점이며, 피험자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

Subject	Age (yrs)	Career (yrs)	Height (cm)	Body mass (kg)
A1	21	7	174	86.3
A2	20	8	168	60.1
A3	19	6	176	65.4
A4	19	4	184	66.4
M±SD	19.75±0.96	6.25±1.71	175.50±6.61	69.55±11.50

2. 실험 장비 및 절차

본 연구에 사용된 실험장비와 분석 장비는 <Table 2>에 제시하였다.

Table 2. Experimental equipment

Equipment	Product	Manufacturer
SCATT	SCATT system	Elis
Force Plate	9260A6	Kistler
Wireless EMG system	Trigno 16ch	Delsys lne
Computer	DB-R190	Samsung

코칭머신(SCATT)시스템은 조준 시점부터 격발까지 총구의 움직임을 감지, 정지능력과 득점간의 관계를 분석할 수 있으며, 격발순간 총구의 이동 궤적을 확인할 수 있다. 준비과정으로는 표적지 윗부분 포토센서에 진입하는 순간부터 선수들이 조준에 들어가는 지점까지의 시간을 파지(준비 Preparatory)동작으로 조작적 정의하였고, 조준 구간에서 격발구간까지의 시간은 조준시점부터 실탄이 총열을 빠져나가 표적에 맞는 순간까지의 시간으로 (조준 Aiming - 격발 Shooting) 정의하였다. 컴퓨터 표적화면에 나타나는 초록색은 조준을 시작했을 때, 노란색은 격발 1초전, 파란색은 격발 0.2초 전, 빨간색은 사격 후 총구의 궤적을 나타낸 자료를 분석하였다.

지면반력(GRF) 측정 장비는 압력 판의 수평상태를 보정한 후 코드(cord)를 증폭기(amplifier)에 연결하였고, 증폭기에 의해 아날로그화 시킨 자료를 6개의 응력측정장치(wheatstone bridge)를 이용하여 파지(준비)부터 조준-격발 구간까지를 Fx(좌.우 지면반력), Fy(전.후 지면반력), Fz(수직지면반력) 방향의 지면반력 결과를 측정하였다**(Yoon, Kim & Lee, 1998).** 캘리브레이션은 압력판위에 각각 다른 지점에 이미 알고 있는 부하를 올려놓은 후 Fx, Fy, Fz의 민감도를 캘리브레이션 한 후 측정하였으며, 실험 피험자들 간의 체중이 다르기 때문에 결과를 분석하기 위해 피험자들의 몸무게로 나누어 (% BW) 일반화(normalization)하였다.

근전도(EMG) 신호를 획득하기 위해 전극을 사용하였는데, 원격(telemetry) 측정을 실시했기 때문에 근육과 전극간의 전기 저항의 노이즈(noise)를 최소화시키기 위하여 전극이 부착될 피부를 면도한 다음 알코올 솜으로 이물질을 제거한 후 전극(electrode)을 부착하였다. 근육의 활동전위를 수집하기 위하여 EMG telemetry의 송·수신 장치를 점검한 후 캘리브레이션(Calibration)하여 근육의 활동전위를 측정하였다. 본 연구에서 측정된 주요 근육으로는 사격 동작시 어깨관절과 팔꿈치 관절에 가장 중요한 역할을 할 것으로 판단되는 승모근 상부(Trapezius-upper), 승모근 중부(Trapezius-meddle), 삼각근 가쪽(Deltoid-lateral), 상완이두근 장두(Biceps brachii-long head), 상완삼두근 장두(Triceps brachii-long head), 상완요골근(Brachioradialis)을 선정하였다. 전극부착을 위한 정확한 위치는 SENIAM의 해부학적 근육부착 위치를 참조(http://www.seedtech.co.kr)하여 부착하였다. 사격 동작시 주로 동원되는 근육은 각 개인별로 최대 등척성 자율 수축력(Maximum Voluntary Isometric Contraction)을 5초간 3회 측정한 자료는 본 연구를 통해 얻은 자료와 비교 분석을 위해 표준화(normalization)하였다. EMG 표준화는 실험 조건 및 피험자들과 상호 비교 시 반드시 필요한 작업이며 공식은 아래와 같이 제시하였다.

$$NorEMG_m(\%MVIC) = \frac{EMG_m}{EMG_m^{max}} \times 100$$

$NorEMG_m$ EMG $\%MVIC$ EMG_m EMG EMG_m^{max} $MVIC$ EMG은 각 근육의 표준화된 값을 말하고 단위는 이다. 은 실제시기 시 측정된 필터링 작업을 거친 각 근육의 값이고 는 측정 시 발견된 각 근육의 최대값이다.

3. 실험장면 및 분석구간

실험에 참여한 피험자들은 개인이 소지한 공기권총으로 준비하였으며 상의를 탈의하고 6개 근육에 무선근전도 측정기 부착한 후 2대의 지면반력 압력판 위에 올라서서 거부감을 최소화 할 수 있도록 사사(연습)를 실시한 후 본사를 실시하였다. 사격장에 세팅된 코칭머신(SCATT)은 평상시 연습과정에서 충분한 경험을 하였기 때문에 실험환경에 문제가 없는 것으로 판단하였다. 공기권총 60발 사격은 실제 경기와 동일하게 운영하였으며 심리적 부담감과 환경에 동요됨이 없도록 사격 종료 시까지 통제 없이 실시하였다. 공기권총 사격 수행 시점은 아래 <Figure 1>과 같이 파지(준비), 조준, 격발시점으로 구분하였다. 공기권총 60발 사격과정에서는 전반: 1~5발(1~5 shot. First), 중반: 30~34발 (30~34 shot. Middle), 후반: 56~60발 (56~60 shot. Last)로 구간을 설정하여 사격 구간별 주요 근육의 활동전위, 신체중심의 변화를 비교 분석하였다.

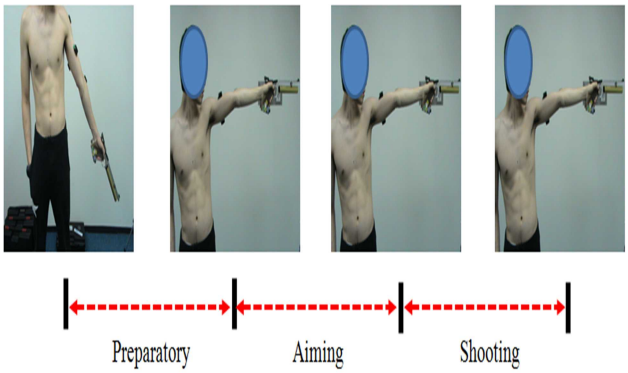

Figure 1. Section of analysis

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 코칭머신으로 측정된 사격 구간별 조준-격발시점의 소요시간과 점수, 총구의 표적지 수직이동거리와 수평이동 궤적을 평균과 표준편차를 구한 후 분석하였다. 사격동작시 구간(전반, 중반, 후반)에 따른 근전도변인과 지면반력 변인에 대한 변화 요인을 찾기 위하여 평균과 표준편차를 구한 후 비교 분석하였다.

결 과

1. 코칭머신(SCATT) 구간별 측정 결과

코칭머신 구간별 결과 값은 <Table 3>과 같이 요약하였다.

Table 3. Results of SCATT

Section	1~5 shot (First)	30~34 shot (Middle)	56~60 shot (Last)
Aiming-Shooting (Elapse time: sec)	3.98±0.46	3.80±1.00	3.50±0.82
Actual shooting (unit: point)	45.24±1.99	46.48±1.44	46.10±1.04
Target trajectory (unit: ㎜)	Horizontal distance	Vertical distance	
	157.30±23.84	170.78±44.68	

조준-격발구간에서 소요시간은 전반(first)구간 3.98±0.46 sec, 후반(last)구간 3.50±0.82 sec로 나타났다. 사격점수 결과는 중반(middle)구간에서 46.48±1.44 점으로 나타났다. 공기권총 총구의 표적지 궤적이동거리 결과에서 수평거리는 157.30±23.84 ㎜, 수직거리 170.78±44.68 ㎜로 나타났다. <Figure 2>는 코칭머신 총구의 표적지 궤적이동 변화 과정을 높은 점수, 낮은 점수와 수평, 수직이동거리 결과를 예시로 제시하였다.

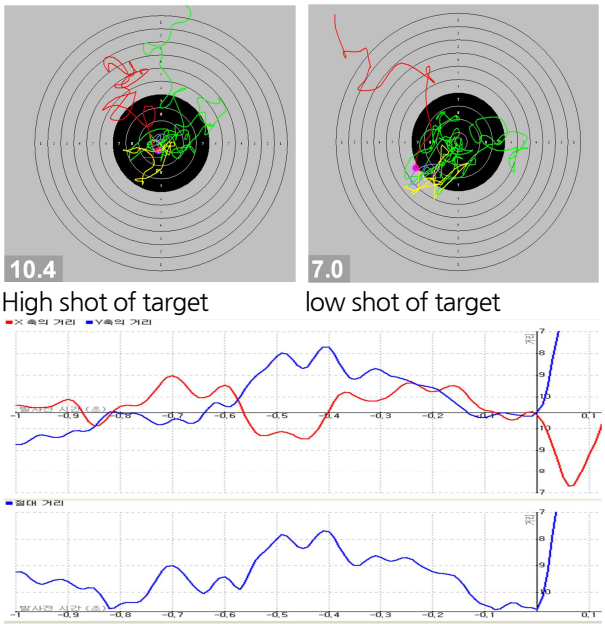

Figure 2. Data of SCATT (Illustration)

2. 근전도(EMG) 구간별 측정 결과

공기권총 사격동작에서 전반(1~5발), 중반(30~34발), 후반(56~60발)의 구간별 근전도 결과 값은 <Table 4>와 <Figure 2>와 같이 요약하였다.

<Table 4>에서 보는 바와 같이 삼각근(가쪽)의 활동전위 변화는 전반(1~5발) 격발구간 37.23±7.20 %, 후반(56~60발) 격발구간 36.20±6.78 %로 나타났으며, 상완이두근(장두)의 활동전위 변화는 전반(1~5발) 격발구간 11.38±2.61 %, 후반(56~60발) 격발구간 10.06±3.67 %로 나타났다. 상완요골근의 활동전위 변화는 전반(1~5발) 격발구간 8.02±1.61 %, 후반(56~60발) 격발구간 7.80±0.90 %로 나타났으며, 승모근(중부)의 활동전위 변화에서 전반(1~5발) 격발구간 45.69±8.22 %, 후반(56~60발) 격발구간 43.32±7.12 %로 나타났다.

Table 4. Results of action potential (EMG) (unit: %MVIC)

Muscle	Period	Preparatory	Aiming	Shooting
Trapezius (upper)	1~5 shot(First)	21.30±1.46	40.24±4.25	42.08±6.02
	30~34 shot(Middle)	19.73±0.68	41.07±3.62	42.91±5.22
	56~60 shot(Last)	18.49±1.10	39.62±4.88	41.93±5.95
Deltoid (lateral)	1~5 shot(First)	19.96±3.07	37.94±5.02	37.23±7.20
	30~34 shot(Middle)	20.79±3.54	38.02±7.75	37.93±7.91
	56~60 shot(Last)	20.07±4.00	36.34±7.38	36.20±6.78
Biceps brachii (long head)	1~5 shot(First)	12.41±4.24	11.31±2.65	11.38±2.61
	30~34 shot(Middle)	13.10±5.80	11.26±3.13	11.17±4.56
	56~60 shot(Last)	13.86±6.19	10.10±2.69	10.06±3.67

Triceps brachii (long head)	1~5 shot(First)	17.86±4.54	18.74±1.63	18.40±1.59
	30~34 shot(Middle)	18.02±4.58	19.05±1.22	18.62±1.93
	56~60 shot(Last)	17.86±4.92	18.80±0.22	18.49±1.01
Brachioradialis	1~5 shot(First)	8.36±1.73	8.27±0.92	8.02±1.61
	30~34 shot(Middle)	8.55±2.57	8.39±0.65	8.05±1.47
	56~60 shot(Last)	8.37±1.58	8.05±1.42	7.80±0.90
Trapezius (middle)	1~5 shot(First)	18.37±2.96	43.97±6.94	45.69±8.22
	30~34 shot(Middle)	17.36±2.87	44.56±6.19	44.73±7.45
	56~60 shot(Last)	17.22±2.45	42.15±5.05	43.32±7.12

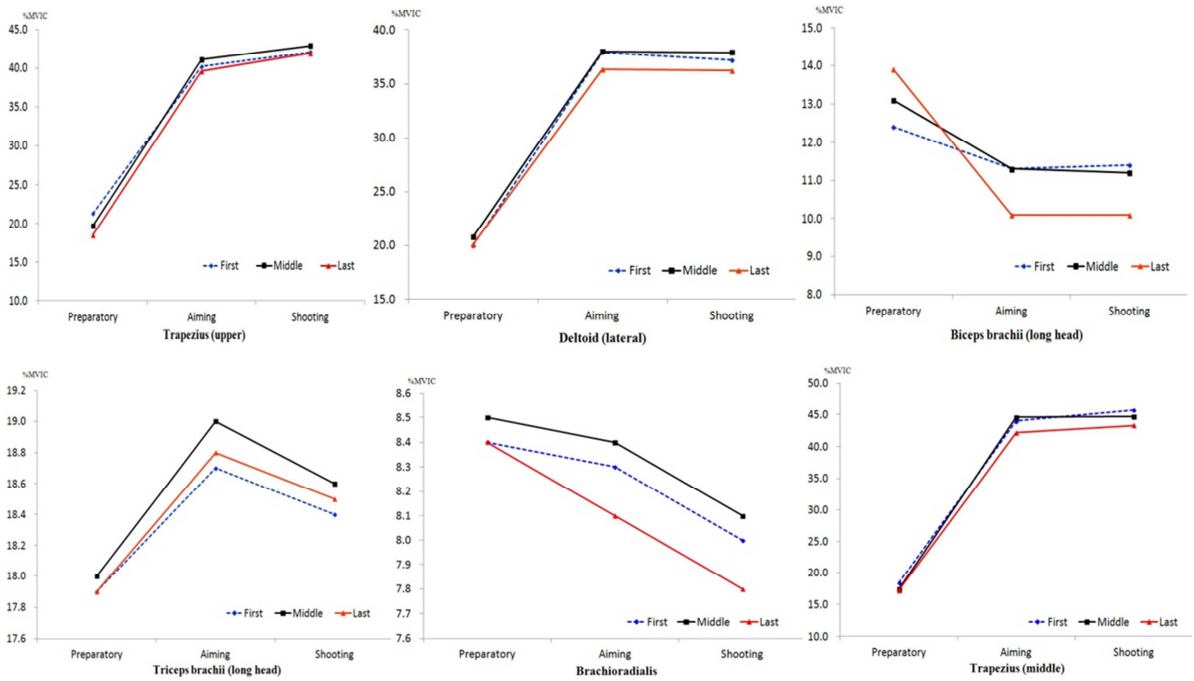

Figure 3. Results of action potential

Table 5. Results of ground reaction force (GRF) (unit: % BW)

Section	Period	Preparatory	Aiming	Shooting
Left-Right GRF F(x)	1~5 shot(First)	1.45±0.31	0.67±0.09	0.47±0.07
	30~34 shot(Middle)	1.21±0.16	0.67±0.10	0.50±0.10
	56~60 shot(Last)	1.26±0.27	0.71±0.07	0.48±0.07
Forward-Backward GRF F(y)	1~5 shot(First)	2.66±0.44	1.56±0.12	1.45±0.12
	30~34 shot(Middle)	2.16±0.31	1.48±0.04	1.34±0.06
	56~60 shot(Last)	2.43±0.27	1.48±0.15	1.35±0.05

Vertical GRF (z)	1~5 shot(First)	9.84±0.02	9.85±0.02	9.85±0.02
	30~34 shot(Middle)	9.84±0.01	9.84±0.01	9.83±0.01
	56~60 shot(Last)	9.83±0.01	9.83±0.00	9.83±0.01

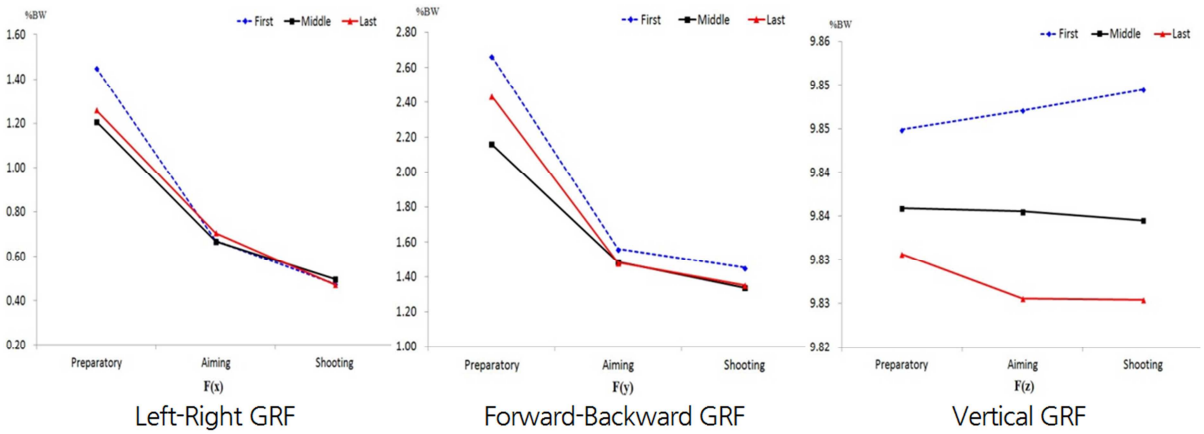

Figure 4. Results of ground reaction force (GRF)

3. 지면반력(GRF) 구간별 측정 결과

공기권총 사격동작에서 전반(1~5발), 중반(30~34발), 후반(56~60발)의 구간별 지면반력 결과는 〈Table 5〉와 〈Figure 4〉와 같이 요약하였다.
〈Table 5〉에서 보는 바와 같이 Fx(좌.우) 지면반력 변화에서 전반(1~5발) 파지구간 1.45±0.31 %BW, 후반(56~60발) 파지구간 1.26±0.27 %BW로 나타났으며 Fy(전.후) 지면반력 변화에서 전반(1~5발) 파지구간 2.66±0.44 %BW, 후반(56~60발) 격발구간 1.35±0.05 %BW로 나타났다. Fz(수직) 지면반력 변화에서 전반(1~5발) 파지구간 9.84±0.02 %BW, 격발구간 9.85±0.02 %BW로 나타났으며 후반(56~60발) 파지구간 9.83±0.01 %BW, 격발구간 9.83±0.01 %BW로 나타났다.

논 의

코칭머신은 총구의 정지능력과 득점간의 관계를 분석할 수 있으며 격발 순간의 조준상태, 총구의 정지능력 등을 객관성 있게 평가 할 수 있는 장치이다. 총구가 표적지에서 이동하는 궤적 방향을 살펴보면 수평거리가 수직거리보다 13.48 ㎜를 더 이동한 것으로 나타났다. 이는 조작적으로 정의한 파지(준비)구간이 표적지 윗부분 포토센서에 진입하는 순간부터 선수들이 조준에 들어가는 수직(상.하) 움직임이 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. Kim (2008)의 연구결과 공기권총 남자 우수선수의 궤적 내 평균길이는 110.8±10.3 ㎝, 점수 평균은 10.3점으로 나타났고, 비우수 선수는 166.5±35.6 ㎝, 점수 평균은 8.7점으로 나타났다고 하였다. 본 연구 결과와 비교해 볼 때 피험자들의 총구 정지능력이 우수선수와 비교했을 때 미흡한 것으로 나타났다고 볼 수 있다. 또한 사격동작 수행 시 구간별 소요시간을 살펴보면 전반, 중반, 후반으로 진행될수록 조준-격발 소요시간이 단축되고 있는 것으로 나타났다. Kim 과 Kim (2009)의 선행연구에서 우수한 선수는 조준-격발을 위한 궤적 내 소요시간 2.8±1.3 sec, 비우수 선수는 3.3±1.2 sec로 나타난 결과와 비교해 볼 때 본 연구에서 가장 단축된 후반구간에서 3.50±0.82 sec로 우수선수에 비해 총구의 표적 정지능력 부족이 높은 득점을 얻지 못하는 결과에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

특히 전반구간에서 낮은 점수를 획득한 현상은 사격동작을 원활히 수행할 수 있는 근육 활동의 대사적 능력이 사격동작수행과정을 충분히 적응하지 못한 결과이며 중반구간부터 사격동작의 적응과 근육대사 활동이 활발해지면서 격발 시간의 단축, 사격 점수가 높아진 연구결과를 보였다. 체온과 근육의 온도를 높여 골격근 대사를 증가시키며, 근육의 수축시간과 반사시간을 높여 운동 중에 관절의 장애를 줄이고 운동시 적응도를 높일 수 있다고 하였다**(Roh & Yuh, 1986)**. 중반구간에서 격발시간의 단축과 함께 득점이 향상되는 결과가 나타나는 것으로 보아 사격전에 충분한 준비운동을 통한 근육 온도를 높여준다면 사격 시 조준선 정열과 함께 격발 순간 협응능력 수준을 높일 수 있어 경기력 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.
또한 협응능력을 향상시킬 수 있는 코어 안정성 운동은 분절 간의 협응성을 최대로 할 수 있는 운동으로 연속적인 분절운동을 하기 때문에 발끝에서부터 몸통에 이르기까지 신체의 통합적인 시스템을 증진시킨다 **(Mirka, & Marras, 1993). Kim (2014)**은 여자중.고등학교 사격선수를 대상으로 코어근육운동을 활용한 훈련 집단이 상지근육 운동군 비교집단에 비해 득점, 10.0에 머무는 확률(SP10.0)의 상승과 조준 길이의 감소 효과가 있다고 보고 하였다. 협응력을 키울 수 있는 훈련을 지속적으로 선수들에게 적용된다면 정적 균형 감각의 발달과 함께 전반 구간에서의 높은 점수 관리 능력도 향상될 것이고 심리적 안정감을 얻을 수 있다고 판단된다.
공기권총 사격동작의 주요 근육군을 전반, 중반, 후반구간으로 구분하여 활동전위 변화를 해부학적으로 접근하여 살펴보면 승모근(상부, 중부), 삼각근과 상완삼두근의 섬유배열이 큰 힘을 발휘할 수 있는 익상근(깃털) 구조와 근육섬유수가 많은 형태를 가지고 있어 오랜 시간 동안 일관된 사격동작을 유지할 수 있는 힘을 발휘할 수 있기 때문에 근육 피로도가 크게 나타나지 않는 특성이 가지고 있다. 하지만 삼각근과 승모근(중부)은 후반구간에서 근육 피로도가 나타나는 현상이 보였다. 특히 상완삼두근이 사격동작에 기여하는 것은 상완삼두근 장두의 부착점(기점)이 어깨뼈에 부착되어 있어서 사격동작을 위해 어깨를 지지해 주는 역할을 수행하는 것이고, 이 때문에 쉽게 지나칠 수 없는 중요한 협력 근육군으로 볼 수 있다. 상완이두근과 상완요골근은 근육의 부착위치와 방향이 뼈의 방향과 일치하는 방추형 구조를 가지고 있으며 근육섬유수가 적은 특성을 가지고 있다(**Kim, 2003).** 이러한 특성을 가진 상완이두근과 상완요골근은 사격 후반구간에서 근육피로도가 나타나는 현상을 보였다. 본 연구결과를 살펴보면 후반구간에서 삼각근(중반-후반 1.7 %차이), 승모근 중부(전반-후반 2.4 %차이), 상완이두근(전반-후반 1.3 %차이), 상완요골근(전반-후반 0.6 %차이)이 근육피로도를 보였다. 이러한 근육피로가 나타나는 현상은 사격 동작시 팔꿈치관절을 완전히 신전된 상태에서 조준-격발 동작이 수행되기 때문에 나타나고, 삼각근(가쪽), 승모근(중부), 상완이두근과 상완요골근의 경우 뼈와 부착된 근육의 운동각이 가장 비효율적인 사격자세를 오랜 시간 수행하면서 근육 피로도가 높아지게 되고, 이 때문에 총구정지능력을 저하시키는 또 하나의 요인으로 작용하고 있다고 판단된다.
공기권총 사격동작을 지지해주고 동원되는 근육들의 활동전위를 살펴보면 승모근(중부), 승모근(상부), 삼각근(가쪽), 상완삼두근(장두)순으로 조준-격발구간에서 높은 활동전위가 나타났으며, 파지(준비)동작에서는 상완이두근과 상완요골근의 활동전위가 높게 나타났다. 이 결과는 **Lee (1998)**의 선행연구에서도 승모근, 삼각근, 상완이두근, 상완삼두근, 상완요골근의 사격동작시 주요 활동근의 역할을 하고 있는 것과 비슷한 결과를 보였다.
이에 추가적으로 코칭머신의 분석 자료를 참조해 볼 때 총구의 총 궤적이동거리에서 수평이동거리보다 수직이동거리가 평균적으로 13.48 ㎜높게 나타난 이유도 항상 파지(준비)구간에서 반복적으로 수행되는 사격 동작도 근육피로도에 영향을 주어 후반부에서 일관된 사격 정지동작을 유지하지 못하고 있는 것으로 판단된다. **Lee (1988)는** 사격동작시 호흡동작에서부터 격발구간까지 근육의 경련이 발생하지 않도록 근육의 이완 훈련이 필요하다고 하였다. 이에 본 연구결과의 조준-격발 소요시간과 연결시켜 볼 때 전반 구간의 근육 활동을 높이는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 또한 본 연구에도 활용되었던 코칭머신(SCATT)을 훈련 프로그램에 활용하여 총구의 정지능력과 득점간의 관계를 분석할 수 있고 격발 순간의 조준상태의 오류 등을 분석할 수 있기 때문에 공격발 사격 훈련을 통한 심리적 지루함을 보완할 수 있으며 각 개인의 사격 특성을 파악할 수 있으면서 기록향상에 도움이 될 수 있는 훌륭한 훈련 방법이 될 수 있다고 판단된다. **Soog (2010)**의 연구에서 상급집단보다 중급집단에서 14주 훈련 프로그램을 적용한 후 경기력 향상이 크게 나타났다고 하였기 때문에 조준선의 움직임을 보완할 수 있는 시스템이라고 할 수 있겠다.

지면반력 결과를 살펴보면 전반구간에서 Fx(좌.우), Fy(전.후), Fz(수직)의 신체중심 변화가 파지시점에서 조준시점으로 사격동작을 수행하는 과정에서 큰 변화가 있는 것으로 나타났다. 전체적으로 중반구간에서 신체중심 변화가 가장 적게 나타났다. 사수의 자세가 몸무게를 어떤 방법으로 지탱하느냐에 따라서 안정성이 달라지며 사수는 각 발의 중앙부분에 자신의 체중을 두기 위하여 등을 구부리거나 발뒤꿈치에 중심을 두고 서거나 하는 등의 여러 자세를 취할 수 있으며 그렇게 함으로써 무게중심선이 기저면의 중심에 보다 가까워질 수 있다고 기술하였다(**Park, 1988**). 또한 체중의 중심을 오른발과 왼발에 거의 50:50정도의 비율로 일정하게 유지하면서 공기권총 무게의 보상효과를 감안하여 왼발 쪽에 약 1~2%정도의 무게중심을 더 두어 항상 일정한 무게중심을 유지할 수 있는 훈련 프로그램 개발이 요구된다. **Uh 과 Lee (2000)**의 연구에서 우수 집단은 거총 시작시점에서 앞발에 실리는 신체중심을 제 1탄이 발사되는 시점에서는 뒷발로 신체중심이 옮겨지는 경향을 나타내는데 이는 거총자세에서 발사자세로 이동할 때 보상전위가 수반되어 신체중심이 이동한다고 하였다. **Jeon (1988)**은 여자 공기권총 사격시간이 1시간 30분 정도 소요되기 때문에 스탠스 위치를 바꾸지 않고 표적을 교환하면 긴장이 발생하므로 매 발마다 스탠스 위치를 다시 잡는 것이 필요하다고 하였다. **Lee (1998)**의 선행연구에서는 사격 동작시 사대에서 항상 일정한 스탠스와 자세를 유지할 수 있는 훈련을 병행해야 한다고 하였다.
파지(준비)단계처럼 총구를 들어 올렸다(수직) Fy(전.후)방향으로 조준하는 과정을 반복수행하면서 일관된 무게중심을 유지하기는 쉽지 않다. 특히 전반 구간에서 높게 나타난 결과는 사격수행 동작이 충분히 적응하지 못한 결과라 볼 수 있다. 다시 말해서 몸이 풀리지 않았다고 말 할 수 있겠다. 신체의 모든 힘과 운동성을 발휘하게 하고 몸을 움직일 때 마다 중심을 잡아 주는 몸통 근육(코어)을 강화시켜 균형 감각을 증가 시켜야 한다**(Nadler, 2002)**는 것은 앞서 사격 전반구간의 저해요인을 제시 했듯이 중반구간에서 발생하는 사격 동작의 적응단계를 전반구간에서 나타날 수 있도록 사격 시작 전 준비운동과 협응력을 향상시킬 수 있는 훈련 프로그램을 준비하는 것이 중요하다고 판단된다.

결 론

이 연구는 공기권총 사격동작의 운동역학적 요인을 분석하기 위하여 상위권 도약을 위해 훈련하고 있는 공기권총 사격선수 4명의 남자 대학선수를 대상으로 2대의 지면반력 장비(force platform)를 사용하여 신체중심 변화를 분석하고 코칭머신과 근전도 장비(EMG system)를 사용하여 상체 주요 근육들의 활동전위가 전반, 중반, 후반 구간별 실제사격 수행결과에 미치는 요인을 찾는데 목적이 있으며 다음과 같은 결론을 얻었다.
코칭머신을 사용한 실제사격 결과는 중반구간 점수가 전반, 후반 구간보다 높은 42.48±1.74점이 나타났으며, 후반구간에서 3.50±0.82 sec로 가장 짧은 소요시간이 나타났다. 총구의 표적지 궤적 수직이동거리가 수평이동거리보다 13.48 ㎜를 더 이동한 것으로 나타났다.
근전도를 사용한 근육들의 구간별 근육피로도 결과는 후반구간에서 삼각근(가쪽), 상완이두근(장두), 상완요골근, 승모근(중부)근육피로가 나타났다. 사격시점별 활동전위 결과는 승모근(중부), 승모근(상부), 삼각근(가쪽), 상완삼두근(장두)순으로 조준-격발 구간에서 높은 활동전위가 나타났고, 준비단계인 파지구간에서 상완이두근과 상완요골근의 활동전위가 높게 나타났다.
지면반력 결과는 중반구간에서 Fx(좌.우), Fy(전.후), Fz(수직)의 신체중심 변화가 사격 수행과정에서 안정적으로 나타났으며, 전반구간에서는 Fx(좌.우), Fy(전.후)신체중심 변화가 파지-조준시점에서 큰 변화가 있는 것으로 나타났다.
종합적으로 중위권 사격선수들에게 적극적으로 요구되는 것은 근육피로도가 높은 근육군 트레이닝 프로그램 개발과 지속적인 훈련, 신체중심의 안정성을 높일 수 있는 코어 트레이닝 적용이 절실히 요구된다. 또한 사격 시작 전에 근육활동을 높여줄 수 있는 충분한 준비운동으로 신체온도를 높여 준다면 사격기록을 향상시킬 수 있을 것이며 이러한 기록 향상이 심리적 안정감을 주어 일관된 사격정지 동작능력을 지속적으로 유지할 수 있는 경기력 향상을 기대할 수 있을 것이다. 하지만 본 연구는 사격장의 안전과 복합적인 실험설계 운영의 역량 미흡으로 충분한 실험이 이루어지지 못하여 일반화하기에 어려움으로 운동역학적 요인을 분석하는 한계를 보였다. 일반성을 뒷받침하기 위해 추후 연구는 충분한 시간확보를 통하여 많은 선수들을 대상으

로 후속 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

Ament, W., Bonga. G. J. & Hof. A. L.(1993). EMG median power frequency in an exhausting exercise. *Jaurnal of Electromyography and Kinesiology, 3*, 214-220.

Era P., Konttinen N., Mehto P., Saarela P., & Lyytinen H.(1996). Postural stability and skilled performance-A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Sport Biomechanics,* 29(3), 301-306.

SENIAM.(2013). Electromyogram (EMG) sensor locations. Retrieved from http://www.seniam.org/.

Jeon, S. T.(1988). *Guide of Shooting Training*. Seoul: Korean Olympic Committee.

Kim, C. K.(2003). *Basic Biomechanics.* Seoul: Daekyung Books.

Kim, I. J.(2014). *A Study on the Effects of Core Muscle Training Exercises on Performance of Female Air Pistol Players*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of HanSeo University of Health Promotion.

Kim, M. G.(2000). *Effect of Aiming of Air Pistol on the Scoring*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kangwon National University.

Kim, S. H.(2007). *The Characteristics of Morphology and Body Composition of Shooters.* Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Korean National University of Physical Education.

Kim, Y. M.(2008). *Comparative Analysis of Kinematic Factors for Air Pistol Shooting Posture*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Education Mokpo National University.

Kim, Y. M., & Kim, K. S.(2008). The Kinematical Analysis between the Skilled and the Unskilled for Air Pistol Shooting Posture. *Korean Journal of Sport Biomechanics,* 19(3), 509-517.

Lee, C. J.(2006). *effects of recovery trials of stretching on physiological fatigue variables during high-intensity weight training*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Industrial Sports Keimyung University.

Lee, J. S.(1998). Biomechanical Analysis of physical motions in air-gun shooting. *Korean Journal of Sport Biomechanics,* 8(2), 219-240.

Lee, K. H.(2012). *A Kinetic Analysis of Shooting Motion in Air Pistol*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Education Univerity of Incheon.

Mirka, G. A., & Marras, W. S.(1993). A Stochastic modeloftrunk muscle coactivation during trunk bending. *spine* 18(11). 1396-1409.

Mononen K., Konttinen N., Viitasalo J., & Era P.(2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports,* 17, 180-185.

Nadler. R. B.(2002). Bladder training biofeedback and pelvic floor myalgia. Urology 60(61). 2-3.

Park, C. K.(1988). *Shooting a Collection of Books*. Seoul: Eulji Publicaiton.

Roh, S. K. & Yuh, N. H.(1986). *Sports Physiology.* Seoul: Bogyeong Publisher.

Soog, D. W.(2010). *The effect of SCATT Shooter Training Systems on the Perfomance of Air Pistol Shooters*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Korean National Sports University.

Seo, H. C.(2007). *Effects of Searching on Scores in Shooting Air pistols*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kong Ju National University.

Uh, C. H.(1999). *The Biomechanical Analysis of Rapid Fire*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kookmin University.

Uh, C. H.,& Lee, G. S.(2000). The biomechanical analysis of rapid fire. *Korean Journal of Sport*

Biomechanics, 9(2), 81-101.

Viitasalo J. T., Era P., Konttinen N., Mononen H., Mononen K., & Norvapalo K.(2001). Effects of 12-week shooting training and mode of feedback on shooting scores among novice shooters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports,* 11, 362-368.

Yoon, Y. J., Kim, J. T., & Lee, J. S.(1998). A interval velocity and GRF analysis of 110m high hurdling. *The Korean Journal of Physical Education,* 37(4), 456-472.