

# 국가대표 클레이 사격선수들의 격발 시 산탄 분진 및 혈중 중금속 수준과 건강 자각도 조사

한국체육대학교 운동생리학과

천홍재 · 남상민 · 조인호

## Study of the Heavy Metals in Fume of Buckshot, Blood Lead Concentration and Self-Rated Health Status of National Clay Shooting Athletes

Hong-Jae Chun, Sang-Min Nam, In-Ho Cho

Department of Exercise Physiology, Korea National Sport University, Seoul, Korea

**Purpose:** This study was conducted to investigate the levels of heavy metals and self-rated health status of the national clay shooting athletes.

**Methods:** Fourteen subjects' blood lead level and index of liver damage (aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, and  $\gamma$ -glutamyl transferase) were measured. Heavy metal content in training environment was measured by collecting the buckshot fume. In addition, subjects completed a questionnaire assessing self-rated health status (Today Health Index).

**Results:** Antimony and lead were detected much more than other heavy metals in the air of the shooting range. The average blood lead level of 14 subjects was significantly higher than the upper limit of normal Korean adults. Blood lead level of male is significantly higher than female and training frequency and the total training time per week were positively correlated to the blood lead level. In the result of survey on self-rated health, the higher the blood lead level, the lower the score of the common subjective physical symptoms. By age, the younger the subjects are, the higher the score of the common subjective symptoms.

**Conclusion:** Although the level of heavy metals in fume of buckshot and blood lead was high, national clay shooting athletes thought that they are healthy.

**Keywords:** Athletes, Health status, Heavy metals, Lead

Received: April 16, 2018 Revised: May 31, 2018

Accepted: June 4, 2018

Correspondence: In-Ho Cho

Department of Exercise Physiology, Korea National Sport University, 1239 Yangjae-daero, Songpa-gu, Seoul 05541, Korea  
Tel: +82-2-410-6899, Fax: +82-2-418-1877

E-mail: judo69@knsu.ac.kr

This article is a part of Hong-Jae Chun's master's dissertation submitted in 2018.

Copyright ©2018 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

운동 환경은 선수들의 수행력을 향상하고 선수 생활을 지속시키는 바탕이 되며, 경기력의 향상에 직접적, 객관적인 영향을 미치는 동시에 선수들의 운동 종목에 대한 애착이나 팀에서의 정서적 태도에도 직접적, 간접적으로 영향을 미친다<sup>1</sup>.

클레이 사격은 총과 실탄을 사용하며 체력과 기술 및 정신력을 총동원하여 표적을 맞추는 스포츠로 결단력, 판단력, 자제력과 민첩성이 요구되는 운동 종목이다. 국제사격연맹(International

Shooting Sport Federation)의 규정상 경기가 야외에서 이루어지며 사수는 격발 시 발생하는 소음, 반동 및 실탄에서 발생하는 화약분진에 의한 직접적인 자극에 지속해서 노출된다<sup>2</sup>. 탄약은 결과의 정확도를 높이기 위하여 바람의 영향을 적게 받고 마찰계수가 작은 순도 99.9%의 고밀도 납(lead, Pb)을 주로 사용한다<sup>3</sup>. 사수는 탄환이 총신과 마찰하거나 뇌관 화합물이 연소하여 공기 중에 발생하는 납 미립자를 흡입하고<sup>2</sup> 동시에 추진체가 불완전하게 연소한 입자, 탄약의 금속 성분, 뇌관에서 비롯된 납, 안티몬(Sb), 바륨(Ba), 등의 금속 입자로 구성된 탄약 잔여물<sup>4,5</sup>이 사수의 손, 의복, 얼굴 및 머리카락에 쌓이게 되어 납에 대한 또 다른 잠재적 노출 경로가 된다<sup>2,5</sup>.

건강에 대한 납의 악영향이 널리 알려지면서, 납의 일상적 사용이 금지되었고 이러한 감소의 영향으로 2005년 미국에서 시행된 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)와 1998년 독일 연방 환경청의 독일 환경 조사 및 1980년대 이래 이탈리아, 스페인, 스웨덴, 일본에서 실시된 연구에서 국가별 인구의 혈중 납 농도는 감소하는 추세였다. 그러나 이러한 노력과는 별도로, 납은 여전히 사격 종목의 선수들이 사용하는 탄약의 필수 성분이다<sup>6</sup>.

선행연구에 의하면 클레이 사격장을 포함한 소총, 권총 사격장 및 군 사격장의 토양이 납으로 심각하게 오염되어 있는 것으로 나타났다<sup>7</sup>. 군 사격장 토양은 납 외에 비소, 구리, 니켈, 안티몬, 아연 등의 중금속으로 오염되어 있으며<sup>8</sup>, 특히 환경부의 2000년도 전국 11개 클레이 사격장의 토양오염실태 조사 결과, 태릉국제종합사격장 등 7곳의 토양 및 사격장 외부 토양과 농업용수가 토양오염대책 기준(300 mg/kg 이하)의 최고 17배를 초과한 납으로 오염되었고 중금속인 구리가 한국 경고 수준(150 mg/kg)의 최대 4배, 카드뮴은 2배 높은 농도를 나타내어<sup>9</sup> 사격장이 토양 및 지하수의 유독성 중금속 오염의 잠재적 원인이 될 수 있다<sup>10</sup>.

클레이 사격 현장에 노출된 국가대표선수들은 중, 고등학생 선수 시절부터 10년 이상, 길게는 20년 이상 사격장 환경에

노출되어 있으며 사격 시간이 증가함에 따라 납에 대한 노출 시간도 함께 증가한다는 연구 결과<sup>2</sup>를 고려할 때, 환경오염과 사격 지도자 및 선수들의 건강문제가 지속해서 제기되어 왔다. 그러나, 중금속에 노출되어 있으나 그 심각성을 인지하지 못한 채 훈련에 매진하고 있는 국가대표 클레이 사격 선수들의 체내 중금속 수준과 건강 자각도에 대한 조사는 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 국가대표 클레이 사격 선수들을 대상으로 혈중 및 사격장 공기 중 중금속 수준과 건강자각도를 측정하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구 대상은 2017년 대한사격연맹에 등록된 국가대표 클레이 사격 선수 남자 9명 및 여자 5명으로 총 14명이었다. 대상자의 일반적 특성은 Table 1, 경력 및 훈련 관련 특성은 Table 2와 같다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 클레이 사격장 환경오염도 분석

시료의 채취는 2017년 8월 22일 오후 2시 30분~3시 30분(기온 28.5°C, 풍향 북북서, 풍속 2.9 m/sec, 습도 27%), J 선수촌 내 야외 클레이 사격장에서 실시되었다. 소형펌프를 이용하여 흡입된 일정량 공기 중 미세입자를 air sampler 말단의 0.8  $\mu$ m

Table 1. Demographic characteristics

Variable	No. (%)
Sex	
Male	9 (64.29)
Female	5 (35.71)
Age (yr)	
20-30	7 (50)
31-40	4 (28.57)
41-50	3 (21.43)

Table 2. Total career duration and training pattern

Variable	No. (%)
Total career duration (yr)	
5-10	2 (14.29)
11-15	7 (50)
16-20	4 (28.57)
21-25	0
26-30	1 (7.14)
Training frequency, per week (times)	
4	1 (7.14)
5	7 (50)
6	6 (42.86)
Training time, per training (hr)	
4-5	4 (28.57)
5-6	4 (28.57)
6-7	4 (28.57)
7-8	2 (14.29)

membrane filter (pore size 0.8  $\mu\text{m}$ , 지름 37 mm; SKC, Pittsburgh, PA, USA)를 통해 채취하는 방법으로 시료를 채취하였으며 사격을 하지 않을 때는 펌프를 중단시키며 총 30분간 채취하였다. 개인 사격 시료의 경우 피험자(double trap 종목)의 신체에 air sampler (LFS-113DC; air flow, 0.78 L/min; Gilian, St. Petersburg, FL, USA)를 부착하였고(Fig. 1), 집단 사격의 경우 single trap 사격장 내 선수 후방 1 m 지점에 대형 sampler (DOA-P704-AC; air flow, 3.0 L/min; GAST, Benton Harbor, MI, USA)를 설치하였다(Fig. 2). 걸러진 산탄 분진 미세입자 중 선행 연구<sup>11</sup>를 바탕으로 7개 중금속 성분(붕소, 크롬, 망간, 주석, 안티몬, 바륨, 납)을 한국품질시험원에 의뢰하여 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS; Elan DRC II [Quadrupole type]; Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 정량화하였다.



Fig. 1. Personal shooting air sampler.



Fig. 2. Group shooting air sampler.

Table 3. Fume component and concentration of clay shooting range

Component	NAAQS	m/z	Personal shooting air sampler*		Group shooting air sampler <sup>†</sup>	
			ICP-MS ( $\mu\text{L/L}$ )	Conc ( $\mu\text{g/m}^3$ )	ICP-MS ( $\mu\text{L/L}$ )	Conc ( $\mu\text{g/m}^3$ )
B	—	11	0.56	0.60	0.43	0.12
C	—	52	17.5	18.7	25.7	7.14
Mn	—	55	1.13	1.21	0.15	0.04
Sn	—	118	2.86	3.06	0.28	0.08
Sb	—	121	360	385	51.2	14.2
Ba	—	138	32.3	34.5	67.7	18.8
Pb	0.15	208	273	292	67.2	18.7

NAAQS: National Ambient Air Quality Standard, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, Conc: concentration.

\*Sample volume, 0.0025 L; air volume, 0.0234  $\text{m}^3$ ; <sup>†</sup>Sample volume, 0.0025 L; air volume, 0.090  $\text{m}^3$ .

### 3) 건강 자각도 측정

피험자들의 건강 자각도는 Todai Health Index (THI) 건강 조사표<sup>12</sup>를 이용하여 다자각 증상, 호흡기, 눈과 피부, 구강과 항문, 소화기, 충동성, 허구성, 정서 불안정, 우울성, 공격성, 신경질, 생활 불규칙 등 총 12개의 항목, 128문항을 조사하였다. 12개의 항목에 대해 각각 약 10개의 질문으로 구성되어 점수가 높을수록 자각 반응이 높고 건강 수준이 나쁘다고 배점되어 항목별 반응점수를 분석 정리하였다.

### 3. 자료 처리

자료처리는 SPSS ver. 18.0 통계프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 기술 통계치(mean±standard deviation)를 산출하고, 집단 간 유의차 검증을 위해 Kruskal Wallis test와 Mann-Whitney U-test를 실시하였으며 Spearman 상관계수를 이용한 분석을 실시하였다. 통계적 검증을 위한 유의도 수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

### 1. 클레이 사격장 환경오염도

산탄 분진의 7가지 중금속 성분을 분석하였을 때, 주성분인 안티몬과 납이 개인 및 집단 사격용 air sampler에서 모두 다른 중금속 성분들보다 높게 검출되었다. 집단 사격용은 개인용보다 air sampler의 위치가 선수들에게서 멀리 위치하여 중금속 농도가 상대적으로 더 낮았다(Table 3).

**Table 4.** Blood lead level difference according to sexuality and training frequency

Variable	Mean±SD	p-value	Post-hoc analysis
Sex		0.042*	—
Male (n=9)	5.1±1.64		
Female (n=5)	3.6±0.77		
Training frequency		0.007*	4,5<6
4 Times (n=1)	2.9±0.0		
5 Times (n=7)	3.64±0.55		
6 Times (n=6)	5.82±1.55		

SD: standard deviation.

\*p<0.05.

### 2. 혈중 납 수준

#### 1) 평균 혈중 납 수준

국가대표 클레이 사격 선수 14명의 혈중 납 수준은 평균  $4.52\pm1.60 \mu\text{g/dL}$ 이었으며 이는 정상인 상한 수준인  $3.27 \mu\text{g/dL}$ 보다 유의성 있게 높았다( $p<0.05$ ). 혈중 납은 인체 내 기능이 밝혀진 바 없고 혈중 농도 증가에 따라 유해성이 증가하므로 하한 수준을  $0 \mu\text{g/dL}$ 로, 상한 수준은 정상인 306명의 97.5 percentile 값인  $3.27 \mu\text{g/dL}$ 로 하였다<sup>13</sup>.

#### 2) 일반적 특성 및 훈련 패턴에 따른 혈중 납 수준 비교

국가대표 클레이 사격 선수의 성별에 따라 9명 남자 선수와 5명 여자 선수 두 집단 간 혈중 납 수준이 통계적으로 유의한 차이(Mann-Whitney U, 7.50;  $p=0.042$ )가 있었으며, 남자 선수가 여자 선수보다 높게 나타났다(Table 4). 한편, 주당 훈련 횟수에 따라 혈중 납 수준의 유의한 차이(Kruskal-Wallis  $\chi^2$ , 10.05;  $p=0.007$ )를 보여 1주일에 6회 훈련하는 집단이 4회 훈련하는 집단과 5회 훈련하는 집단보다 높게 나타났다(Table 4). 또한, 주당 총 훈련 시간(훈련 횟수×훈련시간)과 혈중 납 수준의 상관관계는 0.793으로서  $\alpha=0.001$  수준에서 유의적인 양의 상관관계를 나타내어 주당 총 훈련 시간이 증가할수록 혈중 납 수준이 증가하는 것으로 나타났다.

#### 3) 혈중 간세포 손상 수준

국가대표 클레이 사격 선수의 혈중 간세포 손상 지수 AST,

**Table 5.** AST, ALT and  $\gamma$ -GT differences according to sexuality

Variable	Mean±SD	p-value
AST		0.112
Male (n=9)	27.44±10.43	
Female (n=5)	21.60±1.36	
ALT		0.012*
Male (n=9)	33.78±28.82	
Female (n=5)	14.00±4.61	
$\gamma$ -GT		0.001*
Male (n=9)	38.00±18.35	
Female (n=5)	17.60±18.91	

AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase,  $\gamma$ -GT:  $\gamma$ -glutamyl transferase, SD: standard deviation.

\*p<0.05.



ALT 및  $\gamma$ -GT는 모두 정상 범위 안에 속하였다. 그러나, 성별에 따라 두 집단 간 혈중 ALT 수준 및  $\gamma$ -GT 수준이 유의한 차이가 있어서(ALT: Mann-Whitney U, 4.00;  $p=0.013$ ;  $\gamma$ -GT: Mann-Whitney U, 0.00;  $p=0.003$ ), 모두 남자 선수가 여자 선수보다 높게 나타났다(Table 5). 또한, 국가대표 클레이 사격 선수의 총 사격경력과 ALT 수준의 Spearman 상관관계는 0.612로서  $\alpha=0.05$  수준에서 유의적인 양의 상관관계를 보여 총 사격경력이 길수록 ALT 수준이 높은 것으로 나타났다.

### 3. 건강 자각도 측정

#### 1) 혈중 납 수준에 따른 건강자각도

국가대표 클레이 사격 선수의 혈중 납 수준과 건강 자각도 측정 항목의 상관관계는 다자각 증상과 혈중 납 수준 간 유의성이 있었다( $\alpha=0.05$ ). 따라서 혈중 납 수준이 높을수록 다자각 증상을 낮게 인식하는 것으로 나타났다(Table 6).

#### 2) 총 사격경력에 따른 건강자각도

국가대표 클레이 사격선수의 총 사격경력과 건강자각도 측정 항목의 상관관계를 분석한 결과 허구성(Lie scale) 항목이  $\alpha=0.01$  수준에서 양의 유의성을 나타내어 총 사격경력이 길수록 허구성을 높게 인식하는 것으로 나타났다(Table 6).

#### 3) 연령에 따른 건강 자각도

국가대표 클레이 사격 선수의 연령에 따른 건강 자각도

측정 항목의 상관관계를 분석한 결과 다자각 증상, 입과 항문, 정서불안성 및 우울증 항목이 연령과 유의성을 나타내어 연령이 증가할수록 각 항목을 낮게 인식하였다. 반면 허구성(Lie scale)과 폭력성 항목은 양의 유의성을 보여 연령이 증가할수록 높게 인식하는 것으로 나타났다(Table 6).

## 고 찰

이 연구에서 주요한 결과로는 산탄에서 발생되는 분진 중 안티몬과 납이 개인 사격용 및 집단 사격용 air sampler 에서 모두 높게 검출되었으며, 클레이 사격 선수들의 혈중 납 수준은 평균  $4.52 \pm 1.60 \mu\text{g/dL}$ 로 정상인 상한 범위보다 유의성 있게 높았다는 것이다. 특히 개인 사격용 air sampler에 흡착된 공기 중 납의 함량( $292 \mu\text{g/m}^3$ )은 ‘납과 그 무기화합물 노출 근로자의 건강관리지침’<sup>14</sup>에서 규정한 공기 중 노출 기준( $50 \mu\text{g/m}^3$ )의 6배에 해당하였다.

납은 반감기가 매우 긴 원소로 인체 내 흡수력이 크고 납의 노출은 인체 기관에 급성 및 만성 부작용을 유발한다. 주요 임상적 징후로는 헤모글로빈 생성과 적혈구의 생존을 감소시켜 빈혈을 유발하고 만성적으로는 영구적인 콩팥 기능 악화와 가임기 여성의 출산을 저하를 일으킬 수 있다<sup>15,16</sup>. 그 외, 중추신경계 질환을 초래하여 지적장애, 의식 감소, 혼수상태 및 사망에까지 이를 수 있으며<sup>17</sup> 명백한 증상이 없는 낮은 노출 수준(약  $3 \mu\text{g/dL}$ )에서도 인체에 악영향을 미쳐<sup>2</sup>, 안전성에 대한 혈중 납 농도 임계치는 존재하지 않는 것으로 나타났다<sup>18</sup>.

**Table 6.** Interrelationship between blood lead conc ( $\mu\text{g/dL}$ ) and THI, total career duration (year) and THI, and age (year) and THI

Category	Blood lead conc and THI		Total career duration and THI		Age and THI	
	Correlation coefficient	p-value	Correlation coefficient	p-value	Correlation coefficient	p-value
Multiple subjective symptoms	-0.536*	0.048	-0.323	0.241	-0.651 <sup>†</sup>	0.009
Respiratory	-0.487	0.077	-0.271	0.329	-0.360	0.187
Eyes and skin	-0.190	0.515	-0.129	0.647	-0.281	0.310
Mouth and anus	-0.349	0.222	-0.443	0.098	-0.543*	0.036
Digestive	-0.398	0.158	-0.127	0.651	-0.132	0.640
Impulsiveness	0.104	0.723	-0.227	0.416	-0.385	0.156
Lie scale	0.316	0.271	0.770 <sup>†</sup>	0.001	0.806 <sup>†</sup>	0.000
Mental irritability	-0.381	0.179	-0.315	0.253	-0.579*	0.024
Depression	-0.430	0.125	-0.137	0.627	-0.562*	0.029
Aggressiveness	0.346	0.225	0.389	0.152	0.607*	0.016
Nervousness	0.398	0.158	0.112	0.692	0.070	0.805
Irregular life	-0.439	0.117	-0.228	0.414	-0.410	0.129

Conc: concentration, THI: Today Health Index.  
\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .

한편 납과 혼합하면 강도가 증가하는 안티몬은 낮은 온도에서 기화(vaporization)하는 성질을 지녀 주로 폐나 위장관으로 흡수된다. 안티몬 중독 증상은 비소 중독과 유사하여 낮은 농도에서는 두통과 어지러움, 우울증 등이 나타나고 고용량에서는 잦은 구토와 함께 수일 내 사망에 이르게 된다<sup>19</sup>. 또한 생식독성으로 기형을 유발하고 조산, 자연유산 및 소아의 성장 지연의 원인이 되고 있으며 일부 화합물은 극소량으로도 사망할 만큼 유독하다<sup>19</sup>.

특히 사격 시 산탄 분진 입자가 근거리 목표만이 아닌 사수의 손, 의복 및 얼굴에 축적<sup>20</sup>되며 사격 후 최대 9일까지 사수의 손에서 바륨의 흔적이 발견되었고<sup>21</sup> 초기 산탄 분진 입자의 축적이 총구로부터의 거리에 의존한다는 연구 결과<sup>5</sup>를 고려할 때, 사격 훈련 중과 이후의 청결 및 위생 습관에 따라 인체 내에 유해 중금속이 축적되는 정도가 차이가 날 것으로 생각한다.

이 연구에서 남녀 국가대표 클레이 사격 선수들의 성별 혈중 납 수준의 차이는 남자선수가 여자선수에 비해 통계적으로 유의한 수준에서 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이러한 연구결과는 실내 공기권총 사격선수들을 대상으로 한 연구에서 선수경력 기간(5년 이상 vs. 5년 미만)과는 무관하게 남자 사격선수들의 혈중 납수준이 여자 사격선수들의 혈중 납 수준에 비해 유의하게 높게 나타났다는 선행 연구<sup>17</sup>와 일치한 결과로 볼 수 있다.

또한 이 연구에서는 주당 훈련횟수와 훈련시간이 높을수록 혈중 납수준이 유의하게 높게 나타나 사격동호인 및 전문 사격인을 대상으로 한 연구에서 사격훈련시간이 길어질수록 혈중 납 수준은 유의하게 높았다는 Gelberg와 Depersis<sup>2</sup>의 연구결과와 일치한다. 그러나, 혈중 납은 95%~97%가 높은 친화력으로 적혈구와 결합하여 심한 중독 상태에도 혈장내 농도는 상승하지 않으며<sup>22</sup> 신장을 통해 매우 느리게 배설된다. 따라서 납에 대한 만성적인 노출을 나타내는 지표는 빠르게 납을 흡수하는 뼈와 뇌실질에 침착된 납으로, 최근의 급성 노출을 나타내는 연조직과 혈중 농도<sup>23,24</sup>가 인체 내의 전체 납 수준을 대표한다고 볼 수 없다는 한계가 있다.

이 연구에서는 혈중 간세포 손상 지수인 AST, ALT 및  $\gamma$ -GT가 모두 정상 범위 안에 속하였으나 남자 선수가 여자 선수보다 ALT와  $\gamma$ -GT 수준이 높았고 총 사격경력이 길수록 ALT 수준이 높게 나타났다. ALT는 AST보다 간 손상에 더 특이적이며 장기간의 체내 납, 망간, 카드뮴 성분이 상호작용으로 ALT를 상승<sup>25</sup>시킨다. 그러나 ALT와 AST는 체질량지수와 비례하여 증가하고 남성에서 여성보다 높으며 특히  $\gamma$ -GT는 중금속 외에 음주, 비만 등에 민감<sup>26</sup>하므로 이 연구의 피험자들을

대상으로 음주 및 비만 여부에 대한 추가적인 관련 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편 건강 자각도 측정의 주요한 결과는 신체가 구석구석 아프고 머리가 무겁다 등 일정치 않은 전반적인 불편함을 나타내는 다자각 증상이 혈중 납 수준과 유의한 음의 상관관계를 나타냈다. 이렇듯 국가대표 클레이 사격 선수들 대부분의 혈중 납 수준이 일반인 상한 수준을 넘는데도 전반적인 신체 건강상태를 양호한 것으로 인식하고 있으며 오히려 혈중 납 수준이 높아질수록 다자각 증상을 낮게 인식하고 있었다.

한편 연령에 따라서는 연령이 증가할수록 총 사격경력이 길었음에도 불구하고 다자각 증상을 유의하게 낮게, 허구성과 폭력성을 높게 인식하였다. 연령이 감소할수록 구강과 항문의 건강 수준을 낮게 인식하였고 작은 일에도 신경을 쓰고 기분에 좌우되며 주위사람을 의식하고 정신적인 피곤을 느끼는 정서 불안정 및 우울증을 높게 인식하였다. 이는 15년 이상 근무자가 허구성 항목에서 가장 높은 증상 호소율을 보였다는 Jeong<sup>27</sup>의 연구결과와 동일하였고 작업 환경상 금속 분진을 흡입하게 되는 치과 기공사가 1년 미만 경력자를 제외하고 경력이 증가할수록 건강지수 총점이 높아졌다는 Lee<sup>28</sup>의 연구결과와 일치하였다.

이러한 결과를 토대로 봤을 때 이 연구에 참여한 국가대표 클레이 사격 선수들이 높은 혈중 납 수준에도 불구하고 자각증상이 없으며 선수촌에서 규칙적인 생활과 훈련 및 영양섭취를 통해 본인들이 매우 건강하다고 인식하고 있는 것으로 생각한다. 그러나 Gelberg와 Depersis<sup>2</sup>는 확실한 증상이 없더라도 높은 혈중 납 수준이 건강에 악영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.

요약하면, 국가대표 클레이 사격 선수들의 체내 납 수준은 전반적으로 정상 범위보다 높은 수준에 있으며, 세부적으로는 성별 및 훈련 시간과 횟수에 따라 혈중 납 수준 및 간 손상지표에 차이를 보이는 것으로 나타났다. 더불어 국가대표 클레이 사격 선수들의 건강 자각도를 측정한 결과 실제 혈중 납 수준과는 반대로 사격 경력이 긴 피험자일수록 본인은 더 건강하다고 인식하고 있는 것을 확인하였다.

따라서, 사격 종목 선수들의 경기력 향상을 위한 사격장 환경의 개선 및 건강 관리를 위해 추후 전체 사격 종목 선수들을 대상으로 더욱 체계적이고 정밀한 생리학적, 의학적 검사를 할 필요가 있을 것으로 생각된다. 특히 저농도의 납중독 증상인 신경계 독성 또는 혈액학적 이상 여부에 대한 추후 연구가 있어야 할 것이다. 이러한 건강과 관련된 실질적인 검사와 더불어 혈중 납의 농도를 정상화 시키는데 상당한 효과가 있다고 보고된 경구용 D-Penicillamine<sup>29</sup> 등 안전하게 혈중 납을

킬레이트화(chelation)시켜 배출시키는 약물의 개발이 시급하다. 또한 사격 현장에서는 납 대신 친환경적인 구리로 대체시킨 총알을 도입하여 사용할 필요가 있으며 종목 특성에 따른 중금속의 노출에 대한 예방 및 관리에 대한 교육이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

1. Park SJ. Analysis of the factors influencing national shooting athletes' performance [dissertation]. Seoul: Sejong University; 2007.
2. Gelberg KH, Depersis R. Lead exposure among target shooters. *Arch Environ Occup Health* 2009;64:115-20.
3. Cho IH, Lee DJ, Jang GS. Evaluation of cognition and perceived health exposed indoor shooting range in pistol players. *Sport Sci* 2017;34:9-15.
4. Wolten GM, Nesbitt RS. On the mechanism of gunshot residue particle formation. *J Forensic Sci* 1980;25:533-45.
5. Brozek-Mucha Z. Chemical and morphological study of gunshot residue persisting on the shooter by means of scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectrometry. *Microsc Microanal* 2011;17:972-82.
6. Demmeler M, Nowak D, Schierl R. High blood lead levels in recreational indoor-shooters. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:539-42.
7. Park S, Bae B, Kim M, Chang Y. Distribution and behavior of mixed contaminants, explosives and heavy metals, at a small scale military shooting range. *J Korean Soc Water Qual* 2008;24:523-32.
8. Cao X, Ma LQ, Chen M, Hardison DW, Harris WG. Lead transformation and distribution in the soils of shooting ranges in Florida, USA. *Sci Total Environ* 2003;307:179-89.
9. Islam MN, Nguyen XP, Jung HY, Park JH. Chemical speciation and quantitative evaluation of heavy metal pollution hazards in two army shooting range backstop soils. *Bull Environ Contam Toxicol* 2016;96:179-85.
10. Sanderson P, Naidu R, Bolan N. Ecotoxicity of chemically stabilized metal(loid)s in shooting range soils. *Ecotoxicol Environ Saf* 2014;100:201-8.
11. Lach K, Steer B, Gorbunov B, Micka V, Muir RB. Evaluation of exposure to airborne heavy metals at gun shooting ranges. *Ann Occup Hyg* 2015;59:307-23.
12. Jung WG, Im IS, Seo JG. A study of indoor air pollution for ssireum stadia and physical symptoms of which players is conscious. *Korean J Phys Educ* 1999;38:603-16.
13. Green Cross Laboratories. Pb reference range, cut-off verification data. Yongin: Green Cross Laboratories; 2016.
14. Korea Occupational Safety and Health Agency. Health care guidelines for workers who exposed to lead and its compounds. Ulsan: Korea Occupational Safety and Health Agency; 2013.
15. Martin D, Glass TA, Bandeen-Roche K, Todd AC, Shi W, Schwartz BS. Association of blood lead and tibia lead with blood pressure and hypertension in a community sample of older adults. *Am J Epidemiol* 2006;163:467-78.
16. Hu H, Shih R, Rothenberg S, Schwartz BS. The epidemiology of lead toxicity in adults: measuring dose and consideration of other methodologic issues. *Environ Health Perspect* 2007;115:455-62.
17. Lee KH. A study of Pb level in candidate shooters. *J Sport Leis Stud* 2001;16:621-28.
18. Gilbert SG, Weiss B. A rationale for lowering the blood lead action level from 10 to 2 microg/dL. *Neurotoxicology* 2006; 27:693-701.
19. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation. Toxicity information. Cheongju: National Institute of Food and Drug Safety Evaluation; 2008.
20. Miyauchi H, Kumihashi M, Shibayama T. The contribution of trace elements from smokeless powder to post firing residues. *J Forensic Sci* 1998;43:90-6.
21. Rosenberg MB, Dockery CR. Determining the lifetime of detectable amounts of gunshot residue on the hands of a shooter using laser-induced breakdown spectroscopy. *Appl Spectrosc* 2008;62:1238-41.
22. Albahary C. Lead and hemopoiesis: the mechanism and consequences of the erythropathy of occupational lead poisoning. *Am J Med* 1972;52:367-78.
23. Scheuhammer AM. The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review. *Environ Pollut* 1987;46:263-95.
24. Burger J, Reilly SM, Gochfeld M. Comparison of lead levels in bone, feathers, and liver of herring gull chicks (*Larus argentatus*). *Pharmacol Biochem Behav* 1992;41:289-93.
25. Markiewicz-Gorka I, Januszevska L, Michalak A, et al. Effects of chronic exposure to lead, cadmium, and manganese mixtures on oxidative stress in rat liver and heart. *Arch Hig Rada Toksikol* 2015;66:51-62.
26. Seo JY, Kim JR, Yoo BW. Interpretation of liver function

- test. Korean J Fam Pract 2012;2:207-13.
27. Jeong YJ. Assessment of health status by Todai Health Index of medical technologist in Incheon [dissertation]. Seoul: Gachon University; 2007.
28. Lee HE. A study on the determinants of quality of life of the dental technician [dissertation]. Daejeon: Chungnam National University; 2013.
29. Sisombath NS, Jalilehvand F, Schell AC, Wu Q. Lead(II) binding to the chelating agent D-penicillamine in aqueous solution. Inorg Chem 2014;53:12459-68.