

## 창 던지기 릴리즈 동작 시 운동역학적 변인과 기록 간의 상관관계 분석

## Correlation analysis between kinetic variables and records in release of Javelin

박재명(한국체육대학교 교수) · 양진주(중앙보호병원 연구원) · 이영선(한국체육대학교 교수) · 김지현(고려대학교 석사과정) · 박종철\*(부경대학교 교수)

Jae Myoung Park Korea National Sport University · Jin Joo Yang VHS Medical Center · Young Sun Lee Korea National Sport University ·

Ji Hyeon Kim Korea University · Jong Chul Park\* Pukyong National University

## 요약

본 연구는 창던지기 선수들의 릴리즈 동작의 남녀 차이를 비교분석하고 기록과 주요 근육의 상관관계분석을 통해, 과학적이고 정량적인 자료를 제공하고, 릴리즈 동작에서의 기술 향상을 도모하는데 그 목적이 있다. 연구대상은 서울소재의 K대학교에 재학 중인 창 던지기 선수 6명(남 : 나이  $22.3 \pm 1.2$  years, 신장:  $179.3 \pm 5.0$  cm, 체중:  $90.3 \pm 5.6$  kg, 여 : 나이  $22.0 \pm 0.8$  years, 신장:  $171.3 \pm 4.5$  cm, 체중:  $71.0 \pm 2.9$  kg)을 선정하였으며, 릴리즈 동작시 무릎관절의 각도와 근 활성도를 측정하기 위하여 3회의 창던지기 동작을 실시하였다. 이때, 무릎관절 각도와 근 활성도를 측정하기 위하여 초고속 카메라 1 대와 EMG system 5채널을 이용하여 자료를 취득하였으며, 얻어진 데이터는 통계프로그램을 통하여 독립표본 t-검정과 상관관계를 분석하였다. 연구 결과, 성별에 따른 기록에서는 차이가 나타났으나( $p < .05$ ), 최대 무릎 굴곡각도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p > .05$ ). 기록과 근 활성도의 상관을 분석한 결과, 릴리즈 구간에서의 평균 근 활성도가 어깨세모근과 큰가슴근이 정적 상관을 나타냈으며( $p < .05$ ), 최대 근 활성도에서는 큰가슴근이 정적 상관을 나타냈다( $p < .05$ ). 하지만 최대 무릎 굴곡각도와 근 활성도는 상관관계가 나타나지 않았다. 본 연구의 이러한 결과는 상체 근육과 기록의 관계를 확인할 수 있었으며, 엘리트 선수들의 효과적인 상체사용에 대한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

## Abstract

The purpose of this study is to compare and analyze gender differences in release of javelin throwers, release data through records and correlation analysis of major muscles, and improve their skills. Six javelin athletes (male:  $22.3 \pm 1.2$  years, height:  $179.3 \pm 5.0$  cm, weight:  $90.3 \pm 5.6$  kg, female:  $22.0 \pm 0.8$  years, height:  $171.3 \pm 4.5$  cm, weight:  $71.0 \pm 2.9$  kg) were selected. In order to measure maximum knee joint flexion angle and muscle activity, the data were obtained using a high-speed camera and channel 5 of EMG system, and the obtained data were analyzed for independent t-test and correlation through a statistical program. As a result of the study, there was a difference in gender records ( $p < .05$ ), but there was no significant difference in maximum knee flexion angle ( $p > .05$ ). Analysis of the correlation between records and muscle activity showed that the AD, PM average muscle activity in the release and PM maximum muscle activity shows positive correlation( $p < .05$ ). However, the maximum knee flexion angle and muscle activity were not correlated( $p > .05$ ). These results from this study can confirm the relationship between upper body muscles and records and can provide information on the effective upper body use of elite athletes.

Key words : Javelin, release, records, kinetic, muscle activation, correlation

\* jcpark@pknu.ac.kr

## I. 서론

육상경기는 크게 트랙경기와 필드경기로 나누어진다. 트랙종목은 특정한 거리를 통과하는 시간기록으로 경기의 승패가 결정되는 반면에 도약, 투척경기로 구분되는 필드종목은 거리 기록으로 경기 승패가 결정되며, 이 중 도약은 신체가 멀리, 혹은 높이 위치한 거리기록으로 승패를 결정하며, 투척종목은 창, 포환, 원반, 해머 등의 도구가 날아간 거리로 승패를 결정하게 된다. 투척 경기는 모든 선수가 투척을 3회 실시하고 그 결과 가장 멀리 물체를 던진 8명이 결승에 진출하게 되며 이후 결승에서는 8명의 선수가 다시 투척을 3회 실시하여 먼 거리를 던진 선수별로 높은 등수를 차지하게 된다. 투척경기에서는 모든 선수가 번갈아 가며 1회씩 창, 원반, 해머, 포환을 던지기 때문에 장시간 경기를 진행하게 된다(이명선, & 이문숙, 2010).

신장이나 팔길이와 같은 체격 조건 및 체력적인 부분도 중요한 요인으로 작용하는데, 국내 선수들의 경우 이런 부분에서 서양인에 대해 비교적 열악한 조건을 가지고 있어서 세계적인 기록을 내는 데 한계를 갖게 되지만(오정환, 최수남, 신의수, & 배재희, 2014), 원반던지기나 투포환 던지기와는 다르게, 창던지기는 직선의 도움닫기 구간(approach)이 있기 때문에 선수들의 키와 몸무게 등의 영향을 적게 받으며, 도움닫기 구간의 속도를 통하여 많은 양의 힘을 발생시켜 경기기록을 향상시킬 수 있다. 이 때문에 속도가 중요한 역할을 한다. 경기기록과 관련한 중요한 체력요인은 순발력, 평형성, 유연성 등이 있으며, 그중 순발력이 가장 중요한 경기력 요인이다. 순간적인 힘을 내기 위해서는 근력, 근지구력을 사용한 근기능성이 중요하며(박수연, 1998), 특히 하체의 근기능은 신체 파워존의 구성요소로서 강한 힘을 발휘하는데 사용된다(O'shea, 1993). 즉 던지기에서는 하지의 근수축에 의한 힘이 관절을 축으로 삼아 움직이는 동작을 통해 가속도가 발생한다(김현태, 2001). 또한 릴리즈 구간에서 동작이 빠르게 진행되기 때문에 힘과 관련한 생체역학적 측면 뿐만 아니라 타이밍과 같은 협응과 근신경학적인 측면도 고려되어야 한다(Young, 2007). 그렇기 때문에 근육의 힘뿐만 아니라 던지기 수행 시의 신경학적 협응을 높이는 기술이 필요하다. 이는 타이밍을 맞추는 것과 같은 신경학적 요인들을 활용한 기술을 의미한다(이정훈, 박정민, 이기수, 윤장근, & 이명선, 2019).

또한 던지기 동작은 원위 분절에서 근위 분절로의 가속을 통하여 최대의 운동 효과를 얻어야 하므로 릴리즈 시 하지의 동작이 상지를 거쳐 창, 원반 등의 물체에 전달되는 것이 중요하다. 전달된 가속을 통하여 릴리즈 동작에서 속도, 높이, 각도 등이 나타나게 되기 때문에 경기기록에 영향을 미치게 되며, 이에 투사체에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 학자들의 관심이 집중되고 있다(이종훈, 2002). 창던지기 기록에 영향을 미치는 동작은 착지 단계에서의 지지발 착지와 던지기 구간에서의 릴리즈 동작이다. 특히 릴리즈 시점에서의 창의 투사각, 투사속도, 높이가 기록에 가장 큰 영향(Komi & Mero, 1985; Bartlett & Best, 1988; 박재명, & 윤석훈, 2010)을 미치며 투사속도는 경기력에 직접적인 영향

을 미치는 것으로 보고되었다(Morriss, Bartlett, & Fowler, 1997). 투사속도를 높이는 방법으로는 도움닫기와 크로스오버스텝에서 발생한 에너지를 창으로 효율적으로 전달하는 것(Best, Bartlett, & Morriss, 1993)과 함께 지지발 착지 시 일관성 있는 동작을 통하여 허리에서 발생한 토크 운동량을 창에 전달하는 것이 있다. 이 과정에서 지지발 착지 시 무릎각을 최대한 신전하면 착지 과정에서 발생하는 충격량을 운동에너지로 변환해 창에 전달할 수 있기 때문에(Komi, & Mero, 1985) 기록에 긍정적인 영향을 미치게 된다고 할 수 있다. 이와 관련하여 선행연구에서도 남녀 선수에게 상관성이 있다고 나타난 변인으로 릴리즈 속도와 최대 무릎굴곡각이 보고되어(Krzyszowski & Kipp, 2021; 박재명, 양진주, & 박종철, 2021), 성별과 무관하게 무릎각도의 중요성을 시사한다. 또한 릴리즈 시 시상면의 무릎 각도는 선수들의 숙련도에 따른 기술 차이를 확인하는 방법으로 알려져 있다.

기존연구에서는 주로 운동학적인 차이를 통하여 경기력요인을 평가하였다. 앞선 연구결과에 따라 근 기능성의 중요도에 따라 근 활성도와 경기기록과의 관계를 확인하는 것도 중요할 것으로 생각된다. 박재명(2012)에서는 창던지기 선수들의 착지 및 릴리즈 구간에서 앞어깨세모근, 뒤어깨세모근, 자측손목굽힘근, 넙다리두갈래근, 외측넓은근이 100%에 가까운 근육 활동량을 보였지만, 큰가슴근, 척추세움근, 반힘줄모양근에서는 앞선 근육에 비하여 적은 근육 활동량을 나타냈으며, 이를 통해 국내선수들의 특징에 대해 설명한 바 있다. 이에 따라 창 던지기에 대한 연구 진행 시 운동학적인 연구뿐만 아니라 근 활성도 등 운동역학적 분석도 함께 이루어져야 한다. 본 연구에서는 성별에 따른 운동역학적 요인을 평가하고, 기록과 운동역학적 요인의 분석, 운동학적인 변인(최대 무릎굴곡각도)과 운동역학적 요인의 상관관계를 확인하였다. 경기기록과 최대무릎굴곡각도, 상하지 근활성도를 확인하기 위하여 K대학에 재학중인 남자 3명, 여자 3명의 선수들의 창던지기 동작에 대한 데이터를 수집하고 그 중 16개의 데이터를 이용하여 선수들의 최대무릎각도, 주요근육부위의 근 활성도와 기록과의 관계를 확인하였다. 이를 통해 남녀 엘리트 선수들의 경기력에 관련한 운동학·운동역학적 변인들의 특성을 확인하고, 나아가 선수들의 기록 향상에 도움을 줄 수 있도록 기여하는데에 본 연구의 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 창던지기 선수 6명(남: 나이  $22.3 \pm 1.2$  years, 신장:  $179.3 \pm 5.0$  cm, 체중:  $90.3 \pm 5.6$  kg; 여: 나이  $22.0 \pm 0.8$  years, 신장:  $171.3 \pm 4.5$  cm, 체중:  $71.0 \pm 2.9$  kg)이다. 선수별로 각 3회씩 창 던지기(총 18개의 시도)를 수행하였고 이 중에서 16개의 시도(남 8, 여 8)를 분석하였다.

실험 전 모든 연구대상자에게 실험내용과 절차에 대한 설명을 충분히 제공하였으며, 자발적 동의를 받았다. 또한 실험 전반에 걸

쳐 COVID-19에 대비한 국가 방역지침을 충실히 이행하였으며, 실험 중 피험자가 실험 거부 의사를 표현하는 경우 즉시 실험을 중지하고 연구에서 배제하는 것으로 규정하였으나 그런 사례는 없었다.

표 1. 대상자 창던지기 시도별 기록 (unit : m)

	1st	2nd	3th	record
S1	57.90	57.73	56.60	57.90
S2	53.66	57.25	60.74 (x)	60.74
S3	58.30	57.60	60.70	60.70
S4	35.00	38.50	38.70	38.70
S5	40.05	42.10	40.53	42.10
S6	37.10 (x)	37.80	36.10	37.80

## 2. 연구절차

선수들의 창던지기 수행 과정에서 근 활성화 측정 및 2차원 동작분석을 위해 EMG Noraxon Ultium system(제품)과 고속촬영 비디오카메라(Sony NEX-FS700k, Japan, 60 frames/sec)를 사용하였다.

### 1) 주요 시점 및 구간설정

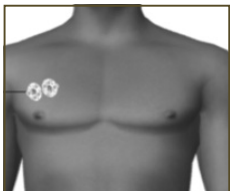
이 연구의 분석을 위하여 3개의 이벤트를 설정하였는데 E1은 창을 던지기 전 지지하는 왼발의 착지 시점 (LD: left foot in delivery), E2는 무릎 각도의 최대 굴곡 시점, E3는 창을 던진 후 동작이 끝난 시점 (FT: Follow Through) 이다.

## 3. 자료분석

무릎 최대 굴곡 각도는 Kinovea software(open-source software)를 사용하여 E1과 E3사이에서 무릎이 최대로 굴곡되었을 때의 각도로 계산하였으며, EMG 자료는 EMG module을 통해 전기적 신호이므로 MyoResearch 3.14 프로그램을 이용하여 데이터 내에 포함된 노이즈를 제거하기 위하여 20~500Hz Band-pass를 이용하여 필터링 하였고, 음의 값을 양의 값으로 처리하기 위해 정류(Rectification)하였다. 각 근육에 따른 차이를 비교하기 위하여 최대 수의적 근육 수축(Maximum Voluntary Isometric Contraction, MVIC)을 실시하여 각 동작에서의 근육 활성도를 %MVIC로 계산하여 데이터를 취득하였다.



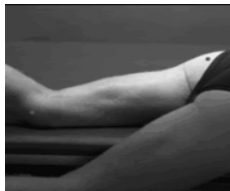
Anterior Deltoid  
[AD]



Pectoralis Major  
[PM]



Vastus Lateralis Oblique  
[LO]



Semitendinosus  
[ST]



Biceps Femoris  
[BF]

그림 1 근전도센서 부착위치

## 4. 통계처리

본 연구의 목적은 남·여 선수들의 창던지기 전 왼발 착지시점부터 창을 던진 후까지의 동작에서 운동학 및 운동역학적 패턴을 확인하고 이것이 기록에 미치는 영향을 확인 하는데 있었다. 성별에 따른 운동학적·운동역학적 요인의 차이를 확인하기 위하여 SPSS 25.0 통계 프로그램(IBM, USA)의 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 사용하였고 변인과 기록의 관계를 규명하기 위해 피어슨의 적률상관계수(Pearson' s correlation coefficient)를 이용하여 상관분석을 실시하였다. 유의 수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

## III. 연구결과

본 연구는 선수의 창던지기 기록에 따른 운동학 및 운동역학적 요인들의 변화를 알아보고자 했다. 연구의 목적을 원활히 수행하기 위하여 성별에 따라 변인을 비교하였고, 창던지기 기록과 최대 무릎 굴곡각도와 주요 근육의 근활성도의 사이의 상관관계를 확인하였다.

### 1. 기록 및 운동학적 요인

남녀 차이를 확인하기 위하여 독립표본 t-검정으로 분석한 결과, 남자의 경우  $57.46\pm1.95\text{m}$ , 여자의 경우  $38.59\pm2.32\text{m}$ 를 기록하였으며, 남자 기록이 높게 나타났다(표2,  $p<.05$ ).

표 2. 남녀 기록 통계분석 (unit : m)

Variables	Gender	Descriptive statistics		t-test	
		Mean	SD	t	p
record	Male	57.46	1.95	17.561	.000*
	Female	38.59	2.32		

\* indicates significant difference

성별에 따라 창던지기 전 왼발 착지시점(E1)부터 창을 던진 후인 팔로우스루(E3)시점까지의 시상면 최대 무릎 굴곡 각도 값을 산출한 결과, 남자의 최대 무릎 굴곡 각도는  $147.31\pm9.37^\circ$ , 여자의 최대 무릎 굴곡 각도는  $144.25\pm5.70^\circ$ 로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(표3,  $p>.05$ ).

표 3. 남녀 최대무릎각도 통계분석 (unit : degree)

Variables	Gender	Descriptive statistics		t-test	
		Mean	SD	t	p
Maximum knee flexion angle	Male	147.31	9.37	.787	.444
	Female	144.25	5.75		

## 2. 남녀선수들의 운동역학적 요인 차이분석

본 연구에서는 왼발 착지시점부터 팔로우스루시점까지의 앞어깨세모근(Anterior Deltoid [AD]), 큰가슴근(Pectoralis Major [PM]), 빗안쪽넓은근(Vastus Lateralis Oblique [VLO]), 반힘줄모양근(Semitendinosus [ST]), 넙다리두갈래근(Biceps Femoris [BF])의 근 활성도를 측정하였다.

릴리즈 동작의 평균 근 활성도를 독립표본 t검정을 통하여 확인한 결과 앞어깨세모근(%MVIC)은 남성이 여성의 근 활성도에 비하여 18%이상 높게 나타났으며(표4,  $p<.05$ ), 큰가슴근은 남성은 95%, 여성의 경우 8%로 큰 차이가 나타났다(표4,  $p<.05$ ). 그 외의 근육인 빗안쪽넓은근, 반힘줄모양근, 넙다리두갈래근은 유의한 차이가 나타나지 않았다(표4,  $p>.05$ ).

표 4. 남녀 최대 근 활성화도 통계분석 (unit : %MVC)

Variables	Gender	Descriptive statistics		t-test	
		Mean	SD	t	p
AD	Male	1412.88	814.47	1.262	.228
	Female	938.75	682.31		
PM	Male	2714.62	1624.94	4.135	.004*
	Female	324.05	183.85		
VLO	Male	1264.83	1684.76	1.706	.130
	Female	234.64	281.08		
ST	Male	502.25	132.40	-.480	.639
	Female	565.63	349.02		
BF	Male	1645.63	2049.53	1.728	.127
	Female	390.00	155.29		

\* indicates significant difference

AD: anterior deltoid, PM: pectoralis major, VLO: vastus lateralis oblique, ST: semitendinosus, BF: biceps femoris, SD: standard deviation

릴리즈 동작의 최대 근 활성도를 독립표본 t검정을 통하여 확인한 결과 큰가슴근은 남성의 경우 여성의 근 활성도에 비하여 크게 나타났다(표5,  $p<.05$ ), 앞어깨세모근, 빗안쪽넓은근, 반힘줄모양근, 넙다리두갈래근의 근 활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다(표5,  $p>.05$ ).

표 5. 남녀 최대 근 활성화도 통계분석 (unit : %MVC)

Variables	Gender	Descriptive statistics		t-test	
		Mean	SD	t	p
AD	Male	1412.88	814.47	1.262	.228
	Female	938.75	682.31		
PM	Male	2714.62	1624.94	4.135	.004*
	Female	324.05	183.85		
VLO	Male	1264.83	1684.76	1.706	.130
	Female	234.64	281.08		
ST	Male	502.25	132.40	-.480	.639
	Female	565.63	349.02		
BF	Male	1645.63	2049.53	1.728	.127
	Female	390.00	155.29		

\* indicates significant difference

AD: anterior deltoid, PM: pectoralis major, VLO: vastus lateralis oblique, ST: semitendinosus, BF: biceps femoris, SD: standard deviation

## 3. 기록과 운동학·운동역학적 변인간의 상관분석

창 던지기 선수들의 릴리즈 동작 시 무릎관절의 최대 굴곡각도와 주요근육의 평균과 최대값간의 상관 관계를 살펴본 결과, 무릎관절의 최대굴곡각도는 기록과 상관관계가 나타나지 않았다. 릴리즈구간에서의 평균 근 활성화도와 기록간의 상관관계에서는 앞어깨세모근과 큰가슴근에서 기록과의 정적인 상관관계가 나타났으며(표6,  $r=.505$ ,  $p=.046$ ;  $r=.696$ ,  $p=.003$ ), 다른 근육에서는 상관관계가 나타나지 않았다. 릴리즈 구간에서 최대 근 활성화도와 기록간의 상관관계를 확인한 결과, PM에서 정적인 상관관계를 나타냈으며(표6,  $r=.781$ ,  $p=.000$ ), 다른 근육에서는 상관관계가 나타나지 않았다.

표 6. 창던지기 기록과 각 변인간의 상관관계

Variables		Javelin record r(p)
Maximum Knee Flexion angle		.249(.351)
Mean	AD	.505(.046)*
	PM	.696(.003)*
	VLO	.400(.124)
	ST	.311(.241)
	BF	.464(.071)
Peak	AD	.271(.310)
	PM	.781(.000)*
	VLO	.383(.144)
	ST	-.211(.433)
	BF	.425(.101)

\* indicates significant difference

AD: anterior deltoid, PM: pectoralis major, VLO: vastus lateralis oblique, ST: semitendinosus, BF: biceps femoris

#### 4. 최대 무릎 굴곡각도와 운동역학적 변인간의 상관분석

창 던지기 선수들의 릴리즈 동작 시 무릎관절의 최대 굴곡각도와 주요 근육의 평균과 최대값 간의 상관 관계를 살펴본 결과, 상관관계가 나타나지 않았다(표7).

표 7. 최대 무릎굴곡각도와 근 활성도간의 상관관계

Variables		Javelin record r(p)
Mean	AD	.419(.106)
	PM	.491(.053)
	VLO	.077(.776)
	ST	.187(.488)
	BF	-.414(.111)
Peak	AD	.334(.206)
	PM	.377(.151)
	VLO	.277(.298)
	ST	-.020(.941)
	BF	-.440(.088)

AD: anterior deltoid, PM: pectoralis major, VLO: vastus lateralis oblique, ST: semitendinosus, BF: biceps femoris

#### IV. 논의

국내 남자 창던지기 최대 기록은 박재명 선수의 83.99m, 여자 최대기록의 경우 장정연 선수의 60.92m이다. 본 연구의 대상자는 대학선수로서 남자선수의 평균기록은 57.46m, 여자선수의 경우 38.59m로 나타나 남녀선수의 큰 차이를 보였다.

성별에 따른 경기력요인을 확인한 연구에서 남자선수는 딜리버리 구간의 스텝거리, 여자의 경우 몸통각도와 딜리버리 구간에서의 신체중심 등이 영향을 미친다고 하였으나, 성별과 무관하게 영향을 미치는 요인으로 릴리즈 속도와 무릎굴곡각이 보고되었다(Krzyszowski, & Kipp, 2021). 본 연구의 결과에서는 남녀 최대 무릎 굴곡각도를 비교한 결과 차이를 보이지 않았고, 따라서 최대 무릎 굴곡각도가 성별에 따른 차이를 나타내지 않는다고 판단된다.

릴리즈 구간에서 평균 근 활성화 차이를 확인한 결과 앞어깨세모근과 큰가슴근에서 유의미한 차이가 나타났으며, 남자선수의 경우 여자선수 보다 높은 근 활성도를 확인할 수 있었다. 앞어깨세모근은 팔을 굽히고 움직이는 역할을 하며, 큰가슴근도 팔을 움직이며 안쪽으로 돌리는 역할을 하기에 릴리즈구간에서 남자 선수가 여자 선수보다 상지의 근육을 많이 이용한 것으로 보인다. 최대 근활성도를 비교한 결과 큰가슴근에서 남녀의 차이가 크게 나타났으며, 이는 앞서 설명한 것처럼 남자 선수가 릴리즈 시 큰가슴근을 많이 사용하기 때문으로 보이며, 이전 선행연구에서 국내 선수의 큰가슴근 최대 근 활성도가 높게 나타나야 한다는 내용에 부합하는 결과로 보인다.

기록과 근 활성화도의 변인간의 상관분석에서는 릴리즈 구간에서의 평균 앞어깨세모근, 큰가슴근의 근 활성화도, 최대 큰가슴근의 근 활성화도가 기록과 정적상관이 나타났다. 이를 인과관계로 단정할 수는 없지만, 선행연구 결과와 같이 큰가슴근의 사용증가는 기록에 영향을 미치는 것을 의미하는 결과라 할 수 있다. 따라서 훈련 시 앞어깨세모근과 큰가슴근을 강화하고 효과적으로 사용할 수 있도록 연습하는 것이 경기 결과를 향상시킬수 있다는 것을 시사한다.

최대 무릎 굴곡각도와 근 활성화 사이에서는 상관이 나타나지 않았다. Zhang(2001), Wang(1997)의 연구에서는 지지발 착지 시 무릎각을 신전하여 운동량을 보다 빠르게 상지와 창에 전달하면 창의 거리가 증가하는 것으로 보고하였는데, 본 연구의 결과에서는 하지의 근 활성화도와 기록, 최대 무릎 굴곡과의 상관은 나타나지 않았으며 이에 관해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

#### V. 결론 및 제언

본 연구에서는 창던지기 엘리트 남녀 선수들의 운동역학적 특성과 경기 기록과의 관계를 규명하기 위하여 상위 기록을 가지고 있는 남녀 6명의 선수의 훈련기록과 무릎관절의 최대 굴곡각도, 주요근육의 근 활성도를 분석하였다. Sony 초고속 카메라 1대를 이용하여 시상면에서의 무릎각도를 측정하였고, EMG 센서 5채널을 활용하여 주요 근육의 근 활성도를 측정하였다. 산출된 자료를 바탕으로 SPSS 25.0(IBM, USA)을 이용하여 경기 기록과 요인과의 관계를 분석한 결과는 다음과 같다.

릴리즈 구간에서 남녀 평균 근 활성화도와 최대 근 활성화도의 차이를 확인한 결과 남자 선수가 여자 선수보다 앞어깨세모근과 큰가슴근의 활성화도가 높게 나타났으며, 이는 남자 선수가 여자선수보다 상지의 사용을 더 많이 하는 것으로 보인다. 또한 창던지기 기록과 근 활성화도간의 상관을 분석한 결과 릴리즈 구간의 평균 앞어깨세모근과 큰가슴근, 최대 큰가슴근이 정적상관관계를 나타냈으며 이는 큰가슴근과 앞어깨세모근의 중요성을 확인할 수 있는 결과이다.

본 연구에서 창던지기 국내 대학선수를 대상으로 운동학적·운동역학적 변인과 경기 기록과의 상관분석을 진행한 결과 앞어깨세모근과 큰가슴근의 근 활성화도와 기록 사이의 정적인 상관관계를 확인할 수 있었다. 후속연구에서는 더 많은 데이터를 통하여 본 연구에서 밝히지 못했던 남녀 선수들이 나타내는 차이를 분석할 것이다.

#### 참고문헌

- 김현태(2001). 초등학교의 우수한 남자 육상 선수와 일반 학생의 대퇴 근력 비교 연구. **한국체육학회지**, 40(3), 613-625.  
박수연(1998). **경기종목에 따른 건관절, 주관절, 슬관절, 요추부 굴근**

- 및 신근의 등속성 근력에 관한 연구. 미간행 박사학위논문, 경희대학교 대학원.
- 박재명(2012). **남자 창던지기 시 착지구간과 리즈구간의 역학적특성**. 미출판 박사학위 논문. 한국체육대학교 대학원. 서울.
- 박재명, & 윤석훈. (2010). 여자 창던지기 시 기록 차이에 따른 투사요인의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 20(4), 457-467.
- 박재명, 양진주, & 박중철. (2021). 창던지기 선수들의 경기기록과 운동학적 요인의 관계. **한국체육과학회지**, 30(6), 819-827.
- 오정환, 최수남, 신의수, & 배재희. (2014). 포환던지기 투사속도에 기여하는 투사유형에 따른 운동학적 비교분석. **한국사회체육학회지**, 55(2), 539-547.
- 이명선, & 이문숙. (2010). 육상 투척선수의 성격특성과 경쟁상태불안의 관계. **코칭능력개발지**, 12(4), 49-58.
- 이정훈, 박정민, 이기수, 윤장근, & 이명선. (2019). 스포츠리듬 트레이닝이 중·고등학교 육상 투척종목 선수의 신체밸런스 및 보행능력에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 19(3), 573-586.
- 이종훈. (2002). 창던지기 동작의 kinematic 적 특성분석. **한국운동역학회지**, 12(2), 345-359.
- Bartlett, R. M., & Best, R. J. (1988). The biomechanics of javelin throwing: a review. *Journal of sports sciences*, 6(1), 1-38.
- Best, R. J., Bartlett, R. M., & Morriss, C. J. (1993). A three-dimensional analysis of javelin throwing technique. *Journal of sports sciences*, 11(4), 315-328.
- Krzyszowski, J., & Kipp, K. (2021). Prediction of throwing distance in the men's and women's javelin final at the 2017 IAAF world championships. *Journal of Sports Sciences*, 39(9), 1055-1059.
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Journal of applied biomechanics*, 1(3), 240-252.
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Journal of applied biomechanics*, 1(3), 240-252.
- Morriss, C., Bartlett, R., & Fowler, N. (1997). Biomechanical analysis of the men's Jgavelin~ row at the 1995. *World*, 11(23), 31-41.
- O'shea, J. P. (1993). Scientific principles and method of strength fitness, Lew & Philadelphia Co., Oteghen, S. L.(1975): top speed of Isokinetic exercise as related to the Vertical Jump Performance of woman. *Research Quarterly*, 46, 471-475.