

## 주의 집중 방법이 다트 던지기 역학에 미치는 영향

김혜리<sup>1</sup> · 공세진<sup>2</sup> · 김수연<sup>3</sup> · 이기광<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국민대학교 대학원 체육학과, <sup>2</sup>두리시스템 테크놀로지, <sup>3</sup>국민대학교 체육대학 체육학부

### Effects of Different Types of Attentional Focus on Dart Throwing Mechanics

Hye-Ree Kim<sup>1</sup> · Se-Jin Kong<sup>2</sup> · Soo-Yeon Kim<sup>3</sup> · Ki-Kwang Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Graduate School, Kookmin University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Dooree system technology, Gyeonggi-do, Korea

<sup>3</sup>Department of physical Education, College of Physical Education, Kookmin University, Seoul, Korea

Received 23 December 2013; Received in revised form 26 December 2013; Accepted 30 December 2013

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of different types of attentional focus(internal focus vs. external focus) on the dart throwing mechanics. Seven expert dart throwing athletes were assigned to an internal focus group and other seven athletes were assigned to an external focus group. Each group was asked to throw dart either under verbal instruction or without instruction. During dart throwing, accuracy(radial error), consistency(bivariate variable error), dart velocity, acceleration, elbow joint ROM, elbow joint angular velocity, EMD(electromechanical delay), iEMG of biceps brachii and triceps brachii, and CI(coactivation index) were collected and analyzed. Neither instruction type nor instruction itself affected in accuracy and consistency. However, in dart velocity and acceleration, there was an interaction between instruction and attentional focus types. Velocity and acceleration increased in the internal condition, where as they decreased in the external condition. The ROM of elbow joint did not affected by instruction and attention type. However, similar to dart velocity and acceleration, angular velocity increased in internal focus group, while it decreased in external focus group. EMG showed no difference with any condition. In conclusion, internal focus is better than external focus for dart throwing.

*Keywords* : Attentional Focus, Internal Focus, External Focus, Dart Throwing

## I. 서 론

코치는 선수들이 최고의 경기력을 발휘할 수 있도록 다양한 역할을 수행한다. 이렇게 다양한 역할 중 ‘지도자(instructor)’로서의 역할은 코치의 가장 중요한 역할 가운데

하나이다. 지도자로서 코치는 선수에게 무엇을 해야 할지, 어떻게 해야 할지, 어떻게 그것을 더 잘 할 수 있는지를 가르친다(Hodges & Franks, 2002).

지도(instruction)는 크게 언어적 지도와 시각적 지도로 나눌 수 있으며, 언어적 지도를 하는 경우 코치는 두 가지의 주의 집중(attentional focus) 전략을 사용할 수 있다(Al-abood, Davids, & Bennett, 2001; Wu, Porter, & Brown, 2012). 첫째는 내적주의(internal focus)로써, 코치가 선수에게 신체의 특정한 움직임 또는 신체의 특정한 부분을 생각하라고 지시하는 것이다(Wulf, 2007). 둘째는 외적주의(external focus)로써, 코치가 선수에게 주변 환경이나 움직임의 효과에 집중하라고 지시하는 것이다(Wulf, 2007).

이 논문은 2013 한국운동역학회 추계학술대회에서 발표되었으며 최우수 논문으로 선정된 논문임

Corresponding Author Ki-Kwang Lee  
Ministry of Culture Sports and Tourism, Kookmin University, Jeongneung 3-dong, Seongbuk-gu, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-910-5253 / Fax : +82-2-910-5253  
E-mail : kkleee@kookmin.ac.kr

본 논문은 2013년도 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행된 연구임

외적주의와 내적주의의 차이는 때때로 아주 작지만 대부분의 연구에서는 외적주의가 퍼포먼스의 향상에 더 많은 이익을 준다고 보고된다. 이 두 가지 집중방법에 대한 연구는 골프, 농구, 멀리뛰기, 점프 등 여러 기술에서 이루어져 왔다(Porter, Ostrowski, Nolan, & Wu, 2010; Wulf & Dufek, 2009; Wulf & Su, 2007; Zachry, Wulf, Mercer, & Bezodis, 2005).

그렇다면 과연 외적주의가 어떻게 더 효율적인 퍼포먼스를 만들어 낼 수 있는 것일까? Wulf, McNevin과 Shea (2001)는 두 가지의 Constrained Action Hypothesis를 제시하였다. 첫 번째 가설은 동작 자체에 집중을 하는 것(내적주의를 선택하는 것)이 효과적이고 능률적으로 움직임을 조절하는 제어 과정에 의식적인 개입을 만들며, 이것은 동작의 자동제어 과정을 방해한다는 것이다(Wulf, 2007). 두 번째 가설은 동작의 효과에 집중을 하는 것(외적주의를 선택하는 것)이 동작의 자동화를 촉진한다는 것이다. 이것은 무의식적이고 반사적인 과정을 더 많이 이용하여 우리의 움직임을 통제하는 것을 의미하며, 결과적으로 퍼포먼스와 학습능력을 향상시킨다(Wulf, 2007). 이 두 가지 가설은 많은 연구에서 쓰이고 있으며 외적주의의 효율성을 설명하는 데에 가장 중요한 것으로 꼽힌다.

Beilock과 Carr (2001)은 숙련자, 비숙련자 골프선수들에게 마지막 퍼팅을 하는 동안 그들이 했던 동작을 차례대로 떠올려보라고 지시하였다. 그 결과, 숙련자보다 비숙련자들이 더 자세하게 동작들을 기억하고 있는 것을 발견하였다. 어떤 특정한 동작에 대한 숙련자들의 기억이 비숙련자들보다 덜 자세한 것으로 보아 비숙련자들은 의식적으로 그들의 동작을 조절하고 움직이는 반면에, 숙련자들은 어떤 기술을 수행함에 있어 의식적인 움직임을 덜 사용하는 것으로 볼 수 있었다.

일반적으로 많은 사람들은 동작을 배울 때 정확한 동작을 하나씩 차근차근 가르쳐주어야 한다고 생각한다. 이렇게 신체를 의식적으로 제어하게 만드는 지도방법은 지금까지 문제가 된다고 생각해 본 적이 없을 뿐만 아니라 꼭 거쳐야 하는 필수 과정으로 생각되어왔다(Wulf, 2007). 그러나 이러한 과정이 정말 도움이 되는 것인가에 대한 물음은 끊임없이 제기되어 왔고, 이것은 지금까지 연구자와 코치 모두에게 중요한 사항이다. 그러나 이 물음에 관한 대부분의 연구들에서 내적주의와 외적주의 사이의 차이를 규명할 수 있는 메커니즘과 관련된 변인을 측정하는 것 대신, 수행시간 또는 점수와 같은 수행 결과만을 측정하여 내적주의와 외적주의의 차이를 비교 연구하였다.

따라서 본 연구에서는 숙련자를 대상으로 내적주의와 외적주의에 따른 다트 던지기 동작을 운동학적, 운동역학적으로 분석하여 수행 결과의 차이뿐만 아니라 운동역학적인 변인을 계산하여 그 차이를 규명하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구에서는 국내 상위리그에서 활동하는 남자 엘리트 다트 선수 14명(Internal: 7명, External: 7명)을 대상으로 실험하였다. 이들은 실험 전 6개월 이내에 상지에 부상을 입은 적이 없으며 실험과 관련된 설명을 듣고 동의서에 서명하였다. 대상자의 신체정보는 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics in each group (mean±SD)

Group	Age(yrs)	Height(m)	Weight(kg)
I	33.3±4.0	1.8±0.1	75.9±11.4
E	34.1±3.0	1.8±0.1	80.3±21.4

### 2. 실험 장비

본 연구의 3차원 동작분석을 위해 10대의 적외선 카메라(Vicon MX-T10, T40; UK)를 사용하였다. 팔의 모멘트를 계산하기 위하여 2대의 지면 반력기(AMTI ORG-6, USA)를 사용하였으며 다트 던지기 시 사용되는 주요 근육의 근 신호를 확인하기 위하여 무선근전도 2채널(Delsys Trigno wireless EMG, USA)을 사용하였다. 또한 다트 던지기 과정을 수행하기 위하여 국제규격의 소프트다트(홍인터내셔널, Korea)와 다트보드를 사용하여 설치하였다(Figure 1, 2). Plug in gait marker set을 사용하였으며



Figure 1. Soft dart

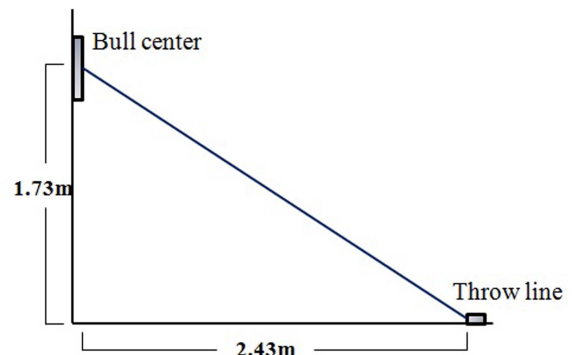


Figure 2. Dart board set up

Table 2. Instruction

Internal	External
a. Elbows parallel to the floor to take the starting position	a. Connect the three points(eyes, darts, bulls eye) to take the starting position
b. Elbow, shoulder fixed during tack back	b. Imagine the curve during take back
c. Gentle wrist movement during release	c. Throw darts like a parabolic trajectory
d. Stretch your arm towards the target point until hit the target	d. Throw darts to the location according to the first aim point

다트의 속도와 가속도를 계산하기 위하여 다트에도 반사 테이프를 부착하였다. 영상 자료의 샘플링 (Sampling rate) 은 200 Hz, 지면반력기와 근전도의 자료 수집 시 샘플링은 2400 Hz로 설정하였다.

### 3. 실험 절차

실험 전 대상자들에게 다트를 던지는 자세, 그립, 순서 등에 대한 설명을 동일하게 하였다. 대상자들은 Biceps brachii와 triceps brachii에 EMG를 부착한 뒤 두 근육의 MVC를 측정하였다. 측정이 끝난 뒤, 피험자들은 39개의 반사마커를 부착하고 간단한 연습을 실시하였다. 그 후 14 명의 대상자들은 무선배정으로 7명씩 내적주의(I)와 외적 주의(E) 두 그룹으로 나뉘었다. 우선 대상자들은 지시사항을 받지 않고 다트 던지기를 3번씩 7세션 반복하였다. 다음으로 대상자들은 각 그룹에 맞는 지시사항에 따라 3번씩 7세션의 다트를 던졌다. 지시사항은 <Table 2>와 같다. 이 지시사항은 각 세션마다 계속 반복되었으며, 피험자들은 서로의 실험을 볼 수 없도록 통제되었다.

### 4. 자료 분석

수집된 자료는 Vicon Nexus (Version 1.7.1, Vicon, UK) 및 Matlab R2012a (Mathworks, USA)을 이용하여 분석하였다. 영상 데이터는 잔차분석(residual analysis)을 이용하여 차단주파수를 15 Hz로 정한 뒤 Butterworth 4차 저역통과 필터를 사용하였다(Figure 3). 또한 근전도 신호는 zeroing과 전과정류 과정을 거친 다음 moving average (window length: 50/2400 sec, overlap: 15/2400 sec)를 사용하였고, MVC로 표준화하였다.

#### 1) 분석 구간

본 실험에서는 전·후측에서 손 마커의 변위가 최소인 지점부터 최대가 될 때까지의 구간을 던지기 구간으로 설정하여 분석하였다(Figure 4).

#### 2) 분석 변인

다트의 정확성과 일관성은 다트 보드의 중앙을 (0,0)으

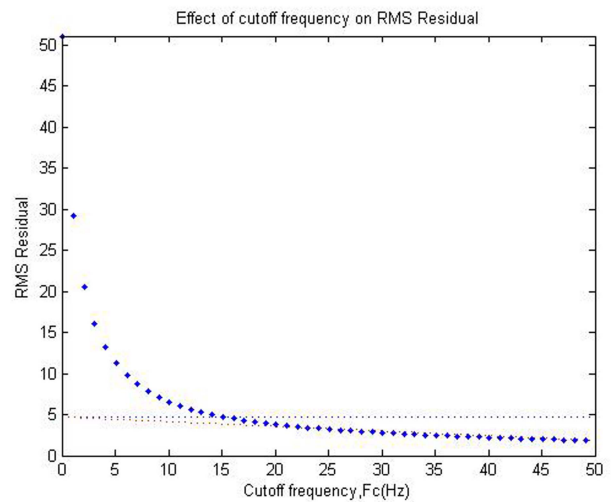


Figure 3. Residual analysis

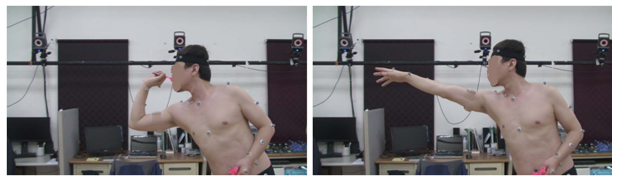


Figure 4. Throwing phase (left: take back, right: release)

로 설정한 뒤 다트가 쏘인 지점의 수직, 수평 거리를 좌표 화시켜 계산하였다. 정확성은 반경오차(radial error: RE)로 계산하였으며, 일관성은 이원변량 가변오차(bivariate variable error: BVE)로 계산하였다.

다트의 속도는 던지기 구간이 끝나는 시점에서 다트가 가지는 속도로 하였다. 또한 다트의 가속도는 던지기 구간에서의 최대값으로 하였다. 다트의 속도와 가속도는 전후 측에서의 다트의 변위와 속도의 값을 각각 중앙차 유한분법(central finite difference equation)을 이용하여 계산하였다.

팔꿈치 관절 ROM은 던지기 구간의 시작과 끝에서의 팔꿈치 관절의 각도차로 계산되었다. 또한 팔꿈치 관절의 각 속도는 팔꿈치의 각변위를 중앙차 유한분법을 사용하여 계산하였다.

전기역학적 지연(electromechanical delay [EMD])은 동

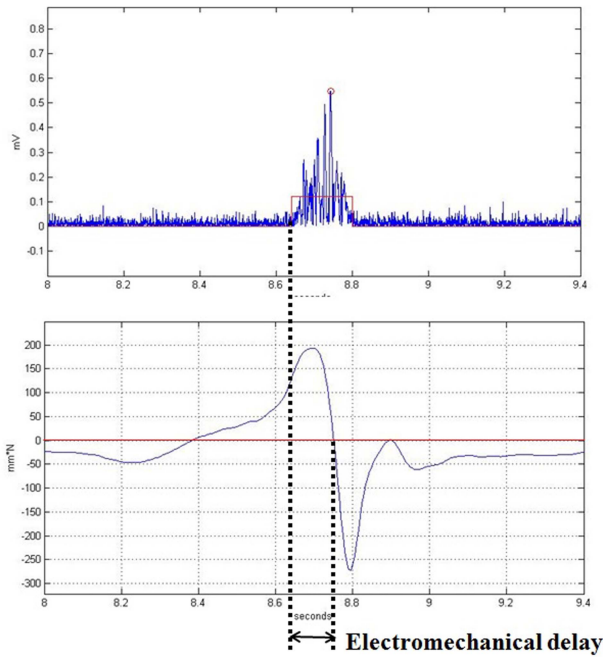


Figure 5. Electromechanical delay calculation

작 수행 시 나타나는 triceps brachii에서의 EMG 신호의 개시시간과 팔꿈치 관절의 신전 모멘트(extension moment)가 나타나는 시점의 차로 계산하였다. EMG의 개시시간은 최대값의 20%를 넘어가는 시점으로 하였다(Li & Baum, 2004). 모멘트의 개시시점은 팔의 운동이 굴곡에서 신전으로 바뀌는 시점인 0을 넘어가는 시점으로 하였다(Figure 5). 던지기 구간에서의 biceps brachii와 triceps brachii의 근

육의 활성화는 iEMG로 계산되었다.

근육의 동시수축 지수(Muscle coactivation index: CI)는 던지기 구간에서 triceps brachii가 주동근이기 때문에 다음과 같이 계산하였다(Kellis, Arabatzi, & Papadopoulos, 2003).

$$CI = \frac{\int_{t_1}^{t_2} EMG_{bi}(t)dt}{\int_{t_1}^{t_2} [EMG_{bi} + EMG_{tri}](t)dt} \times 100$$

(단,  $EMG_{bi}$ : biceps brachii의 근신호,  $EMG_{tri}$ : triceps brachii의 근신호,  $t_1-t_2$ : 던지기 구간 사이의 시간)

### 5. 통계 처리

SPSS 18.0 (IBM, USA)를 사용하여 분석하였다. 집중 방법(내적주의, 외적주의)과 지시사항의 유무에 따른 차이를 비교하기 위하여 two way repeated measured ANOVA를 실시하였으며 유의 수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## III. 결 과

### 1. 다트의 정확성과 일관성

다트의 정확성과 일관성에서는 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

Table 3. Differences in accuracy, consistency, velocity, acceleration, ROM, angular velocity (mean±SD)

		Internal	External	Sum (I+E)	Instruction yes or no	Instruction* Attentional focus
Accuracy (cm)	No instruction	3.41±1.13	2.58±0.63	2.99±0.98	$F(1)=.228$	$F(1)=3.223$
	instruction	2.91±0.41	2.87±0.89	2.89±0.67	$p=.641$	$p=.098$
Consistency (cm)	No instruction	2.30±0.50	1.95±0.47	2.12±0.50	$F(1)=.066$	$F(1)=2.411$
	instruction	2.13±0.30	2.07±0.36	2.10±0.32	$p=.802$	$p=.146$
Dart velocity (m/s)	No instruction	5.59±0.43	5.76±0.24	5.67±0.35	$F(1)=1.774$	$F(1)=1.818$
	instruction	5.62±0.42	5.65±0.20	5.63±0.32	$p=.208$	$p<.05$
Dart acceleration (m/s <sup>2</sup> )	No instruction	86.13±2.73	90.79±7.82	88.46±6.12	$F(1)=4.002$	$F(1)=11.205$
	instruction	86.88±3.97	87.81±9.00	87.34±6.70	$p=.069$	$p<.01$
Elbow joint ROM (deg)	No instruction	95.07±10.05	96.74±9.33	95.90±9.36	$F(1)=.702$	$F(1)=2.175$
	instruction	95.85±10.69	96.52±9.80	96.19±9.86	$p=.418$	$p=.166$
Elbow joint angular velocity (deg/s)	No instruction	1016.51±118.57	1009.81±135.68	1013.16±122.46	$F(1)=3.998$	$F(1)=7.024$
	instruction	1021.83±109.49	971.75±126.51	996.79±116.60	$p=.069$	$p<.05$

Table 4. Differences in EMD, iEMG, CI

(mean±SD)

		Internal	External	Sum (I+E)	Instruction yes or no	Instruction* Attentional focus
EMD (ms)	No instruction	12.50±3.48	13.73±2.06	13.11±2.82	$F(1)=.086$	$F(1)=.302$
	instruction	12.26±2.69	13.80±2.28	13.03±2.53	$p=.774$	$p=.593$
iEMG biceps (%MVC*s)	No instruction	0.87±0.38	0.66±0.49	0.76±0.44	$F(1)=.115$	$F(1)=.353$
	instruction	0.86±0.33	0.67±0.51	0.77±0.42	$p=.740$	$p=.564$
iEMG triceps (%MVC*s)	No instruction	2.31±0.65	1.65±0.78	1.98±0.77	$F(1)=1.318$	$F(1)=1.091$
	instruction	2.31±0.72	1.54±0.69	1.93±0.78	$p=.273$	$p=.317$
CI (%)	No instruction	27.35±10.59	30.15±20.09	28.75±15.50	$F(1)=1.579$	$F(1)=.681$
	instruction	27.62±10.09	31.49±20.78	29.55±15.82	$p=.233$	$p=.425$

## 2. 다트의 속도와 가속도

다트의 속도를 분석한 결과 지시 유무와 집중 방법 사이에 상호작용 효과가 나타났다( $p=.031$ ). 내적주의 그룹은 지시사항을 받으면 다트의 속도가 증가하는 반면, 외적주의 그룹은 지시를 받으면 다트의 속도가 감소하는 경향을 보였다. 다트의 가속도도 마찬가지로 상호작용 효과가 나타났다( $p=.006$ ), 이것은 내적주의 그룹은 지시사항을 받으면 다트의 가속도가 증가하는 반면 외적주의 그룹은 지시를 받으면 다트의 가속도가 감소하는 경향을 나타낸다 (Table 3).

## 3. 팔꿈치 관절의 ROM과 각속도

팔꿈치 관절 ROM은 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 팔꿈치 관절의 각속도에서는 지시사항 여부와 집중방법 사이에 상호작용 효과가 나타났다( $p=.049$ ). 이것은 내적주의 그룹은 지시사항을 받으면 관절 각속도가 증가하는 반면, 외적주의 그룹은 지시사항을 받으면 관절 각속도가 감소하는 것을 나타낸다(Table 3).

## 4. 전기역학적 지연(EMD)

전기역학적 지연에서는 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다(Table 4).

## 5. 근육의 활성화도(iEMG)

Biceps brachii의 근육 활성화도는 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 각각의 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다(Table 4). 또한 triceps brachii

의 근육 활성화도에서도 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

## 6. 근육 동시수축 지수(Coactivation Index: CI)

근육 동시수축 지수에서는 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다(Table 4).

# IV. 논 의

본 연구는 다트 던지기에서 숙련자를 대상으로 내적주의와 외적주의의 두 가지 언어적 지도를 주었을 때 나타나는 운동학, 운동역학적인 변화들을 살펴보고 어떤 전략이 더 유용한지를 알아보려 하였다. 이 실험에서 대상자들에게 첫 번째로 아무 지시사항도 주지 않고 먼저 다트를 던지게 하였고, 그 다음으로 각각의 내적주의와 외적주의의 지시사항을 주어 지시사항을 주지 않았을 때와의 차이를 비교, 분석하였다.

본 연구에서 정확성에서는  $F=3.223$ ,  $p=.098$ 로 지시여부와 집중방법 간에 통계적으로 유의하게 상호작용이 나타나지는 않았지만 내적주의 지시사항을 받은 뒤 정확성이 좋아졌으며 외적주의 지시사항을 받은 뒤에는 정확성이 떨어진 것을 확인할 수 있었다.

Schorer, Jaitner, Wollny, Fath와 Baker (2012)는 다트 던지기에서 속도가 매우 중요하다고 하였다. 다트는 날아갈 때 포물선의 궤적을 그리기 때문에 만약 너무 느리게 던지면 다트가 보드까지 가는 데 더 많은 시간이 필요하고 그 결과 다트가 더 낮게 꽂히며 반대로 너무 빠르게 던지면 다트가 더 높게 꽂힌다고 하였다. 이것은 결국 다트가 너무 느리지도, 너무 빠르지도 않은 적절한 속도가 중요하다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 내적주의를 사용했을 때 다트의 속도가 증가하였고 정확성이 좋아졌으

며, 외적주의를 사용하였을 때 다트의 속도가 감소하였고 정확성이 감소하였다. 위 선행연구의 결과와 비교해 보았을 때, 본 실험에서 다트의 속도가 증가한 것은 정확성을 높이기 위한 적정 속도에 가까워진 것으로 사료된다.

던지는 속도를 높이기 위한 한 방법으로 던지는 가속도의 증가로 만들어지는 채찍효과(whip-like effect)가 있다 (McNaughton, Timmann, Watts, & Hore, 2004; Putnam, 1993). 본 연구에서 내적주의를 사용했을 때 다트의 가속도가 증가하였고 외적주의를 사용하였을 때 다트의 가속도가 감소하는 것으로 나타났다. 이것은 채찍 효과로 인하여 내적주의를 사용하여 다트의 가속도가 증가하였을 때 다트의 속도가 적절히 증가되었고, 외적주의를 사용하여 가속도가 감소하였을 때 다트의 속도 또한 감소되었다고 사료된다.

팔꿈치 관절 ROM은 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았는데, 이것은 집중 방법에 따라 팔꿈치 관절 ROM의 차이가 없었다는 선행 연구의 결과와 일치한다(Lohse, Sherwood, & Healy, 2010). 팔꿈치 관절의 각속도는 내적주의를 사용하였을 때 증가하고 외적주의를 사용하였을 때 감소하는 경향을 보였다. 이 결과는 다트의 속도가 나타났던 것과 같은 결과를 보여주었는데, 이것은 던지기 구간의 상당 부분에서 다트와 아래팔이 같이 움직이다가 마지막 부분에서만 다트가 손에서 놓아지기 때문이라고 생각된다.

본 연구에서는 Constrained Action Hypothesis, 즉 동작의 자동제어 과정을 설명할 수 있는 변인으로 전기역학적 지연을 분석하였다. 반응시간은 크게 신경적 요소(대뇌 운동 뉴런의 신경계 전도시간)와 근육적 요소(근 수축시간)로 구분할 수 있는데, 그 중 근육적 요소는 EMD로 분석할 수 있다(Kim, Na, & Lee, 2001). EMD는 근육이 활성화되는 시간과 힘이 발생하는 시점 사이의 시간 차이로 계산된다(Grosset, Piscione, Lambert, & Pérot, 2009). 본 연구에서는 지시여부와 집중방법에 따른 상호작용 효과와 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이 결과는 EMD가 상대적으로 운동의 복잡성, 운동수행 기간, 피로에 영향을 적게 받는 변인이라는 선행연구의 결과와 일치한다(Cavanagh & Komi, 1979; Marsh & Martin, 1995; Schenau, Boots, Degroot, Snackers, & Vanwoensel, 1992; Li & Baum, 2004에서 재인용).

던지기 구간에서 biceps brachii와 triceps brachii 각각의 iEMG 그리고 CI를 분석한 결과 두 변인 모두 지시 유무와 집중 방법에 따른 상호작용과 주효과에 대해 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다. Lohse 등 (2010)의 연구에서는 biceps brachii의 iEMG는 집중 방법에 따른 통계적인 차이가 없었고 triceps의 iEMG는 외적주의를 사용하였을 때가 내적주의를 사용하였을 때보다 더 낮은 결

과를 보였다. 또한 CI도 각 집중 방법 간에 통계적인 차이가 없었다. 전반적으로 EMG와 관련된 변인들에서 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 없었는데, 이것은 다트 던지기 수행 시간이 너무 짧았기 때문이라고 사료된다.

본 연구에서는 통제 집단 또한 내적주의, 외적주의 등 대상자 나름대로의 집중 전략을 사용했을 것이라고 생각했기 때문에 통제 집단을 따로 설정하여 실험하지 않았다. 또한 많은 선행 연구에서 한 대상자가 통제집단, 내적주의, 외적주의를 모두 실험하여 그 결과를 분석하였는데 이 또한 서로가 서로의 집중 방법에 영향을 끼칠 것을 우려하여 본 연구에서는 내적주의와 외적주의의 집단을 각각 따로 설정하여 각각의 집중 전략을 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때의 차이를 보고자 하였다. 이후의 연구에서는 내적주의, 외적주의만의 차이를 볼 수 있는 더욱 세밀한 설계가 필요하며 동작의 자동제어 이론에 대하여 더 가까이 다가갈 수 있는 변인을 조사하고 연구할 필요가 있다고 판단된다.

## V. 결 론

본 연구는 총 14명의 남자 엘리트 선수를 대상으로 다트 던지기 과제를 수행하여 내적주의와 외적주의의 집중 전략을 사용하였을 때 나타나는 운동학, 운동역학적인 변화들을 확인하고 어떤 전략이 더 유용한지를 살펴보고자 한 것이다. 대상자들은 각각 내적주의와 외적주의 그룹으로 나뉘어 지시사항을 받을 때와 받지 않을 때 각각 다트 던지기를 수행하였다. 이 실험으로 알 수 있는 차이는 다음과 같다.

다트의 정확성과 일관성에는 지시사항 유무와 집중방법에 따른 상호작용, 주효과는 나타나지 않았다. 다트의 속도와 가속도에서는 상호작용이 나타났으며 내적주의를 받으면 속도와 가속도가 증가하고, 외적주의를 받으면 속도와 가속도가 감소하는 경향을 나타냈다. 팔꿈치 관절 ROM에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 팔꿈치 관절의 각속도에서는 상호작용이 나타났으며 내적주의를 받으면 각속도가 증가하고 외적주의를 받으면 각속도가 감소하는 경향을 나타냈다. EMD와 biceps brachii, triceps brachii의 iEMG, 그리고 CI에서는 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 따라서 본 실험에서는 숙련자들이 외적주의보다 내적주의를 사용하였을 때 더 효율적으로 운동을 수행하였다고 사료된다.

## 참고문헌

- Al-abood, S. A., Davids, K., & Bennett, S. J. (2001). Specificity of task constraints and effects of visual demonstrations and

- verbal instructions in directing learners' search during skill acquisition. *Journal of Motor Behavior*, 33(3), 295-305.
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure?. *Journal of experimental psychology: General*, 130(4), 701.
- Grosset, J. F., Piscione, J., Lambertz, D., & Pérot, C. (2009). Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. *European journal of applied physiology*, 105(1), 131-139.
- Hodges, N. J., & Franks, I. M. (2002). Modelling coaching practice: the role of instruction and demonstration. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 793-811.
- Kellis, E., Arabatzi, F., & Papadopoulos, C. (2003). Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(3), 229-238.
- Li, L., & Baum, B. S. (2004). Electromechanical delay estimated by using electromyography during cycling at different pedaling frequencies. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 647-652.
- Lohse, K. R., Sherwood, D. E., & Healy, A. F. (2010). How changing the focus of attention affects performance, kinematics, and electromyography in dart throwing. *Human Movement Science*, 29(4), 542-555.
- McNaughton, S., Timmann, D., Watts, S., & Hore, J. (2004). Overarm throwing speed in cerebellar subjects: effect of timing of ball release. *Experimental brain research*, 154(4), 470-478.
- Min Jeong Kim, Jung Sun Na, & Chung Mu Lee. (2001). A study on the Pre Motor Time and Electromechanical Delay by Lights Stimulation. *Journal of Korean physical education association for women*, 15(2), 41-50.
- Porter, J. M., Ostrowski, E. J., Nolan, R. P., & Wu, W. F. (2010). Standing long-jump performance is enhanced when using an external focus of attention. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1746-1750.
- Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *Journal of biomechanics*, 26, 125-135.
- Schorer, J., Jaitner, T., Wollny, R., Fath, F., & Baker, J. (2012). Influence of varying focus of attention conditions on dart throwing performance in experts and novices. *Experimental brain research*, 217(2), 287-297.
- Wu, W. F., Porter, J. M., & Brown, L. E. (2012). Effect of attentional focus strategies on peak force and performance in the standing long jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1226-1231.
- Wulf, G. (2007). *Attentional and motor skill learning*. 1st edition. United States: Human Kinetics.
- Wulf, G., & Dufek, J. S. (2009). Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. *Journal of motor behavior*, 41(5), 401-409.
- Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 54(4), 1143-1154.
- Wulf, G., & Su, J. (2007). An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(4), 384-389.
- Zachry, T., Wulf, G., Mercer, J., & Bezodis, N. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Research Bulletin*, 67(4), 304-309.