



Original Article

# The Comparison of Pulling Strategies of Elite Ssireum Athletes Across Weight Classes

Tae-whan Kim<sup>1</sup>, Tae-hyun Lee<sup>2</sup> and Su-yeon Park<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Sport Science

<sup>2</sup>Yong-In University

<sup>3</sup>Descente Innovation Studio Complex

### Article Info

Received 2025.02.16.

Revised 2025.03.13.

Accepted 2025.03.18.

### Correspondence\*

Su-yeon Park

suyeparks@gmail.com

### Key Words

Pulling force, Ground reaction force, Force generation strategy, Weight class, Muscle strength

**PURPOSE** This study investigated weight-class-related strength parameters during pulling performance in the ssireum. **METHODS** Elite ssireum athletes participated, 24 divided into four weight classes of six athletes each. They performed a pulling task while gripping a tube fixed to a three-axes load cell sensor, standing on force plate platforms. The test involved 30 repetitions at maximal force with the legs bent, the ssireum's typical posture. Maximal force (Fmax), time to maximal force (TFmax), time difference between maximal forces (TDmax), and horizontal and vertical angles at maximal force (HAMax and VAMax, respectively) were analyzed from the load cell sensors. Ground reaction force (GRF) was collected, including peak force along the three axes, the resultant force, and the center of pressure (COP). One-way ANOVA tests were conducted to compare among weight classes ( $\alpha=.05$ ). **RESULTS** Fmax measured by load cell showed significant difference between classes ( $p<.05$ ), indicating that the second weight group (Geumgang class) generated more pulling force than the heavier classes. In GRF results, lightweight classes demonstrated larger COP difference between the left and right plates. Specifically, the Geumgang class showed more movement in the anterior-posterior (AP) direction on the left plate. The peak GRF in the right plate of the AP ( $p<.001$ ) and ML ( $p<.05$ ) directions showed significant differences between lighter and heavier weight classes. **CONCLUSIONS** The Geumgang class generated greater pulling force, and the lighter classes demonstrated more leg contribution. Force generation did not solely depend on body mass; instead, lighter athletes often relied on the lower limbs to compensate for their limitations, a strategy commonly observed in competitions.

## 서론

씨름은 한국 역사에서 가장 오래된 전통 민속경기로, 고구려 시대 이전부터 체력 단련과 오락의 목적으로 활용되었으며, 조선 시대에도 민속놀이로서 지속되었다(Gong et al., 2009). 씨름은 두 선수가 서로의 살바(허리와 허벅지에 감아 착용하는 띠)를 잡고 힘과 기술을 이용하여 상대의 무게중심을 이동시키며 무릎 이상 부위가 모래에 닿

게 만드는 경기이다. 성공적인 수행을 위하여 상대의 움직임을 유도하고 순간적인 반응을 통해 자신의 자세를 조정하여 우위를 점하는 전략이 요구된다. 유도나 레슬링과 마찬가지로 씨름도 체급이 있으며, 총 4개의 체급(태백: 80kg 이하, 금강: 90kg 이하, 한라: 105kg 이하, 백두: 140kg 이하)으로 구분된다. 현대 씨름은 과거보다 더욱 역동적이고 빠른 경기 양상을 보이며 체급이 가벼운 선수들도 다양한 기술을 활용하여 체급이 큰 상대를 제압하기도 한다. 실제 경기는 선수들이 몸을 숙이고 오른쪽 어깨를 앞으로 내밀어 서로 맞댄 상태에서 상대의 살바를 잡고 밀고 당기는 힘을 이용하여 균형을 잃게 하여 상대를 넘어뜨리는 방식으로 진행된다. 특히 씨름에서 유도의 '구미카타'(kumikata, 잡기 기술)와 같이 말아 쥐거나 당기는 힘이 매

© 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.

우 중요한 요소이기 때문에 성공적인 경기력 발휘를 위해서 상대의 살바를 강하게 당겨 균형을 무너뜨릴 수 있는 폭발적인 잡기 힘이 요구된다. 씨름과 관련된 선행연구는 많지 않기 때문에 이와 유사한 투기종목인 유도 관련 연구를 살펴보면 당기는 힘과 파워를 측정하기 위하여 로드셀(loadcell) 센서를 활용하여 선수의 경기력과 훈련 방향을 평가하는 연구가 많이 제시되어있다(Blais & Trilles, 2006; Branco et al., 2018; Hassmann et al., 2010; Helm et al., 2018; Nowoisky, 2005; Yilmaz, 2015).

국가대표급 유도 선수들을 대상으로 당기기 시 힘-시간 곡선을 분석한 연구결과 최상위 선수일수록 최대 힘 도달 시간이 짧고 최대 속도가 높으며 최대 힘 값도 증가한다고 보고되었고(Nowoisky, 2005), 특히 당기기 수행 시간이 짧을수록 최대 힘이 증가한다고 하였다(Hassmann et al., 2010). 이는 짧은 시간에 강한 힘을 발휘하는 것이 경기의 승패를 결정 짓는 중요한 요소임을 뒷받침한다. 당기기 힘 발휘 시 체중과 관련한 연구들을 살펴보면 체중과 최대 당기기 힘 간의 상관관계와 관련한 연구에서는 체중과 최대 힘 사이에는 유의미한 관계가 없다는 결과가 보고되었다(Farmosi, 1980). 체급별 힘과 관련된 세부적인 특징을 살펴보면 가벼운 체급 선수들은 손아귀 힘과 하지 근력이 경기 수행에 중요한 요소였던 반면 무거운 체급 선수들은 손아귀 힘과 상체 근지구력이 중요한 역할을 한다는 결과가 보고되었다(Kons et al., 2019).

이와 같이 유도에서는 최대 힘과 파워의 중요성 및 체급별 특성 차이 등에 대한 다양한 연구들이 보고되었지만 씨름에서는 이러한 요소가 경기력에 어떤 연관이 있는지에 대한 연구가 부족하다. 따라서 관련 선행 연구를 바탕으로 씨름 또한 체급에 따른 차이를 분석할 필요가 있으며, 이는 향후 씨름의 경기력 향상에 기여할 수 있는 기술과 전략 수립을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

이에 본 연구는 엘리트 씨름 선수들을 대상으로 체급별 당기기 절대 힘과 힘 발휘 시 하지 사용 전략을 분석하여 씨름 선수들의 당기기 수행 능력과 체급별 특징을 제시하는데 목적이 있다.

## 연구방법

### 연구대상

본 연구는 현재 활동 중인 남자 엘리트 씨름 선수 24명을 대상으로 실시하였다. 모든 참가자는 살바를 당기는 주동손이 오른손인 선수들로, 각 체급별 6명씩 태백(80kg 이하), 금강(90kg 이하), 한라(105kg 이하), 백두(140kg 이하)의 4개 그룹으로 구성하였다. 모든 참여자들은 최근 6개월 이내에 부상이 없으며 최대 힘으로 밴드를 당기는 데 신체적으로 문제가 없는 선수들로 선정되었다. 본 연구는 엘리트 선수 지원을 위한 목적으로 수행되었으며, 테스트 시작에 앞서 모든 선수들은 연구 목적 및 방법에 대해 충분히 설명을 듣고 연구 참여 동의서에 서명 후 실험에 참여하였다. 연구대상자들의 신체적인 특성은 <Table 1>과 같다.

### 실험절차

각 선수는 지면반력기 위에 서서 씨름 자세로 다리를 양 판에 각각 위치를 잡은 상태에서 실험을 진행하였다. 선수들은 경기 시작 시 살바

**Table 1.** Characteristic subjects

(Mean ± SD)

Variables	TB (n=6)	GG (n=6)	HL (n=6)	BD (n=6)
Age (years)	29.7±6.3	28.8±3.1	31.8±6.1	27.0±4.3
Weight (kg)	84.1±2.8	94.6±1.8	110.0±3.1	143.6±6.8
Height (cm)	175.4±3.8	181.9±2.0	181.4±3.6	187.4±6.3

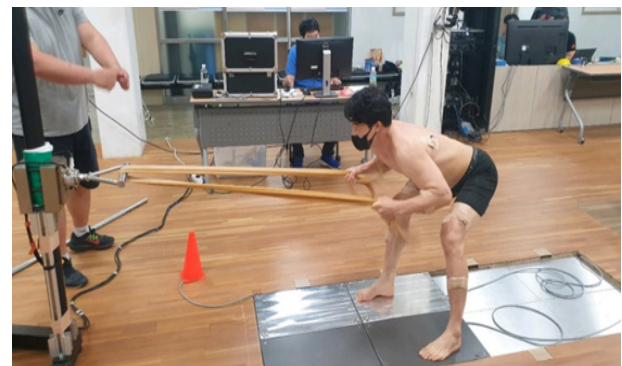
TB: Tacback, GG: Geumgang, HL: Halla, BD: Baekdu

를 잡고 서있을 때와 유사한 자세로 상체와 무릎을 굽혀 낮은 자세를 유지하였다. 선수들은 전방에 설치된 로드셀에 연결된 튜브를 양손으로 강하게 잡고 최대 힘으로 총 30회 반복 당기기를 수행하였다. 실험에 사용된 튜브는 씨름 및 유도 훈련 시 일반적으로 사용되는 훈련용 튜브이며 끝에서 20cm 안쪽에 잡는 위치를 표시하여 동일한 강도로 당길 수 있도록 하였다. 실험에 적용하는 과정에서 발생할 수 있는 오차의 영향을 최소화하고 피로를 방지하기 위해 초기 5회와 마지막 5회의 데이터는 제외하고 20회의 데이터를 최종 분석하였다. 실험구성은 <Figure1>과 같다.

### 실험장비

당기는 힘을 측정하기 위해 한국스포츠과학원(KISS)에서 개발한 3축 로드셀 센서(LCXYZ-T001, A&D Korea)를 사용하였으며 센서의 구성은 <Figure 2>와 같다(Kil et al., 2018). 이 센서는 수직(Z) 축에서 최대 1톤, 수평(X 및 Y) 축에서는 최대 500kg까지 측정이 가능하며 금속 파이프로 제작된 H빔 구조물에 고정 장착되었다. 이 구조물은 실험 중 발생하는 높은 장력을 견딜 수 있도록 설계되었다(Kim et al., 2022). 센서는 최대 1톤까지 당기는 힘을 측정할 수 있도록 Z축의 방향을 선수를 바라보도록 회전시켜 설치되었다. X축은 좌우축, Y축은 상하축을 나타내며 방향에 따라 양수와 음수 값을 갖는다. 로드셀에서 측정된 신호는 아날로그 증폭기를 통해 실시간으로 컴퓨터에 전송되어 LabVIEW 소프트웨어(버전 2014)에서 200Hz의 샘플링 속도로 데이터를 수집 및 저장하도록 설계되었다.

당기기 동작 수행 시 지면 반력(Ground Reaction Force, GRF)을 측정하기 위해 두 개의 지면 반력 측정기(force plate, 60×40



**Fig. 1.** Test posture and instrument set-up



Fig. 2. Structure of force vector equipment (left) and load cell sensor (right)

cm, Kistler, Switzerland)를 사용하였다. 두 개의 지면 반력기는 좌우로 나란히 배치되었으며 선수들은 양 발을 좌우 힘판에 각각 올려 놓고 최대힘으로 당기기 동작을 수행하였다. GRF는 X축(medio-lateral; ML), Y축(anterior-posterior; AP), Z축(vertical axis)으로 정의하여 데이터를 수집하였다. 추가로 지면반력 데이터의 3축의 데이터는 합성 값(resultant)으로 계산되었다. 모든 지면반력 데이터는 1,500Hz의 샘플링 속도로 수집되었다.

데이터 처리

로드셀 센서로 측정된 아날로그 데이터는 LabVIEW 프로그램을 통해 실시간으로 컴퓨터에 전송되어 화면에 결과가 표시가 가능하도록 구성되었다. 수행결과는 당기기 동작 수행 시 3축 각각의 힘 값, 힘의 합성 값, 힘 작용 시 힘의 각도 등의 자료 수집이 가능하며, 측정 종료 후 ASCII 파일로 원데이터를 저장하도록 설계되었다. 추가적인 데이터 처리를 위해 MATLAB(R2023a, The MathWorks Inc., USA)을 사용하였다. GRF 데이터는 Visual 3D를 이용하여 처리되었으며, 25Hz 차단 주파수를 갖는 4차 저역 통과 필터(Kipp & Harris, 2014)를 적용하여 필터링하였다. 지면반력 데이터의 경우 체중 차이를 고려하기 위해 선수 개인의 체중으로 나누어 정규화 하여 분석하였다.

통계 처리

측정한 모든 변인 값들은 평균(mean)과 표준편차(SD)로 제시하였다. 체급 간 유의차를 알아보기 위하여 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며 통계적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다. 체급 간 유의차가 있는 경우에 사후 검정(post-hoc)으로 Bonferroni를 적용하여 상호 비교하였다. 모든 통계 분석은 IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였다.

연구결과

당기기 힘

당기기 시 로드셀 센서 변인의 통계결과는 <Table 2>와 같다. 최대 힘(Fmax)( $p<.05$ )은 체급 간 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과 금강급과 한라급에서 차이( $p=.017$ )를 보였으며 금강급이 더 가벼운 체급임에도 불구하고 더 높은 최대 힘을 발휘하였다(Figure 3). 힘

Table 2. Loadcell results across weight classes (Mean  $\pm$  SD)

Variables	TB	GG	HL	BD	<i>p</i>
Fmax (N)	512.49 $\pm$ 44.82	573.25 $\pm$ 29.77	494.15 $\pm$ 42.45	518.77 $\pm$ 42.77	.018*
TDmax (sec)	0.59 $\pm$ 0.06	0.64 $\pm$ 0.05	0.62 $\pm$ 0.09	0.62 $\pm$ 0.06	.661
TFmax (sec)	0.28 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.04	0.30 $\pm$ 0.06	0.30 $\pm$ 0.03	.736
VAmax (deg)	9.09 $\pm$ 4.66	11.53 $\pm$ 2.05	8.35 $\pm$ 1.57	9.06 $\pm$ 2.89	.315
HAmx (deg)	4.33 $\pm$ 2.47	5.83 $\pm$ 1.92	3.60 $\pm$ 1.37	4.82 $\pm$ 2.96	.402

Fmax: maximal force, TDmax: time difference between maximal force, TFmax: time to maximal force, VAmax: vertical angle in maximal force, HAmx: horizontal angle in maximal force. \* $p<.05$ .

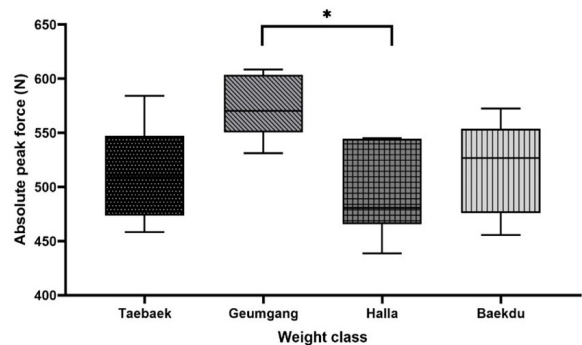


Fig. 3. Absolute maximal pulling force among weight classes

작용 시간 및 힘 각도 변인에서는 체급 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

지면반력

각 힘판에서 측정된 지면반력 결과 변인의 통계결과는 <Table 3>과 같다. 우측 힘판의 AP 축의 최대 지면반력(AP-PGRF)에서 체급 간( $p<.001$ ) 유의한 차이를 보였다. 사후 검정 결과 태백급과 한라급( $p=.013$ ), 태백급과 백두급( $p=.001$ ), 금강급과 백두급( $p=.003$ ) 간 유의한 차이가 나타났다. 특히 경량급인 태백급과 금강급 간은 차이가 나타나지 않았으나, 금강급은 중량급인 한라급 및 백두급보다 후방으로 더 높은 힘을 사용하는 것으로 나타났다.

좌우 힘 값 비율(force ratio: FR)에서 체급 간( $p<.05$ ) 유의한 차이가 나타났으며, 사후 검정 결과 태백급과 백두급 간( $p=.04$ ) 유의한 차이가 나타났다. 오른발의 압력중심(RCoP) 값은 모든 방향에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 왼발 전후축의 압력중심(LCoP)에서는 체급 간 유의한 차이( $p<.05$ )가 나타났으며, 특히 금강급과 백두급( $p=.049$ ) 간의 차이가 나타났다.

또한 전체 압력중심(TCoP)의 경우 좌우측에서도 체급 간 유의한 차이가 확인되었으며( $p<.05$ ) 사후 검정 결과 태백과 금강( $p=.006$ )과 금강급과 백두급( $p=.034$ ) 간 유의한 차이가 나타났다.

**Table 3.** GRF results across weight classes

(Mean ± SD)

Variables	Direction	TB	GG	HL	BD	<i>p</i>
RES-PGRF (N/bw)	L	0.37±0.10	0.39±0.06	0.44±0.03	0.42±0.05	.328
	R	0.78±0.10	0.81±0.06	0.77±0.12	0.74±0.14	.784
VER-PGRF (N/bw)	L	0.34±0.10	0.37±0.06	0.42±0.03	0.40±0.05	.206
	R	0.71±0.08	0.75±0.06	0.73±0.13	0.72±0.14	.918
AP-PGRF (N/bw)	L	-0.09±0.10	-0.05±0.02	-0.07±0.07	-0.06±0.04	.790
	R	-0.33±0.09	-0.30±0.02	-0.22±0.03	-0.18±0.04	.000**
ML-PGRF (N/bw)	L	0.08±0.02	0.07±0.03	0.09±0.01	0.08±0.03	.560
	R	-0.05±0.02	-0.04±0.01	-0.07±0.01	-0.07±0.03	.008*
FR (%)	L	27.73±7.46	34.44±5.30	35.96±4.20	36.99±3.38	.029*
	R	72.27±7.46	65.57±5.30	64.04±4.20	63.01±3.38	
LCoP (cm)	AP	0.57±0.21	0.68±0.33	0.39±0.09	0.33±0.12	.029*
	ML	2.99±0.98	3.18±1.50	1.90±1.27	2.42±0.82	.254
RCoP (cm)	AP	0.59±0.37	0.62±0.16	0.56±0.31	0.55±0.44	.985
	ML	3.29±1.38	3.21±1.26	2.82±1.14	3.04±1.32	.922
TCoP (cm)	AP	0.51±0.26	0.81±0.43	0.56±0.33	0.59±0.23	.402
	ML	0.59±0.21	1.45±0.58	0.90±0.22	0.76±0.41	.006*

RES-PGRF: resultant peak GRF, VER-PGRF: vertical peak GRF, AP-PGRF: peak GRF along AP axis, ML-PGRF: peak GRF along ML axis, FR: force ratio, LCoP: left CoP; RCoP: right CoP; TCoP: total CoP between left- and right. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .001$

## 논의

여러 선행 연구에서 유도 선수의 최대 노력으로 당기기 동작 수행 시 최대 힘과 폭발적인 힘을 발휘하는 것이 성공적인 동작수행에 중요한 요소로 강조되었다(Bonitch-Gongora et al., 2012; Dias et al., 2012; Franchini et al., 2011; Margnes & Paillard, 2011; Nowoisky, 2005; Yilmaz, 2015). 본 연구에서는 잡기 힘 측정과 관련된 기존 연구를 바탕으로 로드셀 센서를 활용하여 당기기 테스트를 수행하였다. 씨름 또한 체중에 따른 체급으로 구분되기 때문에 체중과 당기기 절대 힘에 대한 관련 연구를 살펴보면, Thomas et al.(1989)의 연구결과에서 체중과 손아귀 힘 사이에는 유의한 정적 상관관계( $r=.76$ )가 존재하지만 체중을 기준으로 힘 값을 조정하면 이 상관관계가 감소하는 것으로 보고되었다. Detanico et al.(2012)의 연구에서는 폭발적인 힘과 최대 힘을 발휘하는 능력이 체중의 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나, Yilmaz(2015)의 연구에서는 세오이 나게(seoi-nage) 동작을 하는 동안 양손의 당기는 절대적인 힘(absolute force)은 체중 증가에 따라 증가하는 경향을 보인다고 보고하였다.

본 연구에서도 씨름 체급 간 당기기 힘의 차이를 살펴보기 위하여 로드셀 센서 데이터를 분석한 결과, 체급 간 최대 힘 값에서 차이가 나타났으며, 특히 두 번째 체급인 금강급에서 더 무거운 체급보다 강한 힘을 발휘한다는 결과가 나타났다. 이러한 연구결과는 당기는 힘이 오로지 체중에 의해 결정되는 것이 아니라 다른 요인들에 의해 영향을 받을 가능성이 있음을 시사하며, 경량급과 중량급 선수의 힘 발휘 전략에 있어 차이가 있음을 나타낸다. Kons et al.(2019)의 연구 결과에 따르면 남녀 유도 선수 41명을 경량급과 중량급으로 나누어 신체적 테스트 및 경기 관련 변수를 분석한 결과, 경량급 선수들은 손아귀 힘과 하체 근육 힘이 경기 수행에 더 중요한 역할을 하는 반면

중량급 선수들은 손아귀 힘과 상체 저항력이 경기 효율성과 효과성에 더 중요한 요소로 나타났다. 따라서 향후 연구에서는 하체 근력뿐만 아니라 손아귀 힘에 기여하는 상체 근력의 역할도 함께 조사할 필요가 있다.

본 연구에서는 씨름에서도 힘 발휘 시 단순히 절대적인 체중에 의존하는 것이 아니라 하지의 기여가 있을 것으로 가설을 제시하였기 때문에 지면반력 데이터를 동시에 측정하여 당기기 동작 시 지면에 가해지는 힘의 방향과 크기를 분석하였다. CoP 변인을 살펴보면 왼발의 AP 축에서 체급 간 유의한 차이가 나타났으며, 금강 체급이 가장 무거운 백두 체급보다 더 큰 움직임을 보였다. 양 발의 CoP 차이를 분석한 결과 ML 축에서 체급 간 유의한 차이가 관찰되었다. 사후 검정에서 금강급은 백두급보다 더 큰 움직임을 보였으며, 반대로 태백은 금강보다 더 작은 움직임을 보였다. 이러한 차이는 금강 그룹은 당기기 시 최대 힘을 발휘하는 동안 중심이동이 증가하여 CoP가 보다 커지는 것을 나타낸다. 최대 힘 값 변인의 경우 오른쪽 지면반력의 AP 축에서 체급 간 유의한 차이를 보였다. 사후 검정 결과 태백급과 금강급이 백두급보다 더 큰 후방 힘을 발휘하였고 태백급은 한라급보다 더 큰 후방 힘을 발휘하였다. 그러나 오른발의 ML 축에서 체급 간 유의미한 차이가 나타났으나, 금강급은 한라 및 백두급보다 상대적으로 작은 움직임을 보였다. 따라서 네 체급 중 경량급에 가까운 그룹인 태백과 금강급은 좌우축 보다 전후축으로 힘을 더 사용하였고, 중량급인 한라와 백두급은 좌우축 보다 좌우축 힘이 보다 높게 나타났다. 결론적으로 금강급이 당기기 테스트에서 최대 힘을 발휘하였으며 당기기 동작 수행 중 CoP의 변화와 더불어 발뒤축 방향으로 힘을 사용하는 것으로 볼 수 있다. 이는 유도의 당기기 테스트에서 경량급 선수들의 경우 상지의 쥐기 힘과 하체 근육 힘이 경기 수행에 더 중요한 역할을 한다는 Kons et al.(2019)의 연구결과처럼 씨름의 경량급에서도 순간적인 힘을 발휘할 때 체중이 가벼운 선수들이 하체를 적극적으로 활용하여 부



족한 힘을 보완하는 전략을 사용하고 있음을 시사한다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 유도 선행연구에서 제시된 바와 같이 씨름 경기력 향상을 위한 효과적인 트레이닝 전략을 수립하기 위하여 근신경 적응에 따른 폭발적인 힘 생성과 관련한 체급별 훈련 전략의 차이가 고려되어야 할 것이다(Haff et al., 2005).

결론적으로, 본 연구에서도 씨름 또한 체급별 차이에 따른 힘 발휘 전략이 다를 수 있음을 제시하였고 이러한 결과에 영향을 미치는 요인들을 구체적으로 연구할 필요가 있을 것이다. 향후 연구에서는 당기기 동작에 영향을 미치는 상하지의 근력 및 운동역학적 움직임 등 다양한 요소들을 분석하여, 체급별 특성에 알맞은 훈련 전략 수립에 기여하고 씨름 연구 발전을 도모할 것으로 기대된다.

## 결론 및 제언

본 연구는 다양한 체급(태백, 금강, 한라, 백두)의 엘리트 씨름 선수들이 최대 당기기 수행 중 서로 다른 전략을 사용하는 것을 확인하였다. 특히, 금강급은 하체 근력을 보다 적극적으로 활용하여 더 높은 당기기 힘을 생성하였다. 이는 기존 연구에서 제시된 "체중이 클수록 더 큰 힘을 생성한다"는 가설과는 다른 결과를 보여준다. 경량급 선수들은 하체 근력을 주된 전략으로 활용하는 경향이 있으며, 이는 현대 씨름이 빠르고 역동적인 경기 트렌드에 알맞은 트레이닝 전략 설정에 뒷받침될 수 있음을 시사한다. 따라서 씨름 훈련 프로그램을 설계할 때 하체 근력 운동을 포함하는 것이 유익할 것으로 보인다. 또한, 본 연구 결과는 하체 힘을 효과적으로 활용하여 강한 힘을 생성하는 전략이 다른 유사한 격투 스포츠에도 적용될 수 있을 것이다.

## CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

## AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: Taewhan Kim, Taehyun Lee, Data curation: Taewhan Kim, Suyeon Park Formal analysis: Suyeon Park, Methodology: Taewhan Kim, Taehyun Lee, Suyeon Park Project administration: Taewhan Kim, Visualization: Suyeon Park, Writing-original draft: Suyeon Park, Writing-review & editing: Taewhan Kim, Taehyun Lee, Suyeon Park

## 참고문헌

- Blais, L., & Trilles, F. (2006). The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(CSSI), 132.
- Bonitch-Góngora, J. G., Bonitch-Domínguez, J. G., Padial, P., & Feriche, B. (2012). The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1863-1871.
- Branco, B. H. M., Andreato, L. V., Ribeiro, E. D., de Oliveira, H. G., Almeida, F. N., & Junior, N. N. (2018). Development of tables for classifying judo athletes according to maximal isometric strength and muscular power, and comparisons between athletes at different competitive levels. *Sport Sciences for Health*, 14(3), 607-614.
- Detanico, D., Arins, F. B., Dal Pupo, J., & Dos Santos, S. G. (2012). Strength parameters in judo athletes: an approach using hand dominance and weight categories. *Human Movement*, 13(4), 330-336.
- Dias, J. A., Wentz, M., Külkamp, W., Mattos, D., Goethel, M., & Júnior, N. B. (2012). Is the handgrip strength performance better in judokas than in non-judokas?. *Science & Sports*, 27(3), e9-e14.
- Farmosi, I. (1980). Body-composition, somatotype and some motor performance of judoists. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 20(4), 431-434.
- Franchini, E., Miarka, B., Matheus, L., Del Vecchio, F. B. (2011). Endurance in judogi grip strength tests: Comparison between elite and non-elite judo players. *Archives of Budo*, 7(1), 1-4.
- Gong, S. B., Kim, T.W., & Lee, W. H. (2009). *Do you know Ssireum?* Gwanglim Book House.
- Haff, G. G., Carlock, J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., Kawamori, N., Jackson, J. R., ... & Stone, M. H. (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women olympic weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 741-748.
- Hassmann, M., Buchegger, M., & Stollberg, K. P. (2011). Judo performance tests using a pulling force device simulating a seoi-nage throw. *Ido Movement For Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 11(3), 47-51.
- Hassmann, M., Buchegger, M., Stollberg, K. P., Sever, A., & Sabo, A. (2010). Motion analysis of performance tests using a pulling force device (PFD) simulating a judo throw. *Procedia Engineering*, 2(2), 3329-3334.
- Helm, N., Prieske, O., Muehlbauer, T., Krüger, T., Chaabene, H., & Granacher, U. (2018). Validation of a new judo-specific ergometer system in male elite and sub-elite athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(3), 465.
- Kil, S. K., Lee, S. C., Hwang, J. H., Lee, J. B., Choi, S. H., Lee, H. B., Han, Y. H., & Kim, T. W. (2018). Development of Vector Measuring Apparatus for Training of Judo. *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, 12(4), 323-329.
- Kim, T. W., Kil, S. K., Lee, S. C., Jang, S. H., & Park, S. (2022). Analysis of the force characteristics of seoi-nage based on the performance height of elite male judo athletes. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 34(2).
- Kipp, K., & Harris, C. (2014, October). Associations between ground reaction forces and barbell accelerations in weightlifting. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Kons, R. L., Detanico, D., Ache-Dias, J., & Dal Pupo, J. (2019). Relationship between physical fitness and match-derived performance in judo athletes according to weight category. *Sport Sciences for Health*, 15, 361-368.
- Margnes, E., & Paillard, T. (2011). Teaching balance for judo practitioners. *Ido Movement For Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 11, 42-46.
- Nowoisky, H. (2005). The biomechanics of loss of balance in Olympic sport judo, possibilities of measurement of biomechanical parameters. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Thomas, S. G., Cox, M. H., LeGal, Y. M., Verde, T. J., & Smith, H. K. (1989). Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian Journal of Sport Sciences= Journal Canadien Des Sciences Du Sport*, 14(3), 142-147.
- Yilmaz, S. (2015). Pulling forces in different judo stances in laboratory conditions. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 11(1), 73-80.

## 엘리트 씨름 선수의 체급별 당기는 힘 전략 비교

김태완<sup>1</sup>, 이태현<sup>2</sup>, 박수연<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국스포츠과학원, 책임연구위원

<sup>2</sup>용인대학교, 교수

<sup>3</sup>대상트코리아, 연구원

[목적] 본 연구의 목적은 씨름에서 체급별 당기기 수행 시 힘 발휘 특징을 살펴보는 데 있다.

[방법] 총 24명의 엘리트 씨름 선수들이 참가하였으며, 각 체급별로 6명씩 총 4개의 체급으로 나누어졌다(태백, 금강, 한라, 백두). 선수들은 3축 로드셀 센서에 고정된 튜브를 잡고 지면반력기(force plate) 위에 서서 당기기 동작을 수행하였다. 테스트는 무릎을 굽힌 채 최대한의 힘을 발휘하며 30회의 당기기 동작을 수행하는 방식으로 진행되었으며, 씨름 경기에서 일반적으로 취하는 자세와 유사하게 유지하였다. 로드셀 센서에서 최대 힘(Fmax), 최대 힘 도달 시간(TFmax), 최대 힘 간의 시간 차이(TDmax)를 분석하였고, 지면반력(GRF) 데이터에서는 세 축 방향의 최대 힘 값, 이의 합성 값과 압력중심(CoP)을 수집하였다. 체급 간 차이를 비교하기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

[결과] 로드셀 당기기 결과에서 Fmax는 체급 간 유의한 차이를 보였으며( $p<0.05$ ), 두 번째 체급(금강급)이 더 무거운 체급보다 더 큰 당기기 힘을 발휘하였다. GRF 분석에서는 가벼운 체급이 좌우 힘판 사이에서 더 큰 COP 변화를 보였으며, 특히 금강급은 왼쪽 힘판에서 앞뒤 방향으로 더 큰 움직임을 나타냈다. 또한, 오른쪽 힘판에서 앞뒤 방향( $p<0.001$ )과 좌우 방향( $p<0.05$ )의 최대 GRF는 가벼운 체급과 무거운 체급 간에 유의한 차이를 보였다.

[결론] 본 연구의 결과는 금강급이 가장 높은 당기기 힘을 발휘했으며, 가벼운 체급일수록 하체의 기여도가 더 높은 결과와 힘의 생성은 단순히 체중에 의존하는 것이 아니라 가벼운 체급 선수들은 자신의 한계를 극복하기 위해 하체 근력을 적극적으로 활용하는 경향이 있는 것을 시사하며, 이러한 체급 간 전략 차이는 엘리트 씨름 선수들의 경기력 향상에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 주요어

당기기 힘, 지면반력, 힘 생성 전략, 체급, 근력