

## 파워종목 스포츠 선수의 등속성 무릎 동측근력비율이 최대근력 및 경기력 예측 지표에 미치는 효과

### Effects of Isokinetic Hamstrings to Quadriceps Strength Ratio on Maximum Strength and Sports Performance Predictive Indicators in Power Athletes

이지영(제주대학교 박사과정) · 서태범\* (제주대학교 교수)

Ji-Young Lee Jeju National University · Tae-Beom Seo\* Jeju National University

#### 요약

본 연구의 목적은 파워종목 스포츠 선수의 등속성 무릎 동측근력비율이 최대근력 및 경기력을 예측하는 지표가 될 수 있는지를 조사하는 것이다. 본 연구 참여자는 대한민국 파워종목 선수(역도, 경륜, 럭비) 114을 대상으로 하였으며, 무릎동측근력 비율에 따라 60%이상( $\geq 60\%$  H:Q ratio) 31명, 51%이상-60% 미만( $\geq 51\% \sim < 60\%$  H:Q ratio) 47명, 50%이하( $\leq 50\%$  H:Q ratio) 36명으로 구분하였다. 본 연구의 결과, 무릎 굴근력 절대값과 상대값은  $\geq 60\%$  H:Q ratio가 가장 높았으며, 신근력과 최대근력은  $\leq 50\%$  H:Q ratio가 높은 것으로 나타났다. 무산소성 파워와 허리 근기능은 H:Q ratio에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 우리의 결과는 대퇴사두근 발달( $\leq 50\%$  H:Q ratio)은 파워 종목선수의 최대근력 및 무릎 등속성 근기능과 같은 경기력 예측 지표에 긍정적인 영향을 미친다는 새로운 정보를 제시한다.

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate whether isokinetic H:Q ratios on maximum strength and performance predictive indicators. One hundred forty power athletes including weight lifting, Keirin cycling and rugby were participated in this study and divided in to three levels according to H:Q ratio: under 50% H:Q ratio ( $\leq 50\%$ , n=36); between 51% to 60% H:Q ratio ( $\geq 51\% \sim < 60\%$  n=47), over 60% H:Q ratio ( $\geq 60\%$ , n=31). The knee flexor strength absolute and relative values showed the higher  $\geq 60\%$  H:Q ratio. And the knee extensor strength relative values and squat 1RM were significantly the higher  $\leq 50\%$  H:Q ratio. There was no difference in anaerobic power and trunk isokinetic muscle function according to the H:Q ratio. Our finding suggest new information that high level of quadriceps muscle strength ( $\leq 50\%$  H:Q ratio) might be a positive effect on predictive indicators of sports performance, such as maximal strength and knee isokinetic muscle function in power athletes.

Key words : Sports performance prediction, H:Q ratio, Isokinetic muscle function, Power athletes

\* seotb@jeju.ac.kr

이 논문은 2023년 제주대학교 교육·연구 및 학생지도비의 지원을 받아 수행된 연구임.

## I. 서론

경기의 승패가 단시간에 빠르게 결정되는 역도, 경륜, 스피드스케이팅 등과 같은 파워종목 선수들에게는 근육이 단위 시간당 생성할 수 있는 파워(Power, 최대근력×속도)가 절대적으로 필요하다(Cho & Seo, 2020; Park & Seo, 2020; Sargeant, 2007).

스포츠 경기에서 파워는 근육 내 크레아틴(Creatine)을 이용한 무산소성 에너지 대사과정에 의해 발생하며, 대퇴사두근, 햄스트링, 비복근과 같은 하지의 속근섬유 발달과 동원율에 높은 상관성을 가진다(Magal et al., 2010).

스포츠 현장에서 파워종목 선수들의 경기력 예측 및 평가를 위해 다양한 방법의 측정 방법이 시도되고 있으며, 현존하는 측정 방법 중 상·하지의 근기능을 확인하는 가장 신뢰성 높은 측정 방법은 등속성 근기능 검사이다(Dryburgh & Psycharakis, 2016; So et al., 2005; Yaghoubi et al., 2019).

등속성 근기능 검사는 해당 부위의 근력, 파워, 근지구력과 양측 또는 동측 근력의 불균형을 확인할 수 있어 부상 후 복귀 시점과 경기력을 예측하는 중요한 지표로 활용도가 높은 것으로 보고되고 있다(Green et al., 2018; Palandı et al., 2016).

특히, 무릎 동측근력비(H:Q ratio, Hamstring/Quadriceps ratio)는 대퇴사두근과 햄스트링의 근력 비율을 산출한 지표로, 선행연구는 부상 예방 및 경기력 향상을 위한 가장 이상적인 H:Q ratio를 60%로 보고하였다(Tatlıcıoğlu et al., 2019).

하지만, 파워종목 선수의 H:Q ratio는 49%~70%까지 폭넓게 분포되어 있어, 일반적으로 알려진 60% H:Q ratio가 종목 특성이 강한 엘리트 선수에게 최고의 경기력을 위한 최적의 비율인지에 대해서는 논란의 여지가 있다(Brown et al., 2014; Guex et al., 2012; Palandı et al., 2016). 또한, 파워종목 선수의 H:Q ratio가 선수들의 경기력에 미치는 효과를 분석한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 H:Q ratio 수준이 파워종목 선수들의 체력 및 경기력 예측에 미치는 효과를 분석하는 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 엘리트 남자 파워종목(역도, 럭비, 경륜) 선수 114명을 대상으로 하였으며, 무릎 동측근력비율(H:Q ratio)에 따라 60% 이상( $\geq 60\%$  H:Q ratio) 31명, 51% 이상~60% 미만( $\geq 51\%$ ~ $<60\%$  H:Q ratio) 47명, 50%이하( $\leq 50\%$  H:Q ratio) 36명으로 구분되었다. 본 연구는 참여 의사를 밝힌 선수만 연구에 참여하도록 하였으며, 파워종목 선수들에게 연구의 목적과 방법에 대해 상세하게 설명하였다. 본 연구대상자 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 특성

	$\leq 50\%$	51%~59%	$\geq 60\%$
Age	23.03 $\pm$ 4.42	23.70 $\pm$ 4.15	22.81 $\pm$ 4.83
Weight	87.38 $\pm$ 18.61	86.87 $\pm$ 14.01	90.95 $\pm$ 17.59
Height	170.61 $\pm$ 32.53	177.79 $\pm$ 6.91	179.50 $\pm$ 4.96
BMI	28.00 $\pm$ 4.46	27.39 $\pm$ 3.51	28.10 $\pm$ 4.66
FFM	70.93 $\pm$ 11.88	71.03 $\pm$ 8.82	72.94 $\pm$ 10.37
%Fat	17.72 $\pm$ 5.26	17.83 $\pm$ 5.76	18.68 $\pm$ 5.53
H:Q ratio (%)	46.03 $\pm$ 3.48	55.57 $\pm$ 2.39	66.28 $\pm$ 6.89

BMI, body mass index; FFM, fat free mass; %Fat, percent body fat; H:Q ratio, hamstring and quadriceps ratio;  $\leq 50\%$ , under 50% H:Q ratio; 51%~59%, between 51% to 59% H:Q ratio;  $\geq 60\%$ , over 60% H:Q ratio

### 2. 측정방법 및 항목

#### 1) 신체구성

파워종목 선수들은 신체구성 측정을 위해 8시간 이상 공복 상태를 유지한 후 오전 9시 실험실에 방문하였다. 체격은 자동신장·체중 측정기(DS-103M, DonSahn Henix, Seoul, Korea)를 이용하여 체격(신장, 체중)을 측정하였으며, 이후 체성분분석기(Inbody 770, Inbody, Seoul, Korea)를 이용하여 신체구성(체지방률, 체지방량, 체지방률)을 측정하였다.

#### 2) 최대근력

최대근력(One-repetition maximum, 1RM)은 스쿼트를 측정하였으며 절댓값과 상대값으로 제시하였다. 스쿼트 측정 시 부상 방지를 위해 예비운동(종목당 5회 이상)과 휴식 시간(최소 3분 이상)을 제공하였다. 최대근력은 1번에 들어 올릴 수 있는 무게를 측정하는 것으로 직접측정법을 이용하여 측정한 후 절댓값과 상대값으로 구분하여 제시하였다.

#### 3) 무릎과 허리 등속성 근력

파워종목 선수들의 무릎과 허리 등속성 근기능 측정은 등속성 측정 장비(Humac Norm 776, CSMI, Boston, USA)를 사용하여 무릎과 허리의 굴곡근(Flexor muscle)과 신전근(Extensor muscle)을 측정하였다. 관절 가동범위  $0^{\circ}$ ~ $100^{\circ}$ , 각속도  $60^{\circ}/\text{sec}$ 에서 무릎의 근기능을 측정하였고, 관절 가동범위  $-10^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$ ,  $30^{\circ}/\text{sec}$ 에서 허리 등속성 근기능을 측정하였다. 선수들의 부상 방지를 위해 낮은 강도로 충분한 예비 동작을 실시 하였다.

#### 4) 무산소성 파워

무산소성 파워는 원게이트 검사를 실시하였으며, 측정은 Monark bicycle (Ergomedic 823E, Monark Exercise AB, Vansbro, Sweden)를 이용하였다. 원게이트 검사는 가벼운 페달링을 시작으로 점차 속도를 증가시켜 최대속도에 이르렀을 때부터 체중 당  $0.075\text{kp}$ 의 부하를 부여하여 30초간 페달링을 실시하여 최대파워(Peak power)와 평균파워(Average power)를 측정하였다.

### 3. 자료처리

본 연구의 자료처리는 IBM SPSS 22.0(IBM Co, Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 사용하였다. 모든 변인의 평균과 표준편차를 제시하였으며, 집단 간 차이 검증을 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정은 Scheffe를 이용하였다. 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 무릎 등속성 근기능 비교

본 연구의 무릎 등속성 근기능을 비교한 결과는 <표 2>와 같다. 우굴근 절댓값은  $\geq 60\%$ 가  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 와  $\leq 50\%$ 보다 높은 것으로 나타났으며( $F=11.148$ ,  $p=.001$ ), 우굴근 상댓값은  $\geq 60\%$ 가  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 와  $\leq 50\%$ 보다 높은 것으로 나타났( $F=8.400$ ,  $p=.001$ ). 우신근( $F=3.536$ ,  $p=.032$ )과 좌신근( $F=5.921$ ,  $p=.004$ ) 상댓값은  $\leq 50\%$ 가  $\geq 60\%$ 와  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 보다 높은 것으로 나타났다.

표 2. 60°초에서의 등속성 무릎 강도

	$\leq 50\%^a$	51%~59% <sup>b</sup>	$\geq 60\%^c$	F	p	Scheffe
Right flexor (N·m)	123.98±22.29	138.56±27.34	153.37±25.36	11.148	.001	a,b,c
Right flexor (BW)	145.05±25.13	160.77±27.78	171.19±24.67	8.400	.001	a,b,c
Right extensor (N·m)	255.90±42.49	251.55±50.06	242.72±46.85	.699	.499	
Right extensor (BW)	300.35±55.46	290.85±46.03	270.33±43.07	3.536	.032	b,c,a
Left flexor (N·m)	132.33±21.81	136.78±27.87	143.84±28.04	1.641	.199	
Left flexor (BW)	154.35±22.04	159.48±32.41	160.85±29.40	.463	.631	
Left extensor (N·m)	266.15±44.78	246.17±50.27	241.98±45.87	2.459	.090	
Left extensor (BW)	309.92±42.54	285.04±50.51	270.12±47.47	5.921	.004	b,c,a
Bilateral balance ratio for extensors (%)	9.73±6.59	7.05±4.26	7.14±5.17	2.830	.063	
Bilateral balance ratio for flexor (%)	8.68±8.10	7.33±6.24	8.12±7.29	.354	.702	

N·m, newton meter; BW, body weight;  $\leq 50\%^a$ , under 50% H:Q ratio; 51%~59%<sup>b</sup>, between 51% to 59% H:Q ratio;  $\geq 60\%^c$ , over 60% H:Q ratio

표 3. 30°초에서의 등속성 몸통 강도 및 최대 강도

	$\leq 50\%^a$	51%~59% <sup>b</sup>	$\geq 60\%^c$	F	p	Scheffe
Flexor (N·m)	273.82±80.55	293.02±69.21	298.24±86.74	.897	.411	
Flexor (BW)	299.16±40.91	326.72±46.96	316.42±57.89	2.930	.058	
Extensor (N·m)	405.45±111.98	362.71±112.07	398.61±126.87	1.571	.212	
Extensor (BW)	446.66±81.25	402.10±88.13	420.50±81.16	2.621	.077	
Squat 1RM (kg)	212.30±30.98	199.40±33.28	191.42±38.74	3.080	.048	b,c,a
Squat 1RM (kg/BW)	2.51±.55	2.32±.39	2.13±.39	6.254	.003	c,a

N·m, newton meter; BW, body weight; 1RM, one-repetition maximum;  $\leq 50\%^a$ , under 50% H:Q ratio; 51%~59%<sup>b</sup>, between 51% to 59% H:Q ratio;  $\geq 60\%^c$ , over 60% H:Q ratio

표 4. 무산소 파워

	$\leq 50\%^a$	51%~59% <sup>b</sup>	$\geq 60\%^c$	F	p	Scheffe
Peak power (W)	928.84±226.79	918.69±188.46	979.82±265.50	.809	.448	
Peak power (W/BW)	10.74±1.98	10.66±1.41	10.68±1.36	.026	.975	
Average power (W)	722.22±172.56	732.26±160.60	742.18±201.53	.105	.900	
Average power (W/BW)	8.43±1.86	8.45±1.34	8.13±1.34	.546	.581	

W, watt; BW, body weight;  $\leq 50\%^a$ , under 50% H:Q ratio; 51%~59%<sup>b</sup>, between 51% to 59% H:Q ratio;  $\geq 60\%^c$ , over 60% H:Q ratio

### 2. 허리 등속성 근기능 비교

본 연구의 허리 등속성 근기능을 비교한 결과는 <표 3>과 같다. H:Q ratio에 따른 허리 등속성 굴근( $F=.897$ ,  $p=.411$ )과 신근( $F=1.571$ ,  $p=.212$ ) 절댓값과 굴근( $F=2.930$ ,  $p=.058$ ), 신근( $F=2.621$ ,  $p=.077$ ) 상댓값은 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3. 최대근력 비교

본 연구의 최대근력을 비교한 결과는 <표 3>과 같다. 스쿼트 1RM 절댓값은  $\leq 50\%$ 가  $\geq 60\%$ 와  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 보다 높은 것으로 나타났다( $F=3.080$ ,  $p=.048$ ), 스쿼트 상댓값은  $\leq 50\%$ 가  $\geq 60\%$ 보다 높은 것으로 나타났다( $F=6.254$ ,  $p=.003$ ).

### 4. 무산소성 파워 비교

본 연구의 무산소성 파워를 비교한 결과는 <표 4>와 같다. H:Q ratio에 따른 최대파워 절댓값( $F=.809$ ,  $p=.448$ ), 상댓값( $F=.026$ ,  $p=.975$ )과 평균파워 절댓값( $F=.105$ ,  $p=.900$ ), 상댓값( $F=.546$ ,  $p=.581$ )은 차이가 없는 것으로 나타났다.

#### IV. 논의

다양한 스포츠 종목 중 역도, 럭비 및 경륜과 같은 파워종목 선수들의 체력과 경기력을 예측할 수 있는 최적의 H:Q ratio는 현재까지 보고되지 않았다. 이에 본 연구에서는 파워종목 선수들의 H:Q ratio에 따른 최대근력, 무릎 및 허리 등속성 근기능, 무산소성 파워 능력을 비교 분석하였다.

본 연구의 H:Q ratio에 따른 무릎 등속성 근기능 비교 결과, 우굴근 절댓값과 상대값은 H:Q ratio  $\geq 60\%$ 와  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 가  $\leq 50\%$ 보다 높게 나타났다. 또한, 우신근 및 좌신근 상대값은 H:Q ratio  $\leq 50\%$ 가  $\geq 60\%$ 와  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 보다 높게 나타났다. Park et al., (2021)은 H:Q ratio가 높을수록 굴근의 근력이 높고, 낮을수록( $\leq 50\%$  H:Q ratio) 신근의 근력이 높은 것으로 보고하였다. 무릎의 굴곡과 신전 시 동원되는 주동근은 대퇴사두근과 햄스트링이며 신전 시 대퇴사두근이, 굴곡 시 햄스트링의 동원율이 높은 것으로 선행연구는 보고하고 있다(Remaud et al., 2009). 본 연구의 결과를 선행연구와 비추어 보았을 때, 본 연구의 대상자는 종목 특성상 과학적인 하지의 근비대, 최대근력, 근파워 향상을 위한 훈련 프로그램 참여가 대퇴사두근과 햄스트링의 균형적인 발달을 유도하여 본 연구의 신전 근력은 H:Q ratio  $\leq 50\%$ 가, 굴곡 근력은  $\geq 60\%$ 가 높게 나타난 주된 원인으로 생각된다.

본 연구의 스쿼트 1RM 절댓값과 상대값은 H:Q ratio  $\leq 50\%$ 가  $\geq 60\%$ 와  $\geq 51\%$ ~ $<60\%$ 보다 높은 것으로 나타났다. 스쿼트는 하지 최대근력을 평가하는 지표이며, H:Q ratio와 상관성이 높은 것으로 보고되고 있다(Verdijk et al., 2009). 스쿼트 동작 시 하지의 근활성을 비교한 선행연구는 대퇴사두근이 햄스트링 보다 높은 근활성을 보이고, H:Q ratio 50%에 가까울수록 햄스트링보다 대퇴사두근의 발달이 우세하다는 정보를 제공한다(Escamilla et al., 2001; Hammerová et al., 2019; Martinez et al., 2023). 본 연구의  $\leq 50\%$  H:Q ratio가 스쿼트 1RM이 가장 높은 것은 본 연구의 등속성 무릎 신근력이  $\leq 50\%$  H:Q ratio에서 가장 높은 결과에 기인한 것으로 보여진다. 하지만 본 연구에서는 근육별 근활성을 확인하지 못하였으므로 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 H:Q ratio에 따른 무산소성 파워와 허리 등속성 근기능은 차이가 없는 것으로 나타났다. Sakong et al., (2021)은 엘리트 사이클 선수의 무산소성 파워 수준에 따른 무릎 H:Q ratio와 허리 F:E ratio는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였다. 반면, Raasch et al., (1997)는 강한 파워를 위해서는 반드시 높은 수준의 무릎과 허리의 근 기능이 요구된다고 보고하였다.

선행연구의 결과를 종합할 때, 본 연구의 H:Q ratio에 따른 허리 및 무산소성 파워에 차이가 없었던 원인은 본 연구의 대상자가 국가대표급 선수로 허리 등속성 근기능(신근력  $362\text{N} \cdot \text{m}$ 이상, 굴근력  $273\text{N} \cdot \text{m}$ 이상)과 무산소성 파워( $918\text{W}$ 이상)가 월등히 높은 수준으로 H:Q ratio 따른 구분은 허리와 무산소성 파워를 예측하는 지표로 사용되기에는 한계가 있고, 파워종목별 특성을 모두 반영하기에는 어려움이 있었던 것으로 생각된다. 따라서, 향후 종목별 특성을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보여진다.

#### V. 결론 및 제언

본 연구는 파워종목 선수들의 H:Q ratio 수준이 최대근력, 무릎·허리 등속성 근기능 및 무산소성 파워 능력에 미치는 영향을 확인하였다.

현재까지 일반화된 H:Q ratio의 정상비율은 60%이며, 50%이하의 H:Q ratio는 햄스트링의 근력 약화로 인한 부상 가능성 증가 및 경기력 감소 예측 지표로 알려져 왔다. 하지만 본 연구 결과는 최대근력 및 무릎 등속성 최대근력이 H:Q ratio 50%이하에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 이는 H:Q ratio 50%이하가 파워 종목선수들의 경기력 예측 지표에 긍정적인 영향을 미친다는 새로운 정보를 제시한다.

하지만, 본 연구의 참여 종목 및 대상자의 수가 부족하여 모든 종목에 일반화하기에는 한계가 있다. 따라서, 다양한 스포츠 종목별 검증을 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- Brown, S. R., Brughelli, M., Griffiths, P. C., & Cronin, J. B. (2014). Lower-extremity isokinetic strength profiling in professional rugby league and rugby union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 358-361.
- Cho, Y. H., & Seo, T. B. (2020). Vertical jump and hand grip strength are indicators for predicting performance of Korea national weightlifters. *Korean Journal of Sports Science*, 29(2), 1025-1035.
- Dryburgh, I., & Psycharakis, G. S. (2016). Muscle activation under different loading conditions during the power clean. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(2), 464-474.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N. A. I. Q. U. A. N., LANDER, J. E., Barrentine, S. W., ANDREWS, J. R., ... & MOORMAN III, C. T. (2001). Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(9), 1552-1566.
- Green, B., Bourne, M. N., & Pizzari, T. (2018). Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(5), 329-336.
- Guex, K., Gojanovic, B., & Millet, G. P. (2012). Influence of hip-flexion angle on hamstrings isokinetic activity in sprinters. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 390-395.

- Hammerová, T., Králová, T., Cacek, J., Kalina, T., Hlavoňová, Z., & Ondráček, J. (2019). Impact of a Strength Intervention Program on Change of Hamstrings: Quadriceps Ratio and on Change of 1 Repetition Maximum. *Studia Sportiva*, 132, 33-39.
- Magal, M., Dumke, C. L., Urbiztondo, Z. G., Cavill, M. J., Triplett, N. T., Quindry, J. C., ... & Epstein, Y. (2010). Relationship between serum creatine kinase activity following exercise-induced muscle damage and muscle fibre composition. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 257-266.
- Martinez, S. C., Coons, J. M., & Mehls, K. D. (2023). Effect of external load on muscle activation during the barbell back squat. *European Journal of Sport Science*, 23(6), 975-982.
- Palandi, J., Ducatti, E. Z., Poletti, M., Schmitt, V. M., Tadiello, G. S., & Bonetti, L. V. (2016). Isokinetic performance of knee extensors and flexors in male weightlifters. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1253.
- Park, J. H., & Seo, T. B. (2020). Study on physical fitness factors affecting race-class of Korea racing cyclists. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 16(1), 96.
- Park, Y. J., Yu, J. I., & Seo, T. B. (2021). The Effect of Isokinetic Hamstring / Quadriceps Strength Ratio Difference on Performance-related Physical Fitness of Young Athletes in Speed Skating. *Journal of The Korean Society of Living Environmental System*, 28(1), 22-28.
- Raasch, C. C., Zajac, F. E., Ma, B., & Levine, W. S. (1997). Muscle coordination of maximum-speed pedaling. *Journal of Biomechanics*, 30(6), 595-602.
- Remaud, A., Cornu, C., & Guével, A. (2009). Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(3), 449-458.
- Sakong, H., Cho, Y. H., Lee, D. J., & Seo, T. B. (2021). A Comparative Study of Anaerobic Pedaling Power Level on Maximum Muscle Strength and Isokinetic Knee and Trunk Functions in Elite Female Cyclists. *Journal of the Korean society for Wellness*, 16(1), 310-315.
- Sargeant, A. J. (2007). Structural and functional determinants of human muscle power. *Experimental Physiology*, 92(2), 323-331.
- So, R. C., Ng, J. K. F., & Ng, G. Y. (2005). Muscle recruitment pattern in cycling: a review. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 89-96.
- Tatlıcıoğlu, E., Atalağ, O., Kırılmazgil, B., Kurt, C., & Acar, M. F. (2019). Side-to-side asymmetry in lower limb strength and hamstring-quadriceps strength ratio among collegiate American football players. *Journal of Physical Therapy Science*, 31(11), 884-888.
- Verdijk, L. B., Van Loon, L., Meijer, K., & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 59-68.
- Yaghoubi, M., Lark, S. D., Page, W. H., Fink, P. W., & Shultz, S. P. (2019). Lower extremity muscle function of front row rugby union scrummaging. *Sports Biomechanics*, 18(6), 636-648.

