

Comparing physique with physical fitness based on muscle strength and power in short middle, and long-distance elite cyclists

BongJu Sung & JongBaek Lee*

Korea Institute of Sport Science

[Purpose] This study was conducted to analyze the differences of physical characteristics focused on the physique, strength, and power for cycling national athletes (Sprint cyclists and Road race cyclists). **[Methods]** We measured various factors (e.g., height, weight, body fat ratio, thigh circumference, waist circumference, anaerobic power, isokinetic muscular strength, muscle power, squat jump by 1RM intensity, and so on) for a total 11 male cycling national athletes (5 Sprint cyclists and 6 Road race cyclists). **[Results]** First, the body composition showed the significant differences only in weight ($p=0.31$) and BMI ($p=.001$) for Sprint cyclists. Second, the values of the anaerobic power for the Sprint cyclists were significantly higher than those for the Road race cyclists only at peak power ($p=0.28$), whereas there was no significant difference in average power, isokinetic muscular strength, and muscle power between the two groups. Third, the isokinetic trunk flexion muscle ($p = .016$) for the Sprint cyclists were significantly higher than those for the Road race cyclists. Fourth, the significant difference in Time to Peak Torque was not found between two groups. Fifth, the values for the Sprint cyclists showed the significant difference in all 5 intensity groups (0%, 30%, 50%, 60%, and 80%) ($p=.001$) of the squat jump. Also, there was a statistically significant difference only in 0% velocity between the two groups, except for exercise intensity. **[Conclusions]** From the various measures between two groups, the Sprint cyclists relatively showed the high weight, BMI (muscle mass), and maximum power. Additionally, the isokinetic trunk flexion muscle and the squat jump were higher in the Sprint cyclists than the Road race cyclists. These data may be used as basic data to improve the physical fitness factors related to the athletic performance of the athletes by reflecting them in the effective training plan and evaluation of the athletes.

Key words: Elite cyclist, Physical fitness, Isokinetic strength, Isometric, Power, Rate of force development

서론

사이클 경기는 공기 저항력과 마찰력, 중력 등 외적인 저항력이 경기력에 영향을 미치는 종목으로, 속력이 높아질수록 외적인 저항력이 속도에 비례하여 커진다. 사이클의 속도를 높이기 위해서는 더 높은 근력이나 순발

력 또는 외부의 저항력을 최소화시켜야 하며, 이러한 이유에서 사이클 경기에서는 체격과 체력이 경기력에 중요한 영향을 미치는 요인으로 간주되고 있다. 또한 최상위 수준의 선수들일수록 체격과 체력적 요인들이 더 높은 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다(Reilly, 1994; Foley et al., 1989; Housh et al., 1984).

최적화된 체격과 체력수준은 사이클 종목에서 뿐만 아니라 대부분의 스포츠 현장에서 환경적, 유전적 요인과 함께 경기력 결정요인으로 강조되고 있다(Malina & Bouchard, 2004; Calson et al., 1994; Williford et al.,

논문 투고일 : 2018. 10. 19.

논문 수정일 : 2018. 11. 08.

게재 확정일 : 2018. 11. 19.

* 교신저자 : 이종백(supertomcat100@hanmail.net).

1994). 특히, 선수들의 체구성은 선수들의 반복적인 훈련의 효과를 나타내는 지표로 제시되며, 경기력과 밀접한 관련성이 있는 것으로 보고되고 있다(Schmidt et al., 2018; Hamano et al., 2015; Caspersen, Powell & Christenson, 1985).

한편, 체력이 경기력에 중요한 결정요인으로 작용한다는 것은 이미 많은 연구로 잘 알려져 있으며, 각 종목특성에 밀접한 관련이 있는 체력요인을 분석하는 것은 매우 중요하다(Clasessen et al., 1994; Cater & Ackland, 1998).

사이클 경기는 크게 도로경기와 트랙경기 종목으로 구분할 수 있으며 중·장거리와 단거리 선수간의 체력적 특성의 차이가 있다. 도로경기종목선수는 간헐적인 고강도 반복동작이, 트랙경기종목 선수는 고강도의 발휘 및 지속 능력이 매우 중요한 체력적 특성으로 알려져 있다. 이러한 중·장거리 선수 및 단거리선수들의 체력적인 특성을 공통적으로 살펴보면 고강도의 운동수행능력이 특징적이며, 무산소성 해당과정에 의한 에너지대사 동원능력은 사이클 선수들에게 중요하다(Binzoni, 2005).

많은 스포츠종목에서 파워는 가장 중요한 경기력 결정요인으로 평가받고 있으며, 최적화된 파워의 발달은 경기력향상에 중요하다(Comfort et al., 2011; Comfort et al., 2012; Cormie et al., 2007; Cronin et al., 2001). 사이클 종목에서도 파워는 무산소성 대사능력과 함께 중요한 경기력 결정요인으로 알려지고 있다. 파워는 힘과 속도의 곱으로 인한 결과이므로 힘과 속도 구성 요소 중 한 가지 요소가 향상되면 파워가 향상된다. 파워에서 힘과 속도는 반비례관계로 힘이 증가되면 속도가 감소하고, 힘이 감소하면 속도가 증가된다. 이러한 이유에서 근력훈련과 스피드훈련이 복합적으로 결합한 훈련이 근력이나 스피드 훈련 단독으로 실시하는 훈련방법보다 효과적이다(Stone, 1993). 힘과 속도에 대한 분석은 간단하면서 효율적으로 선수의 파워를 향상시킬 수 있는 방법으로 제안되고 있다.

힘과 속도에서 파워를 결정짓는 3가지 세부적인 변인으로 최대근력과 힘의 출력, 최대 힘의 발달비율(Peak Rate of Force Development)로 알려지고 있으며 힘의 발달비율이란 선수가 얼마나 빠르게 자신의 최대의 힘을 동원할 수 있는지에 대한 힘과 시간의 비율을 나타낸다.

스포츠 종목 간에는 다른 특이적인 체력이 요구되며, 우수선수와 비우수선수 간에도 체력특성의 차이가 특징적으로 나타난다. 중·장거리 사이클 선수와 단거리 사이클 선수 간에도 위와 같은 파워와 근력형태에 따른 체격적, 체

력적 특성의 차이가 있을 것이며 이에 대한 객관적인 규명은 우수선수선발과 개인에게 적합한 종목선택, 훈련계획 수립과 평가에 있어 중요한 정보를 제공해줄 수 있다.

하지만 현재 사이클 관련 연구들 중 단거리선수와 중·장거리 선수들 간의 체격 및 체력특성의 차이를 비교한 연구는 미비한 형편이다. 특히, 한국 사이클 국가대표팀과 같이 세계적 수준에 근접한 선수들을 대상으로 운동강도에 따른 파워와 최대 힘의 발달비율(Peak Rate of Force Development) 등의 파워 특성과 이에 따른 체격적인 차이를 비교 분석연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구의 내용은 향후 지도자와 선수에게 효율적인 훈련계획을 수립하고 훈련결과에 대해 평가하는데 있어서 선수들의 체격과 체력 그중에서도 근력과 파워와 관련된 매우 중요한 정보를 제공해주는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상자는 2018년 남녀 사이클 국가대표선수들로서 중·장거리(n=6), 단거리(n=5) 2개 종목의 총 11명을 대상으로 하였으며 신체조성과 체격 및 체력의 특성을 비교하였다. 연구대상자들의 신체적인 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristic subjects (Mean ± SD)

Variables	Road racer (n=6)	Sprinter (n=5)
Age (years)	22.7 ± 2.42	21.2 ± 2.77
Body Weight (kg)	77.4 ± 5.64	85.9 ± 5.35
Height (cm)	180.9 ± 2.75	178.9 ± 4.30

측정 항목 및 방법

본 연구에서는 사이클 선수들의 중·장거리 및 단거리 선수들의 체격 및 체력요인의 차이를 살펴보기 위해 신체구성과 관련 체력요인들을 측정하였다. 선수들은 각각 동일한 조건하에 체력측정을 실시하였으며, 측정항목은 <Table 2>와 같다.

Table 2. List of measurement

Variables	
Body composition	• Height, Weight, Thigh circumference, BMI, Lean body mass, WHR, Fat(%)
Physical fitness	• Isokinetic strength(Knee, Trunk) • Isometric strength(Knee) • Muscle power: Squat jump • Anaerobic power: Wingate test

신체구성

신체구성은 체성분분석기(Inbody-720, Inbody, Korea)를 이용하여 트레이닝 실시 전과 후에 체력측정에 앞서 측정하였으며, 신장, 체중, 체지방량, 근육량, 체지방량을 측정하였다. 또한 허리둘레와, 대퇴둘레를 측정하기 위하여 인체계측용 줄자를 이용하여 측정하였다.

체력

1) 무산소성과파워

무산소성과파워는 윈게이트 테스트를 실시하여 평가하였다. 자전거에르고미터(Monak 828E, Sweden)를 이용하여 측정하였다. 개인의 체격조건에 맞추어 안장의 높낮이를 조절한 후, 2분간 가벼운 페달링을 통해 준비운동을 실시하고 설정된 부하로 일정한 속도가 되었을 때부터 '시작' 신호와 함께 30초간 전력으로 페달링을 실시하도록 하였다. 측정 후, 자동으로 산출된 무산소성 최대파워(peak power)와 평균파워(mean power)를 기록 및 평가하였다.

2) 등속성 근력 및 근파워

주요관절의 근력과 근파워 근기능을 측정하기 위한 방법으로 슬관절, 요부관절을 Cybex 770(Cybex, USA)를 이용하여 등속성 근력은 60°/sec에서 3회, 등속성 근파워는 180°/sec에서 3회씩 측정하였다. 또한 RFD(Rate of Force Development) 평가를 위하여 등척성 측정으로 Time to Peak Torque를 평가하였다. 그리고 각각의 연구대상자들은 체중이 다르기 때문에 최대토크(Nm)를 측정하여 체중(Body Weight, BW)으로 나눈 상대치(%BW)를 제시하였다.

3) 근파워

근파워 측정은 다양한 운동기구를 이용하여 근파워 및 속도를 평가할 수 있는 측정장비인 근파워 모니터링측정기(GymAware)를 이용하여 스쿼트점프의 파워를 평가하였

다. 대상자는 Squat 선 자세에서 대퇴부가 바닥과 평행해지는 지점까지 앉았다가 가능한 높게 점프하도록 하였다. 측정은 개인의 1RM에 맞추어 0%, 30%, 50%, 60%, 80%의 강도를 각각 총 3회 실시하여 평균 기록을 선택하였다.

통계 처리

측정한 모든 변인들의 값은 SPSS PC+ for Windows (version 23.0) 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 제시하였다. 변인들은 단거리집단과 중·장거리집단간의 평균차이를 분석하는 통계방법인 독립표본 t-검증(independent t-test)을 실시하여 평가하였으며 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

연구결과

신체구성

중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 그룹 간 신체구성에서 유의한 차이를 보이는지 검증하고자 t-검정을 실시한 결과, 체중(body weight)과 체질량지수(BMI)는 단거리 집단이 중·장거리집단보다 유의하게($t = -2.558$, $p = 0.031$ 와 $t = -5.246$, $p = .001$) 높게 나타났다. 반면, 신장(Height)과 체지방율(%Fat) 및 체중대비 골격근비율(Fat free mass/Body weight)은 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 3. Difference of Body Composition (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
Height (cm)	R	180.9	2.75	.935	.374
	S	178.9	4.30		
Body weight (kg)	R	77.4	5.64	-2.558	.031
	S	85.9	5.35		
Body Fat (%)	R	15	2.17	-1.026	.332
	S	16.5	2.87		
BMI	R	23.6	1.14	-5.246	.001
	S	26.8	0.83		
Fat free mass/Body weight (%)	R	48.3	1.3	.083	.936
	S	48.2	1.76		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist

체격요인

중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 그룹 간 체격요인도 t-검정을 실시한 결과 좌측 대퇴돌레(left thigh)와 우측 대퇴돌레(right thigh)에서 각각 양쪽 대퇴돌레가 단거리 집단이 중·장거리집단보다 유의하게($t=-3.522$, $p=.006$, $t=-4.178$, $p=.002$) 높게 나타났다. 또한, 허리둘레(waist girth)는 그룹 간에서 유의한 차이는 나타나지 않았지만 유의미한 차이가 나타나는 경향을 보였다($t=-2.224$, $p=.053$).

Table 4. Difference of Physique (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
Waist girth(cm)	R	78.3	4.84	-2.224	.053
	S	84.7	4.51		
Left thigh (cm)	R	59.1	2.38	-3.522	.006
	S	63.9	2.04		
Right thigh(cm)	R	59.1	2.38	-4.178	.002
	S	64.5	1.77		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist

무산소성파워

중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 그룹 간 무산소성 파워를 비교하기 위해 t-검정을 실시한 결과 최고파워(peak power)에서 단거리 집단이 중·장거리 집단보다 유의하게($t=-2.619$, $p=.028$) 높게 나타났다. 단거리 선수들($M=16.3$)이 중·장거리 선수들($M=14.8$)보다 더 큰 무산소성 최고파워를 나타냈다. 반면, 평균파워(average power)와 피로율(power drop)에서는 두 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 5. Difference of Anaerobic Power (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
Peak power (W/kg)	R	14.8	0.60	-2.619	.028
	S	16.3	1.23		
Average power (W/kg)	R	10.3	0.59	-1.909	.100
	S	11.2	0.92		
Power Drop (%)	R	53.4	2.91	-1.969	.108
	S	61	8.25		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist

등속성 근력

중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 그룹 간 등속성 근력을 비교하기 위해 t-검정을 실시한 결과 양쪽 무릎(knee)의 굴/신근 각근력과, 요부(trunk)의 굴/신근 각근력 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 요부의 신근 각근력에서 유의미한 경향을 볼 수 있었는데($t=-2.193$, $p=.056$), 평균 비교를 해보면 단거리 사이클 선수들이($M=399.8$) 중·장거리 사이클 선수들($M=326.2$)보다 더 큰 요부 신근과 각근력을 보였음을 알 수 있었다.

Table 6. Difference of Isokinetic Strength (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
R knee FL(%BW)	R	155.0	14.45	.794	.448
	S	145.4	25.22		
R knee EX(%BW)	R	250.8	46.80	-3.47	.737
	S	261.6	56.31		
L knee FL(%BW)	R	152.0	16.32	-3.81	.712
	S	156.2	20.30		
L knee EX(%BW)	R	250.3	42.60	.712	.498
	S	268.2	40.64		
Trunk FL(%BW)	R	292.5	35.77	-9.32	.376
	S	311.8	32.14		
Trunk EX(%BW)	R	326.2	52.15	-2.193	.056
	S	399.8	59.34		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist,
FL = Flexion, EX = Extension

등속성 파워

중·장거리 사이클 선수들과 단거리 사이클 선수들의 그룹 간 등속성 파워를 비교하기 위하여 t-검정을 실시한 결과 단거리 집단의 요부 굴근에서만 중·장거리 집단보다 유의하게($t=-2.941$, $p=.016$) 높게 나타났다. 요부 신근과 우측 각근력 굴근을 제외하고, 우측신근($M=209.8$), 좌측 각근력 굴근($M=117.8$)과 신근($M=199.4$)이 평균적으로 단거리 선수들이 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 7. Difference of Isokinetic Power (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
R knee FL(%BW)	R	116.5	4.42	.101	.929
	S	116.0	11.22		
R knee EX(%BW)	R	184.0	19.41	-1.966	.081
	S	209.8	24.21		
L knee FL(%BW)	R	112.0	9.61	-.713	.494
	S	117.8	17.05		
L knee EX(%BW)	R	183.0	17.04	-1.354	.209
	S	199.4	23.18		
Trunk FL(%BW)	R	320.8	34.59	-2.941	.016
	S	370.2	15.29		
Trunk EX(%BW)	R	305.5	49.76	-1.713	.121
	S	370.6	75.97		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist,
R knee = Right knee, L knee = Light knee,
FL = Flexion, EX = Extension

시간당 최대토크

중·장거리 사이클 선수들과 단거리 사이클 선수들의 그룹 간에 시간당 최대토크를 비교하기 위해 t-검정을 실시한 결과 양쪽 무릎의 굴/신근 시간당 최대치에서 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Table 8. Difference of Time to Peak Torque(s) (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
R knee FL(%BW)	R	1.3	0.67	-.474	.647
	S	1.6	1.26		
R knee EX(%BW)	R	1.9	0.92	-.314	.761
	S	2.2	1.44		
L knee FL(%BW)	R	1.8	1.29	.959	.363
	S	1.1	1.13		
L knee EX(%BW)	R	2.4	0.77	.441	.676
	S	2.0	1.77		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist,
R knee = Right knee, L knee = Light knee,
FL = Flexion, EX = Extension

강도에 따른 스쿼트 점프 파워

중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 그룹 간 강도에 따른 스쿼트 점프 파워를 비교하기 위해 t-검정을 실시한 결과, 모든 힘의 부하 강도에서 유의한 차이가 나타났다.

먼저, 1RM 0%($t=-5.700$, $p=.001$), 1RM 30% ($t=-6.900$, $p=.001$), 1RM 50%($t=-6.971$, $p=.001$), 1RM 60%($t=-6.128$, $p=.001$), 1RM 80%($t=-6.052$, $p=.001$)에서 각각 유의하게 나타났다.

Table 9. Difference of Squat jump Power to Intensity (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
1RM 0 Force(Nm)	R	1758.6	286.83	-5.700	.001
	S	2763.9	296.71		
1RM 30 Force(Nm)	R	1940.5	145.98	-6.900	.001
	S	2537.8	139.09		
1RM 50 Force(Nm)	R	2153.0	182.45	-6.971	.001
	S	2871.4	153.51		
1RM 60 Force(Nm)	R	2272.0	202.92	-6.128	.001
	S	2995.3	184.45		
1RM 80 Force(Nm)	R	2462.1	223.21	-6.052	.001
	S	3307.6	239.82		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist

강도에 따른 스쿼트 점프 속도

중·장거리 사이클 선수들과 단거리 사이클 선수들의 그룹 간 강도에 따른 스쿼트 점프 속도를 비교하기 위해 t-검정을 실시한 결과 1RM 0%에서 유의한 차이가 나타났다($t=-5.663$, $p=.001$), 단거리 사이클 선수들($M=2.52$)이 중·장거리 사이클 선수들($M=3.29$)보다 더 약 0.7초 더 빠른 수행 시간을 보였다. 하지만, 1RM 30%, 50%, 60%, 80%에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 10. Difference of Squat jump Velocity to Intensity (Mean±SD)

Variables	Group	Mean	SD	t	p
1RM 0 Velocity(s)	R	2.52	0.20	-5.663	.001
	S	3.29	0.26		
1RM 30 Velocity(s)	R	2.34	0.10	-1.538	.158
	S	2.44	0.11		
1RM 50 Velocity(s)	R	2.01	0.12	-.149	.885
	S	2.02	0.09		
1RM 60 Velocity(s)	R	1.94	0.10	1.536	.159
	S	1.85	0.09		
1RM 80 Velocity(s)	R	1.65	0.11	2.142	.061
	S	1.53	0.08		

R = Road race Cyclist, S = Sprint Cyclist

논 의

사이클 선수들의 경기력과 관련된 연구들은 일반적으로 에너지대사 동원능력과 관련된 체력요인에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 그러나 사이클 선수들의 경기력 향상을 위해서는 에너지대사 동원능력뿐만이 아니라 근력과 파워의 향상이 경기력에 중요한 체력적 요인으로 평가받고 있다. 본 연구에서는 사이클 국가대표선수들을 중·장거리와 단거리 선수들의 체격 및 근력과 파워와 관련된 체력적 특성을 비교분석하여 선수 개인에게 적합한 종목선택과 훈련계획수립, 훈련평가 등의 중요한 정보를 제공해주는 것이 본 연구의 목적이 있었다.

신체구성에서는 사이클 국가대표팀 중·장거리 사이클 선수들과 단거리 사이클 선수들 간에 체중과 BMI에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈지만, 신장, 체지방률, 체중대비 체지방량에서는 유의한 차이가 없었다. 하지만, 단거리 사이클 선수들이 중·장거리 사이클 선수들에 비해 신장은 작지만 체중과 BMI(Body Mass Index)에서 더 큰 경향으로 나타났으며 Kim et al.(2010)의 연구와 같은 경향을 나타냈다. 둘레측정에서 사이클 국가대표팀 단거리 선수들은 중·장거리 선수들과 비교하여 허리둘레와 대퇴부 둘레 좌·우 모두 더 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 사이클 단거리선수들이 중·장거리 선수들에 비해 평소 강한 근력향상을 위한 저항훈련을 하고 있으며, 단거리 선수들이 type IIb의 근섬유 구성비가 현저히 높았기 때문이다(Kim, 2001). 또한 빠른 박자의 저항운동그룹과 느리거나 중간박자의 저항운동그룹과 비교하여 운동동원단위(Motor unit recruitment)가 더 높았고, 이러한 결과로 인하여 근 비대(Muscle Hypertrophy)에 더 큰 영향을 미쳤다는 연구(Schoenfeld et al., 2015)들을 살펴볼 때, 본 연구에서 사이클 단거리선수들이 중·장거리 선수들과 비교하여 대퇴부의 둘레가 더 높게 나타난 결과를 뒷받침해주는 연구들로 사료된다.

무산소성 파워에서는 사이클 단거리선수들이 중·장거리선수들과 비교하여 최고파워에서 통계적으로 유의하게 높았으며, 평균파워와 피로지수에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 하지만 평균파워는 단거리선수들이, 피로지수는 중·장거리 선수들이 평균적으로 높은 경향을 나타냈다.

무산소성파워 원게이트 테스트(Wingate test)에서 최대파워(Peak Power, PP)는 사이클 경기력에서 매우 중

요한 요소로 알려지고 있으며 경기후반 단시간에 집중된 페달링 파워는 승패를 좌우하는 경기력 결정요인으로 보고되고 있다(Adam et al., 1999). 또한 사이클 단거리 선수들과 같이 높은 하중을 극복해야하는 스포츠에서 최대근력과 파워가 경기기록에 높은 상관관계를 나타내며, 경기력에 더 큰 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다(Stone et al., 2004). Kim(2001)의 연구에서는 무산소성 파워 측정에서 중·장거리 선수들과 단거리선수들의 특성 비교에서 본 연구와 같은 차이가 나타나지 않았으며 중·장거리 선수들 또한 단거리선수와 같이 스피드 구간에 대한 강한 파워트레이닝을 실시한 점과 30초간의 최대운동의 단순측정이 선수들의 생리적 분석에 부족했다고 지적했다. 이러한 연구들을 볼 때, 단거리 선수들이 중·장거리 선수들에 비해 최대근력과 파워의 차이가 무산소성 최고파워의 차이를 나타냈던 것으로 사료된다. 피로지수(Power Drop)는 본 연구에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 평균적으로 근지구력이 발달된 중·장거리 선수들의 피로지수가 평균적으로 낮게 나타났는데, 이는 지구력이 강한 종목특성에 의해 나타난 결과로 사료된다.

근 수축 능력을 바탕으로 한 근력은 근수축의 스피드에 의한 순발력 파워와 민첩성에 영향을 미치기 때문에(Rizzardo, Wessel & Bay, 1988), 근수축 속도를 중심으로 한 등속성 파워의 발달은 사이클 경기력 향상과 밀접한 관련을 갖는다고 말할 수 있다. 중·장거리 선수들과 단거리 선수들의 등속성 근력평가에서는 등속성 근력과 근파워 모두 평균적으로는 단거리 선수들이 중·장거리 선수들보다 좌·우 각근력과 요부근력의 굴근과 신근 모두 평균적으로 높은 경향이 있었지만 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서는 상대근력을 이용한 결과만 비교하였는데 이는 사이클과 같이 체중이 운동부하로 고려할 수 있기 때문에 체중대비 근력이 선수들의 경기력평가에 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 이유에서 체중대비 근력과 파워를 평가하였으며 체격요인에서 신장대비 체중이 높았던 단거리 선수들이 체중대비 근력에서는 중·장거리 선수들과의 통계적인 유의한 차이를 나타내지 못했던 주된 이유로 사료된다. Kim et al.(2010) 연구에서 단거리선수들은 경주전법의 특성상 중·장거리 선수들보다 몸통부위의 신근(배근력)이 우수한 특성을 나타냈다고 하였으며, 낮은 자세에서 강력한 사이클링 시 필요한 근력부위로 알려지고 있다. 본 연구에는 몸통부위 굴근에서는 통계적인 유의한 차이를 나타내고 신근에서는 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 이러

한 이유는 신근에서도 평균적인 차이는 있었지만(단거리: 370.6%, 중·장거리: 305.5%) 표준편차의 차이(단거리: ± 75.97 , 중·장거리: ± 49.76)로 인하여 통계적인 유의 차이를 나타내지 못한 것으로 사료된다. 우수한 단거리 사이클 선수는 중·장거리 선수들에 비해 발달된 상, 하체 근 기능 및 기초체력이 중요한 것으로 알려지고 있다(Jeukendrup et al., 2000). 특히, 상체의 근력발달은 가속과 파워 유지에서 반동을 통한 관성에 영향을 주기 때문에 체구성과 기초체력은 단거리 사이클 선수의 중요 요인으로 인식되어 왔으나(Craig & Norton, 2001, Kim et al., 2008), 본 연구에서 상체의 근력은 측정하지 못하여 근력평가에 반영되지는 못하였다.

최대 힘 발생비율(Rate of Force Development)은 선수가 얼마나 빠르게 힘을 동원할 수 있는지를 나타내는 것으로 선수의 파워와 관련 잠재력을 평가하는데 있어서 매우 중요한 요인으로 평가된다(Aagaard et al., 2002). 일반적으로 저항훈련과 탄성훈련으로더 이러한 비율의 개선 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Aagaard et al., 2002; Lamont et al., 2010; De Villarreal et al., 2011; Bazylar et al., 2014). 본 연구에서는 중·장거리 선수들과 단거리 선수들 간에 최대 힘의 발생비율(PRFD: Peak Rate of Force Development)을 평가하기 위하여 등속성 장비를 활용하여 등척성 측정으로 각근의 굴근과 신근의 시간당 최대토크(Time to Peak Torque)를 평가하였다. 이 평가에서는 중·장거리 선수들과 단거리 선수들 간의 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 최대 힘의 발생비율(Rate of Force Development: RFD) 평가는 평균 RFD(Average RFD), 시간 간격 RFD(time-interval RFD), 최대 RFD(Peak RFD), 그리고 시간당 최대 RFD(Time to peak RFD) 평가 방식이 있다(Leary et al., 2012; Haff et al., 2015). 이러한 방식 중 본 연구에서 선택한 time to peak torque는 평가방식이 단순하고 빠른 확인이 가능한 방법으로 알려지고 있다. 또한, 시간 간격에 비율을 통한 평가방식인 시간 간격(time-interval RFD)의 신뢰성에서 가장 우수한 것으로 알려지고 있다(Haff et al., 2015). 그리고 1/1000초인 m/s의 시간단위의 측정이 필요하지만 본 연구에서는 등척성 수축(Iso-metric Contraction) 시간 측정 단위는 1/100초로 RFD의 평가 단위가 선수들의 차이를 나타내기에는 부족했던 것으로 사료된다.

사이클 대표팀 선수들의 파워에 동원되는 힘과 속도의 관계를 파악하기 위하여 사이클 선수들이 하체 강화를 목

적으로 대표적으로 실시하는 운동인 Squat Jump를 개인의 1RM을 기준으로 0%, 30%, 50%, 60%, 80% 운동강도(intensity)별로 5구간으로 구분하여 파워를 측정하였다. 일반적으로 파워를 발생시키는 힘과 속도에서 근육의 교차결합(muscle cross-bridge)이 형성될 수 있는 시간의 감소로 인하여 힘과 속도의 역관계가 나타난다. 더 많은 시간과 교차결합(muscle cross-bridge)이 많을수록 더 큰 수축력을 발휘하지만 시간이 짧아질수록 낮은 수축력을 발휘하기 때문이다(Zatsiorsky & Kraemer, 2006). 본 연구에서 힘 값(Nm)은 모두 운동강도 구간에서 단거리 선수들과 중·장거리선수간의 통계적인 유의한 차이가 나타났다. 하지만, 속도에서는 1RM기준 0%에서만 유의한 차이가 발생하고 나머지 운동강도에서는 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 특이한 점은 1RM기준 60% 수준부터는 중·장거리 선수들이 단거리선수보다 통계적인 유의한 차이는 없었지만 평균적으로 빠른 경향이 나타났다. Garhammer(1992)와 McBride et al(2002)은 선수들의 근력사용형태에 따른 힘과 속도의 변화 연구에서, 낮은 무게에서 훈련한 그룹은 속도와 1RM에 영향을 미쳤고, 높은 무게에서 훈련한 그룹은 최대파워에서는 유의하게 증가하였지만 속도에서는 오히려 감소했다고 하였다. 또한 Miyatani et al(2001)은 종목별로 서로 다른 형태의 특이적인 근력은 모두 최대근력의 영향을 받는다고 하였다. 이러한 연구 등을 토대로 했을 때 현 단거리 사이클 국가대표팀과 중·장거리선수들의 파워의 출력에 가장 큰영향을 미친것은 최대근력의 차이이고 이러한 차이는 스쿼트 점프의 힘의 속도에는 영향을 미치지 못한 이유로 사료된다. 이러한 특성은 선수의 힘과 속도를 평가하여 선수들이 효율적으로 파워를 향상시킬 수 있도록 하는 속도기반의 훈련에서도 본 연구와 같은 결과들을 볼 수 있다. 이러한 특성은 최근 선수의 힘과 속도를 평가하여 선수들이 효율적으로 파워를 향상시킬 수 있도록 하는 속도기반의 훈련에서도 본 연구와 같은 결과들을 볼 수 있었다.

결론

본 연구의 내용은 사이클 국가대표 단거리 및 중·장거리 선수들의 체격 및 근력과 파워를 중심으로 체력특성의 차이를 분석하는데 있다. 이러한 종목간의 특성차이를 통하여 선수들의 효율적인 훈련계획과 평가에 활용될

수 있도록 하는데 본 연구의 목적이 있다. 사이클 국가대표 단거리 및 중·장거리 선수 간에 체격 및 근력과 파워를 중심으로 한 체력적 특성차이는 다음과 같다.

첫째, 체격요인에서 단거리 선수들은 중·장거리 선수들에 비해 신장이 작지만 체중과 BMI(Body Mass Index)가 높고 허리둘레와 대퇴둘레가 길었다. 체지방률과 체중 대비 체지방량에는 유의한 차이가 없었다.

둘째, 체력요인 중 30초 무산소성파워 평가에서는 단거리선수들이 중·장거리 선수들에 비해 최대파워가 유의하게 높았다. 하지만 평균파워와 피로율에서는 차이를 나타내지 못하였다.

셋째, 하지 등속성 각근력과 각근파워에서는 좌우 굴근과 신근 모두 유의한 차이가 없었다. 하지만 등속성 몸통 굴근력(당기는 근력)에서 단거리 선수들이 중·장거리 선수들에 비해 유의하게 높았다.

넷째, 각근력 등척성 평가를 통해 선수들의 파워의 빠른 발현율(RFD)을 나타내는 Time to Peak Torque에서는 두 집단 간 차이가 나타나지 않았다.

다섯째, 개인 1RM 대비 운동강도별 스쿼트 점프(Squat Jump) 힘값(Force)에서는 5구간의 강도 모두 단거리선수들이 높게 나타났으며, 파워속도(Velocity)에서는 1RM대비 0%수준에서만 속도의 유의한 차이가 나타났고, 나머지 구간에서는 유의한 차이가 없었다.

본 연구결과는 사이클 국가대표 단거리 선수와 중·장거리선수간의 체격과 체력요인에서는 근력과 파워와 관련된 요인에서 대부분 단거리 선수들이 우수한 결과를 나타냈다. 체격요인에서 체지방률과 신장 등의 외형적 요인은 차이가 없었지만 대퇴부 둘레의 차이는 근육형태나 근육의양의 차이를 나타내는 간접적 증거라고 할 수 있으며, 실제적으로 체력상태에서 무산소성 최고파워와 스쿼트점프 등 하지파워와 관련된 요인에서 종목간의 차이가 있었다. 단거리 선수들은 최대근력과 파워에 집중된 훈련계획이 중요할 것으로 판단되며, 향후 단거리 선수들과 중·장거리 선수간의 상체의 근력과 파워를 중심으로 한 연구와 중·장거리 선수들의 체력적 특성을 명확하게 확인할 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Adam, Z., Ryszard, J., Zbigniew, W. (1999). The diagnostic Value of the 10- and 30-second wingate test for competitive athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 16-9.
- Bazyler, C. D., Sato, K., Wassinger, C. A., Lamont, H. S., & Stone, M. H. (2014). The efficacy of incorporating partial squats in maximal strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3024-3032.
- Binzoni, T. (2005). Saturation of the lactate clearance mechanisms different from the "lactate shuttle" determines the anaerobic threshold: prediction from the bioenergetic model. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24(2), 175-182.
- Carlson, B. R., Carter, J. L., Patterson, P., Petti, K., Orfanos, S. M., & Noffal, G. J. (1994). Physique and motor performance characteristics of US national rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 12(4), 403-412.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126.
- Cater, J. E., & Ackland, T. R. (1998). Sexual dimorphism in the physiques of world championship diver. *Journal Sports Sciences*, 16, 317-329.
- Claessens, A. L., Hlatky, S., Lefevre, J., & Holdhaus, H. (1994). The role of anthropometric characteristics in modern pentathlon performance in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 12(4), 391-401.
- Comfort, P., Allen, M., & Graham-Smith, P. (2011). Kinetic comparisons during variations of the power clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3269-3273.
- Comfort, P., Fletcher, C., & McMahon, J. J. (2012). Determination of optimal loading during the power clean, in collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 2970-2974.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2007). Validation of power measurement techniques in dynamic lower body resistance exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(2), 103-118.
- Craig, N. P. & Norton, K. I. (2001). Characteristics of track cycling. *Sports Medicine*, 31(7), 457-468.
- Cronin, J., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2001). Developing

- explosive power: a comparison of technique and training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(1), 59-70.
- De Villarreal, E. S. S., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3274-3281.
- Foley, J. P., Bird, S. R., & White, J. A. (1989). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British Journal of Sports Medicine*, 23(1), 30-33.
- Garhammer, J., & Gregor, R. (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *J Appl Sport Science Research*, 6(3), 129-34.
- Haff, G. G., Ruben, R. P., Lider, J., Twine, C., & Cormie, P. (2015). A comparison of methods for determining the rate of force development during isometric midhigh clean pulls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 386-395.
- Hamano, S., Ochi, E., Tsuchiya, Y., Muramatsu, E., Suzukawa, K., & Igawa, S. (2015). Relationship between performance test and body composition/physical strength characteristic in sprint canoe and kayak paddlers. *Open access Journal of Sports Medicine*, 6, 191.
- Housh, T. J., Thorland, W. G., Johnson, G. O., & Tharp, G. D. (1984). Body build and composition variables as discriminators of sports participation of elite adolescent male athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 24(3), 169.
- Jeukendrup, A. E., Craig, N. P. & Hawley, J. A. (2000). The physiological demands of world class cycling. *J Sci Med Sport*, 3, 400-419.
- Kim, K. J. (2001). Relationship between relative functional buffering capacity and muscle fiber type composition in road and velodrome male cyclists. *Exercise Science*, 10(2), 97-107.
- Kim, J. H., Jeong, D. S., Ko, B. K., Song, H. S., & Song, B. S. (2008). *Development of physical fitness standard and training program for bicycle race athletes*. Korea Institute of Sport Science, Research Report, 2008-25. Korea Sports Promotion Foundation.
- Kim, J. H., Ko, B. K., Song, B. S., Choi, H. D., & Cho, G. H. (2010). *A study on the cycling power and strength factor according to the bicycle race law*. Korea Institute of Sport Science. Research Report, 2010-18. Korea Sports Promotion Foundation.
- Lamont, H. S., Cramer, J. T., Bembem, D. A., Shehab, R. L., Anderson, M. A., & Bembem, M. G. (2010). Effects of adding whole body vibration to squat training on isometric force/time characteristics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 171-183.
- Leary, B. K., Statler, J., Hopkins, B., Fitzwater, R., Kesling, T., Lyon, J., ... & Haff, G. G. (2012). The relationship between isometric force-time curve characteristics and club head speed in recreational golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2685-2697.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- Miyatani, M., Kanehisa, H., Masuo, Y., Ito, M., & Fukunaga, T. (2001). Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance. *Journal of Applied Physiology*, 91(1), 386-394.
- Reilly, T. (1994). Physiological profile of the player. *Football (soccer)*, 371-425.
- Rizzardo, M., Wessel, J., & Bay, G. (1988). Eccentric and concentric torques and power of the knee extensor of females can. *Journal Sports Science*, 13(2), 166-169.
- Schmidt, M., Nagle, E., Nagai, T., Beethe, A., Lovalekar, M., Connaboy, C., ... Nindl, B. (2018). Association of Body Composition to Aerobic Capacity and Swimming Performance in Adult Fitness Swimmers. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 9(6), 113.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., & Krieger, J. W. (2015). Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(4), 577-585.
- Stone, M. H. (1993). Literature review: Explosive exercises and training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(3), 7-15.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J. O. N., Callan, S. A. M., Dickie, D. E. S., Daigle, K. & Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 878-884.
- Williford, H. N., Kirkpatrick, J., Scharff-Olson, M., Blessing, D. L., & Wang, N. Z. (1994). Physical and performance characteristics of successful high school football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(6), 859-862.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Champaign (IL): Human

Kinetics.

사이클 우수 단거리선수와 중·장거리 선수들의 체격 및 근력과 근파워 중심의 체력특성 분석

성봉주 · 이종백(한국스포츠정책과학원)

【목적】 본 연구는 사이클 국가대표 단거리 및 중·장거리 선수들의 체격 및 근력과 파워를 중심으로 한 체력적 특성의 차이를 분석하는데 있었다. **【방법】** 총 11명의 남자 사이클 국가대표 선수(단거리 5명, 중·장거리 6명)를 대상으로 신장, 체중, 체지방률, 체중대비체지방률, 대퇴부둘레, 허리둘레 등의 체격요인과 무산소성 파워, 등속성 각근력과 각근파워, 몸통근력과 몸통파워, 등척성 근력평가와 힘의 발생비율(Rate of Force Development), 1RM대비 강도별 Squat jump를 평가하였다. **【결과】** 첫째, 신체조성은 사이클 단거리 그룹에서 체중과 BMI에서만 유의한 차이가 있었다. 둘째, 무산소성파워 측정에서 사이클 단거리 선수들이 중·장거리 선수들에 비해 최고파워(Peak Power)에서만 통계적으로 유의하게 높았으며, 평균파워(Average Power)에서는 유의한 차이가 없었다. 셋째, 등속성 근력 및 근파워 평가에서, 각근력에서는 사이클 단거리 선수들과 중·장거리 선수들 간에 유의한 차이가 없었지만 등속성 몸통 근파워 굴근에서 사이클 단거리 선수들이 중·장거리선수에 비해 유의하게 높게 나타났다. 넷째, 힘의 발생비율 평가(Time to Peak Torque)에서는 선수들 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 다섯째, 스쿼트점프(Squat Jump)에서는 운동강도별 5구간(0%, 30%, 50%, 60%, 80%) 모두 사이클 단거리선수들이 중·장거리 선수에 비해 유의하게 높게 나타났다. 속도에서는 0%에서 만 유의한 차이가 나타나고, 나머지 운동강도에서는 유의한 차이가 없었다. **【결론】** 본 연구의 결과는 국가대표 사이클 선수들의 단거리와 중·장거리 선수들의 종목별 체격 및 체력의 특성의 차이를 분석결과, 단거리 선수들이 체중과 BMI가 상대적으로 높았고(근육량) 최고파워 또한 높았다. 등속성 몸통굴근에서 단거리 선수들이 우수하였고 스쿼트점프 운동강도별 비교에서도 단거리 선수들이 상대적으로 우수하였다. 이러한 자료를 토대로 향후 각 종목 선수들의 효율적인 훈련계획과 평가에 반영하여 선수들의 경기력과 관련된 체력요인의 향상을 이끌어 내는 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어: 엘리트 사이클 선수, 체격 및 체력, 등속성 근력, 등척성 근력, 파워, 힘의 발달비율