

The relationship between fitness variables and performance factor in keirin

Bong-Ju Sung & Kwang-Kyu Lee*

Korea Institute of Sport Science

[Purpose] The purpose of this study was to examine the relationship between the track records and physical abilities in elite cyclists(keirin). **[Methods]** Twenty three elite cyclists were measured height, weight, lower body circumference(thigh, calf, and ankle), basal physical abilities(grip/back muscle strength, 25m sprint, Sargent jump test, Burpee test, shuttle run test), one-repetition maximum(1RM) strength(back squat, bench press, leg curl, power clean, dead-lift, leg press), aerobic capacity($\dot{V}O_2\max$, METs, HRmax), and track records(200m and 500m). Stepwise multiple regression analyses were performed to investigate which physical abilities related to track records. **[Results]** A statistically significant relationship was found between 200m track records and 2 variables which were the thigh circumference and 1RM leg press($p<.05$). Also, the thigh circumference and 1RM leg press were significantly related to 500m track records($p<.05$). **[Conclusion]** The results showed that the thigh circumference and maximal strength were associated with the track records in elite cyclists(keirin).

Key words: Elite cyclist, Keirin, Performance factor, Leg press, Thigh circumference

서 론

경륜은 자전거를 타고 벨로드롬에서 경주하는 종목으로 1888년 덴마크에서 최초로 시작되었으며, 한국의 경우 1994년부터 일본에 이어 3번째로 경륜을 도입·시행하게 되었다. 경기 방법은 7명의 선수가 경사 10~38°, 너비 7m, 길이 약 333.33m의 원형 트랙을 6바퀴 주행하며, 마지막 2바퀴 구간부터 스피드를 시작으로 결승선까지 도달하여 순위를 매기는 경주경기이다(Kim, 2012; Kim et al., 2015). 특히, 마지막 2바퀴(약 500m)부터 결승선 도달 전 200m 구간의 발휘되는 기록은 선수들의 순위 결정에 매우 중요한 요인으로 이때 발휘되는 가속력과 스피드는 승패를 좌우하는 중요한 경기력 요인으로 거론되고 있

다(Kim et al., 2015). Adam et al.(1999)은 10초 또는 30초 동안의 페달링 능력이 사이클 선수들의 경기 순위에 매우 중요한 요인으로 제시하고 있다. 이런 능력은 200m 및 500m 기록과 상관이 있음을 다양한 국내연구에서 확인할 수 있으며(Cho et al., 2008; Kim, 2012; Kim et al., 2015), 단거리에서 나타날 수 있는 폭발적인 파워가 순위 결정에 중요한 영향을 미침을 알 수 있다. Burke(2002)는 경륜의 경우 전신 체력과 높은 기술력을 필요로 하는 경기로서 단일 체력의 향상보다는 최대근력, 근지구력, 순발력 및 유연성 등의 복합 체력의 개선이 경기력 향상에 도움이 될 것으로 제시하고 있다(Craig & Norton, 2001). 또한, 사이클 종목 특성상 빠른 회복 및 지속적인 훈련에 임할 수 있는 심폐 능력인 최대산소섭취량($\dot{V}O_2\max$)과 단거리 트랙 경기에 걸맞게 근력 및 스피드를 함께 강화해야 우수 선수 발굴에 긍정적인 영향이 있을 것이다(Kim et al, 1993). 이렇듯 국내의 다른 경주 사업

논문 투고일 : 2019. 11. 11.

논문 수정일 : 2019. 12. 08.

게재 확정일 : 2020. 01. 14.

* 교신저자 : 이광규(kwangkyu78@kspo.or.kr).

에서 요구되는 조종능력(경정) 및 장비(경마)에 따라 나타날 수 있는 결과와는 달리 경륜의 경우 선수들의 전신 체력과 같은 인체 기능적인 부분이 매우 중요한 경기력 요인임을 알 수 있다(de Groot et al., 1994). 비슷한 국내 연구로 사이클선수(경륜)의 최대산소섭취량은 운동 지속 시간, 최대페달링 파워 상대치, 기능적 역치 파워 상대치와 상관성이 있으며, 운동 지속시간은 최대페달링 파워와 기능적 역치 파워와 유의한 상관을 보여주었고 최대페달링 파워가 높아질수록 기능적 역치 파워도 동반되어 높아지는 상관관계를 보였다(Sung et al., 2019).

현재까지 보고되고 있는 종목 특성과 경기력 관련 체력요인과의 비교 연구는 다양하게 보고되고 있지만 (Atakan et al., 2017; Ayalon et al., 1974; Lee et al., 2018; Nuhmani et al., 2013; Paavolainen et al., 1999; Son et al., 2016), 사이클과 관련하여 특히, 경륜에 대한 체력연구는 미흡하며, 단순 체력 향상 연구가 아닌 경기력과 관련된 체력 요인과의 비교 연구는 부족한 실정이다. 또한, 대부분의 경기력 관련 체력 연구는 메달 획득과 관련된 올림픽종목에 국한되어 있으며 경륜과 같이 하지의 복합 체력이 요구되는 경기의 경우 과학적인 근거에 입각하여 체력 특성을 규명하거나 체계화된 훈련 프로그램의 적용이 부족한 실정이다.

과학적인 근거에 기초하여 선수들의 경기력을 향상시킬 수 있는 체계화된 훈련 프로그램을 구성하기 위해서는 종목의 특성과 선수 개개인의 체력을 확인할 수 있는 다양한 기초체력 및 전문체력의 확인이 필요하다. Bompa(1999)는 다양한 측정을 통하여 선수들의 체력 수준을 확인하는 것이 경기력 향상을 위해 매우 중요한 요인임을 강조하고 있으며, Fleck & Kraemer(1997)은 훈련 구성 전 체력 측정을 통하여 향상도 평가 및 프로그램 재구성에 근거 자료로 활용할 수 있기 때문에 반드시 이루어져야 한다고 언급하고 있다. 이런 체력 측정은 종목 특성에 맞게 적용하게 되는데 사이클 종목인 경륜의 경우 신체구성, 기초체력, 최대근력, 운동부하검사 등이 선수들의 체력을 평가하는데 중요한 측정 요인으로 활용되고 있다(Kim, 2012; Kim et al., 1993; Cho et al., 2008; Lee et al., 2012). 그러므로 경륜 선수들의 경기력을 향상시키기 위해서는 체계적이며 과학적인 훈련 프로그램의 구성이 요구되며, 이를 계획하기 위해서는 경륜 경기에 요구되는 체력

요인을 우선 분류하고 200m 및 500m 기록과 관련이 높은 변인들을 확인하여, 기록과의 비교·분석이 필요함을 알 수 있다.

이렇듯 선수들의 경기력을 향상시키기 위해서는 다양한 검사를 통하여 체력을 평가하는 것이 선행되어야 하며, 경륜을 포함하여 대부분의 스포츠의 경기력 향상을 도모할 수 있는 훈련 프로그램은 이런 기초자료를 근거로 하여 구성되어야 할 것이다.

그러므로 본 연구는 경륜 선수 후보생인 엘리트 사이클 선수들의 기록과 관련된 체력 항목을 비교·분석함으로써 경기력 향상에 가장 큰 영향력이 있는 체력요인을 탐색하는 데 그 목적이 있다. 또한, 훈련 프로그램 구성 시 근거자료를 제공함으로써 과학적·체계적인 훈련 적용이 이루어질 수 있도록 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상은 경상북도 영주시에 위치한 K훈련원에서 훈련 중인 남자 엘리트 사이클 선수(경륜후보생) 23명을 대상으로 측정이 진행되었다. 측정 전 모든 선수들을 대상으로 연구의 목적과 진행절차에 대해 설명하였으며, 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristic subjects (Mean ± SD)

Variables	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	Fat (%)
Subjects (n=23)	25.9 ±2.14	173.6 ±5.55	80.3 ±6.83	26.5 ±1.41	16.0 ±3.42

실험설계

본 실험은 경륜 후보생(23명)을 대상으로 경기력 관련 요인을 살펴보기 위해 신체적 특성(신장, 체중, 둘레), 유산소성 능력(최대산소섭취량, 최대심박수, 실험기록), 기초체력(악력, 배근력, 25m 달리기, 서진트 점프, 버피 테스트, 서틀런), 최대근력(스쿼트, 벤치프레스, 레그컬, 파워클린, 데드리프트, 레그프레스) 및 필드기록(200m, 500m)을 측정하였으며, 실험 절차는 <Fig 1>과 같다.

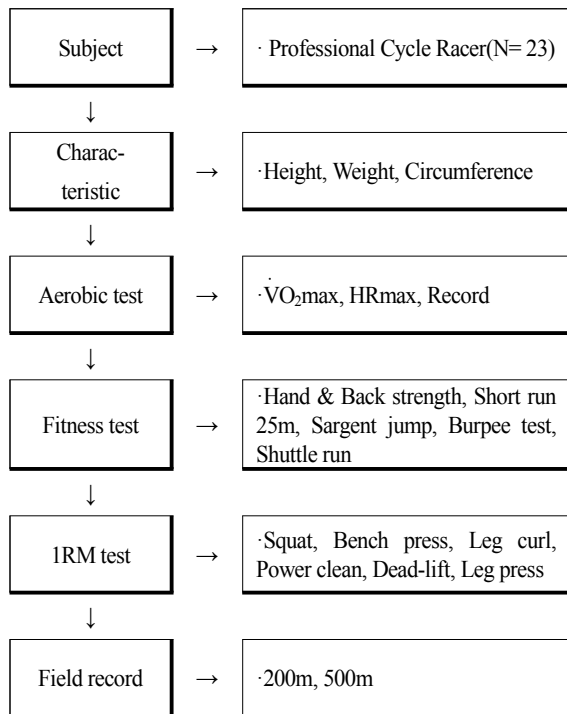


Fig 1. Laboratory process

신체구성 검사

엘리트 사이클 선수들을 대상으로 신체조성을 확인하기 위해 생체전기저항분석법(Bioelectrical impedance analysis, BIA)을 활용한 휴대용 체성분 분석기(Inbody 470, Inbody, Korea)를 이용하여 체중(weight), 체지방률(%fat), 골격근량(skeletal muscle mass) 등을 측정하였다. 측정 전날 무리한 신체활동 및 수면에 방해되는 행위(영화시청, 핸드폰 검색 등)는 자제할 것을 제안하였으며, 정규식 이외에 측정 결과에 영향을 미칠 수 있는 추가적인 섭취(야식 및 보충제)는 피하도록 권고하였다. 둘레의 경우 대퇴위, 하퇴위 및 발목위를 측정하였다. 대퇴위의 경우 슬개골의 상부와 전상장골극(Anterior superior iliac spine, ASIS)의 일직선상 중간지점의 둘레를 2회 측정하여 평균값을 제시하였으며, 하퇴위는 외측 복사뼈(malleolus)의 중심점과 종아리뼈 머리(fibula head)의 일직선상에서 중간지점의 둘레를 2회 측정하여 평균값을 제시하였다. 발목위의 경우 외측 복사뼈의 중심점을 기준으로 2cm 위 부분을 2회 측정하여 평균값을 제시하였다.

기초체력 검사

엘리트 사이클 선수들의 기초체력 검사를 진행하기 위해 Kim(2012)와 Lee et al.,(2012)의 측정 변인을 참고하여 본 연구의 특성에 맞게 수정·적용하였다.

상체 근력을 측정하기 위해 악력 측정을 채택하였으며, 악력(Grip-D, TAKEI, Japan)은 좌·우 3회씩 측정된 값 중 최대값을 제시하였다. 배근력은 디지털 방식 장비(TKK-5402, TAKEI, Japan)를 이용하여 2회씩 측정 후 최대값을 제시하였다. 파워·스피드를 확인하기 위해 실시된 25m 달리기 검사는 Gil et al.(2018)의 연구에서 제시하고 있는 방식을 참고하여 적용하였다. 서전트점프(VERT, Myvert, USA)는 제자리에서 수직 점프를 실시한 후 체공 시간에 따른 높이 값이 환산되는 방식으로 총 2회 측정 후 높은 결과 값을 제시하였다. 종합체력(민첩성, 균형성, 내구성)을 확인하기 위해 버피 테스트를 실시하였으며, 이는 1분간 진행하여 실시한 횟수를 기록하였다. 심폐지구력은 20m 셔틀런을 실시하였으며, 시간 내에 두 번 통과되지 못할 때 마지막 통과 이전까지의 최대 반복 횟수를 기록하였다.

유산소성 검사

유산소성 능력은 휴대용 무선 가스분석기(K5, COSMED, Italy)를 사용하여 최대산소섭취량($\dot{V}O_2\max$), 최대심박수(HRmax) 및 총 운동시간(sec)을 기록하였으며, 측정은 고정식 사이클(Watt bike, Watt bike, England)장비를 이용하여 실시하였다. 최초 200~220watt에서 시작하여 매 1분마다 20watt씩 증가시키는 방식으로 피험자가 운동 종료(all-out) 될 때까지 진행하였다(Hopker et al., 2010).

최대근력 검사(1 repetition maximum, 1RM)

본 실험에서 실시한 최대근력 검사는 프리웨이트 기구를 활용하여 스쿼트(Squat), 벤치프레스(Bench press), 레그컬(leg curl), 파워클린(Power clean), 데드리프트(Dead-lift), 레그프레스(Leg press)를 진행하였으며, 진행 절차는 Bompa (1999)와 Lee et al.(2018)의 연구에서 제시하는 방법을 기초로 하여 (Fig 2)과 같이 실시하였다.

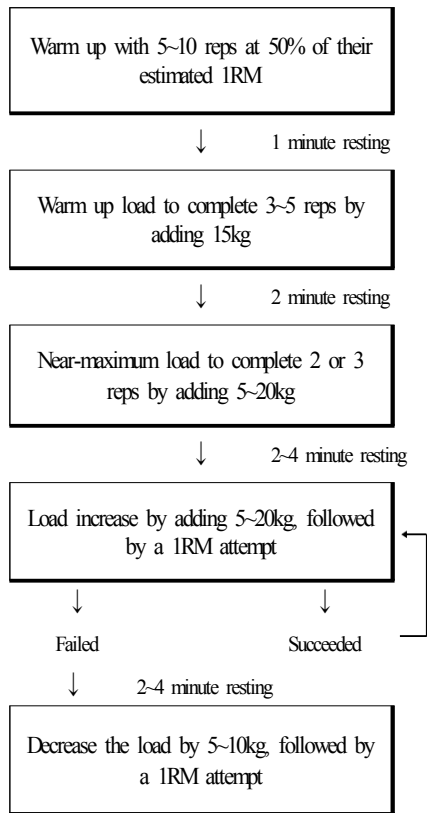


Fig 2. 1RM test process

- ① 피험자들이 알고 있는 1RM의 무게에서 50% 무게로 5~10회 준비운동 실시
- ② 1분간의 휴식 후 15kg 증가시켜 3~5회 실시
- ③ 2분간의 휴식 후 최대무게의 가까워 질 때까지 5~20kg씩 증가시키며 2~3회 실시
- ④ 2~4분간 휴식 후 5~20kg씩 증가시키며 1RM 측정
- ⑤ 실패 시 2~4분간 휴식 후 5~10kg 감소시켜 시도 하며, 성공 시 2~4분간 휴식 후 5~20kg 증가시켜 재시도

필드 기록 검사

본 연구에서 사이클 선수들의 필드기록을 확인하기 위해 200m 및 500m 기록을 측정하였다. 검사는 2회 측정

되었으며, 검사 전날 선수들의 과도한 활동 및 훈련은 제한하였다. 검사 순서에 따라 20분간 트랙을 가볍게 주행한 후 거리별 총 2회씩 실시하여 가장 좋은 결과를 기록하였다.

자료 분석

본 연구에서 자료처리는 SPSS Ver. 20.0을 이용하여 모든 변인의 평균과 표준편차를 산출하였다. 각각의 경기력 요인과 필드 기록과의 관계를 확인하기 위해 상관관계 분석(pearson's r)을 실시하였다. 관련이 있는 변인들 중 필드 경기력에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 다중 회귀분석(Multiple regression analysis)의 단계선택법(step-wise)을 이용하여 관련 정도를 알아보았다. 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였고, 회귀분석 단계선택법의 요인 결정 유의수준은 0.1로 설정하였다.

연구 결과

경기력 요인의 평균 및 표준편차

엘리트 사이클 선수들의 필드 기록과 경기력 요인간의 관계를 알아보기 위해 SPSS를 활용하여 기술통계량으로 평균과 표준편차를 <Table 2>에 제시하였다.

요인 간 상관관계

신장, 체중, 둘레와 같은 신체구성 요인, 유산소성 요인 및 기초체력, 최대근력과 트랙 기록(200m, 500m record)간의 상관관계를 알아보기 위해 관련이 있는 요인 간 상관분석 결과는 <Table 3>과 같다.

200m 기록과 상관이 있는 요인들을 확인한 결과, 경체지방률, 레그프레스에서 의미 있는 상관이 있는 것으로 나타났다. 500m의 경우 골격근, 대퇴둘레(좌·우), 하퇴둘레(우), 버피테스트, 벤치프레스, 레그프레스가 의미 있는 상관이 있는 것으로 나타났다. 특히 레그프레스(200m: -.500, 500m: -.488), 벤치프레스(500m: -.469), 대퇴둘레 좌·우(500m: -.469, -.463)에서 높은 상관이 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Mean & Standard Deviation of Fitness Variable

Variables(Physique & Fitness)	Mean	SD
Height(cm)	173.62	5.55
Weight(kg)	80.30	6.83
Career(year)	9.19	2.54
Skeletal muscle mass(kg)	38.70	3.98
fat(kg)	12.74	2.74
fat(%)	16.00	3.42
BMI	26.45	1.41
Abdominal fat(%)	0.90	0.02
Thigh_Rt(cm)	61.92	2.24
Thigh_Lt(cm)	61.44	2.51
Calf_Rt(cm)	37.60	3.57
Calf_Lt(cm)	38.27	2.14
Ankle_Rt(cm)	21.67	1.08
Ankle_Lt(cm)	21.71	1.04
Grip strength_Rt(kg)	53.36	6.49
Grip strength_Lt(kg)	49.92	5.90
Back strength(kg)	176.52	34.66
25m dash(sec)	3.98	0.12
Sargent jump(cm)	72.24	10.98
Burpee test(rep/min)	32.14	5.59
Shuttle run(rep)	80.24	13.78
Squat(kg)	147.14	26.93
Bench press(kg)	91.19	20.35
Leg curl(kg)	61.67	12.18
Power clean(kg)	68.10	22.33
Dead-lift(kg)	149.05	33.37
Leg press(kg)	337.29	37.80
GXT record(sec)	543.16	125.20
VO ₂ max(ml)	59.48	5.37
METs	17.01	1.53
HRmax(beat/min)	185.80	7.88
200m(sec)	11.46	0.27
500m(sec)	30.62	0.87

※ Rt: righth, Lt: left

Table 3. Correlation Analysis of Variables

Variables	200m	500m
Height(cm)	-.181	-.163
Weight(kg)	-.221	-.269
Career(year)	-.323	-.328
Skeletal muscle mass(kg)	-.381	-.401*
fat(kg)	.334	.260
fat(%)	.423*	.364
BMI	-.141	-.245
Abdominal fat(%)	.242	.173
Thigh_Rt(cm)	-.391	-.469*
Thigh_Lt(cm)	-.367	-.463*
Calf_Rt(cm)	-.382	-.411*
Calf_Lt(cm)	-.285	-.342
Ankle_Rt(cm)	-.190	-.279
Ankle_Lt(cm)	-.198	-.283
Grip strength_Rt(kg)	.095	.097
Grip strength_Lt(kg)	.205	.194
Back strength(kg)	.191	.194
25m dash(sec)	-.054	-.081
Sargent jump(cm)	-.279	-.227
Burpee test(rep/min)	-.349	-.410*
Shuttle run(rep)	-.345	-.366
Squat(kg)	-.193	-.146
Bench press(kg)	-.380	-.469*
Leg curl(kg)	-.378	-.334
Power clean(kg)	-.170	-.232
Dead-lift(kg)	-.244	-.186
Leg press(kg)	-.500*	-.488*
GXT record(sec)	-.136	-.192
VO ₂ max(ml)	-.016	-.048
METs	-.016	-.049
HRmax(beat/min)	-.115	-.186

*: p<.05

다중회귀분석

경륜에서 200m와 500m 기록에 영향을 미치는 경기력 요인을 알아보기로 트랙 기록을 종속변인으로 설정하고 다양한 경기력 요인을 독립변인으로 설정하여 다중회귀분석을 실시한 결과는 <Table 4>와 같다. 다중회귀분석의 타당성 검증을 위해 회귀모형에 대한 분산분석을 실시한 결과 회귀식이 통계적으로 적합함을 알 수 있으며, 독립 변수들은 트랙 기록을 예측할 수 있는 유용한 변인인 것으로 나타났다.

Table 4. Analysis of variance

	Model	SS	df	MS	F	p
200m	Regression	.697	2	.348	7.011	.007
	Residual	.795	16	.50		
	Total	1.492	18			
500m	Regression	7.883	2	3.941	9.137	.002
	Residual	6.902	16	.431		
	Total	14.785	18			

<Table 5>와 같이 다중회귀식의 계수를 확인해본 결과 트랙 기록을 예측할 수 있는 변인으로 레그프레스와 우측 대퇴 둘레가 선택되었다. 이 두 개의 변인과 상수는 트랙 기록을 예측하는 변수로써 200m 기록과는 46.7%(R^2)의 설명력을 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한, 500m 기록과는 53.3%(R^2)의 설명력이 있는 것으로 나타났다. 두 변인 이외의 높은 상관관이 있었던 다른 변인은 변인들 간 다중공선성의 문제로 인하여 회귀식에서 제외되었다.

Table 5. Summary of coefficients on stepwise

Model	VO ₂ max		%AT	Peak Power	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta	Beta		
200m	(Constant)	16.560	1.541		10.745	.000
	Thigh_Rt	-.005	.002	-.566	-3.071	.007
	Leg press	-.057	.022	-.471	-2.553	.021
500m	(Constant)	48.434	4.541		10.666	.000
	Thigh_Rt	-.015	.005	-.566	-3.279	.005
	Leg press	-.209	.066	-.548	-3.177	.006

논 의

팀 지도자 및 트레이너들은 선수들의 경기력을 향상시키기 위해 스포츠 공학, 역학, 심리 등의 다양한 학문적 접근을 시도하고 있으며, 특히 현장에서는 인체 변화 및 현재 체력 수준을 평가하기 위한 방법으로 운동생리학적 측면에서의 관찰을 많이 활용하고 있다. 이런 관찰은 측정 기록을 통하여 선수들의 훈련 전·후 피드백 자료로 사용되고 있으며, 또한 훈련 프로그램 구성 시 근거자료로 활용되고 있다. 그러나 사이클 종목인 경륜과 관련하여 체력 관련 연구 및 과학적 체계 정립은 현재까지 매우 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 엘리트 사이클 선수들의 경기기록과 체격·체력 관련 변인들을 비교함으로써 기록 및 여러 요인 간의 인과관계를 논의하고자 한다.

1. 200m 기록과 체격·체력요인 비교

본 연구에서 실시된 200m 기록과 상관성이 있는 요인으로 레그프레스는 부적상관이 있는 것으로 나타났으며, 체지방률은 정적상관이 있는 것으로 나타났다. 체지방률 $r=.423(p<.01)$ 과 레그프레스 $r=-.500(p<.01)$ 에서 높은 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 이는 동원되는 에너지 및 페달링 시 관여하는 근육들을 살펴볼 필요가 있음을 알 수 있다.

경륜 선수의 경우 200m 기록이 11.46 ± 0.27 초인 것으로 나타났으며, 이는 단거리를 위한 에너지 동원의 대부분이 ATP-PCr 시스템에 의해 이루어지고 있음을 알 수 있다(Brooks et al., 2005; Jack & David, 2004;

Powers & Howley, 2018). 이는 경륜과 같은 사이클 경기에서 추월 및 결승선을 앞두고 마지막 스피트를 위한 페달링 시 에너지 동원 측면에서 매우 중요하며 순간 스피드 및 파워 발현을 위해 결정적 요인으로 작용하게 된다(Ayalon, et al., 1974; Adam et al., 1999). 그러므로 짧은 거리에서의 순간 스피드를 내기 위해서는 하지의 에너지 동원이 매우 중요하지만, 지방의 경우 근육과 같이 강력한 근수축 및 빠른 에너지 급원이 어려우며 오히려 장시간의 운동 시 에너지로 동원(Bompa, 1999; Burke, 2015)되는 대사적 특징을 가지고 있으므로 경륜 선수들에게는 비교적 낮은 양을 보유하는 것이 경기에 유리할 것으로 여겨진다. Garthe et al.(2011)은 적정 체지방(lean body mass, LBM)은 유지하면서 체지방을 감소하는 것이 선수들의 스피드 및 파워 향상에 긍정적인 영향이 있을 것으로 제시하고 있으며, 단거리 육상 종목에서 높은 순위를 점유하고 있는 선수들의 경우 체지방량과 시합 기록은 부적상관이 있는 것으로 나타났다(Barbieri et al., 2017). 또한 Atakan et al.(2017)의 연구에서는 엘리트 선수일수록 그렇지 못한 선수와 비교 시 체지방량이 적은 것으로 나타났으며, 체지방의 경우 수축성 움직임과는 반대로 비탄성적인 조직의 특징을 가지고 있기 때문에 파워 및 스피드를 발휘하는 부분에서는 불필요한 요소로 거론되고 있어 비교적 낮은 양을 보유하는 것이 선수들의 경기력에 긍정적인 영향이 있음을 알 수 있다.

사이클을 움직이기 위한 페달링 시 고관절, 슬관절 및 족관절의 협응적 움직임이 요구되며, 주로 동원되는 근육으로는 대둔근(gluteus maximus), 대퇴사두근(quadriceps femoris) 및 하퇴삼두근의 상호 작용을 통하여 앞으로 나아가게 된다(Ericson, 1986; Jorge & Hull, 1986). 움직임의 기여도를 살펴보면 페달링 시 EMG 분석에 따라 ① 대퇴사두근, ② 대둔근, ③ 하퇴삼두근의 순서로 나타났으며, 이는 슬관절의 신근 작용이 가장 크게 나타남을 알 수 있다(Ericson, 1986). 이와 마찬가지로 레그프레스 훈련과 관련된 선행연구를 살펴보면 Escamilla et al.(1998)은 다양한 종목에서 경기력 향상을 위해 다관절 운동의 중요성을 강조하였으며, 그중 레그프레스의 움직임이 고관절, 슬관절 및 족관절의 협응성 증진을 통한 경기력 향상에 도움을 줄 것으로 제시하

고 있다(Da Silva et al., 2008; Escamilla, 2001). 특히, 다양한 각도를 적용하여 각 관절에 해당하는 근육들의 자극을 선택적으로 조절할 수 있는데 발위치가 높은 형태에서는 대둔근의 긴장도를 높일 수 있으며, 낮게 할수록 대퇴사두근 및 삼두근의 긴장도를 높일 수 있어 부위별로 강화하고자 하는 부분을 선택하여 훈련 할 수 있다는 장점이 있다(Da Silva et al., 2008). 또한, 레그프레스는 경륜과 같은 사이클 종목에서 필요로 하는 스피드 및 파워 향상에 긍정적인 영향들이 있는 것으로 제시되고 있어(Liu et al., 2013; Mock & Wirth, 2019; Smith et al., 2019), 레그프레스를 통한 근기능 개선은 경륜 선수들의 경기력 향상에 효과적인 훈련방법으로 제안할 수 있다.

2. 500m 기록과 체격·체력요인 비교

본 연구에서 실시된 500m 기록과 상관이 있는 요인으로 골격근량, 대퇴·하퇴둘레, 버피테스트, 벤치프레스, 레그프레스는 부적상관이 있는 것으로 나타났다. 특히, 대퇴둘레 좌·우 $r=-.469$, $-.463$ ($p<.05$), 벤치프레스 $r=-.469$ 및 레그프레스 $r=-.488$ ($p<.05$)에서 높은 상관이 있는 것으로 나타났다.

근 단면적은 인체 각 부위에서 손쉽게 측정할 수 있으며, 이렇게 측정된 자료를 통하여 피험자의 근·골격계 질량 및 체력 수준을 판단하는 근거자료로 활용할 수 있기 때문에 현장에서 빈번하게 활용되고 있는 체력 측정 방법의 하나다(Aasen et al., 2009; Kim et al., 2003; Maughan et al., 1983; Son et al., 2016). 특히, 운동 선수의 경우 신체둘레와 경기력 관련 요인들의 상관관계를 비교함으로써 체력 수준 평가 및 훈련 프로그램 구성에 기초자료로 활용되고 있다(Barbieri et al., 2017; Nuhmani et al., 2013; Son et al., 2016). Barbieri et al.(2017)은 100m 스프린트 선수들 중 상위 기록 선수들과 하위 기록 선수들의 대퇴 둘레를 비교한 결과 상위 선수들은 55.7 ± 3.0 cm였으며, 하위 선수들은 53.7 ± 3.2 cm로 순위에 따른 기록의 통계적 유의차($p<.01$)가 있는 것으로 나타났다. 또한, Nuhmani et al.(2013)의 연구에서는 100명의 청소년 테니스 선수들을 대상으로 40야드(36.576m) 스프린트 기록과 대퇴 둘

레와의 상관관계를 비교한 결과 기록이 좋은 선수일수록 대퇴 둘레와 기록 간 부적 상관이 있는 것으로 나타났다 ($r=-.983$). 이런 결과는 본 연구 결과와 동일함을 알 수 있으며, 특히 대퇴 단면적은 인체에서 두 번째로 많은 에너지를 보유하고 있는 에너지저장 공간이며 스피드 지구력 및 파워와 같은 무산소성 에너지 대사가 요구되는 펜싱, 농구, 럭비, 축구 등의 종목에서 우선 강화해야 하는 신체부분(Santos et al., 2014)으로 사이클 선수들의 경기력 향상을 위해서는 대퇴 둘레 개선을 위한 훈련 적용이 필요함을 알 수 있다.

대부분의 운동선수는 자신의 경기력을 향상시키기 위해 종목 특성에 맞게 저항성 훈련을 하고 있으며, 사이클 선수 또한 주행 능력 및 에너지 대사 능력, 무산소성 파워를 개선하기 위해 주기적으로 실시하고 있다(Aagaard & Andersen, 2010; Paavolainen et al., 1999; Yamamoto et al., 2010). 선행연구에서는 저항성 훈련을 통하여 운동 단위 증가 및 협응성 향상, 최대근력 증가를 기대할 수 있을 것으로 제시하고 있으며(Coyle et al., 1991), MacDougall et al.(1979)은 무산소성 대사에 관여하는 효소를 증가시키며, 근육 내 에너지 저장 능력을 개선함으로써 경기력 향상에 도움을 줄 것으로 보고하고 있다. 특히, 사이클의 경우 전술한 것과 같이 주행능력을 향상하기 위해 상·하체의 협응력을 개선해야 하기 때문에 하지 체력과 동일하게 상지 체력이 중요함을 알 수 있다(Shin, 2002; de Groot et al., 1994). 본 연구에서는 벤치프레스 기록과 500m 기록간 높은 부적상관이 있는 것으로 나타났는데, 대흉근의 기능을 살펴보면 상완골(Humerus)를 전방으로 굴곡 및 체중심쪽으로 내전시키는 역할을 하며(Gowland et al., 1992; Vankov & Ovcharov, 2008), 이런 기능은 자전거 핸들과 상체를 고정하는 역할을 함으로써 전방 주행 및 코너 회전 시 안정성을 확보해 줄 것으로 여겨진다. 또한, 상지에 저항성 훈련을 실시하게 되면 Type II 섬유질의 증가로 인한 근비대 나타나게 되며(Cermak et al., 2012; Folland & Williams, 2007), 이를 통하여 에너지 보유능력을 개선 시킴으로써 효율적인 에너지 소비에 도움을 줄 것으로 여겨진다. 그러므로 경륜 선수들의 경기력을 향상시키기 위해서는 하지 체력뿐만 아니라 상지 체력 개선을 위한 훈련 구성이 필요함을 알 수 있다.

따라서, 엘리트 사이클 선수들(경륜)이 경기력을 향상하기 위해서는 다양한 체력요인들의 개선이 필요하며, 체력 훈련 및 선수들의 컨디션 프로그램 계획 시 주행 기록과 관련성이 높은 체력요인들로 구성된다면 사이클 선수들의 경기력 향상에 도움이 될 것으로 여겨진다.

결론 및 제언

본 연구는 엘리트 사이클 선수들(경륜)의 트랙 기록과 체력 요인들 간의 상관관계를 알아보는 데 있었다. 이를 위하여 남자 경륜 후보생 23명을 대상으로 실험을 진행하였으며, 실험 시 측정된 변인들은 체구성(신장, 체중, 골격근량, 체지방량, 체지방률, BMI, 복부지방), 하지 둘레(대퇴, 하퇴, 발목), 기초체력(악력, 배근력, 25m 스프린트, 제자리 높이뛰기, 버피테스트, 셔틀런), 1RM(스쿼트, 벤치프레스, 레그컬, 파워클린, 데드리프트, 레그프레스), 유산소성능력(최대산소섭취량, METs, 최대심박수), 트랙주행(200m, 500m) 검사 후 기록을 기초로 하여 변인 간 상관관계 및 다중회귀분석을 실시하였다. 결론적으로 다중회귀분석의 단계선택법을 적용 시 200m 및 500m 기록과 관련 있는 변인들은 우측 대퇴 둘레 및 레그프레스 근력($p<.05$)인 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 엘리트 사이클 선수들의 트랙 기록은 하지 대퇴 둘레 및 최대 근력과 관련이 있으며, 사이클 기록 향상을 위한 훈련 프로그램 구성 시 레그프레스 훈련의 적용이 경기력 향상에 도움이 될 것으로 여겨진다.

참고문헌

- Aagaard, P., & Andersen, J. L. (2010) Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 20(s2), 39-47.
- Aasen, G., Fagertun, H., Tonstad, S., & Halse, J. (2009). Leg fat mass as measured by dual X-ray absorptiometry (DXA) impacts insulin resistance differently in obese women versus men. *Scandinavian journal of clinical and laboratory*

- investigation*, 69, 181 - 189.
- 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.
- Atakan, M. M., Unver, E., Demirci, N., Cinemre, A., Bulut, S., & Turnagol, H. H. (2017). Effect of body composition on fitness performance in young male football players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 19(1), 54-59.
- Ayalon, A., Inbar, O., & Bar-Or, O. (1974). Relationships among measurements of explosive strength and anaerobic power. *Biomechanics IV*, 527-532.
- Barbieri, D., Zaccagni, L., Babić, V., Rakovac, M., Mišigoj-Duraković, M., & Gualdi-Russo, E. (2017). Body composition and size in sprint athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(9), 1142-1146.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization Training for Sports*. USA: Human Kinetics.
- Brooks, G. A., Fahey, T. D., & Baldwin, K. M. (2005). *Exercise physiology :human bioenergetics and its applications*. McGraw-Hill.
- Burke, E. R. (2002). *Serious Cycling*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Burke, L. M. (2015). Re-Examining High-Fat Diets for Sports Performance: Did We Call the 'Nail in the Coffin' Too Soon?. *Sports medicine*, 45(1), 33-49.
- Cermak, N. M., Res, P. T., de Groot, L. C., Saris, W. H., & van Loon, L. J. (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 96, 1454 - 1464.
- Cho, H. C., Kang, S. K., & Kim, J. K. (2008). Relationship of Lower Extremity Factors, 200m record and Wingate Anaerobic Power in Racing and Competitive Cyclists. *Korean Journal of Sport Science*, 19(1), 9-20.
- Coyle, E. F., Feltner, M. E., Kautz, S. A., Hamilton, M. T., Montain, S. J., Baylor, A. M., Abraham, L. D., & Petrek, G. W. (1991). Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 23, 93 - 107.
- Craig, N. P., & Norton, K. I. (2001). Characteristics of track cycling. *Sports Medicine*, 31(7), 457-468.
- Da Silva, E. M., Brentano, M. A., Cadore, E. L., De Almeida, A. P., & Kruegel, L. F. (2008). Analysis of muscle activation during different leg press exercises at submaximum effort levels. *Journal of strength and conditioning research*, 22(4), 1059-1065.
- de Groot, G., Welbergen, E., Clijnen, L., Clarijs, J., & Antonis, J. (1994). Power, muscular work, and external forces in cycling. *Ergonomics*, 37(1), 31-42.
- Ericson, M. (1986). On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine. Supplement*, 16, 1-43.
- Escamilla, R. F. (2001) Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine and science in sports and exercise* 33, 127 - 141.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Wilk, K. E., & Andrews, J. R. (1998). Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and science in sports and exercise*, 30, 556 - 569.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1997). *Designing Resistance Training Programs*, USA: Human Kinetics.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, 37, 145 - 168.
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P. E., Koivisto, A., & Sundgot-Borgen, J. (2011). Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 21(2), 97-104.
- Gil, S., Barroso, R., Crivoi do Carmo, E., Loturco, I., Kobal, R., Tricoli, V., Ugrinowitsch, C., & Roschel, H. (2018). Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. *Journal of sports sciences*, 36(17), 1923-1929.
- Gowland, C., DeBruin, H., Basmajian, J. V., Plews, N., & Burcea, I. (1992). Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke. *Physical therapy*, 72(9), 624-633.
- Hopker, J., Myers, S., Jobson, S. A., Bruce, W., & Passfield, L. (2010). Validity and reliability of the wattbike cycle ergometer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 731-736.
- Jack, H. W., & David, L. C. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, 3rd.
- Jorge, M., & Hull, M. L. (1986). Analysis of EMG measurements

- during bicycle pedalling. *Journal of biomechanics*, 19(9), 683-694.
- Kim, D., Nam, S., Ahn, C., Kim, K., Yoon, S., Kim, J., Cha, B., Lim, S., Kim, K., Lee, H., & Huh, K. (2003). Correlation between midthigh low-density muscle and insulin resistance in obese nondiabetic patients in Korea. *Diabetes Care*, 26, 1825 - 1830.
- Kim, J. H. (2012). The Analytical Study on Racing Performance Factors among Keirin Cyclists and Candidates. *Korean Journal of Sports Science*, 21(5), 1007-1015.
- Kim, K. J. (2001). Relationship between Functional Buffering Capacity and Muscle Fiber Type Composition in Road and Velodrome Male Cyclists. *Exercise Science*, 10(2), 97-107.
- Kim, K. J., Ahn, H. K., Jung, D. S., Yoon, S. W., Kim, J. H., Jung, T. Y., Lee, Y. W., & Kim, C. S. (1993). Physiological Analysis for the Determination of Detailed Event in Young Cyclists. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 11(1), 14-31.
- Kim, S. H., Lee, D. T., & Hwang, B. Y. (2015). Impact of muscular training of racing cyclist candidate on racing performance. *Korean Journal of Sport Science*, 26(4), 964-973.
- Lee, J. C., Bae, J. J., & Lee, K. K. (2012). The Relationship Between Anaerobic Power and Physical Fitness in Juvenile. *The Korean Journal of Physical Education*, 51(3), 333-342.
- Lee, J. C., Park, J. Y., & Bae, J. J. (2018). Relationship between Physical Fitness and Performance of Bowling Athlete. *Korean Journal of Sports Science*, 27(3), 1251-1260.
- Lee, S., Schultz, J., Timgren, J., Staelgraeve, K., Miller, M., & Liu, Y. (2018). An electromyographic and kinetic comparison of conventional and Romanian deadlifts. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 16, 87-93.
- Liu, C., Chen, C. S., Ho, W. H., Füle, R. J., Chung, P. H., & Shiang, T. Y. (2013). The effects of passive leg press training on jumping performance, speed, and muscle power. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1479-1486.
- MacDougall, J. D., Sale, D. G., Moroz, J. R., Elder, G. C., Sutton, J. R., & Howald, H. (1979). Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Medicine and science in sports*, 11, 164 - 166.
- Maughan, R. J., Watson, J. S., & Weir, J. (1983). Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 338, 37 - 49.
- Mock, S., & Wirth, K. (2019). Relationship of Isokinetic Leg Press Strength to Sprinting Performance in Junior Elite Volleyball Players. *German Journal of Sports Medicine*, 70, 203-208.
- Nuhmani, S., Shaphe, A., & Waseem. (2013). Limb circumference and performance in junior tennis players. *International Journal of Biomedical And Advance Research*, DOI: 10.7439/ijbar.v4i2.896.
- Paavolainen, L. M., Nummela, A. T., & Rusko, H. K. (1999). Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 31(1), 124-130.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology :theory and application to fitness and performance*. McGraw-Hill.
- Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2014). Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *Plos One*, 9(5), e97846.
- Shin, D. C. (2002). An analysis on the performance improving factors of the national representative cycle athletes. *Korea sport research*, 13(2), 159-170.
- Smith, C. M., Housh, T. J., Hill, E. C., Keller, J. L., Anders, J. P. V., Johnson, G. O., & Schmidt, R. J. (2019). Variable resistance training versus traditional weight training on the reflex pathway following four weeks of leg press training. *Somatosensory & motor research*, 36(3), 223-229.
- Son, S., Han, K., & So, W. Y. (2016). The relationships of waist and mid-thigh circumference with performance of college golfers. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 718-721.
- Sung, B. J., Ko, B. K., & Kim, J. H. (2019). A research on quantification of Stepwise Intensity Based on Maximal Minute Power Test in Elite Cyclists. *The Korean Journal of Physical Education*, 58(5), 229-240.
- Vankov, V., & Ovcharov, V. (2008). *Human anatomy (in bulgarian: АНАТОМИЯНА ЧОВЕКА)*. 10th edn. Sophia: Arso, Sopiya;
- Yamamoto, L. M., Klau, J. F., Casa, D. J., Kraemer, W. J., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (2010). The effects of resistance training on road cycling performance among highly trained cyclists: a systematic review. *Journal of strength and conditioning research*, 24(2), 560 - 566.

경륜 선수의 경기력과 체력 요인간의 관계

성봉주¹, 이광규²

¹한국스포츠정책과학원 수석연구위원

²한국스포츠정책과학원 분석연구위원

【목적】 본 연구는 엘리트 사이클 선수들(경륜)의 트랙 기록과 체력 요인과의 관련성을 비교하는데 있다. **【방법】** 참가자들은 경륜 선수를 준비 중인 엘리트 사이클 선수 23명을 대상으로 체구성(Height, Weight), 하지둘레(Thigh, Calf, Ankle), 기초체력(Grip·Back muscle strength, 25m sprint, Sargent jump, Burpee test, Shuttle run), 1RM(Squat, Bench press, Leg curl, Power clean, Dead-lift, Leg press), 유산소성능력($\dot{V}O_2$ max, METs, HRmax) 및 트랙 기록(200·500m) 검사를 실시하였다. 자료 분석은 요인간 상관분석을 실시하였으며, 관련이 있는 변인들 중 트랙 기록에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해서 다중 회귀분석(Multiple regression analysis)에서 단계선택법(step-wise)을 실시하였다. **【결과】** 다중회귀분석 결과 200m 기록과 Thigh Rt, Leg press에서 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 마찬가지로 500m 기록에서도 Thigh Rt, Leg press와 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). **【결론】** 이상의 결과를 종합하면, 엘리트 사이클 선수들(경륜)의 트랙 기록(200m, 500m)은 하지 대퇴 둘레 및 최대 근력과 관련이 있음을 알 수 있다.

주요어: 엘리트 사이클 선수, 경륜, 경기력요인, 레그프레스, 대퇴둘레