

경륜선수 후보생의 근력훈련이 경주력에 미치는 영향

김승현(한국스포츠개발원), 이대택*, & 황봉연(국민대학교)

이 연구는 경륜선수후보생의 훈련기간 중 9주 간의 근력훈련이 후보생의 신체구성, 경륜전문체력, 경주수행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 평가함에 목적을 두었다. 후보생은 선수경력 유무와 훈련기간 중 근력훈련에의 참여 여부에 따라 2×2로 구분되어 연구에 참여하였다. 대상자는 총 20명으로 각 그룹에; 1) 선수경력-근력훈련참여(CST), 2) 비선수경력-근력훈련참여(nCST), 3) 선수경력-근력훈련비참여(CnST), 4) 비선수경력-근력훈련비참여(nCnST) 5명씩 참여하였다. 훈련프로그램은 근력훈련이 포함되지 않은 스프린트와 가속훈련에 중점을 둔 기존훈련프로그램과, 기존훈련프로그램에 근력훈련이 추가된 복합훈련프로그램으로 구분되어 적용되었다. CST와 nCST는 복합훈련프로그램에 참여하였다. 9주간의 연구기간 전과 후에 이들의 신체구성, 경륜전문체력, 경주수행력이 평가되었다. 모든 그룹에서 9주간의 훈련으로 체중($p<0.05$)과 체지방율($p<0.05$), 신체질량지수 감소하였으며, 복합훈련프로그램에 참여한 CST와 nCST는 체지방률이 증가하였다($p<0.05$). 근력평가로 악력, 배근력과 벤치프레스 및 스쿼트 1RM, 그리고 무산소성 운동능력은 모든 그룹에서 현저한 증가를 보였으며($p<0.05$), 증가의 폭은 모든 변인에서 CST, nCST, CnST, nCnST 순으로 높게 나타났다. 200미터 스프린트의 경우 CnST를 제외하고 나머지 세 그룹에서 빨라졌으며($p<0.05$), 500미터 스프린트의 경우 nCnST에서만 향상되었다($p<0.05$). 9주간의 훈련 후 선수경력과 상관없이 근력훈련에 참여했던 후보생들이 상위 순위를 차지하였다. 결론적으로 경륜선수후보생의 훈련프로그램은 신체구성, 경륜전문체력을 향상시켰다. 그러나 스프린트와 가속훈련에 중점을 둔 기존훈련프로그램에 근력훈련을 추가로 포함시켰을 경우 경주수행능력까지 증가하였다. 경륜선수의 근력훈련은 경기력을 상승시키는 전략으로 적극 권장될 수 있을 것이다.

주요어: 신체구성, 경륜선수체력, 경륜경기력, 스프린트 트레이닝, 가속트레이닝, 무산소성능력

서론

경륜은 우리나라와 일본에서만 존재하는 333.33 미터 트랙 내에서 이루어지는 순위경쟁 사이클 경기이다. 200미터의 직선주로와 7-34°의 경사가 포함된 타원형의 경주로에 7명의 선수가 출전하여 6바퀴 주행하며, 마

지막 2바퀴(약 500미터)를 남기고 결승선까지 순위를 위해 경주하는 경기다. 경륜선수들은 선행, 마크, 추입, 젓히기로 불리는 4가지 전법을 구사하며 경기하게 된다(경주사업본부, 2012).

선행이란 마지막 500미터에서 선두로 주행하여 결승선까지 유지하는 전법을 말한다. 체력소모가 크고 마지막에 추월당할 가능성이 높아 선호되지 않지만 경주력이 좋은 선수라면 다른 선수를 따돌릴 수 있는 전법으로 선택된다. 마크는 선행선수의 후미에 밀착하여 다른 선수가 추입이나 젓히기로 추월할 수 없도록 견제하며 자신

논문 투고일 : 2015. 07. 29.

논문 수정일 : 2015. 09. 14.

논문 확정일 : 2015. 10. 13.

* 저자 연락처 : 이대택(dtlee@kookmin.ac.kr).

은 선행선수에 이어 2, 3위를 목표하는 전법이다. 추입이란 선행이나 쫓히기 선수 후미를 마크하면서 따르다가 마지막 결승선 직전에 추월하는 전법이다. 쫓히기는 후미를 따르다가 최종 1-2코너 사이에서 대열을 이탈해 급가속하여 선두권으로 치고 나가는 주법이다. 경기에서 네 가지 전법 중 어떠한 것을 선택하던 선수들은 폭발적인 주행능력과 함께 근력, 순발력, 근파위를 필요로 하게 된다(김승현, 2003). 그리고 이러한 신체적 능력은 페달링을 위한 하지의 대근육군은 물론 주행조정을 위한 상지근육 발달을 필요로 하며, 근육군 간의 효율적인 상호조절 능력이 요구된다. 또한 무산소성 운동수행능력을 필요로 한다(김정훈과 윤성원, 2009; 신대철, 1995).

경륜선수에게 요구되는 경주력은 근력, 스피드, 무산소성능력이며, 따라서 이러한 신체능력을 향상시키는 훈련방법이 필요하게 된다(최영준 등 2008; Reilly et al., 1990). 그럼에도 경륜선수후보생의 경기력 향상을 위한 구체적인 체력향상방법에 대한 연구는 미흡하다(조현철 등, 2008). 경륜경기가 두 개 국가에서만 진행되고, 순위경기라는 특징 때문이기도 하지만, 도박경기로써 경륜선수를 연구대상으로 이용하기가 쉽지 않기 때문이다. 경주사업본부의 자료에 따르면 2009-2012년까지 16-19기 경륜선수후보생의 분포는 사이클 선수출신과 비선수출신의 분포가 각각 68%와 32%로 나타나고 있고, 상위 30% 특선급 선수 중 선수출신이 27명, 비선수출신이 4명으로 나타나 경륜선수 이전의 사이클 선수경력에 따른 극명한 불균형 현상을 보이고 있다. 2013년 4월 기준 경주사업본부에 등록된 총 696명의 경륜선수 중 사이클 선수출신 387명, 비선수출신 209명으로 비선수출신이 약 1/3을 차지하고 있으며, 비선수출신 선수후보생이 점점 증가하는 추세이다. 선수출신에 비해 비선수출신 경륜선수후보생은 체계적인 훈련프로그램에 참여한 경험이 없으며, 선수경력과 상관없이 동일한 훈련프로그램을 적용하고 있는 실정이다. 그러므로 선수 개인의 체력적 특성 및 경기력 향상을 목표로 하는 맞춤형 훈련프로그램이 제공되고 있지 못하는 것이다.

경륜경기가 보다 박진감 넘치고 선수후보생의 훈련에 따라 이들의 경주력이 달라질 수 있다면 후보생들이 더욱 다양한 경기결과를 몰고 올 수 있을 것으로 예측된다. 따라서 본 연구는 기존의 훈련생들을 위한 스프린트와

가속훈련에 중점을 둔 훈련프로그램에 경륜선수 특이성 근력요인을 향상시키는 근력훈련 프로그램을 추가하였을 경우, 후보생들의 체구성, 체력요인, 경주력에 어떠한 영향을 미칠지 평가하는데 목적을 두었다. 그리고 선수출신과 비선수출신이 이러한 훈련프로그램에 참여했을 때 기존의 훈련프로그램에서 얻을 수 있는 효과와 다른 효과를 보일지 평가하는데 목적을 두었다.

연구방법

연구대상자

본 연구는 국민체육진흥공단 소속 경륜선수후보생 20명을 대상으로 하였다. 잠재 대상자들은 후보생 선발 이전 사이클 선수경력 유무와 연구과정에서 근력훈련에 참여하는지 여부에 따라 (2×2) 각각 5명씩 네 그룹으로 나뉘었다. 그룹은 1) 사이클 선수경력 근력 훈련군(Cyclist-Strength Training; CST, 26.6±1.1 세, 172.2±6.2 cm) 2) 선수 무경력 근력 훈련군(non-Cyclist-Strength Training; nCST, 26.2±3.1 세, 176.8±3.6 cm), 3) 사이클 선수경력 근력 비훈련군(Cyclist-non-Strength Training; CnST, 29.1±1.0 세, 178.3±3.5 cm), 4) 선수 무경력 근력 비훈련군(non-Cyclist-non-Strength Training; nCnST, 26.1±3.7 세, 178.4±7.4 cm)으로 구분되었다. 병력질문지와 실험 참여 동의서는 연구개시전에 작성되어 제출되었다.

연구설계

모든 연구대상자들은 2013년 4월 세 번째 주부터 9주 동안 지속되는 훈련캠프에 참여하였다. 훈련프로그램은 크게 근력 훈련 요인이 포함되지 않은 것(기존훈련프로그램)과 기존 프로그램에 근력 훈련 요인이 포함된 것(복합훈련프로그램), 두 유형이 적용되었다. 근력비훈련군은 훈련원에서 사용하는 기존훈련프로그램으로 훈련하였으며, 근력훈련군은 복합훈련프로그램을 이용하였다. 훈련이 진행되기 전과 후에 이들의 신체구성, 경

륜전문제력, 경주수행력 등이 측정되었다. 따라서 두 훈련프로그램의 효과를 평가하도록 설계하였다.

기존훈련프로그램

기존훈련프로그램은 경륜훈련원에서 실시하는 프로그램으로 스프린트와 가속훈련에 중점을 두고 구성되었다(표 1). 이 프로그램은 웨이트 트레이닝을 포함하고 있지 않으며 주 3회, 하루에 약 6시간 적용되었다. 스프린트훈련은 100-333.33 미터를 전속력으로 주파하는 능력을 향상시키는데 목적을 두었고 가속훈련은 마지막 1.5바퀴인 500미터를 가정하여, 125미터마다 주행속도를 점점 증가시켜 가속능력을 향상시키는 훈련이다.

복합훈련프로그램

복합훈련프로그램은 기존훈련프로그램이 진행되는 6시간 중 한 시간을 웨이트 트레이닝으로 대체한 프로그램을 의미한다(표 2). 웨이트 트레이닝은 주 3회, 하루 1시간 실시하였으며, 전신근력강화를 위해 팔 3동작, 몸통 2동작, 다리 5동작으로 구성하였다. 웨이트 트레이닝 운동강도는 National Strength & Conditioning Association에서 권장하는 1RM 측정공식을 사용하여 설정하였다(NSCA, 2011). 대상자들이 실제로 사용한 부하는 <표 3>에서 보여주고 있다.

1RM 측정

웨이트 트레이닝에서 사용될 대상자별 중량을 파악하기 위해 각 동작마다 1RM이 측정되었다. 대상자는 5-10회 반복할 수 있는 무게를 이용해 워밍업을 실시하고 1분간 휴식하였다. 팔의 경우 5-10 kg을, 다리의 경우

표 1. Pre-existing track training program

	Component	Intensity (gear ratio)	Repetition	Resting
Sprint training	Flying start	- 1 set: 51 × 14	2-3 rep.	30 min
		- 2 set: 52 × 14		
		- 3 set: 53 × 14		
Acceleration training	Standing start	- 1 set: 50 × 14	2-3 rep.	30 min
		- 2 set: 51 × 14		
		- 3 set: 52 × 14		

표 2. Multi-purpose training program

	Phase	Period	Intensity	Repetition
Weight training program (Periodization)	Adaptation	1-3 weeks	week 1: 1 & 2 set 40%, 3 set 45%	week 1: 1 & 2 set 8 rep. 3 set 10 rep.
			week 2: 1 & 2 set 40%, 3 set 45%	week 2: 1 & 2 set 8-10 rep. 3 set 12 rep.
			week 3: 1 & 2 set 45%, 3 set 50%	week 3: 12 rep.
	Maximization	4-7 weeks	week 4: 1 & 2 set 80%, 3 set 85%	week 4: 1 & 2 set 8 rep. 3 set 12 rep.
			week 5: 1 & 2 set 80%, 3 set 85%	week 5: 1 & 2 set 8-10 rep. 3 set 12 rep.
			week 6: 85% week 7: 80%	week 6: 1 & 2 set 8-10 rep. 3 set 12 rep. week 7: 1 & 2 set 8 rep. 3 set 12 rep.
	Power Promotion	8-9 weeks	week 8: 45%	week 8: 1 & 2 set 15-20 rep. 3 set 25 rep.
			week 9: 40%	week 9: 1 & 2 set 25 rep. 3 set 30 rep.
	- Arm: standing barbell curl, bench press, dumbbell curl - Trunk: reverse crunch, trunk twist - Leg: leg extension, seated leg curl, machine leg press, barbell squat, standing calf raise			
Pre-existing track training program	Spring training	1-9 weeks	1 set: 51 × 14 (gear ratio)	1 set: 3 rep.
			2 set: 52 × 14 3 set: 53 × 14	2 set: 2 rep. 3 set: 2 rep.
Acceleration training	1-9 weeks	1-9 weeks	1 set: 50 × 14	1 set: 2 rep.
			2 set: 51 × 14	2 set: 2 rep.
			3 set: 52 × 14	3 set: 2 rep.

15-20 kg를 증가시켜 3-5회 실시하고 다시 2분간 휴식 하였으며, 이를 반복하였다. 2-4분간의 휴식 후 주어진 중량에서 성공한 경우 다시 중량을 증가시켰으며, 실패한 경우 2.5-5 kg 을 줄여 1 RM을 시도하였다.

측정항목

모든 변인은 훈련프로그램에 참여하기 전과 후에 동등한 방법으로 측정되었다. 대상자가 실험실에 도착 후 신장, 체중, 체지방율(TBF-202, TANITA, 일본)이 측정되었다. 그리고 근력평가변인으로 악력(TKK-5401, Takei, 일본), 배근력(TKK-5402, Takei, 일본), 벤치프레스 1RM, 스쿼트 1RM(Ariel-16120, Cybex, 미국)이 측정되었다.

무산소성에너지대사 수행능력은 원게이트 테스트로 평가하였다. 각 대상자의 체중대비 부하 0.075 kp/kg 으로 자전거에르고미터(Monark 894E, Monark

Exercise AB, 스웨덴)에 주어졌고 대상자는 30초 동안 최대한 페달링하였다. 이때 최대파워, 평균파워, 피로지수가 기록, 측정되었다.

경주수행능력은 경륜트랙에서 200미터와 500미터 독주로 평가되었다. 200미터 독주기록은 Flying Start 로 시작하였으며, 경주로를 천천히 선회하다가 2 코너 지점에서 전속력으로 질주하여 결승점 통과시 기록을 측정하였다(Dorel et al., 2005). 500미터 독주기록은 Standing Start 로, 경주로를 천천히 선회하다가 경주로의 백 스트레치에서 전속력으로 질주하여 결승점 통과 기록을 측정하였다. 트랙경기 순위는 후보생들이 실전경주로(Pista)에서 각각 40회의 경주를 실시한 결과를 수합한 순위를 이용하였다.

신체구성과 체력측정은 체육과학연구원에서 이루어졌으며 200, 500미터 스프린트 및 트랙경기 순위측정은 경륜훈련원에서 진행되었다.

표 3. Strength training load by components and cyclist and non-cyclist

Component	C/nC	1RM (kg)	week 1-3 (kg)	week 4-7 (kg)	week 8-9 (kg)		
Arm	Standing barbell curl	C	52.90 ± 6.17	23.81 ± 2.78	44.97 ± 5.25	26.45 ± 3.09	
		nC	49.90 ± 6.33	22.46 ± 2.85	42.42 ± 5.38	24.95 ± 3.17	
	Bench press	C	58.60 ± 4.65	26.37 ± 2.09	49.81 ± 3.95	29.30 ± 2.32	
		nC	59.50 ± 6.35	26.78 ± 2.86	50.58 ± 5.39	29.75 ± 3.17	
	Dumbbell curl	C	39.60 ± 3.20	17.82 ± 1.44	33.66 ± 2.72	19.80 ± 1.60	
		nC	47.20 ± 4.05	21.24 ± 1.82	40.12 ± 3.44	23.60 ± 2.02	
Trunk	Reverse crunch	C	45.30 ± 4.57	20.39 ± 2.06	38.51 ± 3.89	22.65 ± 2.29	
		nC	43.70 ± 5.58	19.67 ± 2.51	37.15 ± 4.74	21.85 ± 2.79	
	Trunk twist	C	50.40 ± 4.53	22.68 ± 2.04	42.84 ± 3.85	25.20 ± 2.26	
		nC	49.90 ± 7.02	22.46 ± 3.16	42.41 ± 5.96	24.95 ± 3.51	
	Leg	Leg extension	C	81.90 ± 6.57	36.86 ± 2.96	69.62 ± 5.59	40.95 ± 3.29
			nC	82.20 ± 7.48	36.99 ± 3.37	69.87 ± 6.39	41.10 ± 3.74
Seated leg curl		C	59.20 ± 8.59	26.64 ± 3.86	50.32 ± 7.29	29.60 ± 4.29	
		nC	60.70 ± 7.62	27.32 ± 3.43	51.59 ± 6.47	30.35 ± 3.81	
Machine leg press		C	145.10 ± 12.21	65.29 ± 5.49	123.34 ± 10.38	72.55 ± 6.10	
		nC	131.40 ± 10.99	59.13 ± 4.94	111.69 ± 9.34	40.86 ± 6.76	
Barbell squat	C	90.70 ± 12.19	40.82 ± 5.49	77.09 ± 10.36	45.35 ± 6.10		
	nC	90.80 ± 15.02	40.86 ± 6.76	77.78 ± 12.76	45.40 ± 7.51		
Standing calf raise	C	69.60 ± 16.75	32.32 ± 7.54	59.16 ± 14.24	34.80 ± 8.38		
	nC	77.10 ± 16.65	34.69 ± 7.49	65.54 ± 14.15	38.55 ± 8.32		

C: cyclist, nC: non-cyclist

표 4. Body morphological change by groups

		Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ¹	non-Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ²	Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ³	non-Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ⁴
Body weight (kg)	pre	82.6 ± 1.5	82.3 ± 4.0	85.2 ± 3.1	83.0 ± 3.4
	post	81.8 ± 1.4**	81.7 ± 3.9*	84.4 ± 3.5*	82.5 ± 3.2**
Body fat content (%)	pre	16.3 ± 1.6	18.6 ± 1.5	20.0 ± 1.9	20.3 ± 4.6
	post	13.2 ± 1.2** ^{3,4}	15.5 ± 0.7**	19.5 ± 1.8**	19.9 ± 4.4*
Lean body weight (kg)	pre	69.1 ± 2.0	66.9 ± 2.8	68.1 ± 2.9	66.1 ± 3.0
	post	71.0 ± 2.0*	69.0 ± 3.6*	67.9 ± 3.0	66.0 ± 2.9
Body mass index (kg/m ²)	pre	27.9 ± 1.8	26.3 ± 1.0	26.8 ± 1.4	26.2 ± 2.8
	post	27.6 ± 1.7	26.2 ± 0.9	26.6 ± 1.5	26.1 ± 2.8

* significant between pre- and post-test at $p < 0.05$ (paired t-test)

** significant between pre- and post-test at $p < 0.01$ (paired t-test)

^{3,4} significant between the designated group and group ³ and ⁴, respectively at $p < 0.05$ (ANCOVA)

통계분석

측정된 변인의 사전 사후 변화와 그룹 간의 차이를 살펴 보기 위해 Window 용, SPSS 18.0 통계프로그램을 활용하였으며, 모든 수치는 평균과 표준편차로 나타냈다. 신체조성 변인, 근력 변인, 무산소 능력 평가 변인 및 200m와 500m 기록은 이원변량분산분석(Two way ANOVA)을 이용하였고, 사전에 집단간 차이가 있을 경우 공변량분석(ANCOVA)방법을 이용하여 자료처리 하였다. 집단간 사후 검증은 Scheffe 방법 그리고 집단 내 측정 시기별 비교는 paired t-test를 이용하였다. 트랙경기 순위 결과의 비교는 비모수 검정을 사용하였으며, 집단 내 측정 시기별 평균값 변화는 Wilcoxon's Signed Rank Test를 이용하여 자료처리 하였고, 집단 간 비교는 Kruskal-Wallis 검정 그리고 집단 간 사후 검증은 Mann-Whitney U-검정을 이용하였다. 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

결과

신체조성의 변화

연구에 참여한 경륜선수 후보생들은 <표 4>와 같이 그룹과 상관없이 9주간의 트레이닝을 통해 유의한 체중의

감소와 체지방률의 감소를 보였다($p < 0.05$, $p < 0.01$). 체지방률은 근력훈련에 참여한 후보생들에게서 증가의 경향을 보였으며($p < 0.05$), 근력훈련에 참여하지 않은 후보생들은 변화양상이 나타나지 않았다. 신체질량지수는 모든 그룹에서 전체적으로 감소하였다.

전문체력 요소 변화

근력요소인 악력, 배근력, 벤치프레스 1RM, 스쿼트 1RM은 <표 5>와 같이 모든 그룹에서 현저한 증가를 나타냈다($p < 0.01$). 증가의 양상은 모든 측정변인에서 일괄적으로 CST, nCST, CnST, nCnST 순으로 높게 나타나, 근력훈련이 모든 측정변인에 더 큰 변화를 유도한 것으로 나타났다. 무산소성 운동능력도 근력변인과 유사하게 최대파워, 평균파워 그리고 피로지수에서 모두 향상된 결과를 보였으며($p < 0.05$, $p < 0.01$), CST, nCST, CnST, nCnST 순으로 높은 향상을 나타냈다.

경기수행능력의 변화

200 그리고 500 미터 스프린트와 경기순위는 <표 6>에서 보여주고 있다. 200미터 스프린트의 경우 CnST를 제외하고 나머지 세 그룹에서 기록이 단축되었으며($p < 0.05$), 500미터 스프린트의 경우 nCnST에서만 기록 단축이 나타났다($p < 0.05$). 훈련에 참여하기 전 평가된 경기순위는 사이클선수 출신의 후보생들이 상위 순위를 차지

표 5. Changes of muscular strength and anaerobic capacity by groups

		Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ¹	non-Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ²	Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ³	non-Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ⁴
Grip strength (kg)	pre	53.3 ± 2.3	55.7 ± 2.1	59.1 ± 2.2	52.3 ± 2.6
	post	62.7 ± 2.0**	61.0 ± 3.0**	61.5 ± 2.4**	53.7 ± 1.2**
	△ (%)	9.4 ± 1.7 (17.6 ± 3.6)	5.3 ± 1.5 (9.4 ± 2.6)	2.4 ± 0.6 (4.1 ± 1.0)	1.4 ± 0.5 (2.6 ± 1.0)
Low back strength (kg)	pre	155.6 ± 2.9	145.4 ± 7.3	150.0 ± 4.1	150.2 ± 3.5
	post	171.2 ± 2.8**	157.6 ± 7.0**	155.2 ± 4.1**	154.0 ± 3.1**
	△ (%)	15.6 ± 0.9 (10.0 ± 0.6)	12.2 ± 0.8 (8.4 ± 0.9)	5.2 ± 0.8 (3.5 ± 0.6)	3.8 ± 0.8 (2.5 ± 0.6)
Bench press 1RM (kg)	pre	102.6 ± 2.9	127.8 ± 1.9	113.0 ± 9.7	104.0 ± 2.7
	post	116.4 ± 3.6**	134.6 ± 3.9**	118.2 ± 9.1**	106.8 ± 3.2**
	△ (%)	13.8 ± 2.0 (13.5 ± 2.0)	6.8 ± 2.2 (5.3 ± 1.6)	5.2 ± 1.3 (4.7 ± 1.4)	2.8 ± 0.8 (2.7 ± 0.7)
Squat 1RM (kg)	pre	221.4 ± 9.1	183.7 ± 9.3	231.2 ± 5.4	233.2 ± 3.0
	post	250.7 ± 6.8**	201.4 ± 7.4**	245.2 ± 5.8**	241.0 ± 3.6**
	△ (%)	29.4 ± 5.3 (13.3 ± 2.7)	17.7 ± 2.2 (9.7 ± 1.6)	14.0 ± 0.7 (6.1 ± 0.3)	7.8 ± 1.3 (3.3 ± 0.5)
Anaerobic capacity: Maximal power (W/kg)	pre	9.7 ± 0.4	9.4 ± 0.2	9.6 ± 0.3	9.5 ± 0.2
	post	11.0 ± 0.8 ^{2,3,4}	9.8 ± 0.2**	9.9 ± 0.4**	9.7 ± 0.3**
	△ (%)	1.2 ± 0.7 (12.4 ± 7.4)	0.5 ± 0.1 (5.0 ± 0.6)	0.3 ± 0.1 (3.0 ± 0.8)	0.2 ± 0.1 (2.3 ± 0.8)
Anaerobic capacity: Average power (W/kg)	pre	7.6 ± 0.2	7.4 ± 0.3	7.5 ± 0.2	7.5 ± 0.3
	post	8.9 ± 0.3 ^{2,3,4}	8.0 ± 0.6*	7.9 ± 0.4*	7.8 ± 0.3**
	△ (%)	1.3 ± 0.2 (17.3 ± 2.0)	0.6 ± 0.5 (8.0 ± 6.0)	0.4 ± 0.3 (5.6 ± 4.6)	0.4 ± 0.1 (5.0 ± 0.9)
Anaerobic capacity: Fatigue index (%)	pre	52.5 ± 1.7	53.4 ± 3.7	51.8 ± 1.4	50.4 ± 1.9
	post	42.1 ± 2.0 ^{2,3,4}	51.0 ± 3.8**	50.0 ± 2.2*	49.6 ± 1.8**
	△ (%)	-10.4 ± 1.1 (-19.8 ± 2.1)	-2.4 ± 1.1 (-4.5 ± 2.0)	-1.8 ± 0.9 (-3.4 ± 1.8)	-0.9 ± 0.4 (-1.7 ± 0.8)

△ : calculated as post minus pre

* significant between pre- and post-test at p<0.05 (paired t-test)

** significant between pre- and post-test at p<0.01 (paired t-test)

^{2,3,4} significant between the designated group and group ², ³, and ⁴, respectively at p<0.05 (Two way ANOVA)

했으나, 9주간의 훈련 후에는 선수 경력과 상관없이 근력 훈련에 참여했던 후보생들이 상위 순위를 차지하였다.

논의

트랙과 도로 사이클과 달리 경륜은 우리나라와 일본에서만 진행되는 사이클 경기이다. 순위경기이며 따라서

개인적 체력요인은 물론 경기진행 방식과 전술에 의해 순위가 달라진다. 경륜선수는 후보생으로 선발돼 약 11개월 간 경륜훈련원에서 훈련과정을 통해 탄생한다. 그러나 후보생들은 선수경력과 상관없이 선발된다. 훈련과정에서 후보생들은 박진감 넘치는 경기운영을 위한 기량들을 개발하고 향상시킨다. 경륜훈련원에서 제공하는 훈련프로그램은 스프린트와 가속훈련을 기본으로 하며, 근력을 향상시키는 별도의 훈련내용은 없는 실정이다.

표 6. Track race performance by groups

		Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ¹	non-Cyclist w/ Strength Training Group (n=5) ²	Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ³	non-Cyclist w/o Strength Training Group (n=5) ⁴
200 meter sprint (sec)	pre	11.6 ± 0.3	11.7 ± 0.3	11.6 ± 0.2	11.8 ± 0.1
	post	11.2 ± 0.2*	11.2 ± 0.2**	11.3 ± 0.2	11.3 ± 0.1**
500 meter sprint (sec)	pre	35.6 ± 0.4	35.4 ± 1.0	35.6 ± 0.5	36.3 ± 0.6
	post	34.9 ± 0.6	35.2 ± 1.5	35.6 ± 0.7	35.6 ± 0.3*
Race place	pre	2.9 ± 0.7	4.4 ± 0.4 ^{1,3}	2.5 ± 1.0 ⁴	3.9 ± 0.6
	post	2.7 ± 0.5 ^{3,4}	2.5 ± 0.2 ^{3,4}	4.7 ± 0.3 ⁴	5.4 ± 0.3 [#]

* significant between pre- and post-test at p<0.05 (paired t-test)

** significant between pre- and post-test at p<0.01 (paired t-test)

significant between pre- and post-test at p<0.05 (Wilcoxon's signed rank test)

^{1,3,4} significant between the designated group and group ¹, ³, and ⁴, respectively at p<0.05 (Kruskal-Wallis test)

이번 연구는 훈련원에서 사용하고 있는 훈련프로그램에 근력훈련을 포함시켰을 때 후보생들의 사이클 전문체력과 경주력에 어떠한 변화가 나타날 것인가를 평가하는데 목적을 두었다. 또한 근력 향상 트레이닝을 포함시킬 경우 사이클 선수출신의 후보생과 비선수출신의 후보생이 서로 다른 기량 효과를 나타낼 것인가를 평가하였다. 결과적으로 기존의 훈련원 훈련프로그램과 이번 연구에서의 개발한 변형된 훈련프로그램 모두 후보생의 체구성과 사이클 전문체력 요소의 향상을 가져왔다. 그러나 그 변화의 크기는 근력훈련을 포함시킨 변형된 훈련프로그램을 수행한 후보생에게 더욱 컸다. 주목할 것은 이러한 변화가 단지 체구성과 체력지표에서만 나타난 것이 아니라라는 점이다. 선수경력과 상관없이 근력 향상 트레이닝을 포함시켰을 경우 9주간의 훈련만으로 경주력이 명확하게 향상됨이 관찰되었다. 순위경기임을 감안하면 주요한 결과이다.

선수를 대상으로 하는 대부분의 트레이닝은 에너지소비를 촉진하고 과부하 적용에 따른 근력 향상을 유발하여, 체구성을 변화시킨다(Stellingwerff et al., 2011). 훈련에 의한 사이클 선수의 체지방 및 체중의 감소는 체표면적을 감소시키며, 결과적으로 사이클 주행 중에 맞닥뜨리는 정면 공기의 저항을 줄이게 된다(김정훈과 윤성원, 2009). 국가대표 사이클 선수의 체격을 평가한 결과 체중은 72-76kg, 체지방률은 4.8-5.4% 수준이었으며, 단거리 선수의(n=4) 체질량지수는 25.7 kg/m², 중장거리 선수의(n=11) 24.2 kg/m²로 조사된바

있다(이대택, 2012). 경륜후보생의 경우 국가대표 사이클 선수에 비해 무거운 체중과 체질량지수를 보였으며, 체지방률도 상당히 높게 나타났다. 일반적으로 중량을 부여한 저항성운동은 근육량을 증가시키고 근력을 향상시키며(Hunter et al., 2008), 사이클 선수의 경우 페달링 파워와 공기저항을 극복하는 능력을 효과적으로 바꾸어준다. 본 연구에서 기존의 훈련과 근력 향상 트레이닝을 포함시킨 훈련 모두에서 체구성의 변화와 근력의 향상을 가져옴으로써 후보생들의 경륜 경주력을 향상시킬 수 있었던 것으로 평가된다.

근력 향상 훈련 내용은 상지, 몸통, 하지의 근육들을 균형적으로 발달시키는데 목적을 두었다. 특히 하지의 각각의 근육들은 자전거를 타는 동안 서로 다른 고유의 기능을 가진다. 내측광근과 외측광근은 사이클링에서 우선적인 파워 생산을 담당하는 것으로 보이며(Ryan & Gregor, 1992), 페달링 부하와 상관없이 최대수의수축(maximal voluntary contraction) 대비 가장 큰 힘을 발휘하는 근육으로 알려져 있다(Ericson, 1986). 일반적으로 단관절근육들은(예, vastus, gluteus maximum, soleus) 페달링에서 우선적인 힘의 생산자로 역할하며 이관절근육(biarticulate muscle; 예, rectus femoris, biceps femoris)은 관절사이의 힘을 전달하게 된다(van Ingen Schenau et al., 1992). 이 근육들은 모두 사이클 선수가 최대한의 페달링을 수행할 때 필요한 힘을 생산하며, 선수의 기록과 관련되어 있다(Bini et al., 2008; Faria et al., 2005;

Macdonald et al., 2008; St Clair Gibson et al., 2001).

선수의 페달링에서 폭발하는 파워를 증가시키고 자세의 조정력을 향상시키기 위해서는 몸통과 상지의 근력도 균형적으로 발달해야 한다. 본 연구에서 상지와 몸통의 근력 트레이닝은 악력, 배근력, 벤치프레스의 기록을 향상시켰으며, 하지 트레이닝은 스쿼트의 기록을 향상시켰다. 주목할 것은 근력훈련에 참여하지 않았던 후보생들 또한 모든 측정변인에서 근력의 향상을 보였다는 것이다. 증가폭이 다소 적을지라도 기존의 스프린트와 가속 훈련이 후보생의 근력을 일정 부분 향상시킨 것으로 해석된다. 국가대표 사이클 선수들의 경우 악력은 49-55kg, 배근력은 129-156kg, 벤치프레스 1RM은 단거리 선수 132kg, 중장거리 선수 92kg, 스쿼트 1RM은 단거리 선수 214kg, 중장거리 선수 165kg으로 조사되었다(이대택, 2012). 결과적으로 본 연구에서 얻어진 경륜후보생들의 근력은 이전의 다른 연구에서 얻어진 국가대표 선수들의 그것에 비해 높은 수준을 보였다. 아마도 체중에 따른 절대적인 근력의 차이로 여겨진다. 이러한 정보를 적용하자면 절대적인 근력의 수준만으로 사이클 선수의 경기력을 평가하기는 어려울 듯하다. 체중에 따라 근력이 높을지라도 체중을 이동시키는데 더 많은 에너지와 폭발력이 필요한 이유일 것이며, 이에 따라 근력과 경기력의 상호적 균형이 중요해 보인다. 또한 기록을 우선으로 하는 대부분의 트랙사이클 종목과 순위를 우선으로 하는 경륜에서 선수들의 경기력을 평가하는 지표나 기준이 달라질 수 있을 것이라는 추론이 가능하다.

이번 연구에서 후보생들의 무산소성에너지대사 능력 또한 평가되었다. 결과적으로 두 훈련프로그램 모두 사이클링에 필요한 무산소성운동 능력의 향상을 보였다. 그러나 근력의 변화에서와 마찬가지로 향상의 폭은 근력 향상 트레이닝을 포함시킨 경우 더 크게 나타났다. 이전의 연구들은 엘리트 사이클 선수들의 무산소성에너지 생산능력의 중요성을 제시하였는데, 사이클 선수에게 순간적인 파워가 중요하게 여겨지는 이유 때문으로 보인다. 그리고 이들에게 유지할 수 있는 에너지생산능력으로 약 6 W/kg을 제시했다(Palmer et al., 1999). 미국오프로드자전거협회(National Off-Road Bicycle Association)

에 의하면 남자엘리트 선수의 최대 파워 생산은 5.4-5.9 W/kg 였으며(Baron, 2001; Wilber et al., 1997), 윈게이트 테스트를 이용한 미국사이클링연맹(U.S. Cycling Federation)의 도로사이클리스트 II, III, IV 카테고리 선수의 피크 파워 아웃풋은 각각 13.9, 13.6, 12.8 W/kg 이었다(Tanaka et al., 1993). 윈게이트 테스트를 이용한 이번 연구에서는 모든 그룹에서 평균파워는 7.4-7.6에서 7.8-8.9 W/kg 로 향상되었으며, 최대파워는 9.4-9.7에서 9.7-11.0으로 증가하였다. 이전의 연구들이 사용한 대상자와 방법에 의해 다양한 최대 및 평균파워를 보이고 있으나, 본 연구에서의 후보생들 또한 엘리트 선수의 파워 생산에 유사한 것으로 평가된다.

경륜선수의 궁극적인 경기력 평가는 순위를 가르는데 필요한 사이클 특이성 체력요인과 경주순위로 가능하다. 이번 연구에서 근력 향상 트레이닝을 이용한 후보생들은 팔목할만한 경주력으로 순위에서 우위를 점하였다. 짧은 구간에서 폭발적인 페달링을 통해 순위가 결정되는 만큼 근력과 파워는 중요한 전문체력 평가요인으로 여겨진다. 실제로 모든 후보생들이 200미터 질주에서 기록의 향상을 보여, 훈련프로그램의 효과가 존재하였음을 증명했다. 그러나 선수경력과 무관하게 근력 향상 트레이닝이 선수들의 순위를 갈랐다. 이 향상의 정도는 특히 선수경력이 없었으나 근력 훈련에 참가한 후보생에게 잘 나타났다. 결과적으로 후보생들의 근력 향상 프로그램이 선수의 경주력을 끌어올리는 역할을 수행하였으며, 이는 체구성과 체격의 변화 그리고 체력요인의 향상에 의해 뒷받침되었음이 증명된다. 후보생은 물론 기존의 경륜선수들에게도 근력 트레이닝은 적극적으로 권장될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 경주사업본부(1012). 경륜시행규정
 김승현(2003). 경륜선수의 등급에 따른 경주 전법과 상해의 관계. 국민대학교 스포츠산업대학원 석사학위논문.
 김정훈, 윤성원(2009). 단기간의 복합 트레이닝이 단거리 사이클 선수의 경기력 향상 요인에 미치는 영향. 한국체육학회지, 48(3), 479-488.

- 신대철(1995). 도로와 트랙사이클 선수의 각근력 보강 트레이닝 효과에 관한 연구. *한국체육학회지*, 34(2), 329-340.
- 이대택. 스포츠과학기반 고기능성 경기용 자전거 개발. 제24차 스포츠산업기술포럼 및 기술교류회, 한국스포츠산업기술포럼. 올림픽파크텔 서울관, 2012. 5. 4.
- 조현철, 강성기, 김종규(2008). 경륜선수의 하지형태요인과 경기기록, 윙게이트 무산소성파워와의 관련성. *체육과학연구*, 19(1), 9-20.
- 최영준, 김정태, 박성현(2008). 경륜 선수의 기술등급별 신체 구성 및 슬관절 근기능비교. *한국사회체육학회*, 34, 1091-1098.
- Baron, R. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1387-93.
- Bini, R. R., Carpes, F. P., Diefenthaler, F., Mota, C. B., & Guimarães, A. C. (2008). Physiological and electromyographic responses during 40-km cycling time trial: relationship to muscle coordination and performance. *J Sci Med Sport*, 11(4), 363-70.
- Dorel, S., Hautier, C. A., Rambaud, O., Rouffet, D., Van Praagh, E., Lacour, J. R., & Bourdin, M. (2005). Torque and power-velocity relationships in cycling: relevance to track sprint performance in world-class cyclists. *Int J Sports Med*, 26(9), 739-46.
- Ericson, M. (1986). On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer. *Scand J Rehabil Med*, 16, 1-43.
- Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2005). The science of cycling: factors affecting performance - part 2. *Sports Med*, 35(4), 313-37.
- Hunter, G. R., Byrne, N. M., Sirikul, B., Fernández, J. R., Zuckerman, P. A., Darnell, B. E., & Gower, B. A. (2008). Resistance training conserves fat-free mass and resting energy expenditure following weight loss. *Obesity (Silver Spring)*, 16(5), 1045-51.
- Macdonald, J. H., Farina, D., & Marcora, S. M. (2008). Response of electromyographic variables during incremental and fatiguing cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 335-44.
- National Strength & Conditioning Association (2011). *NSCA's Essentials of Personal Training* (2nd ed.),
- Palmer, G. S., Borghouts, L. B., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1999). Metabolic and performance responses to constant-load vs. variable-intensity exercise in trained cyclists. *J Appl Physiol*, 87(3), 1186-96.
- Reilly, T. N., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (1990). *Physiology of Sports*. E. & F. N. Spon: London.
- Ryan, M. M. & Gregor, R. J. (1992). EMG profiles of lower extremity muscles during cycling at constant workload and cadence. *J Electromyogr Kinesiol*, 2(2), 69-80.
- St Clair Gibson, A., Schabert, E. J., & Noakes, T. D. (2001). Reduced neuromuscular activity and force generation during prolonged cycling. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 281(1), 187-96.
- Stellingwerff, T., Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2011). Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *J Sports Sci*, 1, S79-89.
- Tanaka, H., Bassett, D. R. Jr., Swensen, T. C., & Sampedro, R. M. (1993). Aerobic and anaerobic power characteristics of competitive cyclists in the United States Cycling Federation. *Int J Sports Med*, 14(6), 334-8.
- van Ingen Schenau, G. J., Boots, P. J., de Groot, G., Snackers, R. J., & van Woensel, W. W. (1992). The constrained control of force and position in multi-joint movements. *Neuroscience*, 46(1), 197-207.
- Wilber, R. L., Zawadzki, K. M., Kearney, J. T., Shannon, M. P., & Disalvo, D. (1997). Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 29(8), 1090-4.

Impact of muscular training of racing cyclist candidate on racing performance

Seung Hyun Kim¹, Dae Taek Lee², & Bong Yeon Hwang²

¹Korea Institute of Sport Science, Korea Sports Promotion Foundation, ²Exercise Physiology Laboratory, Kookmin University

Impact of 9-week strength training of racing cyclist candidate during training camp on body composition, racing cyclist specific fitness, and racing cycle performance was examined. Two by two (cyclist experience, y/n and strength training (ST) participation, y/n) experiment design was employed. A total of 20 candidates participated and divided evenly into four groups; 1) experienced cyclist participating ST (CST), 2) non-experience cyclist participating ST (nCST), 3) experienced cyclist no participating ST (CnST), and 4) non-experience cyclist no participating ST (nCnST). Two programs were introduced; 1) non ST containing, pre-existing program emphasizing on sprint and acceleration training and 2) new-program containing ST and sprint and acceleration training. CST and nCST participated the latter program. Before and after the 9-week training, body composition, racing cyclist specific fitness, and racing cycle performance was tested. After 9 weeks, all groups decreased body weight($p<0.05$), body fat content($p<0.05$), body mass index, and CST and nCST increased lean body mass($p<0.05$). Muscular strength measures such as grip strength, low back strength, 1RM of bench press, 1RM of squat, and anaerobic capacity improved after 9 weeks in all groups($p<0.05$). The magnitude of changes was greater in order of CST, nCST, CnST, nCnST. Time trial of 200 meter sprint was faster after 9 weeks in all groups except CnST while 500 meter sprint was improved only in nCnST($p<0.05$). After 9 weeks, regardless of previous cyclist experience, those who participated in ST ranked high places at racing cycle competition. Both training programs for the candidates improved body composition and racing cyclist specific fitness. When strength training was added to pre-existing training program emphasized on sprint and acceleration, the racing cycle performance was enhanced. Strength training for racing cyclist is highly recommended to improve their racing performance.

Key words: body composition, racing cyclist specific fitness, racing cycle performance, sprint training, acceleration training, anaerobic performance 