여자 사이클 타임 트라이얼 경기 시 스탠딩 스타트 분석 연구*

임 설 · 김혜리 · 이기광**

국민대학교

ABSTRACT

Xue Lin, Hye-ree Kim, Ki-kwang Lee. Standing Start Analysis During Time Trial Competition in Female Athletes. *KINESIOLOGY*, 2017, 19(2): 69-74. **[PURPOSE]** The purpose of this study was to investigate effect of spatio-temporal variables related to the standing start on short-distance time trial of female athletes by using videos having been executed in cycling world championship and track cycling world cup game. **[METHODS]** 104 competition videos were analyzed from 2013 to 2016. In order to compare differences among groups, upper group A, middle group B, lower group C were divided by 1 lap time. Standing distance, standing time, average speed to the point of sitting time, average speed before and after 15m sitting time and pearson's correlation coefficient were analyzed in each section. **[RESULTS]** In the fastest group of 1 lap records, standing distance was the most longest and average speeds in each section were the most fastest compared to other groups. And negative correlation showed between average speed and 1 lap time. **[CONCLUSIONS]** When standing distance to the sitting point was long and average speeds in each section were fast, we confirmed that 1 lap time was fast. It is necessary to sit at full speed using maximum power before sitting and to combine training to increase the overall average speed during long section as well as to increase speed during short section.

Key words : cycle, time trial, standing start, average speed

주요어 : 사이클, 단거리 기록경기, 스탠딩 스타트, 평균 속도

서론

현대 스포츠경기는 단순히 운동 기술과 그 능력을 경쟁할 뿐만 아니라 과학 기술을 사용하여 경쟁하고 있다. 특히 사이클 운동은 인간과 기계가 협동하여 경기하는 종목으로서 스포츠과학의 도움을 통하여 지도자들이 선수들의 잠재적인 능력을 더 이끌어 낼 수 있는 종목이다(Gou, 2007). 트랙 사이클 종목으로는 중장거리 종목으로 개인출발기록경기, 단체출발기록경기가 있으며 단거리 종목으로 개인기록경기(time trial), 팀 스프린트(team sprint) 등이 있다. 그러나 트랙 기록경기 종목에서 중장거리 기록경기과 단거리 기록경기는 본질적으로 다른 성격을 지니고 있다. 중장거리 기록경기에서는 적당한 스피드와 강한 지구력이 필요한 반면, 단거리 기록경기에서는 빠른 반응능력, 가속능력,

최대 속도를 지속할 수 있는 지구력과 스퍼트 능력 등을 필요로 한다(Zhang & Yang, 2006). 특히 단거리 기록경기 선수들은 각 사이클 자세에 따른 페달링 기술, 커브 기술과 다양한 전술 등 종합적인 기술을 갖추어야만 시합에서 다양한 변화에 대처할 수 있다(Yun, 2008; Zhang, 2006).

단거리 기록경기 선수들의 여러 가지 기술 중 스탠딩 스타트는 선수들이 장비와 숙련도에 상관없이 현장에서 가장 손쉽게 조절할 수 있는 기술이다. 트랙 단거리 기록경기 시, 선수들은 보통 속도를 빠르게 올리기 위해서 스탠딩 자세로 출발한다. 하지만 처음부터 경기 마지막까지 스탠딩 자세로는 높은 속도를 유지할 수 없다. 경기 시 스탠딩 자세로 출발 후 최대 힘으로 페달링하여 속도의 최고점에 도달하면 대퇴 근육이 높은 부하를 지속하기 힘들기 때문이다. 때문에 선수들은 경기 중 속도가 최고에 이르게 될 때 안장에 앉아

이 논문은 2017년도에 발행된 석사학위논문에서 발췌하였음.

* 이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음.[NRF-2013S1A5A2A03045819].

** 교신저자: kkleee@kookmin.ac.kr

서 경기를 지속한다. 앉고 난 이후에는 안장이 엉덩이와 다리를 지탱해주므로 속도를 유지하는 데 도움을 준다(Quancheng, 2008). 이 때, 서서 출발하는 자세 및 출발부터 앉을 때까지의 시점을 스탠딩 스타트(standing start)라고 부른다. 스탠딩 스타트는 단거리 기록경기 시 모든 선수들이 수행해야 하는 필수적인 동작이다. Park(2016)은 단거리 선수와 장거리 선수의 스탠딩 스타트 방법과 롤링 스타트(rolling start) 방법을 비교 분석하였다. 그러나 현재까지 지도자들이 선수들에게 지도할 때, 또는 선수들이 개인적으로 훈련할 때 스탠딩 스타트에 대한 정의가 명확하지 않은 상태이다.

단거리 기록경기 시 스탠딩 스타트에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 사이클과 관련하여 수행된 연구 대부분은 실제 상황이 아닌 실험환경 안에서만 실시되었다. 사이클이라는 운동의 특성상 실험 상황과 실제 경기 상황에서 근육의 움직임 등이 달라질 수 있기 때문에 이 점에 대하여 유의해야 한다(Lee, 2009).

따라서 본 연구에서는 세계선수권대회 및 트랙 사이클 월드컵 경기에서 실시되었던 단거리 기록경기 영상을 이용하여 스탠딩 스타트를 분석하고, 스탠딩 스타트와 관련된 시공간적인 변인들이 선수들의 단거리 기록경기에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구에서는 2013년부터 2016년까지 세계선수권대회 및 트랙 사이클월드컵 경기 영상을 사용하여 분석하였으며, 단거리 기록경기 여자 선수들을 대상으로 총 104개의 영상을 분석하였다.

실험장비

본 연구에서 사용된 영상은 50Hz의 샘플링(sampling rate)을 가진 비디오카메라(HDR XR550E, SONY, Japan)로 촬영되었다. 수집된 영상자료를 이용

하여 스탠딩 스타트 후 앉은 시점과 시간, 속도 등의 변인을 분석하기 위하여 KINOVEA(Version 0.8.24) 프로그램을 사용하였다.

자료처리 및 분석변인

사이클 영상 자료를 이용하여 1 lap 성적으로 순위를 정하여 상위그룹 A, 중간그룹 B, 하위그룹 C로 구분하였다. 또한 이벤트는 다음과 같이 정의하였다 <Figure >: E1-스탠딩 스타트 자세로 출발하는 순간, E2-스탠딩 스타트 후 앉기 15m 전, E3-스탠딩 스타트 후 앉은 시점, E4-스탠딩 스타트 후 앉은 시점부터 15m 후, E5-1 lap 끝인 순간. 시공간적인 변인을 분석하기 위하여 경기 영상에서 경기장에 5m마다 배치되어 있는 장애물과 기존에 알려진 사이클의 바퀴지름을 기준으로 하여 계산하였다. 스탠딩 스타트 후 앉을 때까지의 거리 및 평균 속도, 앉기 15m 전·후까지의 평균 속력과 앉기 15m 전부터 앉을 때까지, 앉을 때부터 앉고 나서 15m 후까지의 평균 속력을 계산하였다. 또한 이러한 변인들과 1 lap 시간 사이의 상관관계를 분석하였다.

Figure 1. Event definition(E1~E5)

통계처리

본 연구에서 사용된 자료는 SPSS(Version 18.0)을 사용하여 분석하였다. 각 그룹 간의 차이를 분석하기 위하여 One-way ANOVA를 사용하였다. 통계적으로 유의한 차이가 나타난 경우, Bonferroni를 이용하여 사후 분석을 실시하였다. 또한 각 변인들과 1 lap 시간과의 상관을 분석하기 위하여 피어슨의 적률상관계수

(Pearson's product-moment correlation coefficient)를 계산하였다. 각 유의수준은 .05로 설정하였다.

결과

1 lap 시간 분석

1 lap 시간을 분석한 결과 그룹 A, B, C 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후분석을 실시한 결과, 그룹 A가 $18.84 \pm 0.17s$, 그룹 B가 $19.24 \pm 0.14s$, 그룹 C가 $19.9 \pm 0.31s$ 이었으며 그룹 A, B, C 순서대로 1 lap 시간이 빠른 것을 확인할 수 있었다<Figure 2>.

스탠딩 스타트의 거리 및 평균 속력 분석

각 그룹 간의 스탠딩 스타트 거리(E1~E3)를 분석한 결과 그룹 A가 그룹 B, C보다 통계적으로 유의하게 스탠딩 스타트 거리가 긴 것을 확인할 수 있었다 ($p < .05$)<Table 1>.

또한 그룹 A, B, C 사이의 스탠딩 스타트 후 앞은 시점(E1~E3)까지의 평균 속력을 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후분석을 실시한 결과 그룹 A가 그룹 B, C보다 앞은 시점까지의 평균 속력이 빠른 것으로 나타났으며, 그룹 B 또한 그룹 C보다 평균 속력이 빠른 것으로 나타났<Table 1>.

스탠딩 스타트 후 앞기 15m 전(E1~E2)까지의 평균 속력 및 앞고 나서 15m 후(E1~E4)까지의 평균 속력에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 앞기

전·후 모두 그룹 A, B, C 순서대로 평균 속도가 빠른 것으로 나타났다<Table 1>.

Figure 2. 1 lap time among groups

스탠딩 스타트와 1 lap 시간 상관분석

스탠딩 스타트 후 앞을 때까지(E1~E3), 앞기 15m 전(E1~E2)·후(E1~E4)까지의 평균 속력, 앞기 15m 전부터 앞을 때까지(E2~E3), 앞았을 때부터 앞고 나서 15m 후(E3~E4)까지의 평균 속력과 1 lap 시간 사이의 상관을 분석한 결과 모든 변인 사이에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다<Table 2>. 특히 앞기 15m 전(E1~E2)·후(E1~E4)의 평균 속력, 그리고 앞은 시점까지의 평균 속력(E1~E3)과 1 lap 시간 사이에 강한 부

Table 1. Distance of standing start & average speed

						(M±SD)
Distance & Average speed	A	B	C	F	p	Contrast
distance of E1~E3 (m)	153.4±6.97	147.8±8.39	147.7±10.0	4.76*	.011	A> B, C
E1~E3 (m/s)	11.62±0.40	11.11±0.55	10.72±0.62	65.81***	.000	A>B>C
E1~E2 (m/s)	11.26±0.38	10.81±0.48	10.48±0.54	63.29***	.000	A>B>C
E1~E4 (m/s)	11.92±0.45	11.41±0.58	10.97±0.45	56.69***	.000	A>B>C
E2~E3 (m/s)	16.67±0.30	15.20±0.39	14.32±0.47	8.47***	.000	A> B, C
E3~E4 (m/s)	16.36±0.30	15.94±0.42	14.80±0.47	3.8**	.026	A>C

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

적 상관이 나타났다.

Table 2. Relationship between 1 lap and variables

Average speed	1 lap time	n
E1~E3	-.789***	104
E1~E2	-.770***	104
E1~E4	-.773***	104
E2~E3	-.419***	104
E3~E4	-.300***	104

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

논의

본 연구는 사이클 트랙 기록경기에서 1 lap 기록을 기준으로 하여 상위그룹 A, 중간그룹 B, 하위그룹 C로 나누어 스탠딩 스타트 후 앞은 시점 및 앞기 15m 전·후와 앞기 15m 전부터 앞을 때까지, 앞은 후부터 앞고 난 뒤 15m 후까지의 평균 속도 및 1 lap 기록과의 상관을 분석하였다.

기록경기종목에서 스타트구간은 경기력에 큰 영향을 미친다(de Koning, Bobbert, & Foster, 1999). 사이클 경기기록 시 스타트구간에서 스탠딩 스타트 동작으로 서서 사이클을 타는 동작이 안장에 앉아서 타는 것보다 에너지 출력이 더 크고 효율적이므로 스타트 동작에서 스탠딩 스타트 동작을 얼마나 유지하는지가 매

우 중요하다(Padulo, 2014).

스탠딩 스타트 후 앞은 시점까지의 거리에서는 그룹 A가 그룹 B, C보다 거리가 더 긴 것으로 나타났다. 그룹 A는 출발 후 150m부터 160m 사이에 앞을 보였고, 그룹 B는 145m부터 155m 사이, 그룹 C는 140m부터 152m 사이에 많이 앞은 것으로 나타났다. 또한 스탠딩 스타트 후 앞은 시점까지의 평균 속도 및 앞기 15m 전·후의 평균 속도에서 그룹 A가 그룹 B, C보다 빠른 것으로 나타났다. 즉, 그룹 A가 앞을 때까지의 거리가 길었을 뿐만 아니라, 평균 속도도 가장 빠른 것으로 나타났다. 본 결과에서는 제시하지 않았지만 스탠딩 스타트 후 앞을 때까지의 시간에서는 그룹 A와 B가 그룹 C보다 더 빠른 시간이 나타나는 경향을 보였다. 즉 그룹 B와 C는 같은 시점에서 앞았지만 그룹 B가 앞을 때까지 더 빠른 평균 속도를 나타내었다. 따라서 단거리 기록경기에서 1 lap 기록은 스탠딩 스타트 후 앞을 때까지의 거리 뿐 아니라 앞을 때까지의 평균 속력과도 관계가 있는 것으로 사료된다. Lee(2013)은 롤링 스타트 출발방법과 비교하여 스탠딩 스타트 방법은 출발 시 저항력이 상대적으로 크며, 따라서 경기 결과와도 밀접한 관계가 있다고 보고하였다. B와 C 그룹의 스탠딩스타트 후 앞은 거리는 같았지만 B그룹이 평균속도가 더 빨랐던 이유는 저항력을 이기고 빠른 스타트를 할 수 있는 근육의 파워차이 때문이라고 사료된다. 따라서 선수들은 스탠딩 스타트

Figure 3. Standing start place

거리 훈련과 함께 근육의 파워를 높이는 훈련을 할 필요가 있다.

스탠딩 스타트 후 앞기 15m 전부터 앓을 때까지의 평균 속력(E2~E3)에서는 그룹 A가 그룹 B, C보다 빠른 것으로 나타났다. 또한 앓을 때부터 앓은 후 15m까지의 평균 속력(E3~E4)은 그룹 A가 그룹 C보다 빠른 것을 확인할 수 있었다. 즉 그룹 A는 스탠딩 스타트 후 앞기 직전에 최고의 속력이 나타났으며, 앓고 나서도 다른 그룹과 비교하여 최고 속력을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 E1~E2구간과 E2~E3구간을 비교하여 보았을 때 그룹 B, C가 약 4m/s의 속력을 올린 반면, 그룹 A는 5m/s이상의 속력을 올린 것을 알 수 있었다. 이로 보아 그룹 A는 스탠딩 스타트 후 앞기 전 속력을 충분히 올린 상태에서 앓은 것으로 사료된다. Li(2005)는 사이클 단거리 기록경기에서 출발 후 첫 번째 직선구간과 두 번째 커브구간은 가속 구간이라고 보고하였다. 사이클 선수들이 스탠딩 스타트 후 앓는 구간은 일반적으로 첫 번째 직선구간 또는 두 번째 커브구간이다(Figure 3). 만약 그룹 B와 C가 가속구간에서 충분히 속력을 올린 뒤 앓는다면 1 lap 기록을 향상시킬 수 있을 것이라고 판단된다.

그룹 A는 앞기 15m 전부터 앓을 때까지의 평균 속력보다 앓은 후부터 앓은 후 15m까지의 평균 속력이 감소하는 경향을 보였지만, 그룹 B와 C는 오히려 증가하는 경향이 나타났다. 이는 그룹 B와 C가 최대 속력으로 올리지 않고 힘을 비축했기 때문에 앓았을 때 페달링 빈도가 크게 바뀌지 않았고, 계속 페달링을 이어 수행할 수 있었기 때문이라고 사료된다. 위와 마찬가지로 그룹 B와 C가 가속구간에서 최대의 파워를 발휘하여 충분히 속력을 올린 뒤 앓을 필요가 있다.

각 구간에서의 평균 속력과 1 lap 기록 사이의 상관관계를 분석한 결과 모두 부적 상관성이 나타났다. 이는 평균 속력이 높을수록 1 lap 기록이 단축된다는 것을 의미한다. 특히 E2~E3구간, E3~E4구간보다 출발 후부터 앞기 15m 전 사이(E1~E2)와 출발 후부터 앓은 뒤 15m 후(E1~E4)까지의 구간에서 높은 부적 상관성을 보였다. 때문에 단거리 사이클 선수들은 스탠딩 스타트 후 앓은 시점 전·후의 짧은 시간동안 속도를 높이는 훈련 뿐 아니라 출발 후 앓을 때까지의 전체적인 속도를 높이는 훈련을 병행할 필요가 있다. 이를 위해

서는 페달 시 선수의 근파워를 증가시키고, 선수 개개인에게 알맞은 안장과 클리트의 위치 선정 및 트레이닝 방법 등을 고려하여 훈련하여야 한다(Gu et al., 2013; Lee et al., 2008; Qiao et al., 2015).

본 연구는 여자 선수들을 대상으로 제한하였기 때문에 추후 연구에서는 여자, 남자 선수들의 영상을 모두 분석할 필요가 있으며, 스탠딩 스타트 시 구간별로 근 신호를 함께 분석한다면 그에 따른 메커니즘을 확인하는 데 도움을 줄 것이다. 또한 단기적으로 나타나는 효과 뿐 아니라 장기적으로 단거리 기록경기 시 스탠딩 스타트 훈련 프로그램을 적용하였을 때 나타나는 변화를 연구하는 것이 필요하다고 사료된다.

결론

여자 사이클 단거리 기록경기 시 스탠딩 스타트 후 앓는 시점까지의 거리가 길고, 평균 속력이 빠를 때 1 lap 기록이 좋은 것을 확인할 수 있었다. 선수들은 앓기 전 최대의 파워를 사용하여 가속구간에서 충분히 속력을 올린 상태에서 앓을 필요가 있으며, 앓는 시점의 짧은 구간 사이에서 속력을 높이는 훈련 뿐 아니라 전체적인 평균 속력을 높이는 훈련을 병행할 필요가 있다.

참고문헌

- de Koning, J. J., Bobbert, M. F., & Foster, C. (1999). Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3): 266-277.
- Gou, B. (2007). Study on SRM Ergometer Simulation Track Cyclists Training Start of Standing. *SPORTS SCIENCE*, 27(5): 52.
- Gu, S. E., Lee, W. J., & Lee, S. J. (2013). An Analysis of the Anaerobic Power and Joint Angle of the Lower Limbs in Relation to Seat Height

- and Pedal Cleat Location on a Bicycle, *Korean Journal of Sports Science* 22(2): 1349-1359.
- Lee, C. G., Ku, H. J., Lee, D. T., & Cha, K. S. (2008). Application of Short Team Training Program Emphasizing Drills and Changes of Time Records in Elite Triathletes, *Korean Journal of Sport Science* 19(1): 136-153.
- Lee, S. Y. (2009). Biomechanical analysis of lower limb muscles and optimum range of exercise in accordance with knee position change during bicycle exercise, Master's Thesis. Konkuk University, Seoul, Republic of Korea.
- Lee, Y. W. (2013). Analysis of the wingate test result using different starting methods, *The Korean Journal of Sport*, 11(2): 267-273.
- Li, S. D. (2005). Study into the Speed Competence of the Woman 500m Bicycle in our country, *Journal of TjIPE* 20(4): 73-75.
- Padulo, J., Laffaye, G., Bertucci, W., Chaouachi, A., & Viggiano, D. (2014). Optimisation of starting conditions in track cycling, *Sport Sciences for Health* 10(3): 189-198.
- Park, D. W., (2016). Difference of Anaerobic capacity, Muscle activity of Lower extremities in Xingate test and Isokinetic strength according to Events of Cyclists, Master's Thesis. Korea National Sport University, Seoul, Republic of Korea.
- Quancheng, H. (2008). On the Starting Technical Movement of Track Cycling Event, *Wushu Science* 12: 041.
- Qiao, Y., Bo, S., & Wang, Z. (2015). Muscle Strength Characteristics of Excellent Man Short Distance Cyclist, *Sports Science Institute of Shanxi* 7(1).
- Yun, X. I. E. (2012). Research on the Winning Rules of China's Short Distance Track Race Cycling Event. *Journal of Beijing Sport University*, 9: 029.
- Zhang, L. Q., & Yang, H. Z. (2006). Research on Starting Technical Movement and Training of Track Cycling Race. *China Sport Science and Technology*, 3.