



자전거 운동 중 클릿의 위치 변화에 따른 페달링 수행능력 비교

박찬호* · 최보경* · 허보섭** · 김용재*†
(*부경대학교 · **고신대학교)

The Comparison of Pedalling Performance to according to the Position of Shoe Cleat in Triathletes During Cycling

Chan-Ho PARK* · Bo-Kyung CHOI† · Bo-Seob HEO** · Yong-Jae KIM*†
(*†Pukyong National University · **Kosin University)

Abstract

The purpose of this research is to investigate the effects of different shoe-cleat position on pedalling performance. Four male elite triathletes(age: 22.00±2.16years, height: 175.12±8.06cm, weight: 71.20±7.89kg, body fat: 16.62±3.56%) and three female elite triathletes(age: 20.00±1years, height: 158.40±2.42cm, weight: 51.30±3.89kg, body fat: 19.26±2.28%) participated in 10km time trial and 30sec time trial pedaling tests with the individual time trials based on different shoe-cleat position(cleat front: CF, cleat back: CB). The subjects performed one trial with each type of shoe-cleat position. Maximal power output and average speed were not significantly different during 30s time trial in CF compared with CB. Average power, RPM, and HR were not significantly different during 10k time trial in CF compared with CB. Split time in 1km, 5km, 9km were significantly reduced during 10k time trial in CB compared with CF. We conclude that there was performance advantage in CB using shoe-cleat back position in comparison with CF using shoe-cleat front position.

Key words : Cadence, Cycling, Pedaling, Shoe-cleat, Triathlon

I. 서론

해양스포츠로 트라이애슬론 종목이 유럽에서 인기 스포츠로 각광을 받고 있으며, 그 가운데 자전거는 국내에서도 인기 있는 스포츠 활동 가운데 하나로 발전하고 있다. 또한 실내에서도 자전거 훈련을 할 수 있도록 고안된 장비 덕분에 실내 자전거 교실 및 스피닝 프로그램 등의 다양한 형태로 자전거 운동을 즐기고 있는 사람들이 점차적으로 증가하고 있다. 최근 노화로 인한 근손실증(sarcopenia)이 신체 기능장애와 노화로 인

한 다양한 질환을 유발시킬 수 있다고 보고되고 있으며, 운동이 근손실증을 예방할 수 있는 중요한 전략으로 제시되고 있다(Miyazaki, Takeshima, & Kotani, 2016). 이러한 측면에서 하지 근육을 발달시켜 근손실증을 예방할 수 있는 자전거 운동에 참여하는 사람들이 증가하고 있는 현상은 국민건강 증진 차원에서 고무적인 일이다. 하지만 자전거 운동 참여자의 증가 때문에 자전거와 관련된 부상은 더 일반화되고 있는 실정이다(Wanich et al, 2007).

자전거 운동은 달리기, 축구, 농구, 배구와 같

† Corresponding author : 051-629-5640, nhk2146@naver.com

* 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2016)에 의하여 연구되었음.

은 스포츠에서 선수들의 슬관절 부상 예방을 위한 재활훈련으로 이용되고 있지만(Cochrane, et al., 2010), 부적절한 자전거 페달링 동작은 부상을 유발할 수 있다(Berkovich, Nierenberg, Falah, & Soudry, 2010). 자전거 동호인과 선수들에게 가장 일반적으로 나타나는 근골격계 손상 가운데 하나는 슬관절의 미세손상(micro-trauma)이다(FitzGibbon, Vicenzino, & Sisto, 2016). 또한 자전거와 관련된 부상으로는 슬관절(knee joint), 허리(lower back), 목(neck), 아킬레스건염(Achilles tendon) 등이 가장 일반적인 부상으로 제시되고 있으며, 트라이애슬론 선수들의 부상 중 20%가 자전거와 관련된 부상이다(Deakon, 2012). 이러한 부상들은 과사용으로 인한 부상과 부적절한 장비 사용, 페달링 기술의 부족, 훈련 부족 등에 의하여 발생된다고 보고되고 있다(Berkovich, Nierenberg, Falah, & Soudry, 2010; Park, Chan-Ho, Kwak, Yi-Sub, & Kim, Tae-Un, 2010). 특히 피팅(fitting)이 정확하지 이루어지지 않은 상태에서 페달링 효율성은 더욱 감소될 수 있다. 피팅은 일반적으로 체형에 적절한 안장 높이를 최적화 하는 방법(Bini, hume, & Croft, 2011)과 사이클 신발에 클릿(cleat)을 장착하여 페달의 효율을 높이는 방법(Viker & Richardson, 2013) 등으로 구분할 수 있다. 부상예방과 경기력 향상 측면에서 피팅을 통한 페달링 수행능력(peddaling performance)의 향상 여부에 관한 연구의 필요성이 제기된다.

자전거와 신체가 접촉하는 3가지 부위는 손, 골반 그리고 발 부분이다. 이 가운데에서도 발 부분은 페달, 크랭크, 체인, 기어시스템으로 구성된 구동계와 직접적으로 연결되는 신체 부위로서 이와 관련된 다양한 선행연구들이 보고되고 있다(Cruz & Bankoff, 2001; Paton, 2009; Viker & Richardson, 2013; Van Sickle & Hull, 2007). 특히, 평페달, 클립페달(clip pedal), 클릿페달(cleat padal)의 사용에 따라 하지에 전달되는 힘은 달라질 수 있다. 클립페달과 클릿페달은 발이 페달에 고정되어 있기 때문에 페달링 시 에너지 손실을 극소

화하여 체력 소모를 줄이고 안정적인 회전력(cadence)을 유지할 수 있다. 이러한 이유로 전문 선수들은 경기력 향상과 효율적인 페달링을 위해 자전거 신발을 페달과 결합시키는 클릿(cleat)이라는 장치를 이용하고 있으며, 클릿의 위치에 따라 페달에 전달되는 힘이 달라질 수 있다. 장거리 선수의 경우 동일한 에너지로 하지근육에 부하를 적게 주면서 오랜 시간동안 운동을 수행하기 위해서 클릿을 발목관절의 아랫부분과 가깝게 위치시키는 것이 좋으며, 단거리 선수의 경우 순간적으로 폭발적인 운동수행능력을 최대화시키기 위해 클릿장착의 위치를 전족부와 가깝게 이동시켜 사용하는 것이 더 효율적이라고 알려져 있다(Hennig, et al, 1995).

이러한 선행연구로부터 장거리 자전거 운동 중 페달에 발의 위치가 부적절한 경우 페달 동작의 효율성 감소와 특정 근육에 집중되는 근피로의 누적으로 부상의 위험을 높일 수 있다는 것을 암시하고 있으며, 장거리 자전거 운동 중 클릿의 위치 변화에 따른 페달링 수행능력의 변화를 확인할 필요성이 제기된다. 자전거 페달링은 하지 근력의 굴곡과 신전에 의한 운동으로서 페달에 힘이 작용하여 구동계에 전달되면서 추진력을 얻기 때문에 발바닥 접촉면과 페달의 형태에 따라 구동계에 전달되는 힘도 달라질 수 있다. 이와 관련된 선행연구에서도 트라이애슬론 선수를 대상으로 클릿페달과 클립페달 사이의 차이점을 분석한 연구에서 클릿페달을 사용한 피험자들에게서 근활성도가 낮게 나타났다(Cruz & Bankoff, 2001). 이러한 연구결과는 클릿페달의 사용이 페달링의 효율성을 향상시킬 수 있다는 것을 입증하고 있으며, 이와 관련된 연구에서도 자전거 운동 중 피로에 영향을 미치는 다양한 요인들로 페달의 회전율, 자세, 신발과 페달의 접촉면(shoe-pedal interface), 트레이닝 상태 등도 제시되고 있다(Hug & Dorel, 2009). 이 가운데 신발과 페달의 접촉면은 페달링 효율성에 중요한 요소로 작용하지만 클릿의 위치를 변화시키는 피팅을 했

을 경우에 페달링 수행능력에 관련된 연구 자료는 부족한 실정이다. 특히 스포츠현장에서 선수들이 사이클 신발에 장착되는 클릿의 위치에 따라 페달링 수행능력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 없어 효율적인 클릿장착 위치의 선택에 도움을 줄 수 있는 연구가 필요한 실정이다. 특히 트라이애슬론 선수들은 자전거 경기 후 달리기 경기를 실시하는데 자전거 경기 중에 효율성이 좋은 클릿 위치를 명확하게 파악한다면 자전거 경기 후에 연이어 실시되는 달리기 경기력에도 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 본 연구의 목적은 자전거 신발과 페달을 연결시켜주는 클릿의 전·후방 위치 변화에 따라 페달링 수행능력에 어떠한 변화를 가져오는지의 여부를 비교 분석하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자들은 B시 트라이애슬론 선수로 등록되어 있는 엘리트 선수 가운데 남자선수 4명과 여자선수 3명으로 선정하였으며, 최근 부상이나 근골격계 이상이 없고 정상적인 사이클 주행이 가능한 조건에서 본 연구에 참여하였다. 또한 본 연구의 목적을 이해하고 자발적인 참여 의사를 밝힌 선수들로 실험과정에 대한 내용을 숙지시켰다. 피험자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Physical characteristics of subjects

ID	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%)
male(n=4)	22.00 ±2.16	175.12 ±8.06	71.20 ±7.89	16.62 ±3.56
female(n=3)	20.00 ±1.00	158.40 ±2.42	51.30 ±3.89	19.26 ±2.28
whole(n=7)	21.14 ±2.00	167.96 ±10.70	62.67 ±12.22	17.76 ±3.18

* Mean ± SD

2. 실험 장비

실험실에서 고정된 상태에서 페달링을 수행할 수 있도록 개발된 르몽드 트레이너(LeMond revolution trainer, USA)를 이용하여 선수자신의 사이클 신발 클릿의 전·후방 위치 변화만을 고려하여 페달링 수행능력을 측정하였다. 페달링 시 심박수 측정은 무선심박측정시스템(Bryton Inc., Taiwan)을 이용하였으며, 분당회전수(revolutions per minute: RPM)와 평균과워 및 최대과워 측정은 Watt Box(LeMond, USA)와 Rider 40 파워미터(Bryton Inc., Taiwan)로 측정하였다. 그리고 동일한 조건을 고려하여 SIDI 사이클 신발(SIDI Inc., Italy)과 시마노 클릿(shimano Inc., yellow cleats, Japan)을 사용하였다.

3. 실험 절차

모든 피험자는 르몽드 트레이너(LeMond revolution trainer, USA)에 선수 개인의 사이클을 고정시키고 실험 전 충분한 스트레칭과 준비운동을 실시하였으며, 동일한 기어비율을 설정하여 10km 타임트라이얼(10km time trial: 10km TT)과 30초간 타임트라이얼(30s time trial: 30s TT)을 실시하였다. 대상자가 클릿 위치의 전방(cleat front: CF)과 클릿 위치의 후방(cleat back: CB)에서 2번의 교차실험에 참가하기 때문에 1차 실험 후 충분한 회복기간을 가지고 2차 실험을 실시하였다. 대상자 스스로 페이스 조절과 최대 페달링을 실시하도록 하였다. 클릿의 위치 변화는 시마노 클릿(shimano Inc., yellow cleats, Japan)을 사용하여 전·후방으로 변화시킬 수 있는 최대 범위에서 전방은 발가락(toes) 방향으로 최대한 앞쪽으로 장착하였고, 후방은 중족골두(metatarsal heads) 방향으로 최대한 뒤쪽으로 장착하였다. 10km TT에서는 매 1km 구간마다 심박수, 분당회전수, 평균과워를 10회 측정하였고, 회복 5분 후에 회복 심박수를 측정하였다. 모든 피험자는 총 2회의 실험에 참여하였다.

4. 측정 항목 및 방법

1) 신체특성 측정

대상자들의 신체특성 분석은 생체전기저항법 (Inbody 3.0, Biospace, Korea)을 이용하여 측정하였다.

2) 페달링 최대파워 및 평균속도

30s TT에서 페달링 파워(Watt: W)와 평균속도(average speed)는 르몽드 트레이너(LeMond revolution trainer, USA)에 부착된 Watt Box(LeMond, USA)을 통하여 측정된 데이터는 Rider 40 파워미터(Bryton Inc., Taiwan)를 통하여 최대파워(peak power)와 평균속도(average speed)의 결과를 분석하였다.

3) 페달링 파워, 분당회전수 및 기록

10km TT에서 페달링 파워(Watt: W)와 평균속도는 르몽드 트레이너(LeMond revolution trainer, USA)에 부착된 Watt Box(LeMond, USA)을 통하여 측정된 데이터는 Rider 40 파워미터(Bryton Inc., Taiwan)를 통하여 1km 구간 마다 페달링 평균파워(average power)와 기록 그리고 RPM의 결과를 분석하였다.

4) 심박수 및 회복심박수

10km TT에서 Rider 40 무선심박측정시스템(Bryton Inc., Taiwan)을 이용하여 1km 구간 마다 심박수를 분석하였고 10km TT 종료 후 5분간 회복 후 회복심박수를 측정하였다.

5. 자료처리

이 연구는 SPSS/pc 21.0 통계프로그램을 사용하여 각 변인들의 평균과 표준편차를 산출할 것이며, 클릿 위치에 따른 페달링 최대파워, 평균속도, 구간별 평균파워, RPM, 거리별 기록, 심박수에 대한 비교는 Paired t-test를 실시하였다. 모든 통계처리에 대한 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 페달링 최대파워와 평균속도

클릿장착 위치에 따른 최대 파워의 Paired t-test 결과는 <Table 2>와 같다. 클릿장착 위치에 따른 30s TT에서 최대파워(CF: 610.86±170.95W, CB: 653.86±183.51W)와 평균속도(CF: 8.73±0.92m/s, CB: 8.76±0.82m/s)는 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=.077$, $p=.555$).

<Table 2> The differences of maximal power, average speed, and HRrest according to the position of a cleat (N=7)

	CF	CB	paired t-test	p-value
Maximal Power (W)	610.86 ± 170.95	653.86 ± 183.51	-2.130	.077
Average Speed (m/s)	8.73 ± .92	8.76 ± .82	-.555	.599
HRrest (bpm)	118.57 ± 11.98	118.43 ± 16.53	.031	.976

* Mean ± SD, CF : Cleat Front, CB : Cleat Back, $p > .05$

2. 페달링 평균파워의 변화

클릿장착 위치에 따른 10km TT의 각 구간별 평균파워의 Paired t-test 결과는 <Table 3>과 같다. 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3. 페달링 분당회전수의 변화

클릿장착 위치에 따른 10km TT의 각 구간별 RPM의 Paired t-test 결과는 <Table 4>와 같다. 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 구간별 기록의 변화

클릿장착 위치에 따른 10km TT의 각 구간별 시간의 Paired t-test 결과는 <Table 5>와 같다. 1km 구간(CF: 113.14±11.70sec, CB: 118.293±11.69sec, $p < .01$)과 5km 구간(CF: 116.57±12.70sec, CB:

자전거 운동 중 클릿의 위치 변화에 따른 페달링 수행능력 비교

113.29±11.31sec, p<.05), 그리고 9km 구간(CF: 118.43±14.35sec, CB: 114.00±13.06sec, p<.05)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

<Table 3> The difference of average power according to the position of a cleat (N=7)

	CF(W)	CB(W)	paired t-test	p-value
1km	242.14 ±58.03	226.57 ±50.28	1.917	.104
2km	239.86 ±56.35	226.43 ±52.12	2.227	.068
3km	235.29 ±56.6	225.14 ±53.42	2.057	.085
4km	228.86 ±55.71	222.43 ±52.77	1.617	.157
5km	224.29 ±55.91	219.86 ±52.74	1.162	.289
6km	220.86 ±55.7	217.43 ±52.18	1.004	.354
7km	218.14 ±55.5	215.43 ±51.92	.776	.467
8km	216.43 ±56.15	213.71 ±51.35	.832	.437
9km	215.14 ±56.46	212.14 ±50.76	.956	.376
10km	215.00 ±56.68	211.86 ±50.00	.974	.367

* Mean±SD, CF : Cleat Front, CB : Cleat Back, p > .05

<Table 4> The difference of RPM according to the position of a cleat (N=7)

	CF (rpm)	CB (rpm)	paired t-test	p-value
1km	86.43 ±7.09	85.57 ±7.37	1.216	.270
2km	85.29 ±7.70	85.00 ±8.12	.603	.569
3km	82.71 ±8.52	83.43 ±7.79	-.645	.542
4km	81.43 ±9.59	82.14 ±8.15	-.548	.604
5km	81.43 ±8.89	81.57 ±7.28	-.149	.887
6km	81.86 ±8.65	80.71 ±7.57	1.804	.121
7km	81.71 ±8.67	81.14 ±7.03	.525	.618
8km	80.71 ±8.96	80.71 ±7.30	.000	1.000
9km	81.14 ±9.19	81.29 ±6.53	-.094	.928
10km	82.52 ±8.31	82.40 ±7.42	.290	.782

* Mean±SD, CF : Cleat Front, CB : Cleat Back, p > .05

<Table 5> The difference of split time according to the position of a cleat (N=7)

	CF(Sec.)	CB(Sec.)	paired t-test	p-value
1km	113.14 ±11.70	118.29 ±11.69	-5.347	.002**
2km	110.43 ±11.90	109.71 ±10.39	.360	.731
3km	111.57 ±12.19	112.14 ±9.96	-.252	.809
4km	115.14 ±12.92	114.29 ±11.00	.690	.516
5km	116.57 ±12.70	113.29 ±11.31	2.717	.035*
6km	116.43 ±13.64	115.43 ±11.47	.683	.520
7km	120.43 ±17.39	115.00 ±11.46	1.637	.153
8km	115.00 ±14.61	117.14 ±11.29	-.553	.600
9km	118.43 ±14.35	114.00 ±13.06	2.501	.046*
10km	115.00 ±12.41	115.71 ±11.97	-.479	.649

* Mean±SD, CF : Cleat Front, CB : Cleat Back, *p < .05, **p < .01

5. 심박수의 변화

클릿장착 위치에 따른 10km TT의 각 구간별 심박수의 Paired t-test 결과는 <Table 6>과 같다. 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

<Table 6> The difference of Heart Rate according to the position of a cleat (N=7)

	CF (bpm)	CB (bpm)	paired t-test	p-value
1km	179.29 ±10.24	175.43 ±10.78	1.456	.196
2km	185.57 ±8.54	181.57 ±9.66	2.049	.086
3km	188.00 ±8.58	184.86 ±8.21	1.341	.229
4km	188.43 ±9.02	187.43 ±7.70	.506	.631
5km	188.14 ±9.1	187.57 ±8.54	.323	.758
6km	188.43 ±10.28	188.57 ±8.22	-.070	.947
7km	189.00 ±9.17	190.43 ±7.61	-.767	.472
8km	190.71 ±9.01	190.86 ±8.03	-.079	.940
9km	191.71 ±9.9	190.86 ±9.46	.444	.673
10km	193.00 ±10.55	193.57 ±8.22	-.344	.742

* Mean±SD, CF : Cleat Front, CB : Cleat Back, p > .05

6. 회복심박수

클릿장착 위치에 따른 회복심박수의 Paired t-test 결과는 <Table 2>와 같다. 클릿장착 위치에 따른 10km TT 후 5분간 회복에서 회복심박수 (CF: 118.57±11.98bpm, CB: 118.43±16.53bpm)는 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=.976$).

IV. 논의 및 결론

이 연구는 엘리트 트라이애슬론 선수들을 대상으로 10km TT와 30s TT 후 클릿의 위치를 변화시켜 장착했을 때 페달링 수행능력에 어떠한 영향을 미치는지 비교 조사하는 것이었다. 30s TT를 실시했을 경우 최대파워는 클릿의 위치가 CF보다 CB에 장착했을 때 최대파워가 43W 높게 나타났지만 통계적 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그리고 평균속도에서도 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 사이클 선수들을 대상으로 실시한 연구에서도 클릿의 위치 변화에 대한 유의성 있는 효과를 나타내지 않은 연구결과(Paton, 2009)와 유사하게 나타났다.

10km TT에서 1km 구간($p<.01$)과 5km와 9km 구간($p<.05$)에서 클릿의 위치가 CB일 경우 기록 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과만 놓고 본다면 클릿의 위치를 CB로 장착할 경우 트라이애슬론 선수들의 경기력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 사료된다.

장거리 선수의 경우 오랜 시간동안 지속적으로 운동을 수행하기 위해서 클릿을 발목관절의 아랫부분에 가깝게 위치시키면 운동수행능력을 극대화시킬 수 있다는 연구결과가 보고되고 있다(Viker & Richardson, 2013). 이러한 측면에서 선수들의 자전거 운동거리의 길이가 길어짐에 따라 클릿의 위치가 CB쪽으로 장착할 경우 경기력에 더 효과적일 수 있을 것으로 사료되며, 이를 좀 더 구체적으로 입증할 수 있는 후속연구의 필요성이 제기된다.

본 연구에서 클릿의 전·후방 위치 변화에 따른 10km의 TT에서 구간별 심박수, RPM은 유의한 차이가 나타나지 않았지만 5km 이전 구간에서 심박수는 CF군에 비해 CB군에서 낮은 양상을 보이다가 6km 후반부에서 CF군에 비해 CB군에서 심박수가 증가하는 양상을 보였고 RPM은 CB군에서 더 낮아지는 양상을 보였다. 일반적으로 선행연구에서 RPM이 증가하면 심박수도 증가하는 것으로 보고되고 있으며, 이는 증가된 RPM에서 페달링을 할 경우 지근섬유(slow twitch fiber)가 주동근으로 사용되면서 근 피로(muscle fatigue)는 줄이는 반면 산소섭취량(oxygen uptake)은 증가하기 때문인 것으로 제시되고 있다(Vercruyssen, & Brisswalter, 2010). 본 연구에서는 이러한 변화 양상에 대해 명확히 밝힐 수 없었지만 CB군에서 이러한 양상이 나타난 것은 5km와 9km 구간별 기록의 감소와 관련이 있는 것으로 사료된다. 또한 트라이애슬론 선수들의 효율적인 페달링 회전력(cadence)은 80-100rpm으로 제시되고 있으며(Vercruyssen, & Brisswalter, 2010), 전문 사이클 선수들의 효율적인 페달링 회전력은 90-100rpm으로 제시되고 있다(Lucía, Hoyos, & Chicharro, 2001). 본 연구에서 모두 페달링 회전력은 80rpm 이상으로 유지되었지만 통계적 유의한 차이는 없었지만 CF와 CB군 모두 구간별 RPM이 점차적으로 감소하는 양상을 보였다. 이처럼 클릿의 위치 변화의 비교에서 RPM에 영향을 미치지 못했지만 페달링 회전력의 효율성 향상을 위해 선수들이 훈련에 의한 RPM 향상 및 유지가 필요한 것으로 사료된다.

결과를 요약하면, 클릿의 전·후방 위치 변화에서 30s TT의 최대파워와 평균속도 그리고 10km TT의 구간별 심박수와 분당회전수, 평균파워에 차이는 없었지만 CB군에서 구간별 기록에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 좀 더 장시간 지속적으로 페달링을 할 경우 CB의 선택이 경기력에 더 효과적일 수 있다고 추론할 수 있다. 본 연구는 일시적인 클릿의 위치 변화에 대한 피팅의 효과가

긴 하지만, 선수들의 경기력 향상을 위한 피팅 실험과 적용의 필요성은 추후 연구의 기초자료가 될 것으로 기대한다.

References

- Berkovich, Y. · Nierenberg, G. · Falah, M. & Soudry, M.(2010). Knee injury in cyclers. *Harefuah*. 149(11), 726~728.
- Cochrane, J. L. · Lloyd, D. G. · Besier, T. F. · Elliott, B.C. · Doyle, T.L. & Ackland, T. R.(2010). Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport. *Med Sci Sports Exerc*. 42(8), 1535~1544.
- Cruz, C. F. · Bankoff, A. D.(2001) Electromyography in cycling difference between clipless pedal and toe clip pedal. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 41(4), 247~52.
- Deakon, R. T.(2012). Chronic musculoskeletal conditions associated with the cycling segment of the triathlon; prevention and treatment with an emphasis on proper bicycle fitting. *Sports Med Arthrosc*. 20(4), 200~205.
- FitzGibbon, S. · Vicenzino, B. & Sisto, S. A.(2016). Intervention at the foot-shoe-pedal interface in competitive cyclists. *Int J Sports Phys Ther*. 11(4), 637~650.
- Henning, E. M., et. al.(1995). In-shoe pressure distributions for cycling with two types of footwear at different mechanical loads. *Journal of applied biomechanics*, 11, 68~80.
- Hug, F. & Dorel, S.(2009). Electromyographic analysis of pedaling: a review. *J Electromyogr Kinesiol*. 19(2), 182~198.
- Lucía, A. · Hoyos, J. & Chicharro, J. L.(2001). Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 33(8), 1361~1366.
- Miyazaki, R. · Takeshima T. · Kotani K.(2016). Exercise Intervention for Anti Sarcopenia in Community Dwelling Older People. *J Clin Med Res*. 8(12), 848~853.
- Park, Chan-Ho · Kwak, Yi-Sub & Kim, Tae-Un. (2010). Triathlon-related overuse injury and medical issues. *Journal of Life Science*, 19(1), 46~51.
- Paton, C. D.(2009) Effects of shoe cleat position on physiology and performance of competitive cyclists. *Int J Sports Physiol Perform*. 4(4), 517~23.
- Van Sickle, J. R. & Hull, M. L.(2007). Is economy of competitive cyclists affected by the anterior-posterior foot position on the pedal? *J Biomech*. 40(6), 1262~1267.
- Vercruyssen, F. & Brisswalter, J.(2010). Which factors determine the freely chosen cadence during submaximal cycling?. *J Sci Med Sport*. 13(2), 225~31.
- Viker, T. & Richardson, M. X.(2013). Shoe cleat position during cycling and its effect on subsequent running performance in triathletes. *J Sports Sci*. 31(9), 1007-1014.
- Wanich, T. · Hodgkins, C. · Columbier, J. A. · Muraski, E. · Kennedy, J. G.(2007). Cycling injuries of the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 15(12), 748~756.

• Received : 06 February, 2017

• Revised : 07 March, 2017

• Accepted : 16 March, 2017