빙상종목의 스포츠 과학

DOI: 10.3938/PhiT.23.023

백 진 호

Sports Science of Ice Skating

Jinho BACK

With every new record broken and improved performance seen in the sports field, use of sports science has always been behind it. Hence, it is no exaggeration to say that the recent advances in the performances during the Olympics, world championships, and other international tournaments have been closely related to the development of science and technology. Some of the major disciplines in ice-skating events are speed skating, short-track speed skating, figure skating, ice hockey, etc. During the 1980s, Dutch researchers took technological advances in speed skating to a new level. Moreover, the development of the clap-skate in 1990 was a ground-breaking achievement, resulting in improved techniques and new records. On the other hand, short-track speed skating is a discipline where ranking is more important than record. Due to which, this discipline tends to focus more on game strategy. Hence, the techniques and the skating equipment used are different from those used in speed skating.

들어가는 말

우리는 요즘의 스포츠가 첨단 장비를 동원한 과학의 시대라고 하는 것을 알고 있다. 세계 정상권의 경기력을 갖고 있는

저자약력

백진호 교수는 경희대학교에서 체육학 석사 학위와 성균관대학교에서 운동역학으로 이학박사 학위를 취득하였다. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 책임연구원(1997-2008), 쇼트트랙 스피드 스케이팅 국가대표 coordinator(1997-2006), 대한체조협회 연구편집위원(2005-2007)을 역임하였고, 제54회 대한체육회 체육상 연구부분 최우수상(2008)을 수상하였다. 현재 강원대학교 레저스포츠학과 교수로 한국운동역학회 이사(2003-현재), 강원인재육성재단 심사위원(2010-현재)을 맡고 있으며, 스포츠산업기술개발사업 지정공모과제(스키)(2012-현재)를 수행하고 있다. (jback@kangwon.ac.kr)

국가들은 규칙이 허용하는 한도 내에서 각종의 첨단장비를 개발하여 경기력의 극대화를 모색하고 있는 것이다. 우리는 각종 방송이나 신문지상을 통하여 보고 듣는 스포츠과학의 실체에 대해서 얼마나 정확히 알고 있을까? 아마도 자기가 관심있는 종목에 국한하여 알고 있고, 그것도 정확한 원리는 모르는 채 막연한 상상만을 하고 있는 것은 아닐까? 스포츠 과학자인 필자 역시 이러한 면에 많은 관심을 가지고는 있지만 새로운 정보를 접할 때마다 그것에 관한 자세한 정보를 수집하는 일에는 게을리 해 온 것이 사실이다.

필자는 최근에 수집한 스포츠 과학자료 중에서 첨단 과학으로 인해 경기력을 향상시킨 몇 가지 사례를 소개하고자 한다. 여기에서 소개하는 사례들은 필자의 연구를 토대로 하고 인터넷을 검색하여 얻은 자료들을 정리한 것임을 밝혀둔다.

스케이팅 경기는 스피드 스케이팅(speed skating), 쇼트트랙 스피드 스케이팅(short-track speed skating), 피겨 스케이팅(figure skating), 아이스 하키(ice hockey) 등으로 구분할 수 있다. 스피드 스케이팅의 기술적 발전은 1980년대 네덜란드 학자들에 의해 활기를 띠기 시작하였으며, 1990년대의 클랩-스케이팅(clap skate) 개발로 인해 기술동작의 변화와 획기적인 기록단축이 나타나고 있다. 이에 반해 쇼트트랙 스피드 스케이팅은 기록보다는 순위를 다투는 경기의 특성상 경기전략에 치중하는 경향을 보이고 있으며 스피드 스케이팅과는 스케이팅 장비나 기술의 특성이 크게 다르게 적용되고 있다.

여기에서는 스피드 스케이팅, 쇼트트랙 스피드 스케이팅 종목에 적용된 스포츠과학의 여러 사례들을 소개해 보고자 한다.

스피드 스케이팅

스케이팅의 경기력 요인은 체력과 체격조건, 전문기술동작을 포함한 운동기술동작, 선수특성에 맞는 스케이팅의 구조, 빙면과의 마찰력 및 공기의 저항력 등을 들 수 있다. 스케이팅 시 빙면의 마찰력 조건에 영향을 주는 요인은 경기장의 실내온도, 얼음의 성분, 빙면의 온도에 의해 결정된다.

스케이팅에서 푸시-오프(push-off)와 활주(gliding) 동작은 스

피드 스케이트와 쇼트트랙 스피드 스케이트의 기본적인 공통 기술이다. 푸시-오프 시 빙면을 밀어내는 힘을 최대로 증가시키기 위해서는 힘을 주는 방향이 스케이트의 후반(뒤꿈치)에 작용되어 브레이드(blade) 전체가 빙면을 밀어내는 효과를 얻어야 한다. 이때 푸시-오프는 활주 브레이드에 대해 수직 방향으로 밀어야 한다. 스케이트링이 보행이나 런닝과 같이 푸시-오프하는 동안 무릎을 충분히 펴지 못하는 이유는 푸시-오프 동작의 후반에 빙면과의 마찰을 줄이기 위해 발바닥쪽 굽힘을 하지 않기 때문이며, 이때 최대 무릎 펼침각은 약 160도이다.

1. 클랩(clap) 스케이트

스피드 스케이트화의 특징은 쇼트트랙과 달리 직선 코스에서의 가속도가 승부에 큰 영향을 미치기 때문에 스케이트 날이 일자로 뻗어있으며 쇼트트랙 날보다 조금 더 길다. 또한 활동성을 높이기 위해서 피겨스케이트나 아이스 하키와는 달리 발목 부분이 짧다.

스피드 스케이트링에서 사용되는 클랩 스케이트는 푸시-오프 동작의 후반에 발목의 펼침이 허용되므로 최대 무릎 펼침각은 커지고 이에 따라 운동기술도 변하고 있다. 선행연구에 의하면 스케이트링이 사이클링보다 5~10%, 런닝보다는 10~20% 산소를 적게 소비한다고 주장되었고, 이러한 이유를 스케이트링은 발바닥쪽 굽힘을 하지 않기 때문이라고 하였다. 이와 관련하여 클랩 스케이트의 장점은 큰 발바닥쪽 굽힘의 활용으로 높은 에너지 발산에 기여하고 무릎의 충분한 펼침으로 효율적인 푸시-오프 동작이 가능하게 한다.

클랩 스케이트의 원리는 얼음을 지지하면서 발뒤꿈치를 들어도 스케이트 날이 빙판에 붙어 마찰력을 높일 수 있도록 얼음을 지지할 때 뒷굽이 스케이트 날과 분리되는 형태로 고안된 것이다. 이 클랩 스케이트를 신으면 일반 스케이트보다 한 바퀴 당 0.3초 정도 빨라진다는 것이 기록으로 입증되고 있다고 한다. 스피드 스케이트의 빙판 표면에는 약간의 물이 있기 때문에 스케이트는 발에 힘을 줄 때 날과 빙판 사이에 생긴 열로 녹은 물이 윤활유 역할을 해주어서 스케이트가 미끄러지게 한다.

선수들의 얇고 긴 날이 빙판 위에 아주 얇게 형성된 수막을 미끄러지듯 나아가며 속도를 얻기 때문에, 금방 발을 떼지 않고 그 가속도를 이용할 수 있으면 체력 외에 부가적인 힘을 얻게 된다. 스텝을 옮길 때 스케이트 날이 곧바로 빙판에서 떨어지지 않고 한참 지난 뒤에 ‘탁(clap)탁(clap)’ 하고 떨어지기 때문에 스피드 스케이트링을 ‘클랩(clap) 스케이트’라고 부르게 되었다.

스피드 스케이트링 날은 쇼트트랙 스케이트보다 길고 직선이다. 곡선 코스가 쇼트트랙보다 완만하고, 직선코스가 긴 경기장 특성에 맞췄다. 또한 스케이트 날 뒤쪽이 신발과 떨어지는

[클랩 스케이트(clap skate): 얼음을 지지할 때 뒷굽이 분리된다.]

Fig. 1. clap skate. (<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1345516&cid=40942&categoryId=31991>)

클랩 장치가 돼 있다. 직선 코스에서 발을 구를 때 가속도를 가해주면서도 스케이트가 얼음을 계속 타고 갈 수 있게 된다.

쇼트트랙 스케이트 날은 가운데가 볼록하여 얼음과 닿는 면적을 줄여 스피드 손실을 막으면서 곡선을 잘 돌 수 있게 하지만 스피드스케이트링의 스케이트 날은 평평하다. 힘을 고르게 빙면에 전달하기 위해서이며 또 발목 부위를 짧게 해 활동성을 높였다.

2. 스타트의 과학적 기술

스타트에는 종목에 따라 단거리 종목과 장거리 종목의 두 가지가 있다. 단거리의 출발은 첫 스트로크에 걸리는 시간을 최소화시키는 것이 요구되며, 장거리 출발은 그러한 시간단축의 의미보다는 좀 더 편안한 스탠스(stance)에 중점을 두고 있다.

두 가지 방법의 출발자세는 출발신호가 난 후 출발선을 효과적으로 이탈할 수 있도록 안정된 스탠스를 취해야 한다. 이러한 출발자세는 최소한의 시간 내에 폭발적인 힘으로 관성을 극복할 수 있는 자세가 되어야 하는데, 이는 출발선을 이탈하는 첫 번째 동작이 매우 중요하다.

출발을 하는 방법은 출발 전에 두 단계를 거치게 되는데 “Go to the start”라는 명령에 따라 선수는 출발선 바로 뒤에 선 자세를 취해야 하며, 스케이트 날은 빙면과 견고한 상태가 되어야 한다. 그리고서 “Ready”라는 명령에 따라 선수는 출발 자세를 취하게 되는데, 이때 최대한의 힘을 발휘할 수 있는 자세가 되어야 한다. 출발신호는 1-2초 후에 내려지며 이에 따라 출발을 하게 된다.

단거리 출발의 목적은 최소 시간 내에 가장 적은 에너지로 인체 균형을 이용하여 최대 속도에 도달하는 데 있다. 즉 단지 출발선을 이탈하는 것이 아니라, 최대 속도로의 재빠른 가속이 요구되며, 이는 출발 기술의 가장 큰 요구사항이다.

속도를 높이기 위해서는 빠른 걸음 수와 큰 보폭이 중요한데, 큰 보폭의 경우에는 다리가 길어야 하지만 체격이 작은 동양 선수들은 보폭이 아닌 걸음의 수를 더 높인다.

한국스포츠개발원에서는 출발할 때 내딛는 스케이트 날의 각

Fig. 2. Starting Position of Lee Sang Hwa. (<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=107&oid=109&aid=0002706067>).

도를 정면에서 50~60도 벌리면 가속도를 최대로 올릴 수 있다는 점을 분석해냈다. 각도가 작으면 빙판을 딛고 차고 나가는 힘이 부족해 날이 뒤로 미끄러지고, 날이 90도로 벌어지면 빙판을 차고 나가는 힘은 극대화되지만 몸의 중심이동이 늦어진다.

보통 스피드스케이팅 선수들은 왼발을 앞으로 내민 상태로 출발을 기다린다. 이때 신체중심은 70~80% 정도가 왼발에 실려 있고 총성이 울리면 강력한 오른발 추진력을 이용해 신체중심을 급속히 앞으로 옮기며 질주한다. 각 나라별로 또한 선수마다 차이가 있지만 많은 선수들이 오른발을 움직이기 전 예비동작으로 왼발을 반보 정도 내디딘다. 그러나 이상화 선수는 왼발을 디디는 동작 없이 방향만 바깥으로 살짝 돌린 후 바로 오른발을 내뺀다. 불필요하다고 판단한 동작을 없애면서 출발에 소요되는 시간을 단축시킨 것이다.

100분의 1초를 다투는 스피드스케이팅은 출발부터 달리는 듯한 자세로 발동작을 빠르게 한다. 체격 조건이 불리한 이상화는 다른 선수들이 발동작을 10번 할 때 12번 안팎을 해내는 것을 목표로 속도와 힘을 높였다. 동작 수가 늘면서 앞으로 나가는 추진력이 커져 초반 기록이 눈에 띄게 단축됐다. 실제로 2010년 밴쿠버 동계올림픽에서 초반 100 m 기록이 10초29였는데, 최근 경기에서는 100 m를 10초20 안팎으로 단축시켰다.

3. 직선 및 곡선주로

직선 주로의 스케이팅 기술은 주로 발목, 무릎, 힙의 각이

Fig. 3. Center of Human Body and the Trajectory of the Right Skate.

크게 변하지 않는 글라이딩 동작과 이러한 관절각이 증가하기 시작하여 최대값에 가까워지는 푸시-오프의 두 가지 동작으로 이루어진다. 예를 들면 왼발로 빙면을 푸시-오프한 후에는 오른발로 글라이딩하고, 그 다음 왼발은 오른발과 나란히 빙면 위에 놓이게 된다. 그 다음에 오른발로 빙면을 푸시-오프한 후에 왼발로 글라이딩을 하게 되는데, 이와 같이 푸시-오프와 글라이딩의 반복적인 주기로 스케이팅을 하는 것이다. 이러한 스케이팅의 푸시-오프 동작은 걷기나 달리기 등 인간의 기본적인 이동형태와는 크게 다르다. 그림 3은 인체중심(점선)과 오른쪽 스케이팅날(실선)의 궤적을 추적한 것인데, $\vec{V}_y$ 은 푸시-오프 바로 전의 인체중심속도를 의미하고 $\vec{V}$ 은 푸시-오프시의 인체중심 속도를 의미하며, $\vec{V} = \sqrt{\vec{V}_x^2 + \vec{V}_y^2}$ 은 푸시-오프 직후에 인체 중심 속도를 나타내고 있다.

출발 후 선수의 속도가 6~7 m/s가 되면 본격적으로 스케이팅 동작을 취하는데 푸시-오프는 다리를 힘껏 밀어 추진력을 얻는 동작으로 스케이팅 날 전체가 빙면을 밀어내도록 뒤꿈치로 힘을 주는 훈련을 한다.

한쪽 발이 푸시-오프 동작일 때 다른 발은 활주 동작을 취하며 이 발은 빙판과의 마찰력을 최소화 만들기 위해 몸으로 스케이팅 날을 누르는 듯한 동작으로, 무게중심과 스케이팅 날이 일직선이 되는 자세가 바람직하다.

곡선주로의 스케이팅도 활주동작과 푸시-오프동작으로 구분되며, 곡선주로에서 오른발 스케이팅은 빙면의 큰 마찰력에도 불구하고 신체중심의 속도를 유지하거나 점진적으로 증가시킨다. ‘곡선주로는 가속하는 구간이고, 직선주로는 쉬는 구간’이라고 표현할 만큼 스피드스케이팅에서는 곡선주로를 잘 달리는 선수가 경기에서 유리하다. 곡선주로도 푸시-오프와 활주동작을 취하지만, 트랙을 반시계 방향으로 돌기 때문에 푸시-오프는 오른발로만 할 수 있다. 트랙 안쪽에 위치한 왼발은 아웃에 지로 활주동작을 주로 취한다. 오른발이 푸시-오프를 끝내고

Fig. 4. Lee Sang Hwa's Gliding Movement in Curved Course (<http://www.dongascience.com/news/view/3698>).

앞으로 돌아와 빙면에 닿을 때, 신체 중심이 급격히 낮아진다. 자세를 낮추며 트랙 안쪽으로 기울어야 구심력을 증가시킬 수 있기 때문이다. 이는 신체중심의 위치에너지로 운동에너지로 바꿔 추진력을 더하는 방법이다.

4. 파워존(power zone)

양 허벅지와 복부, 허리, 엉덩이로 이어지는 근육을 ‘파워존’이라 부른다. 파워존은 인체에서 힘을 내는데 중요한 역할을 한다. 어떤 종목이든 파워존을 제대로 발달시키지 않고서는 일류 선수가 될 수 없다. 스피드 스케이팅도 마찬가지다. 파워존 강화훈련은 허벅지 근육량을 늘리고, 레이스에 필요한 파워 지구력을 향상시키는 데 집중했다. 또한, 상체의 체지방량을 줄이고 하체의 근육량을 늘려 낮은 자세를 안정적으로 유지함으로써 기록 단축의 효과를 얻을 수 있었다.

굵기 23인치(약 60 cm)에 이르는 이상화 선수의 허벅지는 직선주로부터 발휘하는 폭발적인 추진력의 원천으로 작용한다. 뿐만 아니라 코너링에서 가장 효율적인 레이스를 가능하게 한다. 쇼트트랙이나 스피드 스케이팅에서 코너링은 원심력과 싸움이다. 원심력은 회전운동을 하는 물체를 궤도 밖으로 벗어나게 하는 힘으로 원의 중심에서 멀어지는 방향으로 작용한다. 속도가 높아지면 원심력도 커진다. 코너링에서 속도를 무작정 올리다가는 원심력으로 인해 튕겨 나가고 만다. 이상화 선수는 강한 파워존 근력을 바탕으로 원심력을 극복하고 최대 속도를 유지하며 최대한 코너 가까이 붙어 최단거리를 달린다. 이번 올림픽 중계 영상을 통해 경기 후반부에 원심력을 이겨내지 못해 코스 바깥쪽으로 밀려나거나, 상체가 들려 경기 기록이 나빠지는 선수들의 모습과는 달리 결승선을 통과할 때까지 흔들림 없는 안정적 자세와 스피드를 유지해내는 이상화 선수의 모습은 올림픽 신기록을 선물했다.

국제빙상연맹(ISU) 홈페이지에 등록된 이상화의 별명은 ‘Ggul Beok Ji(꿀벌지)’다. 실제로 그녀의 허벅지는 23인치(58 cm)에 육박해, 웬만한 남자 선수들만큼 굵고 탄탄하다. 한국스포츠개발

발원의 송주호 박사는 “스피드스케이팅 역사상 허벅지 굵기가 23인치에 달한 여자 선수는 없었을 것”이라고 말했다. 100분의 1초를 다투는 단거리 스피드스케이팅에서 이렇게 강한 하체는 필수다.

이런 허벅지는 남자 선수들과 똑같은 ‘지옥 훈련’ 덕분에 만들어졌다. 특히 사이클을 이상화 선수가 “너무 힘들어서 내려오고 싶을 때가 한두 번이 아니었다”고 고백할 정도로 강도 높게 훈련했다고 한다. 그녀는 25 kg에 달하는 무거운 기구를 머리 끝까지 들어올리는 ‘덤벨 스네치’를 한 발로 서서 하기도 한다.

쇼트트랙 스피드 스케이팅

1. 장비의 과학

쇼트트랙의 정식 종목이름은 쇼트트랙 스피드 스케이팅인데, 쇼트트랙이라는 말은 롱 트랙 스피드 스케이팅보다 짧은 트랙에서 경기하기 때문에 붙여진 이름이다. 쇼트트랙 스피드 스케이팅의 경기력은 곡선주로의 스케이팅 기술에 의해 크게 좌우된다. 이에 스케이팅 구조는 곡선주로 트랙에서의 회전에 용이하도록 제작되어 있어 바깥쪽에서 안쪽으로의 추월이나 안쪽에서 바깥쪽에서의 추월이 용이하다. 쇼트트랙 스피드 스케이팅 구조의 또 다른 특징은 브레이드에서 스케이팅 구두까지의 높이가 스피드 스케이팅보다 높게 위치해 있고, 스케이팅의 브레이드는 스케이팅 중앙선에서 왼쪽으로 치우쳐 있다.

스케이팅의 구조는 스피드용 스케이팅과 달리 튜브가 밀폐되고 날이 약간 짧으며, 뒷날의 끝은 뒤따르는 선수의 안전을 위하여 지름 5 mm 이상으로 둥글게 깎여 있어야 한다. 날의 위치 또한 코너링을 쉽게 하기 위해 중심선에서 왼쪽으로 치우쳐 있는데, 날의 길이나 두께, 깎는 각도 등은 선수 개인의 특성에 따라 차이가 있다.

쇼트트랙 스피드 스케이팅 경기는 111.12 m의 실내링크 오픈 코스(open course)에서 행해지는 경기로서 반경이 8 m인 곡선주로가 전체의 약 45%를 차지하는 바와 같이 쇼트트랙 스피드 스케이팅에서 구사하는 전문적인 기술은 스피드 스케이팅에서 사용하는 기술과 많은 차이점이 있다.

결승선에 먼저 도착하는 선수가 우승하는 방식으로 스피드 스케이팅과 비교하여 파워보다는 테크닉, 지구력, 순발력이 필요한 종목이다. 곡선에서는 상대적으로 속도를 줄이는 것으로 보이지만 오히려 속도는 높다. 상대 선수를 추월하는 것도 곡선에서 주로 이루어지며, 곡선을 나온 직후 직선 시작 부분에서 추월하기 때문에 쇼트트랙에서는 곡선주로의 기술이 중요하다.

선수들의 경기복 또한 수영의 전신수영복과 비슷한 과학의

<쇼트트랙용 스케이트: 코너를 돌기 쉽도록 날이 중심보다 왼쪽에 붙어있다.>

Fig. 5. Skates used in Short Track. (<http://blog.naver.com/isbb2030?Redirect=Log&logNo=20202789366>)

원리가 적용되는데 특수재질을 사용함으로써 빠른 스피드로 인한 공기와의 마찰을 줄이기 위해서이다. 온몸을 감싸는 경기복에는 미세한 홈(dimple)이 파여 있는데 이 홈이 공기의 흐름을 매끄럽게 한다. 골프공 표면에 작은 홈을 촘촘하게 만들어 멀리 날아갈 수 있도록 한 것과 같은 원리이다. 오른쪽 허벅지 안쪽에도 마찰을 줄이기 위한 특수한 재질이 쓰이는데 이는 시계반대 방향의 진행으로 인해 오른쪽 다리가 왼쪽으로 넘어갈 때 허벅지에 생기는 마찰을 줄여줄 수 있도록 제작되었다.

또한 상체를 굽힌 상태로 경기를 진행하는 쇼트트랙의 특성상 유니폼 소재는 우레탄(urethane)과 래미네이트(laminate) 등을 사용해 허리가 들리지 않게 잡아준다. 대다수 선수들이 경기를 마친 후 곧바로 상의의 지퍼를 내리고 허리를 펴는 이유가 여기에 있으며, 근육사용이 많은 부위는 더 탄력적인 재질을 유니폼에 사용해 근육수축이 쉽게 일어나도록 도와주는 것은 전신수영복과 같은 원리가 적용된 것이다.

개구리 장갑은 곡선주로에서 스케이팅 시 균형을 잡기 위해 왼손을 빙판에 놓게 될 때 빙면과의 마찰로 인해 속력이 주는 것을 막아주는 역할을 한다. 이는 기존 장갑 손가락 끝에 방수제의 일종인 매끄러운 에폭시 수지(epoxy resin)로 감싼 것으로 곡선주로에서, 왼손으로 빙면을 짚을 때 생기는 마찰을 줄여준다.

2. 곡선주로의 기술

쇼트트랙 경기장은 112.12 m의 경주로 가운데 48%인 53.81 m가 곡선 구간이라 당연히 코너링이 승부의 열쇠이다. 곡선주로의 스케이팅도 마찬가지로 활주 동작(gliding)과 푸시-오프 동작(push-off)으로 구분되며, 곡선주로에서 오른쪽 스케이팅은 빙면의 큰 마찰력에도 불구하고 신체중심의 속도를 유지하거나 점진적으로 증가시킨다. 활주동작에서 오른발이 빙면에 착지된 직후 신체중심은 급격히 낮아지는 현상을 보인다. 이는 자세를 낮추면서 트랙의 안쪽으로 기울이는 동작으로 구심력을 증가시키면서 곡선주로의 스케이팅을 안정시키고 신체중심의 속도를 증가시키는 요인이 된다.

선수들은 직선 구간을 달리다가 곡선 구간에 접어들면 쓰러질 듯 몸을 안쪽으로 기울이는데, 원심력을 상쇄시키기 위해서

Fig. 6. Kong Sangjeong's Gliding Movement (<http://news.donga.com/BestClick/3/all/20140215/60880930/1>).

Fig. 7. Gloves for Short Track Athlete (<http://blog.naver.com/isbb2030?Redirect=Log&logNo=20202789366>).

이다. 속도가 빠를수록 곡선이 심할수록 몸을 안쪽으로 더 높혀야 한다.

쇼트트랙에서는 과학적 원리들이 숨어 있다. 원심력은 물체의 관성과 관련된 힘이며, 관성이란 물체가 본래의 운동을 계속 유지하고자 하는 성질로, 원심력은 그 운동이 원운동인 물체에서 나타나는 가상의 힘을 말한다. 힘의 방향은 원의 중심에서 멀어지려는 방향으로 작용한다. 작은 트랙에서 승부가 펼쳐지는 종목이라 트랙에서 코너가 차지하는 비중이 크다 보니 선수가 코너에서 원심력을 이기는 것이 성적에 매우 중요하다. 선수들이 코너를 접하여 원심력을 이겨내지 못하면 튕겨나가기 때문이다.

쇼트트랙을 보면 선수들이 경기 내내 허리를 굽히고 있는 것을 쉽게 볼 수 있다. 허리를 굽힌 채로 경기를 하는 이유는 중력 가속도를 이용해 원심가속도를 상쇄시키기 위해서이다. 몸을 비스듬하게 기울이는 만큼, 수직항력과 중력의 합력의 크기가 커져 원심력을 상쇄시킬 수 있다.

그림 8에서 중력은 지구로부터 물체가 당겨지는 힘으로 힘의 방향은 물체의 바닥에 상관없이 지구중심방향을 향하여 수직이다. 하지만 수직항력은 바닥이 물체를 미는 힘으로 바닥과

Fig. 8. Distribution of force in Curved Course (<http://blog.naver.com/isbb2030?Redirect=Log&logNo=20202789366>).

수직을 이뤄 바닥이 기울어지면 수직항력도 기울어지게 된다. 자세를 낮추면서 몸이 트랙의 안쪽으로 기울어지는 동작은 신체중심의 위치에너지를 운동에너지로 전환시키는 역학적 에너지 보존법칙의 기전으로 설명할 수 있다. 이와 관련하여 선행 연구자들은 스케이트 로드셀을 개발하고 스케이트에 작용하는 반력(물체를 반대쪽으로 되미는 힘을 말하며 그 힘은 지지점에 작용하는 힘의 크기와 같으며 방향은 반대이다)을 측정하여 반력의 변화를 연구하였으며, 스케이트 브레이드에 작용하는 힘을 기준좌표에 대한 수직(vertical)과 수평(horizontal) 성분으로 나누어 분석하였다. 이들의 공통된 연구결과는 스케이트의 수직반력이 보행이나 런닝에서 나타나는 반력의 형태와 유사하였고, 푸시-오프 끝 시기에서 최대값이 크게 나타났으며, 수평반력 성분의 특징은 푸시-오프의 중반까지는 점차적으로 반력의 크기가 증가되어 수직반력 성분의 최대값이 나타나는 시기에 큰 최대값으로 급격히 증가되는 모습을 보이고 있다는 것이다.

스케이트 반력 측정시스템에서 스케이트에 장착되는 로드셀은 스케이트의 기본적 구조와 스케이트 무게를 크게 변형시키지 않는 조건이어야 하며 출력되는 신호는 무선방식으로 수집되어야 한다. 특히 로드셀은 소재의 물성적(material property) 및 구조적 특징에 따라 신호를 증폭하고 수집하는 방법이 다양하게 적용된다.

Fig. 9. Load Cell Attached on Skate.

맺는 말

2014년 소치 동계올림픽에서도 어김없이 스포츠 첨단기술의 열풍이 불었다. 신기록과 올림픽 금메달을 위한 인간의 노력은 끝없이 이어져 왔고 세계 정상권의 경기력을 갖고 있는 국가들은 규칙이 허용하는 한도 내에서 각종의 첨단 장비를 개발하여 경기력의 극대화를 모색하고 있다.

새로운 기록이 수립되고 이전보다 향상된 경기력이 발휘되는 스포츠 현장 뒤에는 항상 당시 최고의 스포츠과학기술이 숨어 있다. 최근의 올림픽이나 세계 선수권대회 등의 국제 대회에서 기록 향상은 참가국들의 과학기술의 발달과 함께 한다고 해도 과언이 아니다. 이러한 스포츠에서 적용되는 과학은 크게 선수의 운동 수행능력의 증진과 상해방지에 중점을 두고 있다. 예를 들면 스케이팅의 클랩 스케이트, 탁구라켓의 이질 라버, 수영의 전신수영복 등은 주로 운동수행 향상을, 축구선수의 무릎 보호대, 야구선수나 쇼트트랙 선수들의 헬멧, 아이스하키 선수들의 보호 장비의 개발 등은 상해 방지를 위한 것이다. 여기에서 간과해서 안 될 사항은 개발된 장비에 대해서는 인체와 장비 사이의 검증이 필요하며 이러한 과정이 없이는 오히려 역효과를 초래할 수 있다는 점이다. 2018년도에는 동계올림픽이 우리나라 평창에서 열린다. 스포츠 과학의 경연장이 우리 앞마당에서 열리는 만큼 ‘스포츠 과학의 선두주자의 역할을 우리가 해야 하지 않을까?’ 생각해 보며 이 글을 맺고자 한다.