

④ 스포츠 관련 측정과학

스포츠에 공정성 · 객관성 불어 넣는다

글 | 박승남 한국표준과학연구원 기반표준본부장 snpark@kriss.re.kr

1997년 6월 뉴욕에서 열린 리복그랑프리 대회에서 스포츠의 영광과 절망을 가장 극적으로 느낀 선수를 꼽는다면 타이슨 게이를 들 수 있을 것이다. 100m를 전력 질주한 후 전광판에 세계 신기록 9.76초가 찍혔을 때 자신은 물론 모든 관중이 열광했다. 그러나 그런 감격도 잠깐이었다. 뒷바람 한계 풍속 2.0%를 불과 10% 초과한 2.2%의 뒷바람의 도움을 받았다는 풍속측정관의 측정결과가 발표되는 순간 그 기록은 더 이상 세계 신기록으로 공인받지 못하게 된 것이다. 신기록을 만들어내는 경주 구간을 달리는데 소요된 시간도 측정 단위이고, 신기록을 비공인 기록으로 추락시켜 버린 것도 풍속이라는 측정 단위이다.

같은 대회에 참여한 선수들의 기량을 직접 비교하여 우위를 다투던 과거와 달리 현대 스포츠는 측정과학의 도움으로 새로운 국면을 맞고 있다. 스포츠와 과학이 만나는 접점에 측정과학이 존재하는 것이다. 현대 스포츠를 지탱하는 측정과학의 역할과 측정표준의 연구 현황에 대해서 살펴보자.

시간 · 공간 다른 경기 결과 공정성 보장

이제 스포츠는 더 이상 전문 선수의 전유물이 아닌, 우리의 삶을 건강하고 풍요롭게 하는 필수불가결한 도구가 되었다. 스포츠의 과학화는 더 이상 새로운 얘기가 되지 못한지 오래되었으며, 그 과학화의 배경에는 측정을 핵심으로 하는 측정과학이 있다. 그 중 측정표준은 한 경기에서 결과의 공정한 판정뿐만 아니라, 시간과 공간이 다른 상황에서 치러진 경기에 대해서도 비교를 가능하게 해 준

다. 앞에서 언급한 단거리 세계기록만 하더라도 엄격한 풍속 측정규정을 도입함으로써 세계기록의 공정성을 보장해 주는 역할을 하고 있는 것이다.

이와 같이 기록의 공인은 물론 경기 기구와 경기장의 국제공인에서도 측정표준이 중요한 역할을 담당하고 있다. 각종 경기 기구가 국제공인을 획득하기 위해서는 각 연맹이 정한 크기, 질량, 반발력에 대한 측정결과의 신뢰도가 보장되어야 하며, 경기장을 공인하기 위한 규정은 더 까다로운 경우가 많다. 국제수영연맹이 정한 국제공인 수영장의 경우 거리는 50.0m에서 허용오차 +0.03m~-0.00m를 확보해야 하며, 수온은 25~28℃ 범위를 유지해야 한다. 기록 측정을 위해서 시간 간격은 0.01초 단위까지 측정하는 시설을 갖춰야 하며, 수영장 조명 밝기는 1천룩스 이상을 요구하고 있다. 특히, 최종 도착점을 결정하는 터치 패널의 두께는 0.01m, 허용오차는 ±0.002m로 매우 까다로운 조건을 요구하고 있다.

경기력 향상을 위해서는 선수 개인의 운동능력을 향상시키기 위한 여러 가지 생체 측정과학이 도입되고 있으며, 경기 기구의 개선도 끊임없이 이루어지고 있다. 이제 수영복은 선수를 구별하기 위한 단순한 유니폼 그 이상이다. 수중저항을 최소화하기 위하여 나노기술을 접목하여 개발된 상어 피부 모사형 전신수영복을 착용하지 않은 세계적인 선수를 최근에는 거의 찾아볼 수 없게 되었다.

사이클 중 한 시간 주행거리 종목에서 프란시스코 모제르 선수가 처음으로 디스크 휠을 채용한 사이클로 51.151km를 달림으로써 시속 50km/h를 주파한 최초의 선수가 되었다. 이 기록은 보통 사이



클로 1972년 에디 머크스 선수가 세운 49.431km 기록을 갈아치웠을 뿐만 아니라, 같은 모델의 사이클이 이 부문에서 표준 경기 장비로 등극하는 계기가 되었다. 이런 획기적인 재료와 장비 개발의 내부 과정을 들여다보면 신뢰도 높은 측정 결과의 끊임없는 피드백이 결정적인 역할을 했던 것을 알 수 있다.

적지 않은 수의 선수를 영웅에서 약물복용자로 한 순간 추락시킨 도핑제어는 경기에 공정성을 부여하기 위한 가장 대표적인 활동이며, 이 측정은 화학 표준을 기초로 하고 있다. 최근에는 생명공학 발전에 힘입어 약물이 아닌 유전자 이식을 통해 운동능력을 향상시키려는 유혹도 증가하고 있다. 유전자 도핑제어가 완전하게 확립되지 못한 현 상황을 고려할 때 이번 베이징 올림픽은 최악의 유전자 도핑 경연장이 될 가능성도 완전히 배제할 수 없다. 그러나 유전자 도핑은 암 발생과 같은 치명적인 부작용을 동반하기 때문에 완벽한 검사 방법이 가능한 한 빨리 개발되어 선수들의 불필요한 유혹을 차단해야 한다. 물론, 이런 책임은 우리 과학자 중 유전자 측정분야 전문가들의 몫이 될 것이다.

공정한 경쟁을 위해 시행되는 선수의 약물 또는 유전자 도핑 제어는 다소 부정적인 의미로 받아들여질 수 있지만, 이를 통해서 선수의 육체적 정신적 건강을 보호한다는 매우 긍정적인 의미를 가지고 있다. 경기 중 돌연사 방지를 위하여 FIFA는 2006년 독일 월드컵부터 심장 검사를 의무화하고 있고, 대한축구협회도 2007년부터 유소년 축구선수의 심장 검사를 실시하고 있다. 이와 같이 선수를 보호하기 위한 분야에서도 진단의 신뢰도를 높이기 위한 생체측

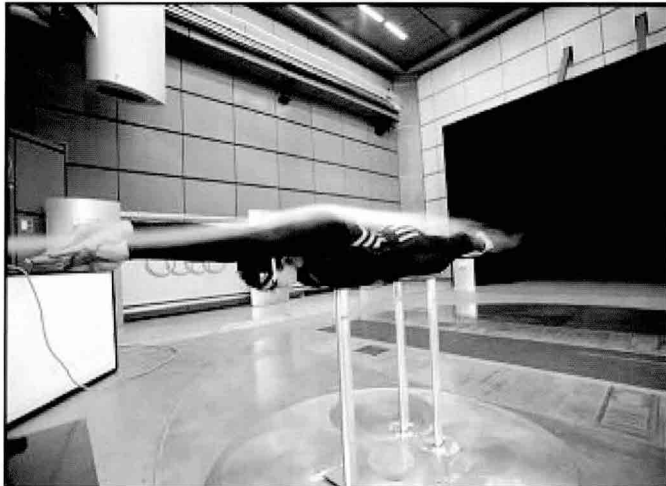
정 전문가의 적극적인 활동이 기대된다.

최근 한국표준과학연구원(KRISS)에서는 유전자 및 단백질 분석에서 기존 기술보다 60배 이상 빠르고 정확히 분석할 수 있는 측정 기술을 개발하여 유전자 도핑제어에 적용할 수 있는 가능성을 모색하고 있다. 또한, 뇌나 심장 등 인체의 기능적 활동에 의해 발생하는 극미세 생체 자기신호를 초전도양자간섭장치(SQUID)로 측정 시각화할 수 있는 시스템을 개발하여 심장질환을 조기에 진단할 수 있는 기초를 마련하였으며, 임상적용을 위한 노력을 하고 있다. 또한, 100m 단거리 선수의 경기력 향상을 위하여 스타팅 블록의 운동과학적인 설계와 개발에도 참여하고 있다.

시간·길이 등 7개 기본단위계로 국제단위계 구성

앞에서 살펴본 것처럼 모든 세계인이 인정할 수 있는 스포츠 경기를 운영하기 위해서는 경기의 결과나 조건으로 나타나는 측정의 국제적인 일치가 보장되어야만 한다. 이를 위해서 모든 측정은 국제단위계를 기본으로 이루어져야만 한다. 이런 이유 때문에 미터협약을 이행하기 위해 설립된 국제도량형국(BIPM)이 올해 세계측정의 날(매년 5월 20일)의 부제를 '스포츠와 측정'이라고 정한 것도 충분히 이해할 만하다.

국제단위계는 질량(kg), 시간(s), 길이(m), 전류(A), 광도(cd), 온도(K), 물질량(mol)의 7개 기본단위계로 구성되어 있으며, 모든 측정은 이 기본단위와 이 단위의 조합으로 이루어진 유도단위를 통해서만 이루어진다. KRISS와 같은 국가측정대표기관(NMI)은 국제



상어피부 모사 전신수영복



국가 킬로그램 원기

단위계를 최고의 측정능력으로 확립하고 보급함으로써 스포츠를 포함하여 실생활에서 이루어지는 측정이 소급성을 유지할 수 있도록 연구 및 측정 서비스를 제공하고 있다. 또한, NMI 간에 주요 단위에 대해 정기적으로 이루어지는 국제비교에 적극적으로 참여함으로써 국내에서 이루어지는 모든 측정에 국제적 일치를 보장하기 위해 노력하고 있다.

몇 가지 스포츠 종목을 운영할 때 사용되는 국제단위계와 해당 스포츠 종목의 관계를 보인 그림을 보면 전류를 제외한 모든 단위가 스포츠를 유지하는데 사용되고 있다. 질량은 스포츠 기구의 무게나 선수의 체급이 중요한 모든 경기에서, 길이와 시간은 거의 모든 기록경기에서 가장 빈번하게 측정된다. 물질량은 도핑제어를 위한 가장 기본적인단위로 모든 종목의 운영을 위해서 필수적인 항목이다. 다소 활용도는 떨어지지만 광도와 온도는 경기장의 환경조건 제어를 위해 측정된다.

KRISS에서 유지하고 있는 국제단위계의 정확도가 실제 경기 현장에서 요구하는 것보다 수백만, 수천만 배 이상 정확하지만, 측정 결과가 소급되는 단계마다 발생하는 측정의 불확도를 고려하여 이해할 필요가 있다. 질량의 국가표준을 유지하기 위해서 국가킬로그램 원기를 운영하고 있으며, 그 결과 수십 μg 불확도의 측정능력을 확보하고 있다. 시간 표준을 위해서는 원자시계 그룹을 운용함으로써 세계협정시와 $\pm 50\text{ns}$ 이내에서 대한민국표준시를 유지하고 있다. 스포츠 기록을 위해서 이 만큼의 정확도가 필요하지 않지만 발전하는 국가산업의 요구에 맞춰 더 정확한 시간 표준을 개발하기

위하여 새로운 원자시계를 개발하는 연구도 계속하고 있다.

길이는 모든 스포츠에서 가장 빈번하게 측정되는 양일 것이다. 이 분야의 국가표준은 요오드 안정화 헬륨-네온 레이저(633nm)를 사용하여 2.5×10^{-11} 의 불확도를 유지하고 있으며, 각종 경기에서 사용되는 줄자는 50m 범위에서 $\pm 0.35\text{mm}$ 의 불확도로 교정 서비스를 제공하고 있다. 또한 도핑제어를 위해서 사용되는 각종 화학 측정을 위한 물질량 표준을 확립하고 있으며, 물질량 측정 표준의 보급을 위하여 개발하는 표준기준물의 종류를 다양화하고 있다.

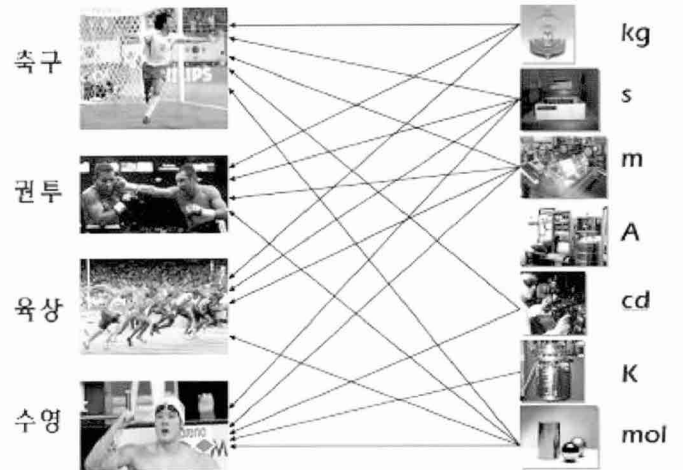
앞에서 언급한 기본단위 외에도 스포츠에서 많이 사용되는 유도단위로 속도와 가속도를 들 수 있다. 가속도 중 중력가속도는 선수의 운동능력에 가장 큰 영향을 미치는 양일 것이다. 중력가속도는 주어진 길이 간격을 물체가 자유 낙하할 때 발생하는 변위를 일정한 시간 간격으로 측정하여 결정한다. 주어진 길이는 주파수가 안정화된 레이저로 간섭계를 구성하여 측정하며, 시간간격은 원자시계에서 공급받아서 측정한다. 길이와 시간, 두 단위의 최고측정능력을 통해서 중력가속도를 측정하게 되는 것이다.

중력, 경기장 고도도 측정규정에 포함돼야

스포츠 결과를 객관적으로 받아들여지게 하기 위해 스포츠 전문가들이 많은 노력을 하고 있다. 그리고 그런 노력에 측정 전문가들의 협력이 있어야 한다. 경기 기구의 질량이나 선수의 체급을 규정하는 부분에서 그 단위가 무게인지, 또는 질량인지 규정이 분명하지 않은 경우도 있다. 선수의 체급은 질량으로 규정하는 것이 당연할



스포츠에서 측정과학의 역할




스포츠종목을 지탱하는 국제단위계

것이다. 그러나 역도의 바벨과 던지기 경기의 기구들은 무게가 되어야 할 것이다. 질량이 될 경우 해당 지역의 중력가속도에 따라 선수가 느끼는 부하가 달라질 수밖에 없기 때문이다. 9.8%로 알려진 중력가속도는 적도보다 극지방이 0.5% 높다. 헬싱키와 멕시코 시티는 0.4%의 중력가속도 차이가 존재한다. 같은 질량 100kg의 바벨을 들 때 헬싱키에서 400g을 더 무겁게 느낀다는 것이다. 이런 중력 효과는 중력을 이기면서 자신의 몸을 높이 올려야 하는 높이뛰기에서도 똑같이 작용할 것이다. 중력가속도가 높은 지역에서는 높이뛰기의 기록이 올라가기 어렵다는 것이다. 높이뛰기 세계기록에 경기가 이루어진 도시의 중력가속도를 같이 기록하는 것도 바람직할 것이다.

100m 달리기의 경우 풍속계는 50m 중간, 맨 가장자리 경주로에서 2m 떨어진 지점에서 1.22m 높이에 설치하도록 되어 있다. 풍속계가 경주로 방향의 속도 성분만을 측정할 수 있도록 풍동 구성에 대해 자세히 언급하고 있으며, 측정 간격도 10초를 유지하도록 권고하고 있다. 육상 연맹의 규정을 만족시키려면 풍속계의 정확도는 0.5%가 되어야 한다. 그렇지만, 현재 세계의 어느 NMI도 이런 측정 능력으로 풍속계의 교정 서비스를 제공할 수 없는 상황이다. 이런 규정을 만들 때는 현재 NMI들이 보유하고 있는 최고측정능력에 대한 고려가 필요하며, 실제로 이런 정확도가 필요하다면 스포츠 발전을 위하여 모든 NMI들도 기꺼이 노력할 것이다.

한편, 풍속계에 지나치게 까다로운 규정을 적용한 것에 비하여 경기장의 고도에 대한 규정이 없다. 고도가 높아지면 공기가 희박

해져서 단거리 선수가 공기를 끌고 가는 저항이 감소된다. 고도가 1천500m 높아지면, 풍속 1%의 바람이 밀어주는 효과를 낼 수 있기 때문에 풍속이 규정에 고려된다면 고도에 대한 규정도 포함되는 것이 합리적이다. 실제로 이런 고지대에서 올림픽이 치러지기도 했기 때문에 반드시 고려되어야 할 것이다.

새로운 기록을 경신하기 위해 혼신의 힘을 기울이는 스포츠 정신은 우리 인간이 추구하는 최고의 아름다움인지 모른다. 그런 스포츠에 공정성과 객관성을 불어넣기 위해서 그동안 측정과학은 보이지 않게 많은 역할을 해왔다. 스포츠가 끊임없이 새로운 기록을 추구하는 것처럼 측정과학도 측정불확도라는 기록을 경신하기 위하여 지속적인 노력을 기울여야 한다. 시간 표준의 불확도 신기록이 경신되면서 3차례의 노벨상이 수상된 것을 보면 측정과학과 스포츠의 유사성을 확인할 수 있다. 스포츠와 측정분야의 전문가들이 '스포츠에서 측정'이라는 주제로 소통할 때 스포츠에서 새로운 발전의 전기가 마련될 것으로 기대된다. 



글쓴이는 한국과학기술원 물리학과에서 박사학위를 받았다. 한남대학교 대학원 겸직교수를 지냈으며, 현재 과학기술연합대학원 전공책임교수를 겸하고 있다.