

신발 혁신: 육상 경기력의 새로운 지평



한상혁 shhan@descente.co.kr

데상트코리아 생체역학연구실 연구원 | 생체역학, 시뮬레이션에 관심

들어가며

2016년 리우 올림픽 마라톤 대회에서 세계 정상급 선수들이 나이키(Nike)에서 개발한 Vaporfly 프로토타입(prototype)을 착용하고 경기에 참가한 것이 큰 화제가 되었다. 이 기술은 당시 달리기 커뮤니티에 ‘슈퍼 슈즈’(super shoes)라고 소개되었다. 2018년 베를린 마라톤에서 엘리우드 킵초게(Eliud Kipchoge) 선수는 Nike Zoom Vaporfly Next% 프

로토타입을 착용하고 2시간 1분 39초의 기록으로 마라톤을 완주하면서, 슈퍼 슈즈에 대한 인기와 기대는 더욱 증가하였다. 이 기록은 4년 9일 만에 갱신된 세계 신기록이다.

최근인 2023년 시카고 마라톤에서 켈빈 킵툼(Kelvin Kiptum) 선수가 Nike Air Zoom Alphafly Next% 3 신발을 착용하고 2시간 35초의 기록을 세웠다. 또한, 여성 부문에서는 티기스트 아세파(Tigst Assefa) 선수가 같은 해 베를린 마라톤에서 아디다



[그림 1] 2016년 리우 올림픽 마라톤 대회에서 선수들이 Nike Vaporfly 프로토타입 신발을 착용한 모습

© RunRepeat

스(Adidas)에서 개발한 Adidas AdiZero Adios Pro Evo 1을 신고 2시간 11분 53초의 마라톤 세계 기록을 갱신하였다.

이처럼 현대 스포츠에서 신발은 단순한 운동 장비를 넘어, 선수들의 성능을 극대화하는 핵심 기술로 자리매김 하였다. 특히, 슈퍼 슈즈 및 슈퍼 스파이크(super spike)와 같은 혁신적인 신발 기술을 국제 육상 대회에서 기록을 갱신하는 데 결정적인 역할을 하고 있다.

슈퍼 슈즈는 카본 플레이트의 형상과 재료 물성, 탄성력이 있는 중창 폼(foam), 그리고 나이키의 에어 맥과 같은 기술로 구성되어 있다. 세계 정상급 선수들이 세운 육상 세계 기록은 이러한 신발 기술이 어떻게 성능 향상에 기여할 수 있는지를 명확히 보여준 사례이다.

그러나 이러한 기술적 진보는 ‘기술 도핑’이라는



[그림 2] 2023년 국제 마라톤 대회에서 슈퍼 슈즈를 착용한 선수들 모습 (좌: 켈빈 킵툼, 우: 티기스트 아세파)

© RunRepeat

용어와 함께 윤리적 고민에 직면하게 되었다. 국제 육상 경기 연맹(World Athletics)은 신발 기술에 대한 규제를 도입하여 모든 선수가 공정한 조건에서 경쟁할 수 있는 환경을 만들고자 노력하고 있다. 이러한 규제는 신발 중창의 높이, 플레이트의 개수 등을 제한함으로써, 기술이 선수들의 성능에 미치는 영향을 최대한 조절하고자 하는 것이 목적이다.

본문에서는 신발 기술의 최신 혁신, 이러한 혁신이 경기력에 미치는 영향, 기술적 진보에 대한 윤리적 고민, 그리고 혁신적인 신발 개발 과정에 대해 자세히 탐구해보자.

현대 신발 기술의 혁신과 성능 향상

카본 플레이트 기술은 마라톤 신발 성능을 혁신적 향상을 대표적인 예이다. 이 기술에 사용된 경량의 카본 플레이트는 발가락 관절의 굴곡을 최적화하고, 발의 전방부에서 발생하는 에너지를 효율적으로 전달한다는 최근 연구 결과가 있다.¹⁾ 이는 선수가 더 적은 에너지로 더 빠른 속도로 낼 수 있게 도와주며, 기록 단축에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

고성능 중창 폼 기술 역시 신발 성능 향상에 중요한 역할을 한다. 이 기술은 마라톤 뿐만 아니라 트랙 경기에서도 주목을 받고 있다. 예를 들어, 조슈아 체프테게이(Joshua Cheptegei)는 2020년에 Nike

ZoomX Dragonfly를 착용하고 5,000 m 와 10,000 m 트랙 경주에서 각각 12분 35초와 26분 11초의 세계 신기록을 세웠다. 이 기록 역시, 고성능 중창 폼이 적용된 신발을 착용한 경기였다.

이러한 기술들은 서로 시너지(synergy)를 내며 선수들의 달리기 성능을 극대화 하고 있다.²⁾ 나이키나 아디다스와 같은 주요 신발 제조사들은 카본 플레이트를 사용하여 달리기 중 에너지의 최적화를 도모하고, 고성능 폼으로 충격 흡수와 에너지 반환을 극대화하는 것을 공통적인 목표로 삼고 있다. 또한, 이 기술들이 달리기 효율성을 무려 4% 향상시킨다는 연구 결과가 있으며³⁾, 실제 경기에서도 그 효과가 입증되었다. 예를 들어, 2019년 비공식 경기에서 엘리우드



[그림 3] 조슈아 체프테게이 선수가 Nike ZoomX Dragonfly 스파이크 신발을 착용한 모습

© The Times

- 1) Hoogkamer, W., Kipp, S., & Kram, R. (2019). The biomechanics of competitive male runners in three marathon racing shoes: a randomized crossover study. *Sports Medicine*, 49, 133-143.
- 2) Lino, H., Perry, D., Bertschy, M., Price, M., & Hoogkamer, W. (2023). Effects of longitudinal bending stiffness and midsole foam on running energetics and biomechanics. *Footwear Science*, 15(sup1), S122-S124.
- 3) Hoogkamer, W., Kipp, S., Frank, J. H., Farina, E. M., Luo, G., & Kram, R. (2018). A comparison of the energetic cost of running in marathon racing shoes. *Sports Medicine*, 48(4), 1009-1019.



킵초게 선수가 슈퍼 슈즈를 착용하고 인간의 한계를 넘어선 1시간 59분 40초의 마라톤 기록을 세웠다. 이러한 기술적 진보는 스포츠의 모든 분야에서 선수들이 더 높은 성과를 달성할 수 있도록 돕고 있으며, 스포츠 과학의 미래에 긍정적인 영향을 주고 있다.

혁신 vs 도핑

슈퍼 슈즈와 슈퍼 스파이크가 등장한 이후로, 마라톤뿐만 아니라 트랙 경기에서도 세계 신기록이 잇따라 갱신되었다. 이는 선수들의 신체 능력과 훈련, 그 이상으로 기술적인 요소가 경기 결과에 결정적인 영향을 미칠 수 있다는 우려로, ‘기술 도핑’이라는 새로운 논란을 초래하였다. 이에 따라, 국제 육상 연맹은 신발의 중량 두께, 신발 내부에 삽입할 수 있는 플레이트의 수 등에 대한 규제 안을 발표했다. 예를 들어, 마라톤에 사용되는 도로용 신발의 경우 중량 두께를 40 mm 이하, 단 하나의 카본 플레이트만 신발 내부에 삽입될 수 있다. 트랙용 스파이크 신발은 800 m 미만 단거리 경기에는 중량 두께를 20 mm 이하, 800 m 이상 중, 장거리 경기에는 25 mm 이하로 경기에 참가할 수 있다. 이러한 규제는 모든 선수가 동

일한 조건에서 경쟁할 수 있도록 보장하며 기술적 요소가 선수의 자연스러운 능력을 압도하지 않도록 하는 것을 목적으로 한다.

이것은 선수들 뿐만 아니라 신발 제조사 모두에게 중요한 영향을 미쳤다. 선수들은 이제 규제에 부합하는 신발을 선택해야 하며, 신발 제조사는 이 규제를 준수하면서도 성능을 최적화할 수 있는 신발을 개발해야 한다. 이는 신발 제조사에게는 연구의 제한이 될 수 있는 반면에, 새로운 도전이자 기회로 작용될 수 있다. 또한, 스포츠 과학의 발전을 촉진하고 공정한 경쟁 환경을 조성하는데 기여할 것이다.

혁신적인 신발 개발 과정



[그림 4] 데상트 신발 R&D 연구소 전경

© 데상트코리아

신발 기술력 향상과 제품을 개발 시 고려되는 요소들에 대해 부산에 위치한 데상트 신발 R&D 연구소



[그림 5] 신발 개발을 위한 생체역학 연구실 연구 과정

© 데상트코리아



[그림 6] 신발 개발을 위한 기계 테스트, 인지-감각 평가, 유한요소 시뮬레이션 연구 과정

© 데상트코리아

의 연구 프로세스를 통해 소개하고자 한다. 해당 사는 총 9개의 연구실로 구성되어 있으며, 제품 개발과 제작과 관련해 제품 개발 연구실, 신발 샘플 제작실, 재료 개발 연구실, 유한요소 연구실, 디자인 연구실, 그리고 특허 연구실이 있다. 제품 연구와 평가 관련해서는 생체역학 연구실, 소비자 연구실, 그리고 재료 테스트 연구실로 구성되어 있다. 먼저, 신발의 컨셉(예: 슈퍼 슈즈 또는 슈퍼 스파이크)이 정해지면, 그것에 대한 아이디어와 특허 조사, 그리고 현재 신발 규제에 적합한 디자인 및 재료를 선택하고 설계하는 과정을 거치게 된다. 비용 문제를 고려하여 여러 차례 프로토타입을 제작하는 대신, 유한요소 시뮬레이션과 3차원 디자인 모델링을 통하여 제품 최적화도 시도하고 있다. 첫 번째 프로토타입을 제작 시, 신발의 물리적 특성을 파악하기 위해 기계적 테스트(충격 및 굽힘 시험)를 진행하며, 인체 성능 평가를 하기 위해서는 생체역학 및 운동 생리학 실험을 수행한다. 각 신발의 목적과 스포츠 종목(예: 달리기 및 스프린트, 트레일 러닝, 골프, 테니스)에 맞춰 실험 프로토콜을 설계하고, 이에 따라 실험 장비 및 측정 방법을 결정한다. 달리기 실험 같은 경우, 주로 반사마커 기반

의 3차원 동작 분석, 지면 반력 측정, 발바닥 압력 측정을 위한 압력 센서 사용, 근전도를 통한 근육 활성화 측정 등이 포함된다. 운동 생리학 실험에서는 트레드밀을 사용하여 달리기를 수행하면서 각 신발별 산소 섭취량 측정한다. 참가자들의 개별 달리기 속도를 유산소 용량을 기준으로 한 젖산 수치를 분석을 통해 결정되며, 이 과정을 통해 각 참가자의 운동 능력 수준에 따른 신발의 영향 차이를 최소화하려고 한다. 이는 신발이 참가자들의 성능에 미치는 영향을 보다 정확하게 평가하고자 하는 목적을 가지고 있다. 참가자들의 주관적 인식도 중요하기에, 설문 조사와 인터뷰를 실시하고, 이를 통해 신발을 기계적, 생체역학적, 그리고 인지-감각적인 측면으로 신발 제품을 종합적으로 평가한다. 이러한 결과를 바탕으로 다음 프로토타입의 개발 및 제작에 착수하게 된다.

최근 해당 사에서는 100m 단거리 엘리트 선수들을 대상으로 한 스파이크 신발 개발 과정에서 개별적 특성을 고려한 맞춤형 신발의 중요성을 확인하였다. 3차원 동작 분석을 통해 두 가지 다른 특성을 가진 스파이크 신발을 착용한 두 명의 엘리트 선수의 스프린트를 분석하였으며, 측정된 움직임은 선수들이 스타



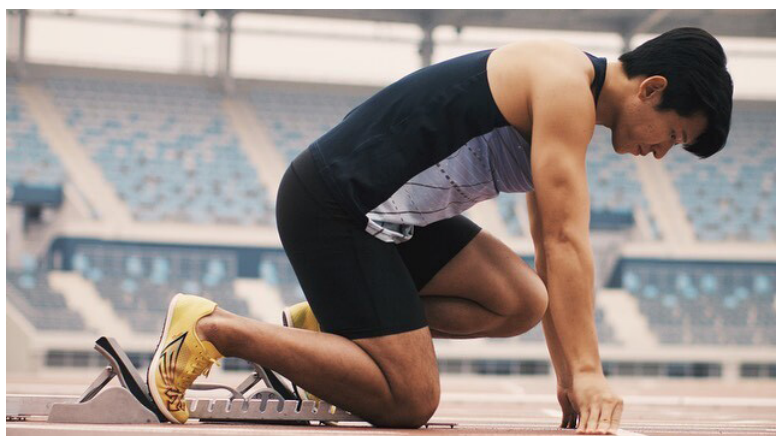
팅 블록에서 출발하여 총 3번째 스텝을 수행하는 구간이었다. 결과는 운동역학적 및 운동학적 측면에서 신발에 따라 유사한 변화를 보이는 변수가 있었으나, 선수마다의 가지고 있는 독특한 스타일로 인해 차이가 발생하는 부분도 다수 확인되었다.⁴⁾ 또한, 선수들과의 인터뷰를 통해 각자의 생각과 선호도가 얼마나 다른지도 파악할 수 있었다. 이러한 연구 결과를 바탕으로, 한 명의 선수와 긴밀히 협력하여 그의 개별적 특성을 고려한 맞춤형 스파이크 신발을 개발하였다. 선수와의 협력을 통하여 제품 개발에 중요한 통찰력을 발휘하였으며 슈퍼 스파이크 신발 개발을 위해, 에너지 반환이 효율이 뛰어난 탄성 폼과 통기성이 우수한 갑피 재료를 선택하고, 선수의 선호도에 맞는 디자인과 색상을 적용하였다. 실제로 대한민국 100 m 신기록(10초 07) 보유자인 김국영 선수와의 협업을 통해 개발하였으며, 선수가 만족할만한 기능적 수준에 도달하였다. 올해 대회에서 김국영 선수가 이 스파이크 신발을 착용하고 경기에 출전하는 모습

을 기대해 본다.

마치며

이 글을 통해 신발 기술의 발전과 그것이 선수들의 성능 향상, 스포츠 윤리 및 규제에 미치는 영향을 탐구하였으며, 개별 선수의 특성을 고려한 혁신적 신발 개발의 중요성을 강조하였다. 신발 개발은 과학적 진보, 디자인 혁신, 소비자 요구 충족, 명확한 비즈니스 전략을 모두 포함한다. 2024년 상반기에 출시된 데상트 델타프로 EXP와 데상트 델타프로 Aero Sprint 스파이크는 이러한 요소를 반영한 결과물이다.

이 글이 혁신적인 신발에 대한 다양한 관점을 제공하고, 신발 기술의 발전이 스포츠와 일상에 미치는 깊은 영향을 이해하는 데 도움이 되었길 바란다. 기술 발전은 스포츠 성능 향상뿐만 아니라, 우리 생활의 모든 순간에 중요한 가치를 추가한다고 필자는 생각한다.



[그림 7] 좌: 데상트 델타프로 EXP, 우: 데상트 델타프로 Aero Sprint 스파이크

© 데상트코리아

4) Han, S., Isherwood, J., Cho, M., Sung, N., & Sterzing, T. (2023). Influence of shoe and athlete on 100 m sprint acceleration biomechanics. *Footwear Science*, 15(sup1), S110–S112.