

Article Review

Golf Shafts: Myth or Mechanics



김성환 연세의료대 강남세브란스병원

골프가 어떻게 시작되었는지에 대해선 아직 확립된 정설이 있다고 보기 어렵다. 다른 운동과 같이 그 창시자나 정확한 기록은 없으며 고대 로마 시대 병사들이 즐겼던 파가니카라는 게임에서의 기원설, 네덜란드에서 시작된 kolf라는 경기에서 비롯되었다는 설 등이 있다.^{1,2} 하지만 현대적 의미에서 골프의 시작은 15세기 스코틀랜드에서부터 발전해왔음은 자명한 사실이다. 실제 골프(golf)란 스코틀랜드 고어로 '치다인' 'gouft'가 그 어원으로 알려

져 있다.³ 골프클럽은 최초에는 나무망치처럼 생긴 mallet 형으로 시작하였으며 현대골프로 이어져 온 형태는 자연에서의 가시나무의 형태(즉, 나뭇가지의 꺾인 부분이 자연스럽게 라이각 형태로 헤드와 샤프트 형상을 한 것)에서 이어져 온 것이라 짐작한다. 샤프트는 초기 가시나무(thorn wood), 개암나무(hazel)를 거쳐 물푸레나무(ash) 등을 사용되었으며 이후 북미산 호두나무(hickory) 재질의 샤프트가 1900년대 초까지 주로 사용되었으나 이후 더

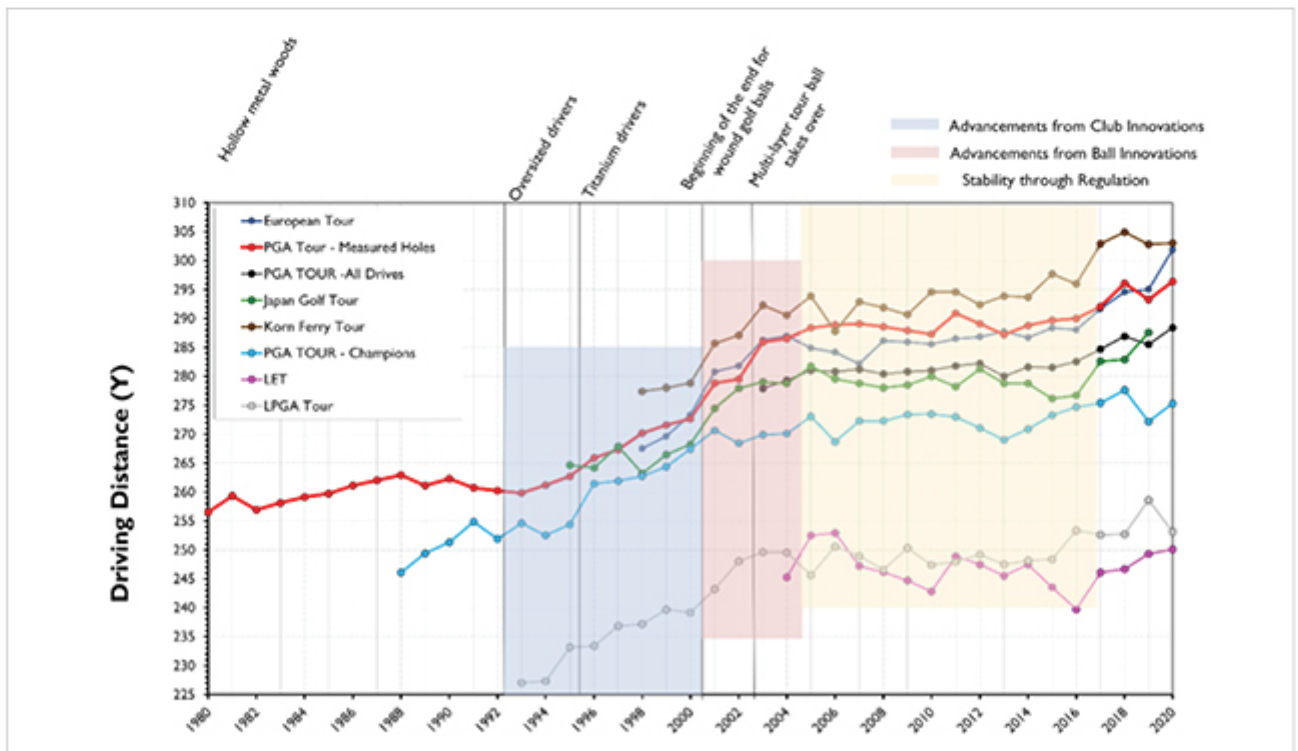


그림 1. Average driving distance on the major tours with significant innovation milestones overlaid

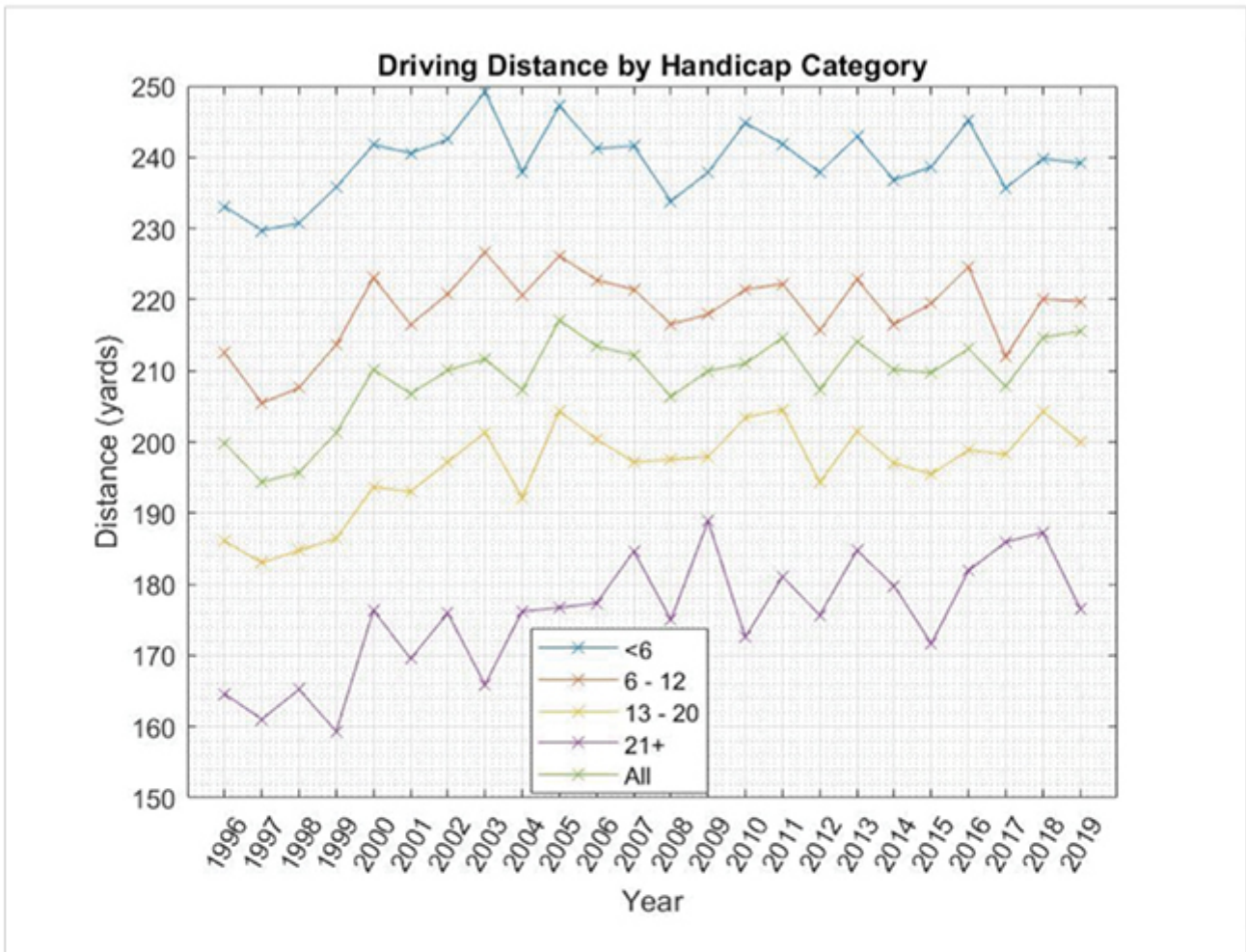


그림 2. Driving Distance for the different handicap groups vs. Year

단단하고 균질한 스틸샤프트의 시대가 도래하게 된다. 1973년 더 가볍지만, 스틸 못지않은 강성으로 그래파이트(graphite) 샤프트가 소개되었다. 현대 골프의 발전에 있어서 스윙과 함께 장비의 개선은 빼놓을 수 없는 주제이다. 특히 1990~2000년대 초반의 비약적인 비거리의 향상은 골프장비의 기술적 진보에 어느 정도 기인한다고 분석되며(그림 1). 이러한 변화는 비단 프로페셔널 골퍼뿐 아니라 일반 아마추어 골퍼들에게도 해당된다(그림 2).⁴ 다만 이번 컬럼에서는 그중에서도 샤프트 분석에 흔히 사용되는 용어와 이에 적용되는 기술의 특성 중 몇 가지에 대해서 아마추어 골퍼의 입장에서 아주 알기 쉽게 서술해보고자 한다.

| 샤프트의 운동특성 |

골프클럽의 그립에서 움직임의 접선 방향으로 특히 초기 및 중기 다운스윙 시 샤프트는 deflection(편향, 편위)가 생기게 되며 크게 toe-down, lead deflection이라 불린다(그림3).⁵

이는 정상시의 클럽 길이에 비하여 임팩트 순간 길이가 약 1/4인치 정도 짧아지는 효과를 일으키며 라이각과 임팩트 시 클럽의 다이내믹 로프트에 영향을 주게 된다.¹ 단, 보통 스윙 정지사진에서 보이는 과도한 휨 현상은 실제 발생하지 않으며 이는 focal plane shutter distortion으로 실제보다 과장되게

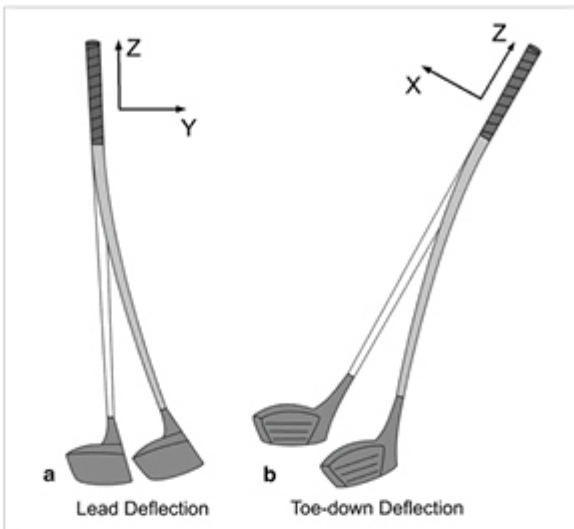


그림 3. Lead deflection 과 Toe-down deflection



그림 4. 세계 장타대회 우승자 출신의 Jamie Sadlowski 의 스윙 사진. 일반적 사진(좌)에서는 과도한 lead deflection 이 관찰되나 focal plane shutter distortion을 줄이기 위해 90도 회전하여 촬영한 사진(우)에선 lead distortion이 덜한 모습이 관찰됨.⁷

보이는 것이다(그림 4). 프로페셔널 골퍼를 대상으로 한 연구에서 이러한 deflection에 의한 다이내믹 로프트의 증가는 약 3.3도로 보고된 바 있다.⁶

| 샤프트의 길이 |

골프 샤프트에서 헤드와 가까운 쪽을 tip, 그립과 가

까운 쪽은 butt로 명칭 한다. 최근 착탈식 샤프트가 흔하여 골프클럽에서 길이를 단지 샤프트의 길이로 혼동하기 쉬우나 실제 우드와 아이언의 길이는 헤드를 결합한 후 수평면에 60도의 각도를 이룬 상태(즉, 라이각대로 지면에 댄 상태를 고려)에서 바닥에서부터 그립의 끝까지 측정된 값을 일컫는다. R&A 와 USGA (United States Golf Association) 규정상 퍼터를 제외하고는 48.0인치(1.219 m)를 넘지 않아야 한다. 이론적 모델에서 무게를 포함한 모든 변수가 고정된 상태에서는 클럽길이가 47인치에서 51인치로 8.5% 증가할 경우 실제 헤드스피드는 약 2.4% 증가된다고 하며 실제 다양한 골퍼들을 대상으로 데이터를 바탕으로 optimal 샤프트 길이를 계산한 연구에서는 50.3인치가 나왔다고는 하나 실제 46 인치와 비교해서 비거리는 3야드 정도에 불과하였다고 한다.⁶ 이는 길이가 증가할 때 클럽헤드가 골퍼의 손보다 임팩트시 뒤쪽에 따라오는 래깅 현상이 샤프트가 길어질수록 증가하며 이를 위한 보상동작이 필요해 짐⁶ 을 고려한다면 무조건 적인 샤프트 길이의 증가가 해결책이 될 수 없음을 보여준다.

| 샤프트의 무게 |

가벼운 물건이 더 빨리 휘둘러지는 것은 당연한 것으로 그라파이트의 등장과 샤프트의 경량화는 헤드스피드 상승에 결정적인 영향을 끼친 것으로 알려졌다. 과거 스틸샤프트를 드라이버에 사용하였을 당시 골퍼가 발생시키는 운동에너지의 거의 25%가 샤프트에 사용되었다고 한다.⁶ 물론 120g 에서 50g 으로 샤프트 중량을 줄인 스윙모델에서 실제 클럽헤드 속도의 증가는 2%에 불과하고 실제 드라이버 거리의 증가도 3야드에 불과했다는 점 또한 주목할 만 하다.⁶ 실제 골퍼들을 대상으로 한 연구에서 헤드속도를 반영하는 볼스피드는 적은 중량의 클럽에

서 늘지만 다른 여러 복합적 요소(문치각도, 백스핀 등)들이 반영된 총 비거리는 오히려 가장 가벼운 중량에서 줄었다. 해당 연구자들은 헤드임팩트 지점은 중량과 상관없이 일정함을 관찰하였고 이는 클럽중량의 변화에도 인간의 경우 이에 적용하고 보상 조정한다는 것을 의미한다. 라고 지적하였으며 이 역시 샤프트 길이 변화 연구에서도 보이던 유사한 현상이라 볼 수 있다.

| 샤프트의 유연성 |

흔히 샤프트의 강도라고 표현되며 샤프트의 그립 부분(버트쪽)을 고정한 채로 헤드를 뿥겨 분당진동수(cycle per minute: CPM)을 읽어 표현된다. 일반적으로는 S(stiff), R(regular), L(ladies) 등으로 익숙하나 이는 각 제조사마다 기준점이 상이하고 실제 완제품으로 측정될 경우 수많은 변수들이 있어 다른 브랜드 또는 같은 브랜드라도 다른 제품끼리의 편차가 있다. 일반적으로 45인치 클럽길이를 기준으로 L: 205-210 CPM, R: 235-240 CPM, S: 245-250 CPM 정도이다. 다만 샤프트 절단하는 길이 조정 시 그 절단 위치(팁부위 또는 버트부위)에 따라 CPM 특성은 달라지는 경향이 있어 단지 길이 조정만으로도 샤프트 특성은 절단 전과는 다르게 변화될 수 있다.¹ 일반적으로 더 긴 비거리를 위

해선 스윙속도가 느린 골퍼에는 임팩트시 약간 높은 발사각도가 유리하고 빠른 골퍼의 경우 약간 낮은 발사각도가 유리한 것으로 알려져 있다. 따라서 lead deflection을 고려할 때 스윙이 느린 골퍼의 경우 더 유연한 샤프트를 스윙이 빠른 골퍼의 경우 더 강한 샤프트를 사용하는 것이 적절하다.

| 샤프트의 토크 |

샤프트의 버트쪽을 고정시키고 팁 끝으로부터 1.5인치 지점에 장비를 걸고 바깥쪽(radial)으로 15인치에 1lb의 추를 달아 회전된 각도로 표시하며 보통 4도 이하일 경우 low 토크, 이상일 경우 high 토크로 표시한다.¹ 실제 클럽헤드의 무게중심은 샤프트의 중심에서 몇 cm 정도 떨어져 있으며 이는 역시 다운스윙 시 클럽의 toe-down deflection과 함께 평균 0.5도의 클럽헤드의 닫힘이 발생시키는 것으로 알려져 있다.⁶ 이 또한 스윙스피드에 따라 그 정도가 좌우되며 따라서 스윙스피드가 빠른 골퍼들은 일관성을 위하여 낮은 토크의 샤프트를 선호한다.

| 샤프트의 벤드포인트 / EI Profile |

흔히 '킵 포인트'라고 알려진 벤드포인트는 현재 많은 제조사에서 샤프트의 특성을 표현하기 위하여

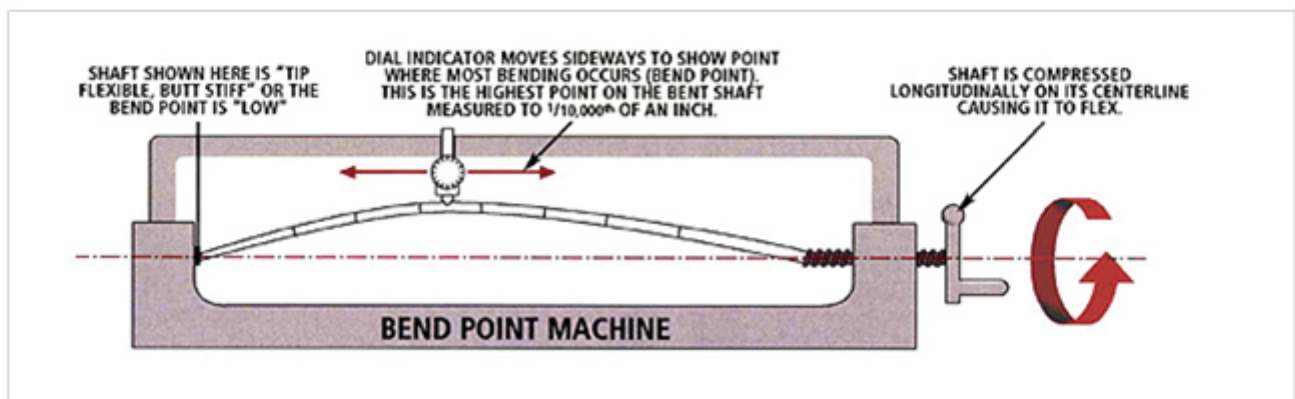


그림 5. 벤드포인트 측정기의 모식도⁹

사용한다. 원래 클럽제작 시 전체 샤프트에서 팁섹션의 특성(얼마나 부드러운지 얼마나 뻣뻣한지) 등을 구분하기 위한 도구로 사용되었다고 한다. 이는 실제 측정법 자체가 샤프트의 양쪽 끝에 약 1/4-1/2인치 정도 압력을 가하여 가장 많이 휘어지는 점과 그 전위 정도를 일컫기 때문이다(그림 5). 이 압착테스트에 의해 결정된 벤드포인트가 실제 다이내믹한 스윙 시 킥 포인트가 되는가로 연결시키기엔 변수가 너무 많다. 샤프트의 다른 특성이 완전히 동일한 상태에서 벤드포인트만 다르다면 흔히 설명되듯 하이킥 샤프트는 로우킥 샤프트에 비하여 낮은 탄도를 만들 것이다. 물론 벤드포인트가 실제 스윙 시 킥 포인트가 된다는 가정에서이다. 또 하나는 하이, 미들, 로우 킥 포인트가 실제로는 샤프트 팁에서 약 18~25인치 지점, 즉 샤프트의 중간부터 팁 쪽으로 치우쳐 좁게 존재한다는 사실이다.

최근 샤프트 EI profile 또한 소개되고 있다. EI profile이란 E(modulus of elasticity)와 I(area

moment of inertia) 두 용어의 조합으로 샤프트의 특정 지점에서의 샤프트의 강도이며 실제로는 팁에서 6인치부터 매 1인치마다 측정하여 각 지점의 휨을 그래프로 표시하게 된다(그림 6). 이는 미국의 유명 피터인 Russ Ryden에 의해 제작되어 판매되고 있다. 클럽을 제작하고 피팅하는 과정에서 일관성이 나 여러 클럽의 매칭 과정에서 이용되고 있으나 일반 골퍼의 입장에서 클럽간에 벤딩 특성을 비교 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.¹⁰

| 결론 |

골프에서 꾸준한 연습과 교육을 통한 스윙메커니즘의 향상과 일관성의 유지가 그 무엇보다도 우선한다는 사실은 변함이 없음에도 장비에 대한 관심과 열정은 오히려 아마추어 골퍼가 더 높을 수 있다. 유명 골프회사들이 매년 새로운 기술로 출시하는 'new' 장비들과 최근 들어 월등히 관심이 증가하고 있는 피팅 시장 등이 이를 증명한다. 필자가 여기서

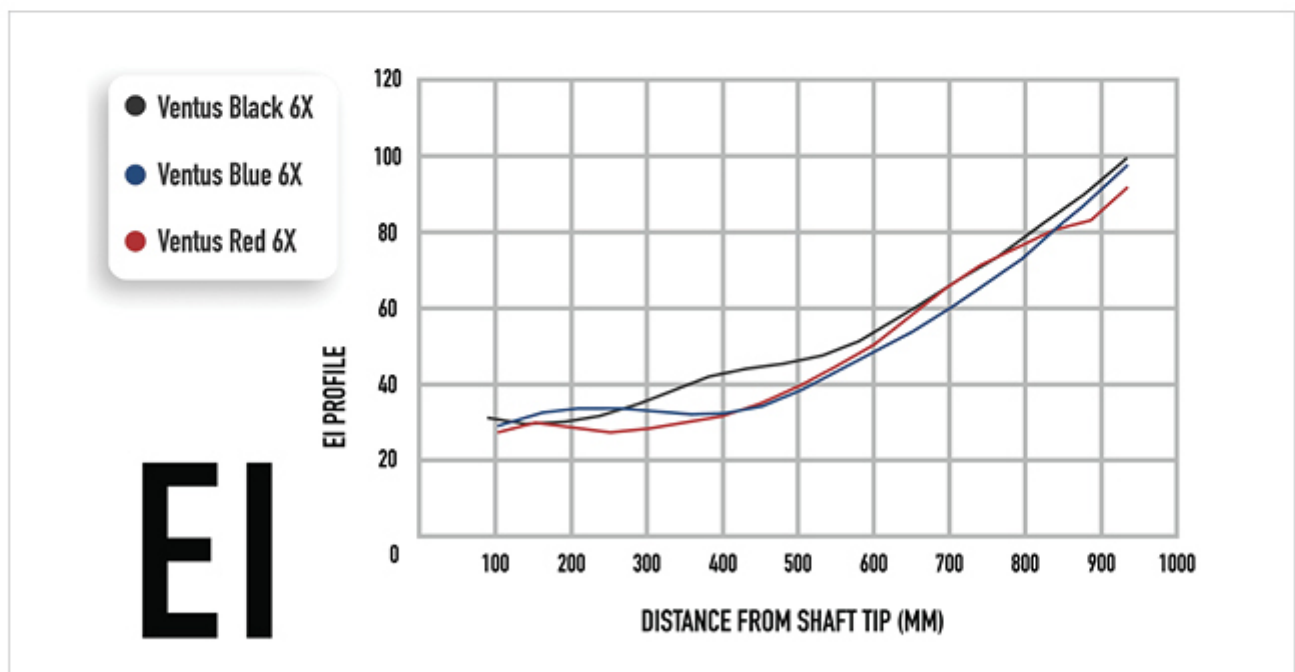


그림 6. Fujikura사의 Ventus 샤프트의 모델별 6X의 EI profile. Ventus Red 모델이 상대적으로 부드러운 tip 섹션을 가지며 black 모델의 경우 전체적으로 stiff함.¹¹

언급한 내용들은 골프 장비의 특성들 중 극히 일부
 분이다. 이외에 수많은 장비 및 부품들이 상호연관
 되고 특히 골퍼 자신이라는 실제 스윙에서 가장 주
 요한 변수가 존재하기 때문에 이들을 어떻게 조합
 하고 각 개인에게 적용하는가 하는 문제는 전적으
 로 전문가들의 영역이라 할 수 있다. 다만 실제 제
 품을 구매하거나 피팅 시에 용어와 설명들을 이해
 하는 데 도움이 될 것으로 기대한다. JoinOS

References

1. 박영진, 전재홍, 박성진, 김보식, 박경연, 김근환, et al. 골프기술 향상을 위한 클럽피팅: 대한미디어; 2017.
2. Sikri T. Mechanics of Golf Club and Ball Materials 2018.
3. 골프의 기원. Available from: http://kjga.or.kr/index/menu_outline/outline_history/history.
4. A Review of Driving Distance– 2020. 2021; Available from: <https://www.usga.org/content/dam/usga/pdf/RSI/distance-insights-2021-docs/2020%20Distance%20Report%2026-01-2021.pdf>.
5. Mackenzie S, Sprigings E. Understanding the mechanisms of shaft deflection in the golf swing. Sports Engineering. 2009 03/01;12:69-75.
6. Penner AR. The physics of golf. Reports on Progress in Physics. 2003 , 2002/12/20;66(2):131-71.
7. Tutelman D. Focal Plane Distortion of Shaft Bend. 2011; Available from: <https://www.tutelman.com/golf/measure/focalPlaneDistortion.php>.
8. Lacy TE, Yu J, Axe J, Luczak T. The Effect of Driver Mass and Shaft Length on Initial Golf Ball Launch Conditions: A Designed Experimental Study. Procedia Engineering. 2012;34:379-84.
9. Golf Club Building, Fitting, Repair. Available from: <http://bettergolfshot.com/shaft-flex-testing/>.
10. Ryden R. EI SHAFT PROFILING. 2015; Available from: <https://www.golfshaftreviews.info/golf-shaft-ei-profiling-korean/>.
11. Fujikura Ventus shaft. 2020; Available from: <https://fujikuragolf.com/woods/ventus>.