

다양한 기능을 요구하는 테니스화 인솔의 성능 분석

Performance Analysis of Tennis Shoe-Insole with Various Functions

*# 박자연¹, 김명훈¹, 이상진¹, 김민우¹, 김영창², 부진후²

*# J. Y. Park(jypark@kiflt.re.kr)¹, M. H. Kim¹, S. J. Lee¹, M. W. Kim¹, Y. C. Kim², J. H. Boo²

¹ 한국신발피혁연구소, ²(주)학산

Key words : Tennis, Stability, Cushioning, Non-slip

1. 서론

주5일제 근무와 소득의 향상에 따라 레저와 스포츠 활동이 증가하고 있고, 그에 따라 신체의 상해(특히 발과 하지의 상해) 및 이에 의한 비용도 증가하고 있다.

신체의 모든 활동은 발을 통하여 지면에 전이된다. 그래서 발은 방향 전환과 속도의 변화에 기인하여 지면반력을 생성하고 흡수하여야 한다. 이에 최근 들어 국내외에서는 해당 스포츠의 동작특성에 맞게 만들어진 스포츠 인솔이나 자신의 발에 맞게 제작되는 맞춤형 인솔을 구입하여 기존의 스포츠화에서 제공되는 인솔을 교체 사용하는 선수 및 동호인의 숫자가 증가하고 있는 추세다. 스포츠 인솔은 선수들 발에 가해지는 체중을 분산시키고 아치가 무너진 선수는 그 부분을 받쳐주고 잘못된 운동습관으로 발의 각도가 기준을 초과하는 선수들은 정상적인 각도로 돌려줄 수 있도록 웨지를 넣어서 교정의 역할을 한다. 특히 스포츠의 특성에 따라 압력점을 줄이고, 충격을 흡수하며, 하지의 통증을 완화하는데 도움이 되며, 발이 정상적인 각도로 돌아오면 몸의 자세가 바로 되고 자연스럽게 안정적으로 몸의 균형을 유지하여 상해 예방에 도움을 주게 된다.

특히 테니스는 격렬한 방향 전환과 빠른 동작으로 신체 관절의 구조에 높은 부하가 걸리는 스포츠이다. 테니스는 서브나 리시브, 그라운드 스트로크, 발리, 스매시 등 전후좌우의 대시와 스톱, 또 점프와 착지의 반복 등 많은 발의 기능을 요구하는 동작들로 인해 하체의 상해가 많이 발생하고 있다. 테니스 또한 상해를 방지하기 위해 다양한 기능을 요구하는 스포츠용 인솔이 있다.

본 연구에서는 다양한 기능을 가진 테니스화 인솔과 일반 인솔에 대하여 지면반력측정, 압력평가, 3차원 동작분석기를 이용한 동작분석평가를 수행하여 각 인솔들의 성능을 비교 분석하고자 한다.

2. 실험방법

실험은 10년 이상의 테니스 선수 경력을 가진 피험자가 인솔 착용 후 Fig. 1에 나타난 공격 동작인 백핸드 동작과 수비 동작인 백발리 동작을 피험자 별로 3회 반복 측정하였다. 피험자는 남자 5명으로 테니스화 사이즈는 270mm로 하였다.



offensive(back-hand) defensive(back-volley)
Fig. 1 Motion and Shoe in the experiment

Table 1 Information of Experimenter

나이 (Years)	신장(cm)	몸무게(kg)
42±5	171±2.4	70±2.4

본 연구의 피험자의 정보는 Table 1.에 나타나고, 실험에 사용된

인솔은 Fig. 2와 같다. 실험에 사용한 인솔은 VITRO의 일반 인솔, 충격흡수용 인솔, 안정성 인솔, 미끄럼방지 인솔을 사용하였고 인솔을 착용한 신발은 Fig. 1과 같다.



Fig. 2 Test-Insole in the Experiment

3. 실험 결과 분석 및 고찰

3.1. 지면반력 평가

지면반력에 대한 평가는 최대수직지면반력으로 인솔의 충격 흡수 성능을 평가하고, 지면반력에 대하여 순발력을 나타내는 접지시간과 인솔의 충격력 흡수 성능을 나타내는 최대수직지면반력, 인솔의 충격흡수에 대한 신체 부하 정도를 파악하는 최대부하율, 접지시 신발 및 인솔의 내외측 흔들림을 평가하는 좌우지면반력을 측정하여 비교하도록 한다. 실험 결과 비교는 SPSS를 이용하여 평균치 검정을 실시한다.

Table 2에 지면반력 평가에 대한 실험 결과를 나타내고 있다.

Table 2 Experimental Results

동작	인솔	접지시간 (s)	최대수직 지면반력(N)	최대부하율 (N/s)	최대좌우 지면반력(N)
공격	일 반	1.02	825.99	5185.01	179.32
	충격흡수	1.09	865.91	5082.30	172.82
	안정성	0.98	739.87	4120.93	176.02
	미끄럼	1.14	773.23	4573.32	167.00
수비	일 반	1.24	810.97	4016.92	134.92
	충격흡수	1.21	764.59	3695.30	132.85
	안정성	0.91	670.68	3341.69	115.81
	미끄럼	1.01	692.92	3473.69	90.01

1) 접지시간

접지시간은 동작에서의 순발력을 나타낸다. 접지시간이 짧으면 동일 동작에서 순발력이 양호하다는 것을 의미한다.

공격동작에서 안정성 인솔은 일반 인솔과 비교하여 약 3.8% 짧으나, 충격흡수용 인솔은 7.1% 그리고 미끄럼방지 인솔은 12.7% 더 길게 나타났다. 수비동작에서 접지시간은 일반 인솔에 비해 안정성 인솔은 18.8%, 충격흡수용 인솔은 26.8%, 미끄럼방지 인솔은 2.4% 정도 짧게 나타났다.

2) 최대수직지면반력

공격동작에서 최대수직지면반력은 일반 인솔에 비해 안정성 인솔이 10.4%, 미끄럼방지 인솔은 6.4% 적었으나 충격흡수용

인술은 4.8% 크게 나타났다. 수비동작에서 최대수직지면반력은 일반 인술에 비해 안정성 인술은 14.6%, 충격흡수용 인술은 17.3%, 미끄럼방지 인술은 5.7% 적게 나타났다.

3) 최대부하율

공격동작에서 최대부하율은 일반 인술에 비해 안정성 인술은 20.5%, 충격흡수용 인술은 2.0%, 미끄럼방지 인술은 11.8% 적게 나타났다. 수비동작에서 최대부하율은 일반 인술에 비해 안정성 인술은 13.5%, 충격흡수용 인술은 16.8%, 미끄럼방지 인술은 8.0% 적게 나타났다.

4) 최대좌우지면반력

공격동작에서 최대좌우지면반력의 범위를 보면 일반 인술이 179.3N, 안정성 인술이 176.2N, 충격흡수용 인술이 172.8N, 미끄럼방지 인술이 167.0N으로 나타났다. 수비동작에서 최대좌우지면반력의 범위를 보면 일반 인술이 134.9N, 안정성 인술이 90.0N, 충격흡수용 인술이 115.8N, 미끄럼방지 인술에서는 132.9N으로 나타났으나, 일반 인술에 비해 안정성 인술은 33.3%, 충격흡수용 인술은 14.2%, 미끄럼방지 인술은 1.5% 적게 나타났다.

3.2. 압력측정 평가

압력측정평가는 각 동작과 각 인술에 대한 부위별 압력을 측정하여 비교하였다. 압력으로 구분된 부위는 Fig. 3과 같이 발가락, 중족 및 아치 그리고 발뒤꿈치 3개의 영역으로 구분하였고 각 부위별 평균압력을 측정하여 비교하였다. Table 3에는 각각의 인술에 대한 부위별 평균압력을 나타내고 있다.

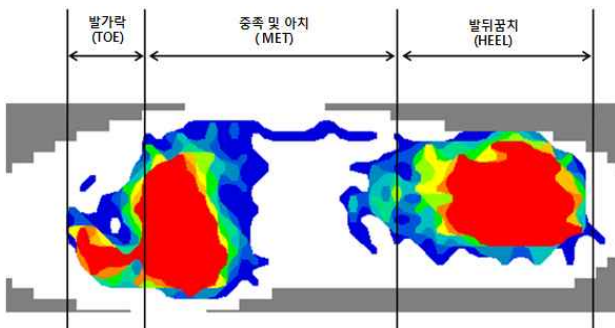


Fig. 3 Average Pressure in the foot

Table 3 Experimental Results (단위 : kg/cm²)

인술	일반 인술			충격흡수 인술			안정성 인술			미끄럼방지 인술		
	TOE	MET	HEEL	TOE	MET	HEEL	TOE	MET	HEEL	TOE	MET	HEEL
수비	1.2	1.2	1.5	1.4	1.2	1.3	1.9	1.3	1.8	1.3	1.7	1.3
공격	1.0	1.4	1.5	0.9	1.1	1.0	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.2

공격동작에서 발가락 부위의 평균압력은 일반 인술에 비해 안정성 인술은 10.0%, 충격흡수용 인술은 6.7% 적게 나타난 반면 미끄럼방지 인술은 30.0% 크게 나타났다. 중족과 아치(Met) 부위에서는 일반 인술에 비해 안정성 인술은 26.2%, 충격흡수용 인술은 19.1%, 미끄럼방지 인술은 4.84% 적게 나타났다. 발뒤꿈치 부위에서는 일반 인술에 비해 안정성 인술은 28.9%, 충격흡수용 인술은 35.6%, 미끄럼방지 인술은 17.8% 적게 나타났다.

수비동작에서 발가락 부위의 평균압력은 일반 인술에 비해 안정성 인술은 60.0%, 충격흡수용 인술은 17.1%, 미끄럼방지 인술은 14.3% 크게 나타났다. 발뒤꿈치 부위에서는 일반 인술에 비해 안정성 인술은 20.0% 크게 나타났으며, 충격흡수용 인술은 15.6%, 미끄럼방지 인술은 13.3% 적게 나타났다.

3.3. 동작분석 평가

동작분석은 신발 내부 발의 미끄러짐을 평가하기 위해 수행되었다. 그러나 신발 내부 발의 미끄러짐을 직접적으로 측정하기 어렵기 때문에 신발의 발가락 부위와 발의 발목 부위에 마크를 부착하여 VICON 3차원 동작분석기를 이용하여 발가락 부위(T)와 발목 부위(A) 사이의 거리의 변위(A-T distance)를 측정하였다. 각 피험자에 대하여 A-T간의 거리의 각 시행에 대한 최대값과 최소값을 구하고 그 차를 변위로 하였다.

Table 4 Variation of Distance between Toe and Ankle (단위:mm)

	일반인술	안정성인술	충격흡수인술	미끄럼방지인술	P
수비동작	13.19	10.82	12.12	10.04	<0.01
공격동작	18.39	13.75	14.89	13.26	<0.05

4. 결 론

본 연구에서는 테니스의 공격 동작(백핸드 동작)과 수비 동작(백발리 동작)을 할 때 일반 인술과 테니스화의 기능성 인술에 대하여 지면반력 평가, 압력측정 평가, 동작분석 평가 등을 수행하여 각각의 성능을 비교 분석하였다.

지면반력의 실험결과에 의하면 일반 인술보다는 기능성 인술에서 전체적으로 양호한 성능을 확인할 수 있었다. 특히 수비 동작에서 월등한 효과를 보이는 것으로 나타나 공격 동작에서 인술 착용의 효과를 증가시키기 위한 방안이 필요한 것으로 판단된다. 압력측정 평가의 결과에 의하면 미끄럼방지 인술의 발가락 부위를 제외하고 다른 기능성 인술의 각 부위에서 압력 분산에 긍정적인 효과를 보이고 있는 것으로 나타났다. 또한 신발 내부의 미끄러짐을 측정하기 위해 수행된 동작분석 평가의 결과에 의하면 기능성 인술이 일반 인술에 비교하여 신발 내부 발의 움직임이 적은 것으로 나타났다. 특히 미끄럼방지 인술은 다른 기능성 인술에 비해 발의 움직임이 더 월등하게 적은 값을 나타나 미끄럼 방지 성능이 매우 우수한 것으로 확인하였다.

후 기

본 연구는 중소기업청 중소기업기술혁신사업의 과제로 수행되었으며 이에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. 김영창, 부상 방지를 위한 테니스/배드민턴용 기능성 인솔의 개발, 중기청기술혁신개발사업 최종보고서, 2009.
2. 장정훈, 송명수, 김영식, "테니스로 인한 상해와 Taping의 효과에 대한 연구," 대한물리치료과학회지, 3, 943-950, 1996.
3. 정입숙, 안승찬, 이진복, 김한성, 김영호, "인솔형 국부 진단센서의 개발 및 보행 시 발바닥의 국부 진단력 측정," 한국정밀공학회지, 22, 213-221, 2005.
4. 김중진, 최상복, 차상은, "안전화 형태와 인솔착용 유무에 따른 보행동작시 하지부위에 대한 운동학적 부하 분석," 한국안전학회지, 23, 35-45, 2008.