

뉴스텝 보고 자료 요약

1. 족압 관련 정보 수집 및 가설 설정
2. 족압 측정 실험 및 분석
3. 족압 시뮬레이션
4. 결론

1. 족압 관련 정보 수집 및 가설 설정

✓ 스프링 사용 이유



<일반 신발>

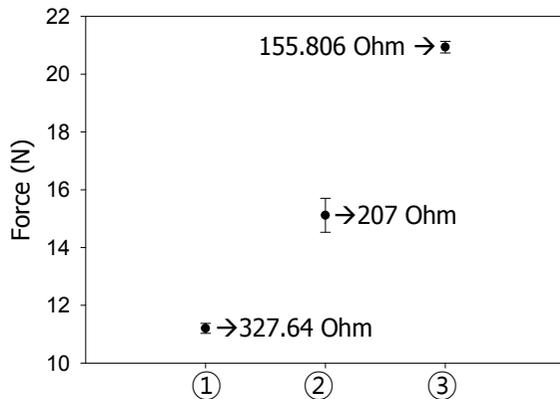
- 미드솔이 딱딱해 스펀지로 인솔 제작
- 폭신한 인솔은 체중을 이기지 못함
- > 발바닥에 가해지는 압력이 강해짐



<뉴스텝 신발>

- 스펀지와 비슷한 재료를 미드솔로 사용
- 밑창에 빈 공간과 스프링이 있음
- > 발바닥에 가해지는 압력이 적을 것

✓ 아치부 족압 분포 실험 결과



- 아치부에 스프링이 있는 신발의 경우 아치부에 하중이 더 걸리는 것을 확인
- 기능성 인솔을 이용한 경우 아치부에 걸리는 하중이 증가하는 것을 확인

2. 족압 측정 실험 및 분석

✓ 단순 비교 목표

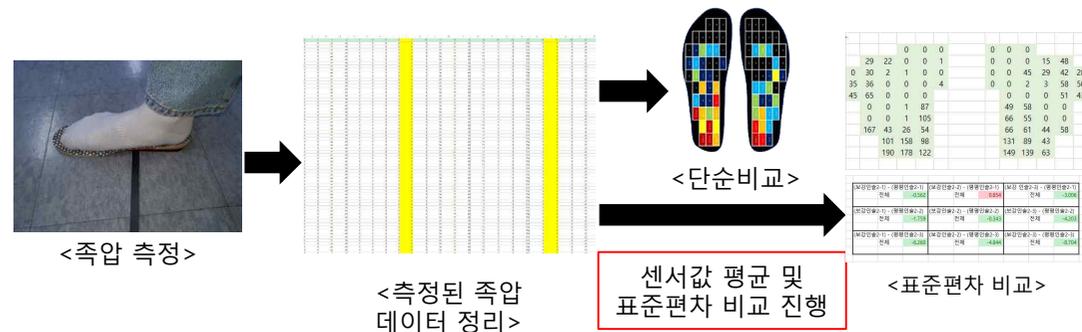
- 족압 분포를 쉽게 파악하고자 데이터를 발 모양 정렬 및 색을 입혀 시각화
- 센서값 기준 설정;



- 족압 분포가 균일해짐을 확인하기 위한 목표 설정;
- > 뒤꿈치의 센서값이 줄어들고 나머지 센서값은 증가하였는가?

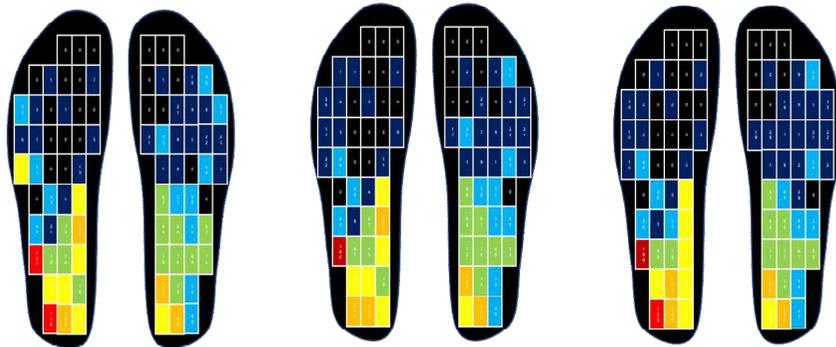
✓ 아치부의 보완을 통한 족압 분포

- 정확한 개선 정도를 파악하고자 족압 데이터에 대한 표준편차 비교 진행
- 표준편차의 크기가 작을수록 족압이 고르게 분포함
- 족압 분포가 균일하게 되는 것을 확인하기 위해 기준 설정;
- > 전체 센서값의 표준편차가 줄어들었는가?

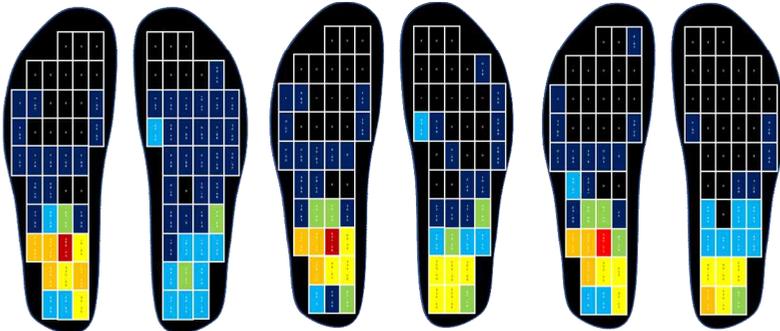
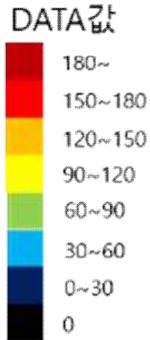


2. 족압 측정 실험 및 분석; 타사 제품에 대한 전체 족압 압력 실험 비교

- ✓ 아치부 보강 인솔을 넣은 Model 3와 타사 제품과의 단순 비교 결과
 - 'Model 3-아치부 보강 인솔', '타사 제품' 모두 **전체적인 센서값이 활성화되어**
두 모델 모두 발의 하중이 전반적으로 고르게 되는 경향을 보임



<Model 3-아치 보강 인솔>



<타사 제품-평평한 인솔>

- ✓ 아치부 보강 인솔을 넣은 Model 3와 타사 제품과의 표준편차 비교 결과
 - 족압이 고르게 분포하게 되면 측정된 족압의 표준편차가 작음
 - 두 제품 간 표준편차 비교 결과 타사제품이 상대적으로 작은 표준편차를 보이지만 **두 신발간의 전체 표준편차 차이가 전반적으로 크게 없음**을 확인

아치부를 보강한 인솔				아치부를 보강한 인솔				아치부를 보강한 인솔			
모델 3-1	모델 3-2	모델 3-3	모델 3-4	모델 3-1	모델 3-2	모델 3-3	모델 3-4	모델 3-1	모델 3-2	모델 3-3	모델 3-4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	3	0	0	27	9	9	20	0	0	3	26
6	1	0	0	24	23	9	7	9	0	0	3
11	31	0	0	3	53	1	9	11	0	0	44
0	43	5	101	0	31	50	66	107	4	40	0
42	21	78	142	88	69	54	63	51	53	67	86
177	72	74	98	70	74	69	75	73	69	74	72
94	115	78		123	73	54		53	74	124	
156	144	108		99	130	49		46	126	105	
ALL	합계	평균	표준편차	ALL	합계	평균	표준편차	ALL	합계	평균	표준편차
전체	3209.65	37.32152	44.7324	전체	3127.72	36.36886	43.2627	전체	3110.68	36.17065	45.345

<Model 3-아치 보강 인솔>의 센서값과 센서값 평균, 표준편차 정리

평평한 인솔				평평한 인솔				평평한 인솔			
타사제품-1	타사제품-2	타사제품-3	타사제품-4	타사제품-1	타사제품-2	타사제품-3	타사제품-4	타사제품-1	타사제품-2	타사제품-3	타사제품-4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	4	0	0	0	31	3	0	0
0	2	14	0	3	2	16	0	0	2	0	0
35	22	0	0	20	28	0	0	0	0	2	11
25	64	61	111	35	0	1	45	16	63	72	14
127	144	167	87	33	39	34	40	123	137	179	95
125	110	117		96	95	104		110	102	103	
34	54	93		128	116	88		35	24	83	
ALL	합계	평균	표준편차	ALL	합계	평균	표준편차	ALL	합계	평균	표준편차
전체	2195.79	25.53244	42.948498	전체	2284.724	26.56556	42.620563	전체	2110.538	24.54114	38.655225

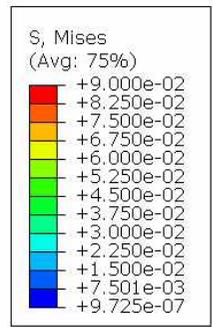
<타사 제품-평평한 인솔>의 센서값과 센서값 평균, 표준편차 정리

(타사제품) - (보강M3)	(타사-1) - (3-1)	(타사-1) - (3-2)	(타사-1) - (3-3)	(타사-2) - (3-1)
평균	-2.706	전체 -1.785	전체 -0.314	전체 -2.396
(타사-2) - (3-2)	(타사-2) - (3-3)	(타사-3) - (3-1)	(타사-3) - (3-2)	(타사-3) - (3-3)
전체	-0.642	전체 -2.724	전체 -5.078	전체 -3.608
				전체 -5.690

<타사 제품-평평한 인솔>과 <Model 3-아치 보강 인솔> 사이의 표준편차 비교

3. 족압 시뮬레이션; 족압 측정 실험 데이터와 비교

✓ 시뮬레이션, 실험 결과 비교 및 스프링 위치 비교



✓ 주요 상처 부위와 개선 목표

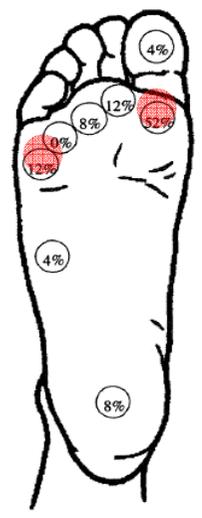
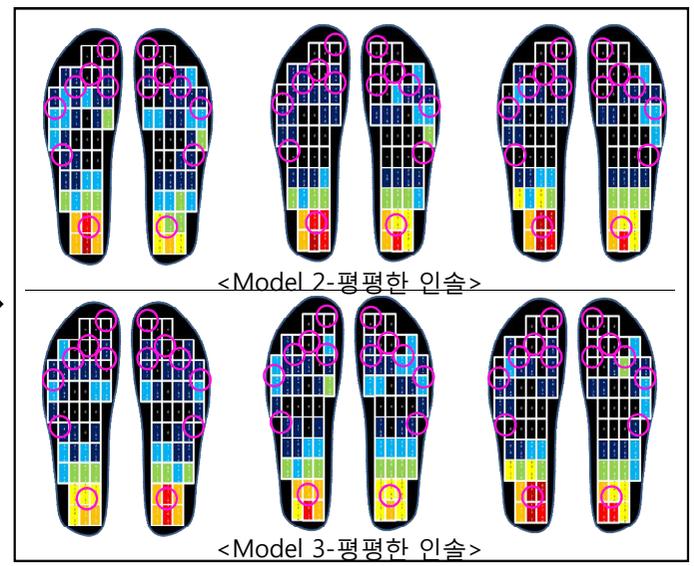
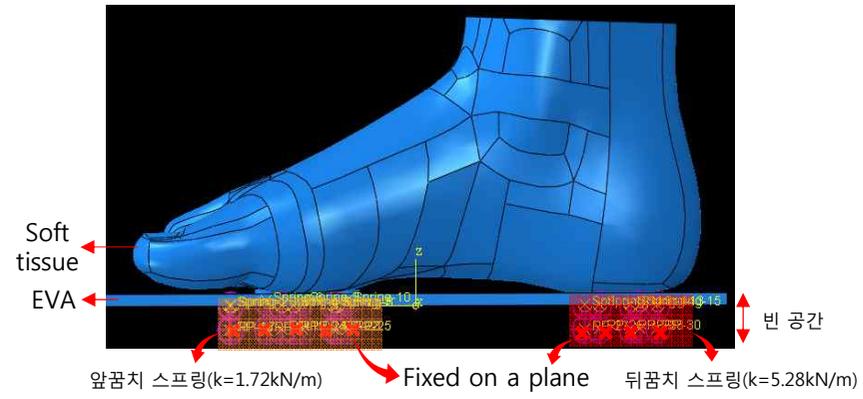


Figure 1. Wound location.



<시뮬레이션 결과> <Model3 족압 실험 결과> <Model3 스프링 위치> <논문에서 발췌한 당뇨 환자의 족부 부위별 상처 발생 확률(왼쪽)과 실제 족압 실험 결과와의 비교>



- 평평한 바닥에서 스캐닝한 발 모델을 사용하기에 입체적인 신발 바닥을 평평한 바닥으로 단순화
→ 아치부의 스프링은 제거 후 해석 진행
- 해당 조건의 시뮬레이션 결과를 실험 결과가 비교하여 매우 유사함을 확인
→ 스프링 재배치 모델링이 시뮬레이션으로 진행 가능함을 확인
- Model 3 신발의 실험 결과와 참고논문과 동일한 위치에서 국소부위 하중 발생
→ 바깥쪽 스프링 길이는 12mm를 유지하면서 하중 표준편차를 감소시키는 것을 목표로 설정

3. 족압 시뮬레이션; 스프링 개선사항 및 개선 시뮬레이션

스프링 번호	스프링 좌표				Origin d	재배치 전 Δd	재배치 후 Δd	재배치 전 $k \times \Delta d_1$	재배치 후 $k \times \Delta d_1$
	재배치 전 x	재배치 전 y	재배치 후 x	재배치 후 y					
1	-53.98	167.82	-53.98	167.82	10	3.573	3.664	6.146	6.303
2	-17.72	167.70	-27.72	167.58	10	3.422	3.701	5.885	6.366
3	8.99	178.28	(스프링 제거)		12	3.287		5.654	
4	-50.62	146.33	-50.62	146.33	10	4.006	4.004	6.890	6.886
5	-14.14	146.63	-24.08	141.51	10	3.743	4.113	6.439	7.074
6	14.96	158.42	0.02	153.24	12	3.398	4.036	5.845	6.942
7	-43.30	124.52	-43.30	124.52	10	4.478	4.429	7.702	7.617
8	-7.40	123.84	-7.40	123.84	10	4.145	4.171	7.129	7.174
9	18.57	138.39	8.57	138.27	12	3.615	4.326	6.218	7.440
10	17.87	119.79	17.87	119.79	12	4.045	4.208	6.957	7.238
11	-25.02	12.92	-25.02	12.92	10	5.499	5.358	29.033	28.292
12	0.00	19.39	0.00	19.39	10	5.429	5.344	28.666	28.216
13	-23.56	-8.80	-23.62	-3.80	10	4.967	5.029	26.224	26.555
14	0.00	0.00	0.00	0.00	10	5.164	5.117	27.266	27.016
15	-2.54	-16.09	-9.60	-11.17	10	4.513	5.069	23.831	26.764

(좌표가 바뀐 스프링)

(단위: mm)

(단위: N)

족압 표준편차	재배치 전	재배치 후	차이
전체	10.088	10.142	0.054
앞꿈치	0.661	0.443	-0.218
뒤꿈치	2.099	0.825	-1.274

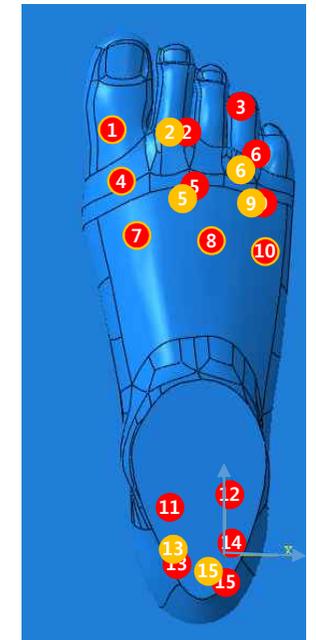
- 재배치 이후 표준편차가 작아짐
→ 국부적으로 하중을 받는 스프링의 위치를 개선하여
고른 하중 분포 유도
- 14번을 원점, 12번을 y축 위의 점으로 설정하여 좌표 표기

앞꿈치
k=1.72kN/m

뒤꿈치
k=5.28kN/m



<스프링 번호>



스프링 재배치 전 (red)
스프링 재배치 후 (yellow)

4. 결론

✓ 타사 제품과 뉴스텝의 '아치부 보강 인솔을 넣은 Model 3' 신발의 비교

- '아치부를 보강한 인솔을 넣은 Model 3' 신발과 타사 제품과의 족압 분포에 대한 비교 실험 진행
- 아치부 보강 인솔을 넣은 Model 3와 타사 제품을 비교한 결과 단순 비교 및 표준편차 비교 모두 신발 사이에 전체적인 표준편차 차이가 크게 나타나지 않음
- 단순 족압 비교 결과 두 제품 모두 뒤꿈치 국소 압력이 줄어들고 동시에 다른 영역의 센서값이 활성화되어 전체적인 센서값 표준편차가 줄어드는 것을 확인
- 두 제품 모두 전반적으로 센서값이 활성화되어 족압이 전반적으로 고르게 분포함을 보임

✓ 타사 제품과 비교되는 장단점

- 장점;
 - > 구두 형태의 뉴스텝 신발을 운동화와 비교함에도 불구하고 **뉴스텝의 '아치부 보강 인솔을 넣은 Model 3' 제품은 운동화에 견줄 정도로 고른 족압 분포도를 나타냄**
 - > **특히 뒤꿈치 부위의 족압 분포는 운동화보다도 족압 분포가 월등히 균질적임**
- 단점;
 - > 아치부를 개선한 인솔을 넣은 Model 3가 타사 제품에 비해 아치부에 하중이 집중되는 경향이 있지만, **운동화와 비교라는 점에서 크게 우려할 사항은 아님**

✓ 시뮬레이션과 족압 실험 비교

- 족압 측정 실험 결과와 시뮬레이션 결과의 유사함 확인 완료
- 실험결과와 시뮬레이션 결과에서 다른 경향을 보였던 신발 중심에 위치한 8번 스프링의 경우 신발 형상에 의한 문제로 판단되어 스프링 길이를 늘릴 경우 해결 가능
- 3번 스프링을 제거한 뒤 나머지 스프링의 위치를 최적화 할 경우 스프링이 제거가 되었음에도 전체 표준 편차의 변화가 없고, 오히려 앞꿈치와 뒤꿈치의 표준편차가 크게 개선 되어 부분적인 족압 분포의 개선을 확인
- 뉴스텝 신발의 경우 스프링을 통한 보강으로 기능적 내구도를 강화하였고, 연구실에서 진행한 시뮬레이션을 통해 스프링 개수 및 길이에 대한 개선안이 나타나는 등 족압 분포 균일화에 대한 최적화 모델을 통해 기존 신발의 족압 분포에 대한 장점에 내구도 강화라는 강점까지 갖게 됨