

편성물의 소리디자인을 위한 생리신호분석

김춘정, 조자영, 하치영, 조길수

연세대학교 의류환경학과

Physiological Signal Analyses for Designing Knitted Fabric Sound

Chunjeong Kim, Jayoung Cho, Jiyoung Ha, Gilsoo Cho

Dept. of Clothing & Textiles, Yonsei University

요 약

본 연구는 경편성물의 특성에 영향을 미치는 중요한 구조변수인 조직, 편환의 개폐여부, 가이드바의 상호 움직임 방향에 따른 소리특성과 생리적 반응사이의 관계를 파악함으로써 총합적 감성소재 설계를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 직물소리발생장치를 이용하여 7가지의 경편성물에 대한 마찰음을 녹음한 후, 이들 마찰음이 유발하는 생리반응을 측정하여 slow alpha파, fast beta파, ECG R-R, RESP, HF/LF, SCL, PV 등을 분석하였다. 조직에 따라서는 LPT, Loudness(Z), Roughness(Z)와 Fluctuation strength(Z) 가장 큰 Sharkskin에서 fast beta파, ECG R-R, RESP는 증가하였으며 slow alpha파, PV, HF/LF는 감소하였다. 편환의 개폐여부에서는 폐환보다는 개환에서 Loudness(Z), Sharpness(z), Fluctuation strength(Z)가 증가하였으며 RESP는 증가하고 HF/LF는 감소하여 개환이 더 불쾌한 감성을 유발하였다. 가이드바의 상호 움직임 방향은 counter보다는 parallel에서 slow alpha의 변화량이 감소하고 fast beta의 변화량이 증가하여 counter 보다는 parallel이 더 불쾌한 감성을 유발하는 것으로 보인다. 또한 편성물의 음향특성 중 ΔL , Δf 와 Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)가 생리반응을 예측하는 중요한 요인으로써 나타났다.

Keyword : 편성물의 마찰음, 물리적 소리특성, 심리음향특성, 생리반응

1. 서론

편성물은 직물과는 달리 3차원으로 굴곡된 편환으로 구성되어 있으므로 직물에 비하여 신축성, 통기성, 유연성, 내추성 등이 우수하다. 현재 직물과 편성물의 수요비율은 40대 60으로 내의, 화운테이션, 운동복, 캐주얼 의류, 유아용 의류 등에서 직물보다 편성물이 더 많은 수요를 차지하고 있으며¹⁾ 최근 캐주얼화의 경향으로 기능성과 쾌선성을 갖춘 의류를 선호함에 따라 니트웨어의 수요는 급속도로 증가하고 있다. 이와 같이 편성물은 고감성·고기능성의 차별화 된 편성제품개발이 요구되면서 청각적 감성을 만족시키는 연구도 요구되고 있다.

최근 다양한 직물의 마찰음에 대한 음색을 정량화²⁾하고 이 마찰음과 생리반응과의 관계를 파악하고자 하는 연구³⁾가 진행되면서 청각적으로 쾌한 직물을 개발하기 위한 데이터베이스 구축이 활발히 이루어지고 있으나 편성물에 대한 연구는 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 경편성물의 특성에 영향을 미치는 중요한 구조변수인 조직, 편환의 개폐여부, 가이드바의 상호 움직임 방향⁴⁾에 따른 소리특성과 생리적 반응을 분석하고 이들의 관계를 파악함으로써 편성물의 소리디자인을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 시료

100% Polyester를 사용하여 Reverse locknit, Double denbigh, Sharkskin의 세가지 조직을 편환의 개폐여부(lap form)와 가이드바의 상호 움직임 방향(direction of mutual guide bar movement)을 변화시켜 7가지 경편성물을 동일밀도로 제편하였다. 시료의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of specimens

Specimen	Fabric Name	Bar	Pattern	Lap form	Direction of mutual guide bar movement
RL1	Reverse Locknit	B2*	2-3 / 1-0	closed	counter
		B1**	1-0 / 1-2		
RL2		B2	3-2 / 0-1	open	counter
		B1	0-1 / 2-1		
RL3		B2	1-0 / 2-3	closed	parallel
		B1	1-0 / 1-2		
DD1	Double Denbigh	B2	1-0 / 1-2	closed	counter
		B1	1-2 / 1-0		
DD2		B2	0-1 / 2-1	open	counter
		B1	2-1 / 0-1		
SS1	Sharkskin	B2	3-4 / 1-0	closed	counter
		B1	1-0 / 1-2		
SS2		B2	1-0 / 3-4	closed	parallel
		B1	1-0 / 1-2		

* : back bar, ** : front bar

2.2 편성물의 마찰음 녹음과 분석

직물소리발생장치를 이용하여 편성물의 마찰음을 녹음하였다. 각 시료의 녹음된 소리는 Sound Quality Program을 이용하여 0~18,750Hz의 주파수범위에서 FFT분석으로 얻은 스펙트럼에 기초하여, 총음압(LPT), 음압차(ΔL), 주파수차(Δf)를 계산하여 편성물의 음색을 정량화하였다. 또한 Zwicker의 심리음향학적 파라미터인 Loudness(z), Sharpness(z), Roughness(z)와 Fluctuation strength(z)를 계산하였다.

2.3 생리적 반응 측정 및 분석

뇌파의 측정은 Neurodata Acquisition System과 MP 100WS를 사용하여 전두엽과 두정엽, 측두엽, 후두엽 부위에서 각각 뇌파를 측정하였다. 자율신경계 반응은 Biopac amplifier를 사용하여 심전도(ECG), 피부전기활동(SCL), 혈류량(PV) 등을 측정하였다.

생리신호 분석은 AcqKnowledge를 사용하였다. 뇌파분석은 원자료를 FFT분석하여 slow alpha파, fast beta파의 주파수 대역이 차지하는 상대적인 출현량을 계산하였다. 자율

신경계 반응은 심장박동주기(ECG R-R), 호흡을(RESP), HF/LF, 피부전도수준(SCL), 혈류량(PV) 등을 분석한 후 소리 자극 전후 각각의 반응량을 비교하였다.

2.4 통계분석

통계분석은 SPSS 통계 패키지를 사용하여 편성물의 마찰음에 대한 물리적 소리특성과 심리음향학적 파라미터로부터 생리적 반응을 예측하는 요인을 추출하기 위하여 단계적 회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 분석

3.1 편성물 마찰음의 음향특성

Table 2는 각 편성물에 따른 물리적 소리 특성인 LPT, ΔL , Δf 와 심리음향학적 파라미터인 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation strength(Z)를 나타내고 있다.

Table 2. Sound characteristics of knitted fabrics

Specimen	Physical sound properties			Psychoacoustics parameters			
	LPT	ΔL	Δf	Loudness (Z)	Sharpness (Z)	Roughness (Z)	Fluctuation Strength (Z)
	(dB)	(dB)	(Hz)	(sone)	(acum)	(asper)	(vacil)
RL1	37.0	21.4	-18735.1	2.01	2.68	1.95	0.56
RL2	40.0	17.7	-17857.5	2.76	2.87	2.00	1.40
RL3	46.3	14.7	-2531.5	3.84	3.10	5.54	1.72
DD1	44.4	10.3	-18513.1	3.65	3.10	2.04	1.36
DD2	50.1	12.5	-1908.5	4.64	3.28	2.21	1.82
SS1	46.1	9.9	-18512.5	4.49	2.84	2.44	2.09
SS2	51.7	20.8	-18378.7	6.14	2.30	6.56	2.54

편환과 가이드바의 움직임 방향이 동일할 상태에서 조직을 변화시켰을 때, LPT, Loudness(Z), Roughness(Z)와 Fluctuation strength(Z)가 Reverse rocknit(RL1), Double denbigh(DD1), Sharkskin(SS1)의 순으로 증가하여 Reverse locknit가 가장 조용하고 부드러우며 Sharkskin이 가장 시끄럽고 거친 소리를 나타내었다. 편환의 개폐여부에 따라서는 개환(RL2, DD2)이 폐환(RL1, DD1)보다

Loudness(Z), Sharpness(z), Fluctuation strength(Z)가 증가하는 경향을 보여 폐환보다는 개환이 더 시끄러운 소리를 나타내었다. 가이드바의 상호 움직임 방향에 따라서는 counter(RL1, SS1) 보다는 parallel(RL3, SS2)에서 더 높은 Loudness(Z), Roughness(Z), Fluctuation strength(Z)를 가져 counter 보다는 parallel이 더 소리가 크고 시끄럽게 나타났다.

3.2 편성물 마찰음에 따른 생리적 반응

각 편성물의 마찰음에 대한 뇌파(slow alpha, fast beta)와 ECG R-R, HF/LF, RESP, SCL, PV 등의 생리적 반응의 변화량은 Table 3과 같다.

Table 3. Changes of Physiological responses evoked by rustling sound of knitted fabrics

Specimen	slow alpha (%)	fast beta (%)	ECG R-R (ms)	HF/LF (-)	RESP (BMP)	SCL (μS)	PV (%)
RL1	-0.710	-0.151	-43.293	0.069	0.857	-0.287	-0.024
RL2	-1.240	0.021	-13.079	0.028	1.000	-0.401	-0.028
RL3	-0.602	0.256	-16.781	-0.185	1.286	-0.489	-0.050
DD1	-1.379	-0.280	4.862	0.105	1.286	-0.200	-0.028
DD2	-0.396	-0.400	-4.885	-0.217	1.429	-0.397	-0.026
SS1	-0.935	0.405	13.435	-0.224	2.071	-0.416	-0.050
SS2	-1.509	0.861	-48.902	-0.232	1.500	-0.177	-0.025

조직에 따라서는 Reverse locknit(RL1), Double denbigh(DD1), Sharkskin(SS1)의 순으로 fast beta파, ECG R-R, RESP 등은 증가하였으나 slow alpha파, PV, HF/LF는 감소하였다. 이와 같이 Reverse locknit에서 가장 안정된 생리반응을 나타내었다. 편환의 개폐여부에 따라서는 개환(RL2, DD2)이 폐환(RL1, DD1)보다 RESP는 증가하고 HF/LF는 감소하여 개환이 더 불쾌한 감성을 유발하였다. 가이드바의 상호 움직임 방향에 따라서는 counter(RL1, SS1) 보다는 parallel(RL3, SS2)에서 slow alpha파가 감소하고 fast beta파가 증가하여 parallel이 더 불쾌한 감성을 유발하

는 것으로 보인다.

3.3 생리적 반응 관련 편성물의 음향특성

편성물의 마찰음에 따른 생리적 반응이 어떤 음향 특성과 관련이 있는지를 알아보기 위해 단계적 회귀분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Physiological responses explained by sound characteristics

Y	Regression Model	adjusted R ²
slow alpha	$Y - 0.00004 * \Delta f - 0.41$	0.48
fast beta	$Y - 0.20 * \text{Roughness}(Z) - 0.00003 * \Delta f - 0.90$	0.73
ECG R R	$Y - -4.68 * \Delta L + 56.21$	0.89
HF/LF	$Y - -0.20 * \text{Fluctuation strength}(Z) + 0.24$	0.61
RESP	$Y - 0.41 * \text{Fluctuation strength}(Z) - 0.039 * \Delta L + 1.27$	0.66

편성물의 음향특성 중 ΔL , Δf 와 Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)가 생리반응을 예측하는 중요한 요인으로 나타났다. Δf 가 감소하고 Roughness(Z)가 증가할수록 fast beta파가 증가하여 불쾌한 감성을 유발하였다. 또한 ΔL 가 감소할수록 ECG R-R은 증가하고 Fluctuation strength(Z)가 증가할수록 HF/LF는 감소하고 RESP는 증가하여 쾌한 감성을 유발하는 것으로 보인다. 이와 같이 Δf 는 증가시키고 ΔL , Roughness(Z)와 Fluctuation strength(Z)를 감소시키므로써 쾌한 편성물 소리를 디자인 할 수 있을 것이다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 편성물의 마찰음에 의해 유발되는 뇌파와 자율신경계의 반응을 측정하여, 편성물의 소리특성이 생리적 반응에 미치는 영향을 파악하였다.

Reverse locknit, Double Denbigh, Sharkskin 중에서는 LPT, Loudness(Z), Roughness(Z)와 Fluctuation strength(Z)가 가

장 큰 Sharkskin에서 fast beta파, ECG R-R, RESP는 증가하였으며 slow alpha파, PV, HF/LF는 감소하여 가장 불쾌한 감성을 유발하였다. 편환의 개폐여부에 따라서는 폐환보다는 개환에서 Loudness(Z), Sharpness(z), Fluctuation strength(Z)가 증가하였으며 RESP는 증가하고 HF/LF는 감소하여 개환이 폐환보다 더 불쾌한 감성을 유발하였다. 가이드바의 상호 움직임 방향에 따라서는 counter 보다는 parallel에서 slow alpha파가 감소하고 fast beta파가 증가하여 parallel이 더 불쾌한 감성을 유발하는 것으로 보인다. 또한 편성물의 음향특성 중 ΔL , Δf 와 Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)가 생리반응을 예측하는 중요한 요인으로써 나타났다.

이와 같이 편성물의 조직이나 편환의 개폐여부, 가이드바의 상호 움직임 방향을 조절함으로써 소리특성과 이에 따른 생리반응을 다르게 유도할 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- 1) 산업자원부, "차별화 섬유소재 기술개발전략 수립에 관한 연구", 2001.
- 2) Yi, E., and Cho, G., "Fabric Sound Parameters and Their Relationship with Mechanical Properties", *Textile Research Journal*, 70(9), 828-836, 2000.
- 3) Cho, J., Yi, E., and Cho, G., "Physiological Responses Evoked by Fabric Sounds and Related Mechanical and Acoustical Properties", *Textile Research Journal*, 71(12), 1068-1073, 2001.
- 4) Yoon, H.S. and Park., S.W., "Two Guide Bar Warp Knit Fabric Characterization from Mechanical Properties using Mathematical Analysis", The 6th Proceeding of Asian Textile Conference, 2001.