

뇌파 · 심전도 분석을 통한 노년기 여성의 의복 착용 쾌적성 평가

방하연 · 김희은[†]

경북대학교 의류학과/경북대학교 장수생활과학연구소

Assessment of the Wearing Comfort of Clothing for the Elderly Women by EEG and ECG Analyses

Ha Yeon Bang and Hee Eun Kim[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University/Center for Beautiful Aging, Kyungpook National University; Daegu, Korea

Abstract : This study examined the clothing wearing comfort of elderly women by electroencephalogram (EEG) and electrocardiogram (ECG) analyses. This study utilized 7 elderly individuals aged 65 or more. Two kinds of clothing ensemble (control and prototype) were used as experimental clothing. The control consisted of a general clothing ensemble and the prototype consisted of clothing that added an extra gap. Subjects wore the control or prototype from 9:00 to 21:30 and EEG and ECG signals were measured in the last 30 minutes. The EEG analysis showed that relative band power of a and α /high β were higher when they wore the prototype rather than the control. The ECG analysis showed that absolute band power of HF was higher; however, absolute band power of LF and LF/HF was lower when they wore the prototype rather than the control. Subjects felt less stressful and more comfortable when they wore the prototype. The results demonstrate the necessity to develop clothing in consideration of the body changes in elderly women. It is significant that the assessment of wearing comfort was aided by the use of EEG and ECG analysis in the field of clothing and textiles.

Key words: wearing comfort(착의 쾌적성), electroencephalogram(EEG:뇌파), electrocardiogram(ECG:심전도), clothing for the elderly(노인복), body change(체형변화)

1. 서 론

우리나라는 65세 이상 실버세대의 인구가 2000년도에 이미 전체 인구의 7%를 넘어 고령화 사회에 진입하였고, 2018년이 되면 전체 인구의 14%를 넘는 고령 사회로, 2026년경에는 전체 인구의 20%를 넘어서는 초고령 사회가 될 것으로 전망되고 있다("Baby Boomer's Yesterday", 2010). 이와 같은 급격한 인구 구조의 변화에 따라 '실버 시장'에 대한 관심이 크게 증가하여 건강용품, 생활용품 등과 같은 다양한 분야에서 노년층을 대상으로 한 연구 개발이 이루어지고 있다.

그러나 의류업계에서의 실버마켓 형성은 아직 체계적으로 자리 잡지 못한 실정이다. 실제로 60대 이상의 노년층만을 대상으로 하는 전문 의류 업체는 고급 맞춤복 전문점 정도이며, 전체 의류산업시장규모에 비해 극히 미약한 수준이다(Chung, 2005). 또한 현재 노년층을 대상으로 한 브랜드들은 노년층의 체형 및 치수범위를 정확히 반영할 수 있는 업체 공통의 표준

치수체계를 갖추고 있지 못한 실정이다(Chung et al., 2004). 따라서 노년층을 대상으로 한 의류의 대부분이 노년층의 신체 변화에 대한 구체적인 고려 또는 노년층의 맞춤새 선호 경향에 대한 고려 없이, 젊은층의 패턴을 기준으로 단순히 그레이딩하여 빅 사이즈 위주로 판매되는 경우가 대부분이다.

의류브랜드의 사이즈체계에 반영되어야 할 실버세대의 체형 변화는 나이가 들수록 등과 어깨 부분에 살이 찌고 등이 등골게 굽어 등길이가 길어지며, 가슴이 쳐지면서 벌어지고, 허리와 엉덩이의 너비와 두께가 커지는 것과 같은 특징이 있다(Jackson & O'Neal, 1994; Kim & Lee, 2010; Siu & Fan, 1999). 따라서 노년층이 이러한 신체적 변화가 반영되지 않은 기성복을 구입할 경우 맞춤새에 문제가 있을 것으로 예상되며, 의복압, 관절가동역 등에 영향을 미쳐 신체적 · 정신적 착용 쾌적감에 부정적인 효과를 줄 것으로 예상된다.

의복압으로 인한 신체적 · 정신적 영향에 관한 연구로는 의복압이 타액, 근육활동, 호흡, 맥박, 순환계, 피부 등에 미치는 부정적 영향에 관한 연구(Jung & Ryu, 2002; Na & Lee, 2010; Tokura, 1989) 등이 있다. 노년기의 신체적 변화와 노화에 따른 저항력 약화를 고려할 때, 이러한 의복압의 영향력은 노년층에게 더욱 크게 작용할 것이다.

[†]Corresponding author; Hee Eun Kim
Tel. +82-53-950-6224, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: hekim@knu.ac.kr

한편 노년층의 관절 가동역에 관한 연구로는 연령에 따른 어깨, 엉덩이, 무릎 부분의 관절 가동범위에 관한 연구, 관절 가동역과 유연성, 균형감과의 관계에 관한 연구(Chiacchiero et al., 2010; Nonaka et al., 2002; Um & Yang, 2001) 등이 있다. 이러한 노년층 관련 관절 가동역 연구에서는 대체적으로 가령에 따라 관절 가동역이 감소함을 나타내고 있으며, 따라서 노년층에게 있어서 체형 변화가 고려되지 않은 의복의 착용은 젊은층에 비해 신체 활동에 더욱 큰 제약을 가져다주는 것과 함께 의복 착용 쾌적감에 부정적 영향을 미칠 것이다.

의복으로 인한 쾌적성을 평가하는 방법으로 주관적 감각 평가와 인체생리반응평가 등이 있는데, 의복에 의한 구속감이나 온열환경에 의한 스트레스가 클 때에는 결과가 확실히 얻어지나, 일반적인 조건하에서는 감정이나 생리 반응에 큰 변화가 없고 미묘하기 때문에 미세한 변화를 포착할 수 있는 정밀도가 높은 장비와 평가 방법과 해석 기술이 중요하다(Hong & Hong, 1998). 따라서 쾌적감 측정을 위해 최근 많이 이용되고 있는 객관적 · 비침습적 연구 방법이 뇌파(EEG; Electroencephalogram) 측정을 통한 중추신경계의 반응 연구와, 심전도(ECG; Electrocardiogram) 측정을 통한 자율신경계 반응을 연구하는 것이다.

뇌파와 심전도는 신체의 생리적 반응과, 심리적 상태, 스트레스 상태 등의 분석을 위해 다양한 분야에서 이용되고 있는데, 뇌파 분석을 이용하여 Kim(2011)은 뇌파의 각 주파수 영역별 파워 분석을 통해 시각적 자극에 의한 뇌파 기반 생체신호에 관한 연구를 하였고, Suh et al.(2011)은 생리적 감증을 통한 뉴 실버세대의 컬러이미지 선호도를 분석하였다. 또한 심전도 분석을 이용하여 Yang et al.(2009)은 패치형 심전도 전극을 이용하여 스트레스 상태를 평가하였으며, Shim and Lim(2012)은 기공수련자의 기분 상태를 파악하였다. 따라서 의류학 분야에서도 뇌파와 심전도의 사용을 통해 의복 착용에 따른 신체의 반응과 정신적 쾌적감을 평가 하는 연구가 요구된다.

본 연구에서는 뇌파와 심전도의 측정을 통하여 노년기 여성의 일반적인 의복 착용 시와 체형 변화, 관절 가동역 등을 고려하여 여유분이 수정된 의복 착용 시의 중추신경계와 자율신경계의 활성 특징을 비교하여, 신체의 스트레스 정도를 파악하고, 이를 통해 의복 착용 쾌적성을 평가하고자 한다. 본 연구를 통하여 쾌적한 노년기 여성용 의복 제작에 기초자료로 활용

할 수 있을 것이다.

2. 연구방법

본 연구에서는 노년기 여성을 대상으로 일반적인 의복 착용 시와 체형 변화, 관절 가동역 등을 고려하여 여유분을 더하는 방법으로 수정된 의복 착용 시의 착용 쾌적성을 평가하기 위하여 뇌파 측정과 심전도 측정을 실시하였다.

2.1. 실험의복

실험복은 일반적으로 사용되고 있는 패턴을 적용한 ‘control’과 control clothing을 기준으로 여유분을 더한 ‘prototype’을 사이즈별로 제작하여 실험에 사용하였으며, 복종은 블라우스, 재킷, 팬츠로 구성하였다. 각각의 디자인은 시판되고 있는 의복의 형태 중 가장 기본적인 형태인 프린세스라인의 플랫 칼라 블라우스와 2버튼 테일러드 칼라 재킷, 스트레이트형 팬츠의 형태로 하였고, 실험복의 자세한 형태는 Table 1에 나타내었다.

Control clothing과 prototype clothing에 대해 여유분 이외에 작용할 수 있는 요소들을 배제하기 위해 재킷, 블라우스, 팬츠 각각에 대해 소재, 디자인, 부자재 등을 모두 동일하게 적용하였으며, 피험자는 control clothing 착용 실험 시와 prototype clothing 착용 실험 시에 실험복 이외의 속옷, 양말, 신발은 동일한 것으로 착용하도록 하였다.

현재 노년기 여성이 많이 착용하고 있는 의복의 패턴은 주로 젊은층을 기준으로 제작된 기본 패턴을 단순히 그레이딩하여 사용하는 경우가 많아(Jung & Kim, 2006), 기성복의 크기는 의복의 둘레항목과 길이 항목이 연계하여 동시에 변화하는 경향이 있다. 한편 노년층 여성의 신체 변화는 길이항목이 감소하는 반면 둘레항목은 증가하는 경향을 보이므로 일반적인 기성복을 착용하게 될 경우 둘레항목에 대한 치수가 맞지 않아 의복압으로 인한 신체적 · 정신적 불쾌감을 겪게 된다.

따라서 본 연구에서는 노년층 여성을 대상으로 시판되고 있는 기성복 패턴에 대한 선행연구(Bae & Kim, 2007; Suh, 2006)를 참고하여(Table 2) 일반적인 의복인 control clothing을 제작하였다. 또한 control clothing을 기준으로 블라우스와 재킷에 대해서는 가슴둘레의 여유분과 암홀의 깊이를 더하고, 소매산의 높이는 낮추었으며, 팬츠에 대해서는 허리둘레, 엉덩이둘

Table 1. Clothing for experiment

Blouse		Jacket		Pants	
Front	Back	Front	Back	Front	Back
					

Table 2. Precedence studies about ready-made jacket patterns for elderly women

	Bae & Kim (2007)	Suh (2006)
Bust circumference	$B/4 + 2.5 \pm 0.5$	$B/4 + 2 \pm 0.2-0.5$
Scye depth	$B/4 + 0.5$	B/4
Sleeve cap height	$AH/4 + 4.7$	

Table 3. Size calculation method for making experimental clothing

	Control	Prototype	Total difference	
Blouse	bust circumference	$B/4 + 2$	$B/4 + 3$	+ 4.0
	scye depth	$B/4 - 0.5$	$B/4 + 1.5$	+ 2.0
	sleeve cap height	$AH/4 + 4.7$	$AH/4 + 3$	- 1.7
Jacket	bust circumference	$B/4 + 2.5$	$B/4 + 3.5$	+ 4.0
	scye depth	$B/4 + 0.5$	$B/4 + 2.5$	+ 2.0
	sleeve cap height	$AH/4 + 4.7$	$AH/4 + 3$	- 1.7
Pants	waist circumference	$W/4 + 0.5$	$W/4 + 1$	+ 2.0
	hip circumference	$H/4 + 1$	$H/4 + 2$	+ 4.0
	crotch length	$H/4 + 2$	$H/4 + 3$	+ 1.0

레, 밑위길이에 여유분을 더하여 의복압을 감소시킨 prototype clothing을 제작하였다. 실험복 제작에 적용된 부위별 치수산출식과 변화량은 Table 3에 나타내었다.

실험복 제작은 KS K 0055의 노년 여성을 위한 여성복 규정에 따라 블라우스와 재킷은 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레를 3cm단위로 변화시켜 3개 사이즈(66, 77, 88)로 제작하였고, 팬츠는 허리둘레를 기준으로 4가지 사이즈(28, 30, 32, 34)로 제작하여 각 피험자에게 알맞은 사이즈의 실험복을 입게 하였다.

2.2. 피험자

피험자는 만 65세 이상의 건강한 노년기 여성 7명으로 하였으며, 노년기의 연령 기준은 국민기초생활보장법, 노인복지법, UN인구통계, 우리나라 경로당 이용 연령 등을 참고하여 만 65세 이상으로 설정하였다. 각 피험자의 특성은 Table 4에 나타내었으며, 모든 피험자의 신장과 체중 등이 Size Korea의

Table 4. Physical characteristics of subjects

Subjects	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Bust (cm)	Waist (cm)	Hip (cm)	BSA(m2)	BMI
S1	75	157.0	65.0	100.0	92.0	102.5	1.66	26.4
S2	72	155.3	62.0	95.0	90.0	100.5	1.61	25.7
S3	72	155.7	61.0	95.0	91.0	95.0	1.60	25.2
S4	71	154.1	53.0	92.0	82.0	96.0	1.50	22.3
S5	76	157.5	62.0	97.0	91.0	99.0	1.63	25.0
S6	70	156.2	58.0	100.0	92.0	91.0	1.57	23.8
S7	78	151.8	59.0	96.0	95.0	104.0	1.55	25.6
Mean	73.43	155.4	60.0	96.4	90.4	98.3	1.59	24.9
SD	2.94	1.93	3.83	2.88	4.04	4.56	0.05	1.38

2010년 계측 자료 중 Table 5에 나타낸 노년기 여성이 포함되는 60~69세 여성의 평균 사이즈에 근접하게 선정하였다.

실험 전 피험자의 안전 및 권리 보호를 위해 실험의 윤리성과 타당성에 대해 대학 생명윤리심의위원회의 승인(KNU 2012 - 1)을 받았고, 피험자는 실험에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적인 의사로 실험에 참여하였다. 피험자에게 실험 전 높은 강도의 운동, 알코올 섭취, 흡연 등을 금하도록 하였고 일상적인 생활과 수면시간을 유지하도록 하였다.

2.3. 실험방법

일상생활 활동 시 착용한 의복의 영향을 파악하기 위하여 피험자들은 09시부터 21시 30분까지 control clothing 또는 prototype clothing을 착용하였다. 실험 시작과 함께 09시에 피험자의 기본사항을 파악하기위한 인체 치수를 측정 한 후 알맞은 실험복을 착용하도록 하였으며, 실험복 착용 후에 의복압을 측정하였다. 식사는 12시30분에 점심식사를, 18시에 저녁식사를 하도록 하였으며, 식사시간 사이 10시 30분과 15시 30분에 약간의 간식을 섭취하도록 하였고, 점심식사와 저녁식사 후에는 20분간의 가벼운 산책을 하도록 하였다. 실험복을 착용 한 상태로 정해진 일과를 거친 후 21시부터 21시 30분까지 의자에 앉은 상태에서 30분간 뇌파와 심전도의 측정을 실시하였다. 의복이 의의 영향을 최소화하기 위하여 실험이 진행되는 동안 일상생활과 유사한 활동을 하도록 하였고, 실험복 종류에 따른 2회의 실험에서 환경과 활동이 유사하게 이루어질 수 있도록 하였다. 구체적인 실험 스케줄은 Fig. 1에 나타내었다.

2.4. 측정항목

2.4.1. 뇌파

의복 착용으로 인한 쾌적성을 평가하기 위한 방법으로 PolyG-I를 이용하여 뇌파(EEG; Electroencephalogram)를 측정

Table 5. Size Korea's measurement data(2010)

	Height(cm)	Weight(kg)	BMI
Mean	152.3	57.8	24.9
SD	5.32	8.08	3.20

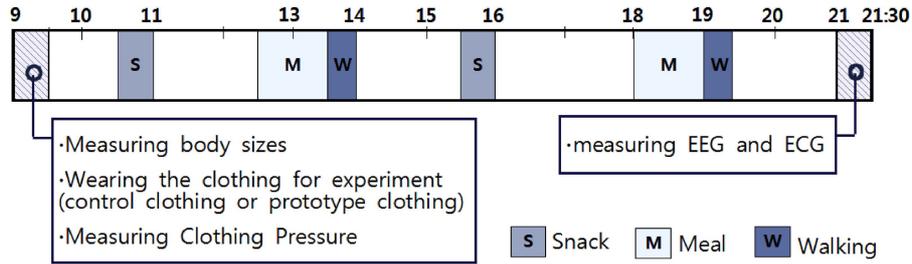


Fig. 1. A chart of experimental schedule.



Fig. 2. PolyG-I(LAXTHA Inc., Korea).

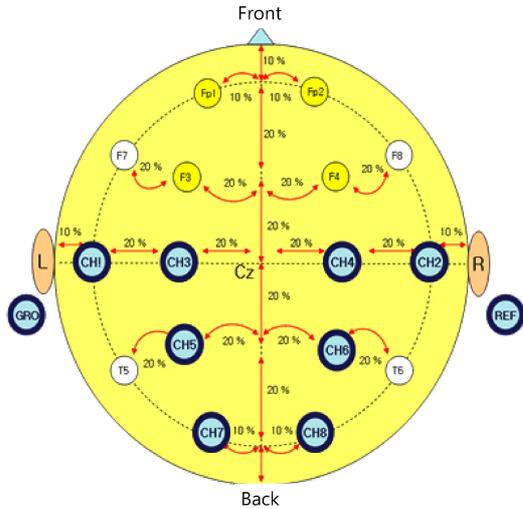


Fig. 3. The region for measuring EEG(International 10-20 Electrode System).

하였다(Fig. 2). 뇌파는 뇌의 활동에 따라 일어나는 전류 또는 그것을 두피 표면에 부착한 전극을 통해 도출·증폭하여 기록한 것으로, 각각의 주파수 성분을 분해하여 그 크기와 특징 분석을 통해 신체의 긴장과 이완의 미묘한 반응을 객관적·비침습적으로 연구할 수 있다.

전극의 부착 위치는 안정감과 편안함을 나타내는 α 파(8~13 Hz) 위주의 분석을 위해 10-20 국제 표준 전극 부착법과 선행연구(Hong & Joung, 2003; Lim, 2010)를 참고하여 두정

부와 후두부를 중심으로 8채널(CH1~CH8)을 부착하였고, 참조전극(REF)은 우측 귓볼 뒤, 접지전극(GRO)은 좌측 귓볼 뒤에 부착하였다. 자세한 전극 부착 위치는 Fig. 3에 나타내었다.

측정에 사용된 전극은 금으로 도포된 접시형태의 디스크전극이며, 전극이 잘 부착될 수 있도록 머리카락과 두피를 정돈한 후, 뇌파전용 전극풀(ElefixZ-401CE, Japan)을 이용하여 부착하였다. 부착된 디스크전극 위에 거즈를 덮어줌으로써 전극풀이 빨리 굳지 않고 두피 표면에 잘 고정되어 있도록 하였다. 또한 외부 요인에 의한 잡음을 최소화하기 위하여 측정 시간 동안 피험자들은 대화나 몸의 움직임을 최대한 자제하도록 하였고, 조용하고 편안한 환경을 유지하도록 하였다.

2.4.2. 심전도

의복 착용으로 인한 쾌적성을 평가하기 위한 방법으로 뇌파와 함께 심전도(ECG; Electrocardiogram)를 측정하였다. 심전도는 심장의 활동으로 생긴 작은 전위변화를 일정한 방법으로 유도·증폭하여 기록한 것으로 자율신경계의 제어를 받기 때문에 교감신경과 부교감신경의 활성도의 분석을 통해 신체의 스트레스 상태를 객관적·비침습적으로 연구할 수 있다.

PolyG-I(LAXTHA Inc., Korea)를 이용하여 뇌파와 동시에 심전도를 측정할 수 있으며, 측정에 사용된 전극은 스�냅전극을 일회용 전극에 연결하여 사용하는 형식으로, 전극을 양쪽 손목 안쪽에 부착하여 측정하였고, 접지전극은 뇌파 측정을 위해 부착한 것을 함께 이용하였다.

2.5. 자료분석

뇌파 및 심전도 데이터의 분석은 실시간 데이터 수집 및 시계열 분석 프로그램인 TeleScan(Ver. 2.0)을 이용하여 시간영역으로 수집된 데이터를 주파수 영역으로 변환시키는 수학적 처리과정인 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT)기법을 적용하여 주파수 영역대별로 파워스펙트럼화하여 분석하였다.

뇌파 데이터는 눈 움직임, 근전도, 주변 환경에 의한 잡음 혼입의 가능성이 많은 4 Hz 미만의 과형을 여과하여 제거한 후, FFT 기법을 통해 δ 파(0.5~4 Hz), θ 파(4~7 Hz), α 파(8~13 Hz), β 파(14~30 Hz), high β 파(20~30 Hz), γ 파(30 Hz 이상)와 같은 각 주파수 영역대별로 구성되는 정량적 데이터로 파워스펙트럼화하였다.

Table 6. Power spectrum analysis of electroencephalogram(EEG) with 2 kinds of clothing

	Control		Prototype		Rate of change (%)	p-value
	mean	SD	mean	SD		
Relative Band Power of α	0.15	0.065	0.21	0.128	+28.0	0.068
α /high β	2.12	1.242	2.95	2.346	+28.1	0.095

이러한 주파수 영역대 별로 구분된 뇌파는 각각의 특성을 가지는데, δ 파의 경우 주로 정상인의 깊은 수면 시나 신생아에게서 많이 나타나고, 눈 움직임에 의한 잠음의 주파수 영역과 거의 비슷한 특징이 있으며, θ 파는 정서안정에서 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타난다. α 파는 정신적 이완과 안정되고 편안한 상태에서 주로 나타나며, β 파는 긴장과 흥분상태에서 나타나는데, 특히 high β 파는 강한 정신활동 및 초조, 스트레스 상태에서 많이 나타난다. γ 파는 극도로 초조한 상태이거나 추리, 판단 등 고도의 정신활동 시 주로 나타난다.

본 연구에서는 신체적·정서적 편안함과 안정감 또는 스트레스 상태 등의 파악을 위하여 전체 주파수 영역대(450 Hz)에 대해 α 파가 차지하고 있는 비율인 α 파의 상대파워 값과, 스트레스 지수의 역 개념인 α 파에 대한 high β 파의 비율(α 파/high β 파)을 분석하였다.

심전도 데이터는 심전도 파장의 연속 중에서 가장 높은 피크인 R피크 간의 간격 변화 정도를 나타내는 R-R interval 변화 패턴을 파악하기 위하여 FFT 기법을 통해 R-R interval 변화 패턴으로부터 느리게 진동하는 성분의 파워(LF; low frequency, 0.040.15 Hz)와 빠르게 진동하는 성분의 파워(HF; high frequency, 0.150.4 Hz)를 각각 정량적 형식으로 파워 스펙트럼화하였다.

이러한 주파수 영역대 별로 구분된 심전도는 뇌파와 마찬가지로 각각의 특성을 지니고 있는데, LF는 교감신경계의 활동 지표로 긴장 시나 스트레스상황에서 활성도가 높아져 심박수 증가, 혈압 증가 등의 신체 반응을 일으키며, HF는 부교감신경계의 활동 지표로 편안하고 이완된 상태에서 활성도가 높아져 심박동수 감소, 침 분비 증가 등의 신체 변화를 일으킨다.

본 연구에서는 정량적 형식으로 처리된 데이터를 통해 교감신경계와 부교감신경계의 활성도를 파악하기 위하여 LF와 HF의 절대파워값과 HF에 대한 LF의 비율(LF/HF)을 분석하였다.

분석에 이용한 뇌파와 심전도 자료들은 통계분석 프로그램인 SPSS 10.1을 이용하여 전산처리 되었다. 모든 자료에 대해 평균과 표준편차를 산출하였으며, control clothing 착용 시와 prototype clothing 착용 시 간의 유의차 검증은 paired t-test를 사용하였고, 유의 수준은 5% 이내로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 뇌파

본 연구에서는 뇌파의 측정을 통해 전체 파장을 주파수 영역대별 성분으로 분리하여 α 파의 상대파워값과, high β 파에 대

한 α 파의 비율인 α 파/high β 파에 대해 분석하였다. Table 6은 피험자 7인의 α 파의 상대파워값과 α 파/high β 파에 대한 분석 결과이다.

주파수 영역대 별로 구분된 뇌파 중 α 파의 출현양이 상대적으로 많다는 것은 정신적으로 안정, 이완, 편안한 상태임을 나타내며, α 파의 출현양이 상대적으로 적다는 것은 정신적으로 긴장, 불안, 스트레스 상태임을 나타낸다고 할 수 있다. 또한 α 파는 뇌파의 전체 주파수 영역 중 정상 성인의 기초활동으로서, 뇌 활동의 중심 역할을 맡고 있으며, 잡파(artifact)의 영향을 적게 받아 전통적으로 인간행동에 대한 두뇌 좌·우 반구의 기능 상태를 판정하는데 이용되어 왔다(Butler, 1998; Glass, 1991; Park, 2004).

α 파와는 대조적으로 β 파(14~30 Hz)는 각성상태, 활동상태, 스트레스상태를 반영하는데, 특히 high β 파(20~30 Hz)의 출현양이 많다는 것은 긴장, 흥분 스트레스상태임을 나타내며, α 파에 대한 high β 파의 비율이 높아지면 스트레스 정도가 높은 것으로 판단하고 이를 스트레스지수(ST; Stress)로 활용하기도 한다(Park, 2004).

한편 뇌파의 파워값은 상대파워값과 절대파워값으로 표현할 수 있는데, 뇌파는 피험자의 두피와 두개골의 특징, 전극과 피부와의 접촉 상태 등에 따라 파형의 진폭이 조금씩 달라지며 진폭의 크기는 절대파워 값에 영향을 미치게 된다.

따라서 본 연구에서는 의복을 통해 느끼는 편안함의 척도로 α 파를 활용하여, α 파의 상대파워값을 분석하고, 의복을 통해 느끼는 정신적 안정감과 이완감의 척도로 스트레스 지수의 역 개념인 high β 파에 대한 α 파의 비율을 분석하였다.

의복을 통해 느끼는 편안함의 척도로 α 파를 활용하여, 잠음 혼입의 가능성이 많은 4 Hz 미만의 파형을 제외한 전체 주파수 영역 중 α 파가 차지하고 있는 비율인 α 파의 상대파워값을 분석한 결과, control clothing 착용 시 α 파의 상대파워값 평균이 0.15로 나타난 것에 비해 prototype clothing 착용 시에 α 파의 상대파워값 평균이 0.21로 28.0% 더 크게 나타나 prototype clothing 착용 시에 정신적으로 더 편안한 상태임을 알 수 있다.

스트레스 지수의 역 개념인 high β 파에 대한 α 파의 비율을 정신적 안정감과 이완감의 척도로 활용하여 분석한 결과, control clothing 착용 시 high β 파에 대한 α 파의 비율 평균이 2.12로 나타난 것에 비해 prototype clothing 착용 시에는 high β 파에 대한 α 파의 비율 평균이 2.95로 28.1% 더 크게 나타나 prototype clothing 착용 시에 정신적 스트레스가 적어 더 안정되고 이완된 상태임을 알 수 있다.

뇌파를 이용한 선행 연구에서는 Kim(2011)는 시각적 자극

Table 7. Power spectrum analysis of electrocardiogram(ECG) with 2 kinds of clothing

	Control		Prototype		Rate of change (%)	p-value
	mean	SD	mean	SD		
Absolute Band Power of LF (ms ²)	200.55	181.143	135.12	140.587	-48.4	0.238
Absolute Band Power of HF(ms ²)	42.86	35.831	118.78	235.087	+63.9	0.160
LF/HF	4.37	3.429	3.49	1.275	-25.4	0.337

매체로 그림을 이용하여 숲 그림을 보고있을 때 α파가 활성화되고 high β파와 high γ파가 감소하여, 신체가 이완되고 편안한 상태라고 분석하였고, Fink et al.(2005)과 Sauseng et al.(2005)의 과제가 복잡하고 어려울수록 α파의 감소량이 크게 나타난다고 분석하였다. 또한 실버세대를 대상으로한 연구로는 감성어휘를 통한 선호하는 컬러이미지에 대한 검증 결과 선호도가 높은 배색이 α파가 많이 나타나며 선호도 순위가 떨어지는 배색은 β파와 γ파가 많이 나타난다는 Suh et al.(2011)의 연구 등이 있다. 이러한 선행연구들은 의류분야와 직접적으로 관련된 연구는 아니지만, α파의 증가는 편안함, 안정, 이완상태를 의미하고, β파는 긴장과 스트레스 상태를 의미하는 것으로 뇌파의 각 주파수별 특징을 적용하여 신체에 대한 긍정적, 부정적 영향력을 판단한다는 점에 있어서는 본 연구와 그 적용 방법이 유사하다고 할 수 있다.

3.2. 심전도

본 연구에서는 심전도의 측정을 통해 R파크 간 간격의 변화 정도(R-R interval)를 분석하기 위하여 심박 간격을 분당 심박동수(cycle/min)단위로 변환한 HRV(Heart Rate Variability)를 주파수 영역대별로 분리하여 저주파 성분인 LF의 절대파워값(Absolute Band Power of LF), 고주파성분인 HF의 절대파워값(Absolute Band Power of HF), HF에 대한 LF의 비율인 LF/HF를 분석하였다.

Table 7은 피험자 7인의 LF의 절대파워값, HF의 절대파워값, LF/HF에 대한 분석 결과이다.

심전도는 심장의 활동으로 생긴 작은 전위변화를 일정한 방법으로 유도, 증폭하여 기록한 것으로 Fig. 4와같이 P, QRS, T파라 불리는 파의 형태로 연속되어 나타난다(Lee, 2010). 이 중 가장 높은 피크인 R파크 간 간격의 변화 정도를 분석하기 위해서는 HRV가 사용된다.

HRV의 분석에서 저주파 성분인 LF(0.04~0.15 Hz)는 압수용체 반사, 혈압조절 등에 의한 심박수 변화를 반영하고 주로 교감신경의 활동에 대한 지표로 사용되며, 고주파 성분인 HF(0.15~0.4 Hz)는 호흡, 만성스트레스 등을 반영하고 주로 부교감신경의 활동에 대한 지표로 사용된다. 한편 HF에 대한 LF의 비율인 LF/HF는 최근 자율신경의 조절 능력 평가를 위해 교감신경과 부교감신경의 상호작용의 지표로 많이 사용되고 있는데, 교감신경의 활동에 비례하고 부교감신경의 활동에 반비례하는 특성이 있어, 교감신경과 부교감신경의 활동성을 파악할 수 있다.

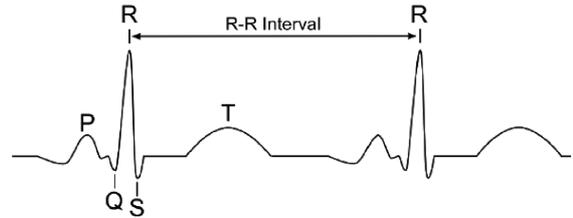


Fig. 4. The various peaks of ECG (Lee, 2010).

따라서 심전도 분석을 통해 교감신경계와 부교감신경계의 활성화 정도를 파악하여 의복으로 인해 느끼는 스트레스와 편안함의 정도를 파악하고자하는 본 연구에서는 LF의 절대파워값(Absolute Band Power of LF), HF의 절대파워값(Absolute Band Power of HF), LF/HF를 분석하였다.

의복을 통해 느끼는 스트레스의 척도로 LF 절대파워값을 교감신경계의 활성화도와 관련지어 분석한 결과, control clothing 착용 시 LF 절대파워값의 평균은 200.55 ms²인 것에 비해 prototype clothing 착용 시에는 LF 절대파워값의 평균이 135.12 ms²로 48.4% 더 작게 나타나, prototype clothing 착용 시에 교감신경의 활성화도가 낮으며 따라서 공격 · 방어적인 스트레스 정도가 비교적 낮은 상태임을 알 수 있다.

의복을 통해 느끼는 편안함의 척도로 HF 절대파워값을 부교감신경계의 활성화도와 관련지어 분석한 결과, control clothing 착용 시 HF 절대파워값의 평균은 42.86 ms²인 것에 비해 prototype clothing 착용 시에는 HF 절대파워값의 평균이 118.78 ms²로 63.9% 더 크게 나타나, prototype clothing 착용 시에 부교감신경의 활성화도가 높으며 따라서 비교적 편안하고 이완된 상태임을 알 수 있다.

이와 관련하여 Tokura(1989)의 연구에서는 의복압이 부교감신경계의 활동을 억제하여 인체의 타액 분비에 부정적 영향을 미친다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

LF/HF 비율을 분석을 통해 교감신경과 부교감신경의 활성화도를 비교분석한 결과, control clothing 착용 시 LF/HF 비율의 평균은 4.37인 것에 비해 prototype clothing 착용 시에는 LF/HF 비율의 평균이 3.49로 25.4% 더 작게 나타나, prototype clothing 착용 시에 부교감신경에 대한 교감신경의 활성화도의 비율이 낮으며 따라서 비교적 편안하고 이완된 상태임을 알 수 있다.

심전도를 이용한 선행연구로 Seong et al.(2004)는 스트레스 상황 제공시에 LF/HF값이 증가하는 경우를 높은 수준의 스트

레스 상태라고 판단하였으며, Yang et al.(2009)는 패치형 심전도 전극을 이용해 일상적인 상태와 스트레스 상태를 검증하는 실험을 통해 스트레스 상태에서 LF/HF비가 유의하게 증가한 것을 검증하였다. 또한 기공 수련자의 연구에서 LF/HF의 값이 유의하게 감소한 것은 외부 자극에 대한 자율신경계의 반응이나 스트레스 저항도가 강화되었음을 반영한다는 Shim & Lim(2012)의 연구 등이 있다. 이러한 선행연구들은 LF값의 증가는 스트레스, 긴장 상태를 의미하고, HF값의 증가는 편안함, 안정 상태를 의미하는 것으로 심전도 측정 결과를 자율신경계와 연관지어 신체에 대한 긍정적, 부정적 영향력을 판단하는 방법에 있어서는 본 연구와 유사하게 적용된다고 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 노년기 여성의 체형 변화로 인한 기성복의 맞음새 문제에 착안하여 노년기 여성의 일반적인 성인 여성용 의복 착용 시와 여유분을 더하여 수정된 의복 착용 시의 뇌파와 심전도를 측정하여 중추신경계와 자율신경계의 활성 특징을 분석하고, 신체의 스트레스와 이완의 정도를 파악하여 의복 착용 쾌적성을 평가하였다.

뇌파와 심전도 분석을 통한 착용 쾌적성 평가에서 prototype clothing의 착용 시 뇌파의 상대 α 파의 값과, high β 파에 대한 α 파의 비율(α 파/high β 파) 값이 모두 더 높게 나타났으며, 심전도의 HF값 또한 더 크게 나타났다. 그러나 LF값과 LF/HF값은 control clothing 착용 시에 더 크게 나타나는 결과를 보였다.

이러한 결과를 통해 신체의 중추신경계와 자율신경계의 반응을 종합하여 볼 때 여유분을 더하여 수정된 의복인 prototype clothing의 착용 시에 신체의 긴장과 스트레스 상태가 약화되며 편안하고 이완된 상태임을 알 수 있다. 따라서 노년기 여성의 신체적 변화를 고려하여 여유분을 더한 의복을 착용한다면 불편함과 스트레스가 완화된다는 것을 확인할 수 있었으며, 더 나아가 노년기 여성의 신체적 변화를 적용한 패턴 개발과 활용의 필요성을 알 수 있었다.

초고령 사회로의 진입에 따라 실버세대를 대상으로 한 의류 시장 또한 크게 활성화 될 것으로 전망되는 가운데, 노년기 여성을 대상으로 의복 쾌적성을 조사한 본 연구는 의미 있게 활용될 수 있을 것이다. 또한 지금까지 의류학 분야에서는 거의 활용되지 않았던 뇌파와 심전도 측정 방법을 통하여 객관적, 비침습적인 의복 착용 쾌적성 평가를 시도하였다는 점에서 큰 의의가 있을 것이다.

그러나 의복 착용으로 인한 중추신경계와 자율신경계에 대한 영향력을 보다 정확하게 파악하기 위해서는 보다 장기간의 의복 착용을 통한 연구가 필요할 것이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 의복의 종류 및 형태를 다양화한 후속 연구가 이루어진다면, 새로운 의복 착용 쾌적성 평가 체계를 확립할 수 있을 것이며, 나아가 실버 의류 시장의 발전에 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0013239).

References

- 'Baby boomer's yesterday, today and tomorrow by statistics'. (2010, May 10). *Statistics Korea*. Retrieved June 20, 2012, from <http://www.kostat.go.kr>
- Bae, J. H., & Kim, I. S. (2007). The development of jacket patterns for elderly women. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 31(7), 1008-1019.
- Butler, S. (1998). Alpha asymmetry, hemispheric specialization and the problem of cognitive dynamics. *Journal of Korean Neurol Association*, 21(3), 225-238.
- Chiacchiero, M., Dresely, B., Silva, U., DeLosReyes, R., & Vorik, B. (2010). The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 26(2), 148-155.
- Chung, S. H. (2005). The development about fashion trend reflection in a domestic and foreign silver brand. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(2), 1-17.
- Chung, S. H., Hong, B. S., & Moon, S. J. (2004). Research into the size system of madame silver brand in Korea. *Journal of Korean Living Science Association*, 20, 195-206.
- Fink, A., Grabner, R. H., Neuper, C., & Neubauer, A. C. (2005). EEG alpha band dissociation with increasing task demands. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 252-259.
- Glass, A. (1991). significance of EEG alpha asymmetries in cerebral dominance. *International Journal of Psychophysiology*, 11(1), 32-33.
- Hong, K. H., & Hong, S. A. (1998). The measurement and application of clothing comfort. *Fiber technology and industry*, 2(4), 451-469.
- Hong, S. B., & Joung, K. Y. (2003). Basic electrophysiology of the electroencephalography. *Journal of the Neurol Association*, 21(3), 225-238.
- Jackson, H. O., & O'Neal, G. S. (1994). Dress and appearance responses to perceptions of aging. *Clothing and Textile Research Journal*, 12(4), 8-15.
- Jung, S. H., & Kim, S. A. (2006). A research on the actual condition of silver apparel brands. *Journal of the Korean Society of Costume*, 56(4), 15-32.
- Jung, M. S., & Ryu, D. H. (2002). The effect of dynamic characteristics of knitted fabrics on the clothing pressure of foundation wear. *Journal of Korean Living Science Association*, 11(1), 79-93.
- Kim, G. Y., & Lee, J. R. (2010). Perception of women aged 50's and 60's for high functional silver wear. *Journal of Korean Society for Clothing Industry*, 34(8), 1392-1402.
- Kim, M. H. (2011). Experimental study about physiology signal based on EEG spectrum by visual stimulation. *International Journal of Plant Engineering*, 16(1), 61-66.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2010). *Report of the 6th anthropometry of size Korea*. Seoul: Government Printing

- Office.
- Lee, S. J. (2010). *Assessment of PVC (Premature Ventricular Contraction) arrhythmia by R-R interval of ECG* Unpublished master's thesis, Kunkuk University, Seoul.
- Lim, H. K. (2010). Influence of work difficulty variation on EEG characteristics related with human errors. *International Journal of Safety*, 25(3), 123-130.
- Na, Y. J., & Lee, D. W. (2010). Clothing pressure sensation and discomfort experience of skinny jean. *Journal of Korean Living Science Association*, 19(4), 655-665.
- Nonaka, H., Mita, K., Watakabe, M., Akataki, K., Suzuki, M., Okuwa, T., & Yabe, K. (2002). Age-related changes in the interactive mobility of the hip and knee joints: a geometrical analysis. *Gait and Posture*, 15(3), 236-243.
- Park, B. H. (2004). Study on the optimization of the brain by correlations between each of EEG bands. *Proceedings of the Korean Society of Jungshin Science, Fall Conference, Korea*, pp. 103-108.
- Sauseng, P., Kimesch, W., Schabus, M., & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International Journal of psychophysiology*, 57(2), 97-103.
- Seong, H. M., Lee, J. S., Kim, W. S., Lee, H. S., Yoon Y. R., & Shin, T. M. (2004). The analysis of mental stress using time-frequency analysis of heart rate variability signal. *Journal of Biomedical Engineering Research*, 25(6), 581-587.
- Shim, J. Y., & Lim, Y. J. (2012). Study of heart rate variability characteristics and mood states of gigong trainers by training period. *선도문화*, 12, 173-216.
- Siu, Y., & Fan J. (1999). Clothing preferences of elderly women in compairison with young females in Hong Kong. *Journal of the Textile Institute*, 90(1), 38-47.
- Suh, C. Y. (2006). Transactions: Development of jacket bodice pattern for elderly Women using 3D pattern design system. *Journal of Korean Society for Clothing Industry*, 8(5), 552-561.
- Suh, J. H., Choi, Y. N., & Seung, J. H. (2011). Research reports: An analysis of color image preference of new-silver generation based on physiological verification. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 17(2), 233-242.
- Tokura, H. (1989). Physiological significance of clothing and human health. *Proceedings of international symposium of clothing comfort studies in Mt. Fuji*. (pp. 203-222). Osaka, Japan: Japan Research Association for Textile End-Uses.
- Um, K. M., & Yang, Y. K. (2001). A study on shoulder joint ROM of the elderly. *The Korean Academy of Physical Therapy Science*, 8(2), 63-69.
- Yang, H. K., Lee, J. H., Lee, Y. J., Kim, K. S., Choi, H. K., Lee, K. H., Kim, D. J., & Lee, I. S. (2009). Estimate of stress condition by using patch type ECG electrode. *Proceedings of the Korean Society for Emotion & Sensibility, Spring Conference, Korea*, pp. 173-176.

(Received 2 July 2012; 1st Revised 24 August 2012;
Accepted 10 October 2012)