

나노 은을 이용한 전자파 차폐 직물이 뇌파에 미치는 영향

이수정 · 이태일

인제대학교 디자인연구소

A Study on the Effects of Electroencephalogram of Blocking Electromagnetic Wave Materials by using the Nano Silver

Su-Jeong Lee and Tae-II Lee

DID, Institute of Design, Inje University, Gimhae, Korea

Abstract : This study is one of the fundamental researches for the development of future smart clothing and textile products using silver(Ag) nano powder. Our study was focused on the blocking or insulating effects of nano-processed textiles from electromagnetic waves. Also, for the surveying of the actual effect to human body, we measure the variation of electroencephalogram which is an indication of human physical symptoms. Among various textiles in this experiment, nano silver processed case has shown the best blocking performance from the electromagnetic waves, which decreases depending on the distance. As a reference model of working environment, we setup the visual stimuli object on the computer that is a source of electromagnetic wave. The power spectrum distribution and the incidence of electroencephalogram was measured. The analysed data has shown that, with nano-processed textiles, β wave does not appear very often where β wave appears only to illustrate the stable states of human's body. However, as for the materials without nano processing, the ratio of γ waves in the total level of electroencephalogram becomes higher in spite of short exposure to visual stimuli in work environment, which shows that the worker becomes stressed. The β wave electroencephalogram of all materials is drawn in calcarine fissure of occipital lobe to show the convergent distribution, and stronger with block-processed Nano Silver Silk(NSS). The study based on the potential risks of human diseases such as physical fatigue by electromagnetic waves, and has shown that the application of Nano Silver textile for human uses require a proper particle size of it which would not penetrate cellular tissues, and a proper binder and binding treatment for it. However, it is highly required for back-up researches to verify various aspects in applying nano silver to textile products.

Key words : nano silver, electroencephalogram, brain mapping

1. 서 론

최근의 전자기술의 진보, 특히 디지털 기술의 발전에 따른 각종 전기 전자제품의 증가와 개발은 이들로부터 끊임없이 방출되는 불필요한 전자파가 인체에 직접적인 영향을 미쳐 장해를 일으키거나 디지털 기기의 오작동을 유발하고 산업기기의 오작동을 일으켜 산업재해를 유발할 수 있으며 생체리듬의 불균형을 가져오고 가임 여성들의 유산 및 기형아 출산과 혈액암, 뇌암 등 여러가지 질병들을 유발시킬 수 있다고 보고되고 있다(장학신, 1997; 김윤신 외, 1997; 김이배, 2000).

전자파의 건강장해는 컴퓨터 단말기의 화면작업을 오래하는 사람에게서 나타나는 시력저하와 망막 손상 증상등 VDT(Visual Display Terminal) 증후군 뿐만아니라 전자제품이나 전기시설을 많이 다루는 임산부들에게서는 임신율이 떨어지거나

기형아 출산율이 현저히 높다는 보고가 있으며, 전자파에 많이 노출될 경우 치명적인 백혈병과 암까지 발생한다는 연구가 보고되고 있다(이기준, 1996). 그러나 인체의 신호전달 매체가 전기이기 때문에 이들의 영향을 받는 것으로 예상은 되지만 현재까지는 거의 모든 연구들이 in-vitro 상태에서 연구되어지기 때문에 그 원인을 명확하게 규정하기란 굉장히 어렵고 인체에 어떤 영향을 미치는지 정확하게 규명되어 있지 않은 상태이다(박형준 외, 2001).

이 연구의 목적은 직장인의 컴퓨터 작업환경환경에서 전자기기 사용에 따른 전자파 발생으로 나타나는 인체의 건강장해와 인체를 보호하기 위한 방법으로 뇌파를 측정하여 인체에 미치는 영향을 감소시키고 전자파 차폐효과를 가진 섬유제품 개발과 미래 스마트 의류를 위한 기술개발의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 시료 및 자극물

시료 : 본 연구에서는 유비쿼터스 작업환경에서의 인체를 보

Corresponding author; Su-Jeong Lee
Tel. +82-55-320-3857, Fax. +82-55-328-3491
E-mail: julia_1025@hotmail.com

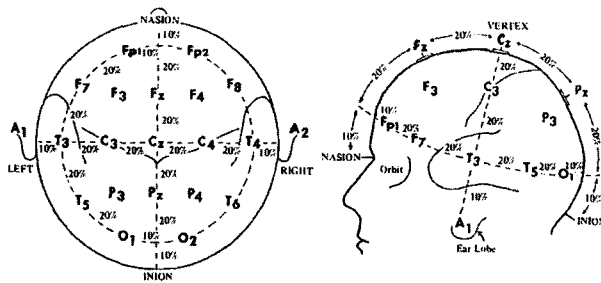


Fig. 1. 10-20(left) and MCN(Modified Combinatorial Nomenclature; right)System. F: Frontal, C: Central, P: Parietal, T: Temporal, O: Occipital, Fp: Frontal pole.

호하고 전자파차폐를 위한 새로운 소재개발과 전자파가 인체에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실크, 나노실버 복합사, 은사필름사, 골드필름사 등을 이용하여 교직물 4종류를 시직하였다. 또한 시직한 교직물에 전자파 차폐성능을 부여하기 위하여 2 종류의 교직물에 나노실버(1000ppm)를 습식코팅 하여 처리한 후 착의의복을 제작하였다.

자극물 : 본 연구에 제시된 자극물은 현대 직업인들의 유비쿼터스환경에서의 시각자극, 즉 컴퓨터 모니터의 작업환경을 설정하여 작업시간과 전자파 차단소재에 따른 신체자각 증상으로 뇌파전위를 측정하였다. 작업시간은 60분으로 자극물의 편차를 제어하고 통일감을 주기위하여 워드페이퍼를 리딩하는 것으로 제한하였다.

착의의복 : 셔츠형의 착의의복은 모든 피험자들의 인체치수를 고려하여 국민표준 체위조사 보고서를 참고로 남자 대학생의(가슴둘레: 89.9, 등길이: 43.8, 소매길이: 52.7) 치수를 기준하여 제작하였다.

피험자 : 피험자는 뇌파측정을 경험하지 않은 20대 대학생 남녀 각 2명으로 하였다.

2.2. 측정기기 및 측정항목

실험실 환경조건은 표준상태(온도: $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도: $60 \pm 5\%$ RH)로 제어되는 사용자 평가실험실에서 행하였다.

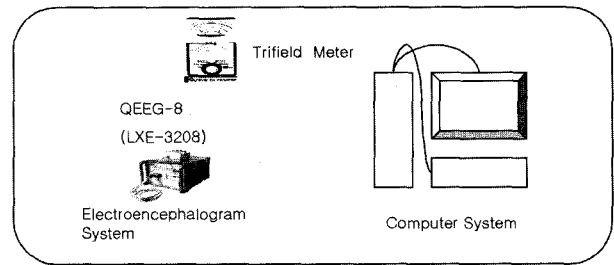


Fig. 2. Apparatus system for electroencephalogram.

뇌파측정 : 본 연구에서는 QEEG-8(LXE3208: LAXTHA, Inc.) 8채널 전산화 유선 뇌파 측정시스템과 소프트웨어를 이용하였으며, 전극부착은 10~20법(ten-twenty electrode system)(김식과 최장욱, 2001)으로 기준전극과 접지전극을 포함한 10채널($Fp1, Fp2, F3, F4, O1, O2, P3, P4$)로 하였다. 10~20법은 가장 널리 사용되는 전극 부착방법으로서 각 전극별로 해당되는 뇌 부위는 Fig. 1과 같다. 측정시간은 각 시료별 60분 측정후 10분 휴식으로 프로그래밍 하여 뇌파를 측정하였고, 실제 리코딩 기록은 5분 측정 후 15분 휴식으로 하였다. 측정항목은 전자파 차폐소재와 피험자의 각성에 해당하는 시각자극 즉, 베타파에 의한 뇌파전위의 변화를 측정하였다.

전자파측정 : 전자파는 Trifield Meter(ALPHA, Inc.)을 이용하여 Background point, 30 cm, 50 cm거리에서 각 시료의 전자파 차폐성능을 측정하였다. Fig. 2는 시스템 기기구성도를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시료의 구조적 특성

전자파 차폐력을 가지는 교직물을 시직하기 위하여 실크, 나노실버 복합사, 은사필름사, 골드필름사 등을 이용하여 교직물 4종류를 시직하고, 전자파 차폐성능을 부여하기 위하여 2 종류의 교직물에 나노실버를 습식코팅 하여 열풍건조 처리한 교직물의 구조적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Structural characteristics of silk union fabrics

Properties materials	Fabric count	Weave	Thickness(mm)	Density(threads/inch)	Weight(mg/cm ²)
Silk	Warp : Boiled Silk 21d/2	Plain	0.120	106	12.0
	Weft : Boiled Silk 21d/2			106	
Silk Nylon Metal	Warp : Silk 150d/5	Jaquard	0.356	136	29.0
	Weft : Nylon 154d, Nano silver 72d			65	
Nano Silver Silk	Warp : Boiled Silk 21d/2	Plain	0.259	106	9.0
	Weft : Polyester 150d, Silver Film 75d			56	
Nano Silver Silk Gold	Warp : Boiled Silk 21d/2	Plain	0.439	106	16.0
	Weft : Nylon 42d, Gold Film 75d			56	

3.2. 교직물의 전자파 차폐성능

전자파 방사율과 측정거리와의 관계 : 실험실 환경의 전자파를 측정하기 위하여 Background 6점에서 6방향(0° , 90° , 180° , 270° , 상, 하), 또한 거리감쇠 영향을 알아보기 위하여 30cm, 50cm에서 측정하였다. Fig. 3은 실험기기 세팅 전·후의 전자파 방사율과 측정거리에 따른 전자파 방사율을 나타낸 것으로 기기세팅 전에 비해 세팅 후에 전자파 방사율이 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 측정거리가 멀면 멀수록 전자파 방사율은 낮게 나타나 인체가 반응하는 전자파 흡수율도 작을 것으로 생각된다. 이것은 컴퓨터와 모니터와 가전제품에서 발산되는 전자파의 분석에 관한 연구(설병수, 1999)결과에서도 측정거리에 따른 전자파 발생율이 낮아지는 거리감쇠 효과가 나타나고 있다.

직물의 전자파 차폐성능 : 시직 교직물의 전자파 차폐성능을 측정하기 위하여 교직물의 내부영역과 외부영역에서 전자파 방사율을 측정하였다. Fig. 4는 전자파 측정영역과 거리에 따른 전자파 방사율과의 관계를 나타낸 것이다. 전자파에 완전히 노출되었을 경우에 비해 어떤 교직물이라도 차폐의 기능을 가지면 전자파 방사율은 낮게 나타나고, 또한 NSS에서 전자파 방사율이 현저히 낮게 나타나 나노실버가 전자파 차폐성능을 가지는 것으로 해석할 수 있다. 또한 모든 시료에서 거리감쇠 효과가 나타나 전자파가 인체에 미치는 영향을 최소화하기 위해서는 전자파 발생물질에서 적정거리를 유지하여야 할 것으로 생각된다.

3.2 전자파 차폐 소재와 시각자극물에 의한 신체자각증상에 나타난 뇌파전위

전자파 차폐소재와 시각자극에 나타난 뇌파전위의 파워 스펙트럼 분포와 뇌파전위 발생율 : Table 2는 전자파 차폐소재와 시각자극을 이용하여 신체자각증상에 나타나는 뇌파전위의 파워스펙트럼 분포와 측정시간에 따른 α 파와 β 파의 측정값을 나타낸 예이다. 샘플 None은 전자파에 완전 노출된 상태에서 측정된 뇌파전위를 나타낸 것이고 S, SNM, NSS, NSSG는 전자파 차폐가공을 한 시료를 착용시킨 상태에서 측정된 뇌파의

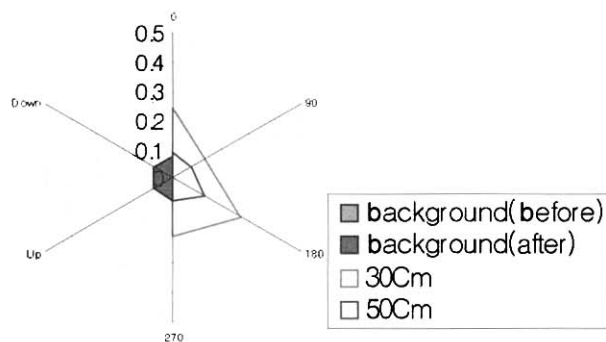


Fig. 3. The electromagnetic wave rate according to distance and direction of samples.

예를 나타낸 것이다. 나노 물질이 들어간 섬유의 교직물을 착용 하였을 경우에는 β 파의 출현율이 거의 나타나지 않고, α 파의 출현율이 높아 작업환경이 신체에 자각증상 부담으로 가해지지 않은 평온한 상태임을 알 수 있었다. 그러나 나노 물질을 처리하지 않은 시료의 경우에는 작업환경에 시각자각 시간이 짧음에도 불구하고 α 파의 출현율이 높게 나타나 스트레스를 느끼는 것으로 해석할 수 있다. 이것은 전자파 차폐력을 가지는 나노실버의 활성작용으로 몸과 마음의 안정을 주는 α 파의 활성작용으로 출현하여 마음의 안정을 유지하는 상태에서 스트레스를 받지 않는 뇌의 활동성향으로 해석할 수 있다.

이것은 전자제품을 사용하는 경우 느끼는 신체적 자각증상에서 컴퓨터를 많이 사용하는 경우 두통 17.6%, 시력장해 5.0%, 호흡기장해 7.3%, 피부질환 4.0%, 치아 및 구강질환 9.2% 등으로 컴퓨터를 사용하지 않은 사람에 비해 질환율이 높게 나타났다(유의성: $p < 0.01$)고 조사 보고(이규수 · 남철현, 2002)한 연구결과에서 그 유의성을 찾을 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 인체를 대상으로 하는 뇌파전위의 연구에서는 피험자가 가지는 정신 심리화적인 변화요인을 제어하기 어렵고, 신체적인 피로부담이나 잠재적인 질병 유발가능성을 가지는 것으로 아직까지 그 원인 규명이 명확하지 않은 것으로 생각된다.

교직물에 따른 베타파 전위변화와 뇌맵핑 흐름도 : 정신활동이 있을 때의 뇌파가 베타파이고 베타파 뇌파전위의 표준패턴은 양 귀 근처(측두엽)부위에 베타파가 많으며 상대적으로 뒷머리 부분은 적으면서 좌우대칭이 유지된 패턴이 일반적이라고 할 수 있다. 베타파는 전두엽에서 정상적으로 잘 기록되고 긴장을 하거나 집중되는 정신 활동시 뇌 전체에서 광범위하게 기록된다. Table 3은 시각자극과 교직물에 따른 베타파 전위변화의 평균 뇌맵핑, 표준 뇌 맵핑도를 나타낸 것으로 모든 시료에서 시각영역인 후두엽의 조거구(calcarine fissure)의 위·아래로 분산되어 나타나 초점성이 있는 형상으로 분포되었고 전자파 차폐처리를 한 NSS 교직물에서 후두엽 초점성이 더 강하게 나타났다. 이것은 실험자극물을 컴퓨터 모니터 작업환경에서 워드페이퍼를 리딩하는 것으로 제한하였기 때문인 것으로

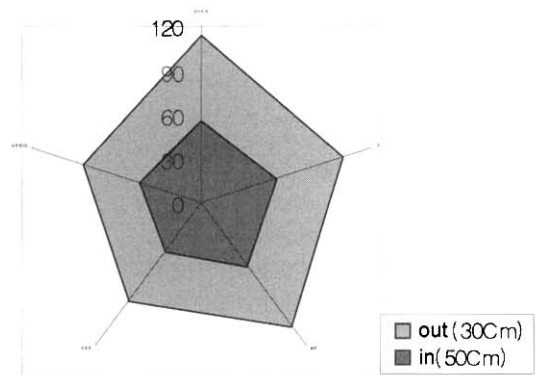
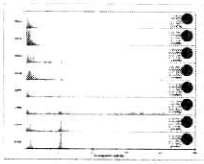
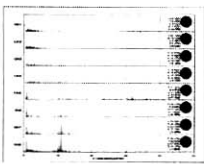
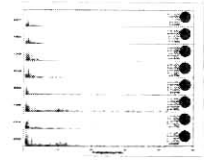
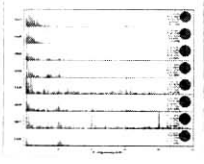
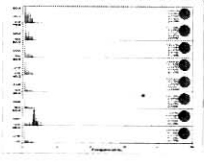
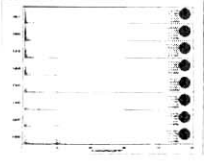
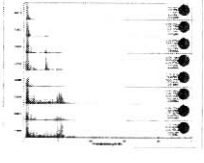
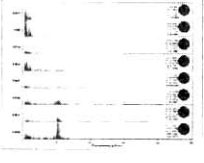
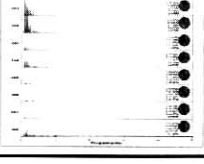
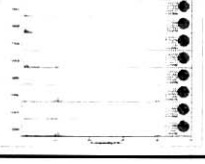


Fig. 4. The electromagnetic wave relating to fabric materials and measurement distance.

Table 2. The distribution of power spectrum indication of human physical symptoms

Materials	Time		alpha value	beta value
	15'	60'		
None			time	
			None 15'	0.3267
			None 30'	0.3438
			None 45'	0.3110
			None 60'	0.3001
			Mean	0.3204
			S.D.	0.0164
Silk			S 15'	0.2576
			S 30'	0.2448
			S 45'	0.2683
			S 60'	0.2499
			Mean	0.2552
			S.D.	0.008
Silk Nylon Metal			SNM 15'	0.2293
			SNM 30'	0.2305
			SNM 45'	0.2418
			SNM 60'	0.4863
			Mean	0.2970
			S.D.	0.1094
Nano Silver Silk			NSS 15'	0.3961
			NSS 30'	0.3792
			NSS 45'	0.3193
			NSS 60'	0.4271
			Mean	0.3804
			S.D.	0.0393
Nano Silver Silk Gold			NSG 15' NSSG	0.2516
			NSG 30' NSSG	0.2254
			NSG 45' NSSG	0.2925
			NSG 60' NSSG	0.3260
			Mean	0.2739
			S.D.	0.0384

생각되나 NSS 교직물은 전자파 차폐력을 가진 교직물로 다른 교직물에 비해 인체영향을 덜 받아 작업 집중력이 높은 것으로 해석할 수 있다.

4. 결 론

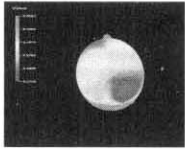
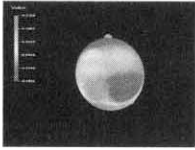
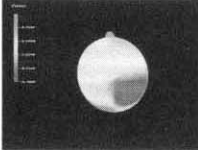



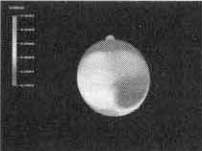

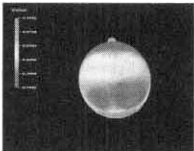
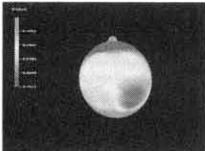

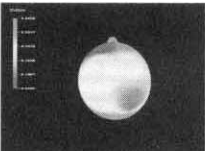
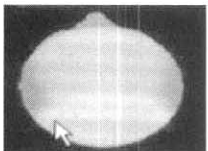

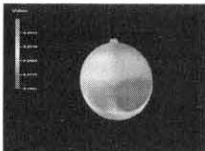


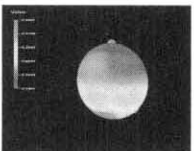
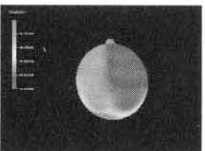
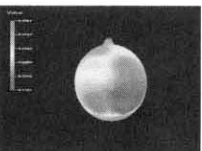
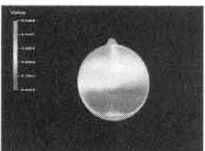
이 연구는 작업환경에서의 전자파 발생제품 사용에 따른 인체의 건강장애와 관련된 신체 자각증상을 파악하여 전자파로부터 인체를 보호하기 위한 수단으로서 인체를 감싸는 의복이나 차폐효능을 가진 섬유제품 개발과 미래 스마트 의류를 위한 기술개발의 기초연구이다.

교직물의 전자파 차폐성능은 무처리 시료에 비해 나노실버를 처리한 후의 교직물에서 전자파 차폐성능이 향상됨을 볼 수 있었고, 측정거리에 따라 감쇄효과가 나타남을 알 수 있었다. 전자파 차폐소재와 시각자극에 나타난 뇌파전위의 파워 스펙트럼 분포와 뇌파전위 발생율은 나노 물질이 들어간 섬유의 교직물을 착용 하였을 경우에는 β 파의 출현율이 거의 나타나지 않

고, α 파의 출현율이 높아 작업환경이 신체에 자각증상 부담으로 가해지지 않은 평온한 상태임을 알 수 있었다. 그러나 나노 물질을 처리하지 않은 시료의 경우에는 작업환경에 시각자극 시간이 짧음에도 불구하고 γ 파의 출현율이 높게 나타나 스트레스를 느끼는 것으로 해석할 수 있다. 교직물에 따른 베타파 전위변화는 모든 시료에서 시각영역인 후두엽의 조거구(calcarine fissure)의 위·아래로 분산되어 나타나 초점성이 있는 형상으로 분포되었고 전자파 차폐처리를 한 NSS 교직물에서 후두엽 초점성이 더 강하게 나타났다.

인체를 대상으로 하는 이러한 연구는 피험자에게 신체적인 피로부담이나 잠재적인 질병 유발가능성을 가지는 것으로 섬유 제품이나 인체에 착용을 목적으로 하는 나노실버의 응용은 인체피부의 세포조직을 투과하지 않는 나노실버의 입도크기가 요구되며, 직물에 적합한 바인더의 사용과 가공법을 규명할 필요가 있다. 그러나 아직까지 국내의 연구에서 섬유류 제품분야에서의 나노실버의 응용이나 그 규명이 명확하지 않으므로 체계적인 기초연구와 후속연구와 필요할 것으로 생각된다.

Table 3. Brain mapping of beta power(template B)

Materials	Time				Standard
	15'	30'	45'	60'	
None					
Silk					
Silk Nylon Metal					
Nano Silver Silk					
Nano Silver Gold					

참고문헌

- 김대식 · 최장욱 (2001) “뇌파검사학”. 고려의학, 서울, pp.4-5, 51-55, 129-148.
- 김이배 (2000) 자동차에서 발생하는 전자파 측정에 관한 연구. 서울 산업대학교 대학원 석사학위논문.
- 김윤신 · 김수연 · 박지연 · 최원욱 (1997) 극저주파 영역에서의 전자파 노출에 관한 조사 연구. *한국환경위생학회지*, 23(1), 55-61.
- 박형준 · 박춘배 · 김기용 · 이승주와 윤재현 (2001) 시각활동에 미치는 전자파의 영향. *공업기술개발연구지*, 21, 99-103.
- 설병수 (1999) 컴퓨터 모니터와 가전제품에서 발산되는 전자파의 분석에 관한 연구. 부경대학교 대학원 석사학위논문.
- 이규수 · 남철현 (2002) 일부전자파 발생제품 사용에 따른 인체의 신체자각 증상 조사. *대한보건협회학술지*, 28(3), 247-258.
- 이기준 (1996) “전자파의 공포”. 대학출판사, 서울, pp.17-19, 89-123.
- 이상용 (2002) 휴대폰 전자파 차단에 따른 건강개선의 가치. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 이상희 (1998) “재미있는 전자파 이야기”. 홍릉과학출판사, 서울, p.61.
- 임성식 · 김치용 (1998) 뇌파신호 분류에 대한 비교분석 연구. *서경대학교 산업기술연구소 논문집*, 5, 533-542.
- 장우린 (2001) 뇌파측정실험을 통한 3차원 디지털 게임의 심리적 효과에 대한 연구. *Society of Korea illusart*, 9, 227-265.
- 장학신 (1997) “전자파장해”. 대광서림, 서울, pp.3-21.
- Fish, B.J. (1991) “Spelmann's EEG Primer”. Elsevier, New York, pp.127-174.
- Larson, C.L., Abercrombie R.J., Ward, R.T., Schaefer. S.M., Jackson, D.C. and Perlman, S.B. (1998) Relation between PET-derived measures of thalamic glucose metabolism and EEG alpha power. *Psychophysiology*, 35, 162-169.
- Shagass, C. (1972) Electrical activity of the brain. In Greenfield N.S. and Sternbach R.A.(Eds.). *Handbook of psychophysiology*. New York, pp.263-328.

(2004년 6월 9일 접수)