

Theanine이 남자 성인의 대뇌 α 파 발현에 미치는 영향*

송찬희 · 정주혜 · 오제성* · 김경수[§]

가톨릭 의과대학 성모병원 가정의학과, 비만 클리닉*

Effects of Theanine on the Release of Brain Alpha Wave in Adult Males*

Song, Chan Hee · Jung, Ju Hae · Oh, Je Sung* · Kim, Kyung Soo[§]

Department of Family Medicine, Obesity Clinic,* St. Mary's Hospital,
The Catholic University of Korea, Seoul, 150-713, Korea

ABSTRACT

L-theanine is an amino acid in green tea and has been known to decrease serotonin and increase norepinephrine in rat brains, and also reported to produce mental relaxation, lower blood pressure and improve learning ability in human beings. But, few studies on these effects for human beings have been conducted so far. This study was conducted to evaluate the effect of L-theanine on the release of brain alpha waves known to be related with mental relaxation and concentration. Twenty healthy male volunteers aged 18 to 30 years without any physical and psychological diseases were recruited through written advertisement. Alpha power values of EEG as a surrogate marker of mental relaxation and concentration were measured in frontal and occipital regions for 40 minutes after administration of four placebo or test tablets and 20 minute resting period. The same procedure crossed over at 7-day intervals. We analyzed average alpha power values in frontal and occipital regions at 10 minute intervals. Repeated ANOVA revealed that there were significant differences of occipital alpha power values between placebo and test groups with high anxiety ($p < 0.05$). The mean values at 20, 30, 40, 50 and 60 minute intervals were 0.23, 0.24, 0.28, 0.25 and 0.34 in placebo, respectively and 0.23, 0.29, 0.40, 0.34, and 0.45 in test, respectively. But there were no significant differences of frontal and occipital alpha power values between placebo and test groups with low anxiety ($p > 0.05$). The results of this study suggest that L-theanine containing tablets promote the release of alpha waves related to mental relaxation and concentration in young adult males. (*Korean J Nutrition* 36(9): 918~923, 2003)

KEY WORDS : theanine, green tea, alpha wave, mental relaxation.

서 론

현대인은 나날이 복잡해지는 사회구조와 과도한 업무 및 학업, 대인관계에서 오는 어려움 등으로 인하여 누구나 스트레스를 경험하며 살아간다. 스트레스에 대해서는 아직도 잘 알려지지 않은 부분들이 많지만 고혈압, 암, 동맥경화, 피로, 우울, 불안, 집중력 저하 등의 신체적, 정신적 질환에 대한 중요한 위험요인으로서 간주되고 있다.¹⁾

따라서 건강을 해치지 않도록 스트레스에 대한 적절히 관리가 필요한데, 가장 중요한 것은 정신적, 신체적 문제점 및 원인을 정확하게 파악하고 평가하는 것이다. 그러나 현실적으로 스트레스를 유발하는 외부적 원인을 완전히 제거

하기는 어려우므로 상담, 바이오 피드백 등을 이용한 이완 요법, 운동 및 식생활의 변화 등 가능한 다른 대응 요법으로 긴장을 완화시켜주거나 약물요법 또는 인지 행동 치료를 2차적인 치료로 이용하기도 하지만 대부분 많은 시간과 비용의 소요, 부작용, 불명확한 효과 등으로 인하여 제한점이 따른다.¹⁾

이에 대해서 예로부터 일본과 중국에서 긴장을 풀어주고 정신을 맑게 하기 위한 목적으로 오랜 기간 동안 널리 음용 되어 왔고 최근에는 전 세계적으로 여러 가지 효능이 보고 되고 있는 녹차에 대해서 스트레스와 긴장의 완화 효과를 기대해 볼 수 있는데 이제까지 알려진 녹차의 생리적 효과로는 충치예방, 냄새제거, 장내 세균총의 개선, 대장암 예방, 혈중 콜레스테롤 강하, 신장기능 개선, 항산화 효과,²⁾ 정신적 이완, 혈압강하, 학습능력 향상³⁻⁸⁾ 등이 있다. 녹차에는 단 백질, 유리 아미노산, 알칼로이드 (caffeine), 폴리페놀 (catechin group), 당, 유기산, 지방, 색소 (chlorophyll, carote-

접수일 : 2003년 8월 28일

채택일 : 2003년 11월 18일

[§]To whom correspondence should be addressed.

noids), 비타민, 무기질 등이 포함되어 있으며, 이 중 L-테아닌 (L-theanine)은 녹차에서 발견되는 주요한 아미노산의 일종으로서 1949년 화학적 구조가 밝혀진 이래,⁴⁾ 그 효능에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔다. Kimura 등⁴⁾은 동물실험에서 L-테아닌이 카페인에 대한 길항작용을 한다고 보고하였고, 그 뒤 Kakuda 등⁷⁾도 동물실험에서 뇌파 측정을 통해 테아닌의 카페인에 대한 길항 작용을 다시 한번 확인하여 보고한 바 있다. 이러한 작용기전에 대해서는 명확하게 밝혀져 있지 않으나 테아닌이 뇌혈류 장벽 (blood-brain barrier)을 통과하여 대뇌에 도달함으로써 신경세포에 작용하는 도파민이나 세로토닌과 같은 뇌의 신경전달 물질에 영향을 주어, 진정효과에 관여하는 것으로 추측되고 있다.^{2,3,8-11)}

사람을 대상으로 하여 L-테아닌의 정신적 효과를 규명한 국내의 연구로는 Yoon과 Kim¹²⁾이 고등학교 수험생을 대상으로 하여 불안도가 높은 학생에서 L-테아닌 복용 후 α 파의 발현빈도가 증가한 동시에 영어단어의 암기력이 향상되었다는 보고가 있으며, Song 등¹³⁾이 기질적 원인 없이 1개월 이상 지속적으로 피로를 느끼는 성인에게 L-테아닌 함유 음료를 복용시킨 결과 피로도 자각 정도가 감소하였고, 고불안군에서 α/β 파워값이 유의하게 증가하였다는 연구 결과를 발표한 바 있으나, 동물실험에 비하여 사람을 대상으로 한 연구는 국내외 모두 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구는 건강한 젊은 성인남자를 연구대상으로 하여 L-테아닌이 정신적 긴장 완화와 학습 효과 증진과 관련이 있다고 알려져 있는 뇌의 α 파를 증가시킬 수 있는지 밝혀 보고자 본 연구를 시행하였다.

연구방법

1. 연구 대상

정신적, 신체적 질환의 병력이 없고 현재 복용 중인 약물이 없는 18세 이상 30세 이하의 건강한 젊은 성인 남성들을 대상으로 공개적으로 자원자를 선착순으로 모집하였다. 지원자들 모두에게 연구배경과 목적, 방법에 대해 충분히 설명한 후 고지된 시험참가 동의서를 받았다. 진찰과 문진을 통해 정신적, 신체적 질환 여부를 확인한 후 시험에 참여시켰다.

2. 설문 조사

뇌파 중 α 파 발현과 관계가 있는 것으로 알려진 불안 정도를 평가하기 위하여 1차 진료에서 우울·불안증 정도를 감별하는데 유용한 것으로 알려진 병원 우울-불안 척도

설문¹⁴⁾과 한국인에서 타당성이 검증된 Bepsi 스트레스 척도 설문¹⁵⁾을 연구 대상자들에게 시행하였다. 병원 우울-불안 척도 설문은 불안 7문항, 우울 7문항으로 구성되어 각각 Likert's Scale로 0~3점으로 합산점 (0~21점)으로 평가하였고, Bepsi 스트레스 척도 설문은 총 5문항으로서 Likert's Scale로 1~5점 합산점수 (5~25)를 응답수로 나누어 평가하였다.

3. 재료 및 투여방법

실험체제의 투여는 이중맹검법과 무작위 배정 방법을 사용하였고, 같은 피검자에 대해서 일주일 간격으로 교차 실험을 수행하였다. 무작위 배정은 무작위 배정 프로그램을 이용하여 무작위 배정표를 만들고 그 순서대로 시험제제 또는 대조제제를 배정하였다. 이중맹검 방법 및 유지를 위하여 시험체제의 생산시 시험제제와 대조제제 간에 동일한 성상을 유지함으로써 피검자와 임상시험 연구자에 대하여 맹검 (blind) 되도록 하여, 효능시험 담당자와 대상자는 복용하는 제품의 정보를 알 수 없는 상태에서 효능시험을 진행하였으며, 각 대상자에 대한 결과를 평가한 후 최종 시험제제에 대한 효과 및 안전성 판정 시 연구자가 코드 개봉 (code breaking)을 하도록 하였다. 시험제제는 L-theanine (50.1 mg/정, 태양화학, 일본)이외에 아미노산 (트립토판, 티로신 등), 비타민 A, B군, C, E 등을 함유하였고, 위약제제는 L-theanine을 제외하고는 시험제제와 동일한 성분을 함유하였다.

연구 대상자들은 1주일 간격으로 시험제제 또는 대조제제를 각각 4알 (L-theanine 200.4 mg)씩 복용한 후 바른 자세로 누워 20분 정도 안정기간을 거친 후 40분 동안 전두엽과 후두엽에서 뇌파를 측정하였다. 교차 시험은 되도록 동일한 요일, 동일한 시간대에 실시하여 요일과 시간에 따른 변이를 최소화 하도록 하였고, 대상자가 검사 전 카페인 성분 함유 음료 (커피, 홍차, 녹차 등)를 최소한 당일에는 복용하지 않도록 지시하고, 검사 전 복용 음료에 대해서는 기록하도록 하였다.

4. EEG 측정

뇌파는 유선 뇌파측정장비 (Model: LXE 1104-RS232, QEEG-4 System, LAXTHA, Inc.)를 이용하여 전두엽과 후두엽 부위에서 각각 두개의 채널을 측정하였다. 뇌파 신호는 sampling 주파수 256 Hz, 저주파필터 (Low frequency band) 0.7 Hz, 고주파필터 (High frequency band) 45 Hz 상태에서 측정되었다. 뇌파검사는 정제 복용 후의 α 파의 변화를 측정하고자 하는 것으로, 시험제제 또는 대조제제를 복용한 후 20분까지를 안정기간으로 하여 20분

이후부터 60분까지 뇌파변화를 기록하였다. 측정실험실은 폐쇄 환경실과 기록실로 나누어, 폐쇄 환경실을 실온 섭씨 25도, 조도 40 lux로 하고, 침대에 반듯이 누워 눈을 감은 상태에서 입을 다물게 하고 편안한 상태에서 최대한 artifact를 줄이고 잠을 자지 않도록 피험자에게 협조를 구하였다. 뇌파분석은 파워스펙트럼 분석을하여 시계열 신호인 뇌파를 주파수로 변환하였다. 본 연구에서는 피험자의 긴장이완과 집중력 정도를 알아보고자 하였으므로, 긴장이완과 집중력의 특성을 갖고 있는 α 파의 파워값을 분석하였다. α 파워값은 전체 뇌파의 파워스펙트럼을 구한 후 이 중 α 파 영역이 차지하는 값으로 하였다.

5. 통계 처리

모든 통계적 검정은 SPSS 11.0통계 프로그램을 이용하여 수행하였으며 유의수준은 5%로 하였다. 시험제제 또는 대조제제 복용 후, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min, 60 min에서의 channel별 α 파워 값의 상승 정도는 반복 측정 분산분석 (repeated measures ANOVA)을 이용하여 통계적 유의성을 검정하였다

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 불안 스트레스 점수

20명의 자원자 전원이 교차시험을 모두 마쳤으며, 이들의 평균 나이는 24.42 ± 4.7세였다.

본 연구 대상자들의 병원 우울·불안 척도에 의한 불안 점수는 6.30 ± 2.27이었으며 스트레스 점수는 2.11 ± 0.35로 나타났다 (Table 1). 이는 중장년의 성인을 대상으로 한 이전의 연구들에서 제시된 불안의 평균점수가 4.87¹⁴⁾, 스트레스 점수의 경우 사분위값에 따른 75%, 50%, 25% quartile이 각각 2.2, 1.8, 1.6점¹⁵⁾으로 제시된 것과 비교할 때 상대적으로 높은 점수임을 알 수 있다. 이러한 결과는

Table 1. Baseline data of subjects

Variables	Number (%)
Sex	
Male	20 (100%)
	Mean ± SD
Age (year)	24.42 ± 4.76
Height (cm)	173.88 ± 6.21
Weight (cm)	69.59 ± 9.66
Hospital	
Depression	9.80 ± 2.80
Anxiety	6.30 ± 2.27
Bepsi stress index	2.11 ± 0.35

젊은 성인의 경우 과도한 학업이나 불확실한 사회적 지위와 미래 등으로 인하여 상당한 스트레스와 불안을 경험할 수 있음을 시사해 준다. 따라서 이들 연령층의 불안과 스트레스에 대해서 보다 큰 관심과 적극적인 관리가 필요하다 하겠다.

2. 시험군과 대조군 사이의 α 파워값 비교

시험군의 60분대 α 파워값이 전두엽과 후두엽 모두에서 대조군보다 유의하게 높았으며, 복용 20분대보다 유의하게 증가하였다. 복용 20~50분대에서는 시험군과 대조군 모두 α 파워값이 점차 증가하는 양상을 보였으나 두 군 및 시간에 따른 유의성은 없었다 (Fig. 1, 2).

3. 연구대상자의 불안 정도에 따른 시험군과 대조군 사이의 α 파워값 비교

불안증을 동반하는 경우 L-테아닌의 α 파워값 증가효과가 더 크다는 이전의 연구결과¹⁵⁾에 따라 불안도에 따른 L-테아닌의 효과를 조사하기 위하여 연구대상자를 불안 점수의 평균값을 기준으로 저불안군과 고불안군으로 나눈 후 각각에서 시험군과 대조군 사이의 α 파워값을 비교한

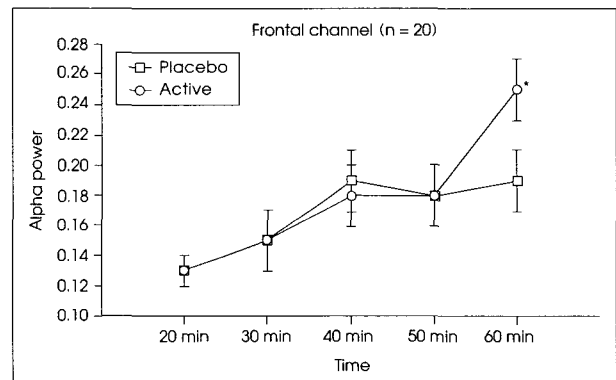


Fig. 1. Frontal α power values between placebo and active groups, *: p < 0.05: time and group effect by repeated ANOVA.

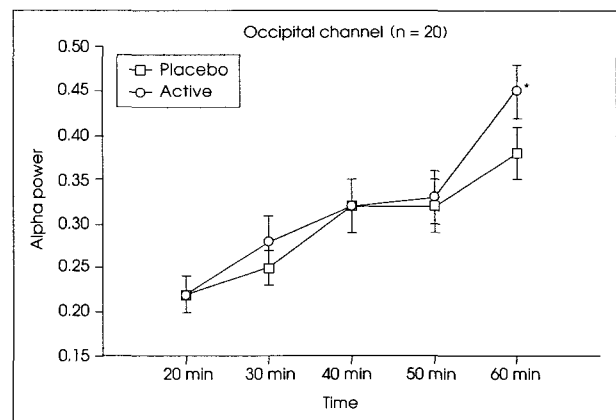


Fig. 2. Frontal α power values between placebo and active groups, *: p < 0.05: time and group effect by repeated ANOVA.

결과는 다음과 같았다.

저불안군(n = 10)의 경우 시험군과 대조군 사이의 α 파워값은 전두엽 및 후두엽 모두에서 두 군과 시간대에 따른 유의성이 관찰되지 않았다 (Table 2). 한편, 고불안군 (n = 10)에서는 전두엽과 후두엽 모두에서 30분 이후 지속적으로 시험군의 α 파워값이 대조군에 비하여 높았으며, 전두엽에서는 60분대에서, 후두엽에서는 30분 이후 지속적으로 시험군이 유의적으로 높은 α 파워값을 보였다 (Fig. 3, 4). 이처럼 후두엽에서 더욱 유의하였던 것은 안정시 눈을 감고 뇌파를 측정할 경우 α 파가 후두엽에서 가장 두드러지기 때문으로 생각된다. 이 때 불안이나 긴장을 느끼면 β 파가 증가되어 상대적으로 α 파는 감소하게 된다. 또한 눈을 떴을 때는 시각자극, 음에 의한 청각자극, 통각 등의 피부자극 등에 의해서 뇌 전체의 활동이 많아지고 그 결과로 α 파가 감소하게 된다.¹⁶⁾

뇌파는 뇌신경세포의 활동에 수반되어 생성되는 전기적 변화를 외부에서 측정하고 기록하는 것으로서 1924년 독일의 정신과 의사인 H.베르거에 의해서 인간의 뇌파가 최초로 기록된 이후 눈부신 현대 전자공학의 발달에 힘입어 정밀한 증폭기가 개발됨에 따라 현재와 같은 정확한 뇌파 측정이 가능해졌다. 뇌파는 정신현상이나 운동, 감각 등을 관장하는 최고위 중추인 뇌의 신경세포들 사이의 결합 형태나 활동에 의해서 다양하게 나타나는 움직임의 반영체이며, 시간이나 여러 내외적 조건에 따라 복잡한 활동변화를 보이므로 검사시간이 길어지고 작은 전위변동을 증폭해서 기록하므로 잡파 (artifact)가 혼입되기 쉬운 단점이 있다. 그러나 이러한 제한점에도 불구하고 뇌파는 뇌의 기능, 특히 활동성의 증가나 감소 등의 뇌의 활동수준을 나타내는 객관적 지표로서 가장 예민한 검사법이라 할 수 있다.¹⁶⁾

뇌파는 크게 주파수 영역에 따라 델타파 (δ wave: 0.2~4 Hz), 세타파 (θ wave: 4~8 Hz), α 파 (α wave: 8~13 Hz), 베타파 (β wave: 13~30 Hz), 감마파 (γ wave: 30~50 Hz)로 나누어진다. δ 파는 숙면시, θ 파는 졸린 상태, α 파는 안정시, β 파는 흥분상태에 있을 때 각각 나타난다고 알려져 있다. 각성시 눈을 감고 편안한 상태에 있을

때 건강한 성인의 뇌파는 α 파가 증가되고 이것에 β 파가 혼합되는 것이 기본적인 양상이다. 각성시에는 보통 θ 파나 σ 파는 보이지 않는다.¹⁶⁾

전통적으로 녹차를 즐겨온 일본에서는 오래 전부터 녹차를 마시면 정신적 긴장이 이완된다고 회자되어 왔으나 이러한 효과를 뒷받침해 줄 수 있는 시험은 매우 드물었는데, Ito 등¹⁷⁾은 저불안군 4명과 고불안군 4명을 선정하여 플라세보, L-테아닌 50 mg, 200 mg을 각각 투여한 후 α 파를 분석한 시험에서 플라세보와 테아닌 50 mg를 투여했을 때는 후두엽과 두정부에서 α 파의 증가가 거의 없었으나, 200 mg을 투여했을 때는 투여 후 40분부터 α 파가 현저히 증가하였고, 이러한 효과는 고불안군에서 더욱 두드러졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 본 연구에서 뇌파분석결과 전두엽과 후두엽에서 시험제복용 30분 이후부터 α 파워값이 증가하기 시작하여 60분 시점에서는 측정을 시작했던 20분에 비하여 유의한 증가를 보였다 ($p < 0.05$) (Fig. 1, 2) 대조군에서도 복용 후 30분부터 α 파워값이 약간 증가하는 양상으로 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. α 파워값의 증가 양상은 저불안군의 경우 시험군과 대조군 사이에 별다른 유의성이 없었고, 고불안군의 경우 시험군에서 대조군과 비교하여 뚜렷한 α 파워값의 증가가 나타났다 (Fig. 3, 4). α 파는 뇌파를 측정

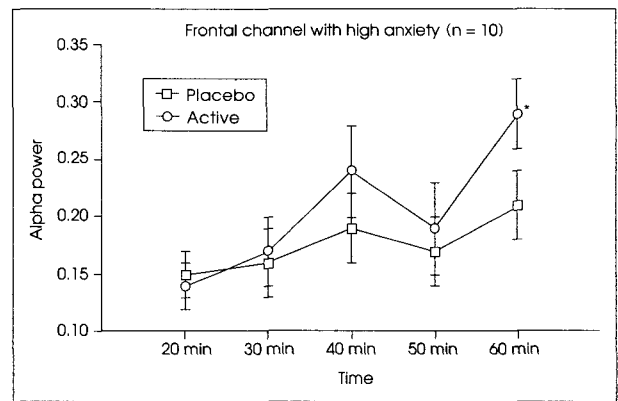


Fig. 3. Frontal α power values between placebo and active groups with high anxiety, *: $p < 0.05$; time and group effect by repeated ANOVA

Table 2. Alpha power values between placebo and test groups with low anxiety

Channel	Group	Alpha power value				
		20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Frontal	Placebo	0.10 (0.01)	0.13 (0.02)	0.19 (0.03)	0.18 (0.02)	0.17 (0.02)
	Active	0.12 (0.01)	0.13 (0.02)	0.12 (0.01)	0.16 (0.02)	0.22 (0.02)
Occipital	Placebo	0.22 (0.02)	0.26 (0.02)	0.36 (0.05)	0.40 (0.04)	0.42 (0.03)
	Active	0.21 (0.02)	0.24 (0.03)	0.24 (0.04)	0.32 (0.04)	0.44 (0.04)

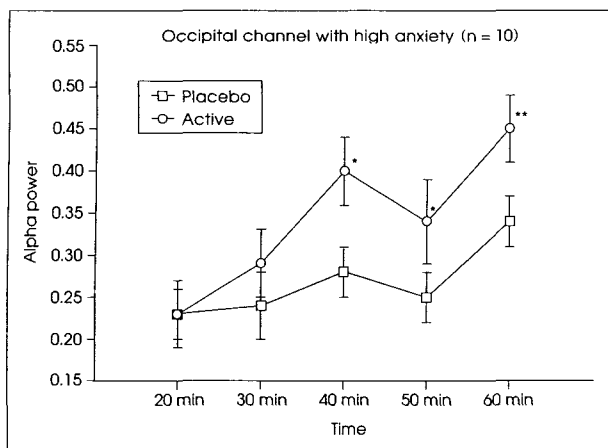


Fig. 4. Occipital α power values between placebo and active groups with high anxiety, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$: time and group effect by repeated ANOVA.

한지 30분 이후에 증가되는 양상을 나타내어 쥐의 실험에서 유추되는 30분 후에 L-테아닌이 뇌에 전달되었다는 연구보고¹⁸⁾와 유사하였다. 고불안군에서 효과가 두드러진 이유로는 L-테아닌이 복용 후 소장에서 흡수되면서 혈중으로 들어가 뇌혈류 장벽 (Brain Blood Barrier)을 통과하여 뇌로 들어간 후 뇌의 신경전달 물질인 세로토닌 (serotonin)을 감소시키고 노에피네프린 (norepinephrin)은 증가시키기^{2,3,8-11)} 때문으로 생각되며 이러한 변화로 보아 L-테아닌의 진정효과는 단순히 졸린 상태가 아닌 진정한 이완상태라고 할 수 있다. 때문에 불안도가 높은 경우에는 이러한 L-테아닌의 진정작용으로 인하여 더욱 확실한 효과를 보는 것으로 유추된다. 비교적 최근에 사람을 대상으로 한 L-테아닌의 효과에 대해서 다양한 분야에 걸쳐 많은 연구들이 진행되고 있으며, 여러 가지 생리적 효과²⁾와 더불어 현재까지 알려진 L-테아닌의 효과로는 고불안군에서의 암기력 향상,¹²⁾ 과도한 신체적 스트레스로부터 회복촉진¹⁹⁾ 등이 보고 된 바 있으며, 이들 효과는 주로 α 파의 증강과 관련이 있었던 것으로 알려지고 있다.

이에 대해 본 연구에서 불안증을 동반하는 젊은 성인 남성의 경우 L-테아닌이 정신적 이완과 집중력을 강화시키며 학습능력 향상에 기여하는 것으로 알려진 α 파워값을 증가시키는 것으로 나타나 L-테아닌이 긴장완화나 집중력 강화를 위한 기능성 제품에 효과적인 성분으로서 사용될 수 있는 가능성을 제시해 주고 있다.

요약 및 결론

건강한 성인 남자 20명을 대상으로 하여 L-theanine의

알파파 증가 효과를 조사한 본 연구결과는 다음과 같았다.

연구대상자의 평균 나이는 24.42 ± 4.7 세였으며 병원 우울·불안 척도에 의한 불안점수는 6.30 ± 2.27 , 스트레스 점수는 2.11 ± 0.35 이었다.

시험군에서 60분대의 α 파워값이 전두엽 및 후두엽 모두에서 대조군보다 유의하게 높았으나, 20~50분대에서는 유의한 차이가 없었다 (Fig. 1, 2).

불안점수의 평균값을 기준으로 연구 대상자를 저불안군과 고불안군으로 나눈 후 각각 시험군과 대조군 사이의 α 파워값을 비교한 결과에서 저불안군의 경우 시험군과 대조군 사이의 α 파워값은 전두엽 및 후두엽 모두에서 유의한 차이가 관찰되지 않았다 (Table 2) 이에 비하여 고불안군의 경우 시험군의 60분 대 전두엽 α 파워값이 유의하게 높았고, 후두엽의 α 파워값은 30분 이후 지속적으로 유의하게 높게 나타났다 (Fig. 3, 4).

이상과 같이 본 연구는 건강한 성인남자를 대상으로 L-테아닌의 효과에 대한 이중 맹검 교차시험을 시행하여 불안증이 동반되어 있는 경우 L-테아닌을 함유한 정제를 경구 복용함으로써 별다른 부작용없이 정신적 이완 및 집중력과 관계가 있는 α 파를 유의하게 증가시킬 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. L-theanine의 정신적 효과를 보다 정확하게 밝히기 위해서는 보다 많은 수의 다양한 연령대 및 직업군을 대상으로 한 전향적 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

■ 감사의 글

본 논문의 수정과 감수를 위해 노력해주신 용인대학 김혜영 교수님의 노고에 심심한 감사를 드립니다.

Literature cited

- 1) Sung NJ, Song SW. Stress. In: The Korean Academy of Family Medicine, 2nd ed. Family Medicine, pp.517-531, Kye Chuk. Seoul, 2002
- 2) Kobayahi K, Nagato Y, Aoi N, Juneja LR, Kim M, Yamamoto T, Sugimoto S. Effect of L-theanine on the release of brain α -wave in human volunteer. *Nippon Noeigikagaku Kaishi* 72: 153-157, 1998
- 3) Juneja LR, Chu DC, Okubo T, Nagato Y, Yokogoshi H. L-theanine - a unique amino acid of green tea and its relaxation effect in human. *Trends in Food Sci & Tech* 10: 199-204, 1991
- 4) Sakato Y. The chemical constituents of tea. III. A new amide theanine. *J Agri Chem Soc* 23: 262-267, 1949
- 5) Mukai T, Horie H, Goto T. Differences in free amino acid and total nitrogen contents among various prices of green tea. *Tea Res* 76: 45-50, 1987
- 6) Kimura R, Murata T. Influence of akylamides of glutamic acid

- and related compounds on the central nervous system. I. Central depressant effect of theanine. *Chem Pharm Bull* 19: 1257-1261, 1971
- 7) Kakuda T, Nozawa A, Unno T, Okamura N, Okai O. Inhibiting effects of theanine on caffeine stimulation evaluated by EEG in the rat. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 287-93, 2000
 - 8) Yokogoshi H, Kobayashi M. Hypotensive effect of gamma-glutamylmethylamide in spontaneously hypertensive rats. *Life Sci* 62: 1065-1068, 1998
 - 9) Yokogoshi H, Mochizuki M, Sation K. Theanine induced reduction of brain serotonin concentraion in rats. *Biosci Biotecnol Biochem* 62(4): 816-817, 1998
 - 10) Yokogoshi H, Kobayashi M, Mochizuki M, Terashima T. Effect of theanine, γ -glutamylethylamide on brain monoamine and strial dopamine release in conscious rats. *Neurochem Res* 23(5): 667-673, 1998
 - 11) Kimura R, Murata T. Effect of theanine on norepinephrine and serotonin levels in rat brain. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 34(7): 3053-3057, 1986
 - 12) Yoon SW, Kim SI. Effect of Sun- α containing beverage on the release of EEG and the memory ability. Proceedings of the 6th Korean Jungshin Science Symposium, Seoul, 1997
 - 13) Song CH, Chung KI, Song SW, Kim KS. The effects of L-theanine containing functional beverage on mental relaxation and fatigue perception. *J Korean Acad Fam Med* 23: 637-645, 2002
 - 14) Oh SM, Min KJ, Park DB. A study on the standardization of hospital anxiety-depression scale. *Neuro Psychi Scienc* 38: 289-296, 1999
 - 15) Yim JH, Bae JM, Coi SS, Kim SW, Hwang HS, Huh BY. The Validity of Modified Korean-translated BEPSI (Brief Encounter Psychosocial Instrument) as instrument of stress measurement in outpatient clinic. *J Korean Acad Fam Med* 17: 42-49, 1996
 - 16) Han SH, Saito S. Clinical EEG, 2nd ed. pp.32-78, Iljokak. Seoul, 1992.
 - 17) Ito K, nagato Y, Aoi N, jeneja LR, Kim M, Yamamoto T. Effects of L-theanine on the release of α -brain waves in human volunteers. *Nippon Nogeilagaku Kaishi* 72: 153-157, 1998
 - 18) Unno T, Suzuki Y, Kakuda T, Hayakawa T, Tsuge H. Metabolism of theanine, gamma-glutamylethylamide, in rats. *J Agric Food Chem* 47(4): 1593-1596, 1999
 - 19) Weiss M, Schnittker R, Barthel W, geiss KE, juneja LR. Correlation between central nervous parameters and hormonal regulations during recovery from physical stress are influenced by L-theanine. *Amino Acids* 21(1): 62, 2001