

인삼의 중추신경계에 대한 작용

인삼이 흰쥐의 정서반응에 미치는 영향

金應贊·趙恒英*·金周明

서울대학교 의과대학

*충북대학 약학과

Effects of *Panax Ginseng* on the Central Nervous System

Effect of *Panax Ginseng* on the Emotional Response in Rats

Eung Chan K_{IM}, Hang Young C_{HO}*, Joo Myung K_{IM}.

College of Medicine, Seoul National University, and Chung Buk National College*

This study was planned to see whether the *Panax Ginseng* root has any influence upon the emotionality in rats exposed to a novel open-field and induced by a grid shock. Sixty four male albino rats whose body weight ranged from 130 to 180 gm were used. They were divided into four groups, i.e., placebo control group, 5mg/kg Ginseng ext. group, 10mg/kg Ginseng ext. group, and 20mg/kg Ginseng ext. group. Sixteen rats were subjected in each group. Open-field activity was measured in a 2.20m×2.20m open-field that was divided into 15cm squares. Four novel objects and food pellets were put with an equal distance in the open-field. Locomotion was recorded by entering the number of squares traversed for 4 min. and behaviors which were shown at the 10-sec. period were checked by a modified Jarrad and Bunnell's observation procedure. Sensitivity to the grid shock was measured in a compartment of shuttle box. 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70 volt ac. 2 sec., electric shock were delivered in each subject by the grid to animal's feet. Flinch, vocalization and jumping responses were rated in each shock level.

The results obtained were as follows: 1.) 5mg/kg and 10mg/kg Ginseng ext. groups were tended to increase the ambulation and exploration compared with placebo control. 2.) All Ginseng extract groups were defecated significantly less often than placebo control in the open-field and shock situation. 3.) Thresholds to the electric shock were tended to elevate in all Ginseng groups. 4.) These results suggest that Ginseng extract has a stimulant action in open-field and a tranquilizing action in feared situation.

서 론

인삼(*Panax Ginseng* C.A. MEYER)의 여러가지 약리 작용에 관한 연구중 특히 인삼과 심리적 기능과의 관계에 관한 연구는 극히 최근의 일들이며 아직 얻어진 지견들도 일정치 않은 감을 준다.

PETKOV¹⁾는 인삼이 중추신경계의 통합작용에 자극적 효과가 있어 양성조건방어반사 positive conditioned defensive reflex 또는 분화제지 differentiated inhibition와 같은 고차정신작용에 유효하다고 하였다. 柴田²⁾는 인삼 saponin fraction에는 중추신경계를 흥분시키는 분획 Rg fraction 과 억압시키는 분획 Rb 및 Rc fraction이 있어서 전자는 조건회피학습을 촉진시키며 후자는 조건회피학습을 억압시킨다고 하였다. 또 BREKHMAN 및 DARDYNOV³⁾의 종설에 의하면 인삼 glycoside는 중추신경계에 흥분작용만이 주효한 것으로 각종 심리학적 기능에 유효하다고 하였다. 洪등⁴⁾은 인삼에타놀엑기스 소량(2mg/kg) 투여시는 흰쥐의 조건회피반응의 습득을 촉진시키고 소거(extinction)를 늦추어 중추신경계에 흥분작용이 있다고 하였으며 그밖에 조건회피사태에서 보여 주는 긴장감, 공포감을 완화시키는데 유효하다고 했다. 또 洪등⁵⁾은 인삼에타놀엑기스 투여가 흰쥐의 일반 행동에 어떤 영향을 미치는가를 알아본 실험에서 인삼 투여군은 정상수면에는 이렇다할 차이가 없이 단지 작성상태의 활동량만 증가시킨다는 사실을 관찰하였다.

이상의 제 연구보고를 종합하면 인삼이 중추신경계통에 작용할 가능성은 충분하다 하겠으나 각종 심리적 상태에 미치는 인삼의 효과를 좀 더 구체적으로 알아 보아야 할 점이 많은것 같다.

BRIMBLECOMBE⁶⁾ 및 SINGER⁷⁾ 등은 HALL⁸⁾에 의해 개발된 open-field 법을 사용하여 각종 향정신약물이 흰쥐의 open-field 행동에 미치는 효과를 검증하였던바 일반적으로 tranquilizer 계통으로 간주되는 tripropazate(5mg/kg,ip) reserpine(2.5mg/kg,ip) chlorpromazine(2.5mg/kg,ip) 등은 몸치장하기, 뒷발로서기, 탐색활동 및 배변과 같은 정서반응을 억압시키는데 유효하며, 이와달리 epinephrine(0.1mg/kg,ip)는 탐색량을 증가시킨다고 하였고 또 COLE에 의하면 amphetamine 등도 탐색량과 일반활동을 증가시킨다고 하였다.

EVANS⁹⁾는 전기격자를 거쳐 흰쥐의 발바닥에 약한 강도의 전기충격으로부터 서서히 강한 전기충격을 가하면서 꿈틀거리는 반응 flinch response, 도약반응 jumping response 이 나타나는 반응역치를 구하여 각종 향정신약물의 효과를 관찰했던 바 일반적으로 tranquilizer 및 analgesic agent에서는 반응의 역치를 상승시키며

흥분제는 이를 낮추는데 유효하다고 하였다.

본 실험은 위에 열거한 open-field 행동과 전기충격에 대한 반응성과 같은 정서반응에 미치는 인삼의 효과를 관찰하여 약간의 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

실 험

1 Open-field 행동에 미치는 효과 시험

(1) 피험동물 : 몸무게가 130~170gm되는 흰쥐 숫컷 64마리를 피험동물로 사용하였다. 이를 무리별로 나누면 인삼을 투여치 않고 정상사료만 투여한 동물 16마리(placebo control group), 인삼엑기스를 사료에 골고루 섞어 1일 용량이 5mg/kg이 되게한 5mg/kg인삼군 16마리(5mg/kg Ginseng extract group), 10mg/kg 인삼군 16마리(10mg/kg Ginseng extract group), 및 20mg/kg 인삼군 16마리(20mg/kg Ginseng extract group)로 나누어 진다.

(2) 실험장치 : 가로 2.20m, 세로 2.20m 및 높이 0.80m되는 정사각형의 큰 나무상자가 사용되었는데 이상자의 밑면에는 한 구획이 15cm²되는 정사각형 구획 81개를 바둑판처럼 흰색과 검은색을 차례로 칠하였다. 밑면의 중앙에는 음식물을 두고 이로부터 사방 같은 거리에 4개의 신기한 물건(쇠붙이, 전기꼭지, 열쇠조각, 나사못)을 배열하여 탐색이 가능하도록 하였다.

(3) 실험절차 : 먼저 10일간 각 무리별로 용량이 맞게 인삼엑기스를 사료에 골고루 섞어 충분한 물과함께 공급하였다. 인삼투여 제11일째 실온 20°C가 유지되는 실험실에서 각 무리별로 한 마리의 실험시간의 순위가 우선적으로 되게하여 실험동물을 선택하고 오전 10시에서 오후 3시 사이에 실험을 수행하였다. open-field에서 보이는 동물의 행동은 JARRAD와 BUNNELL¹⁰⁾(1968)의 방법을 다소 개량하여 사용했는데 그 중요내용은 다음과 같다. 첫째 open-field에 폭로된 4분동안 네다리로 완전히 밟고 지나간 구획의 수를 기록계에 의해 셈하고, 두번째로는 매 10초가 지날 때마다 동물이 나타내 보이는 행동을 잠자기, 앉아쉬기, 냄새맡기, 뒷발로서기, 몸치장하기, 움직이기 및 탐색하기로 나누어 관찰하였으며 마지막으로 4분동안 이곳에서 보인 배변량도 아울러 측정하였다.

(4) 인삼엑기스의 제조 : 金浦에서 채취한 水蓼(開城種) 1kg에 Et₂O 5l를 가하고 3개월간 냉침한 침액을 증발농축하여 얻은 120g의 엑기스를 검체로 하였다.

실험 1의 결과

TABLE I. 에는 네 마리의 동물들이 4분간 open-field에서 밟고 지나간 구획의 수와 매 1분간 밟고 간 구획

의 수를 나누어 표시하였다. 표에서 볼 수 있는 바와 같이 4분간의 총수에 있어서는 10mg/kg인삼군이 99.09 ± 15.27로서 가장 많고 다음으로 5mg/kg 인삼군이 87.20 ± 13.63이며 정상대조군과 20mg/kg인삼군은 똑 같이 74.50이었다. 그러나 이들 네 무리의 성적간에는 아무 짝에 있어서도 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 단지 open-field에 폭로한 초기 1분간의 성적에 있어서만 10mg/kg인삼군은 20mg/kg인삼군 및 정상대조군에 비해 유의하게 움직임 수가 많았다($P < .05$ t-test).

다음 Fig. 1.에는 4무리가 4분간 밟고 지나간 구획의 수를 시간의 경과에 따라 나타낸 것으로 20mg/kg인삼군을 제외하고 모든 무리에서 모두 초기 1분간의 이동성이 많은 경향이며 3분이 경과될 때가 가장 적고 4분째 다시 증가하는 경향을 시사하였다. 그러나 20mg/kg인삼군은 1분~2분 사이가 증가하였다가 계속 떨어져 내려가는 경향을 보여 다른 무리와는 다소 차이있는 경향을 시사하였다.

TABLE I. Mean number of squares entered for 4-min. period in the open-field

Group	Min	N	1-min. 2-min. 3-min. 4-min. total			
			1-min.	2-min.	3-min.	4-min. total
placebo control		16	24.75	19.88	11.87	18.00 74.50
5mg/kg ginseng ext.		16	29.00	18.27	22.20	20.40 87.20
10mg/kg ginseng ext.		16	38.31	22.34	18.31	20.50 99.06
20mg/kg ginseng ext.		16	23.38	23.56	15.09	12.38 74.50

TABLE II.에는 open-field에서 보인 동물의 행동들 때 10초마다 관찰분석한 행동분석내용과 이곳에서 보인 배변량을 무리에 따라 나타내었다. 먼저 앉아쉬기(resting)에 있어서 10mg/kg인삼군은 3.63, 5mg/kg인삼군은 3.73으로 이 성적은 정상 대조군 7.06 및 20mg/kg인삼군 6.69에 비해 유의하게 적다. ($P < .05$, t-test) 반대로 이동행동(locomotion)에 있어서는 10mg/kg인

TABLE II. Mean N. of occurrences of component patterns of activity at the end of each 10-sec. period

group	activity							
	sniff.	rest	stand motionless	rearing	locomotion	exploration	grooming	defecation
placebo	0.88	7.06	1.37	5.44	5.38	0.63	3.13	3.50
5mg/kg ginseng ext.	0.33	3.73	1.40	4.73	7.53	1.87	4.40	2.13
10mg/kg ginseng ext.	0.31	3.63	1.62	4.63	8.19	1.32	3.75	2.00
20mg/kg ginseng ext.	0.31	6.69	1.06	4.31	5.81	0.68	5.06	1.56

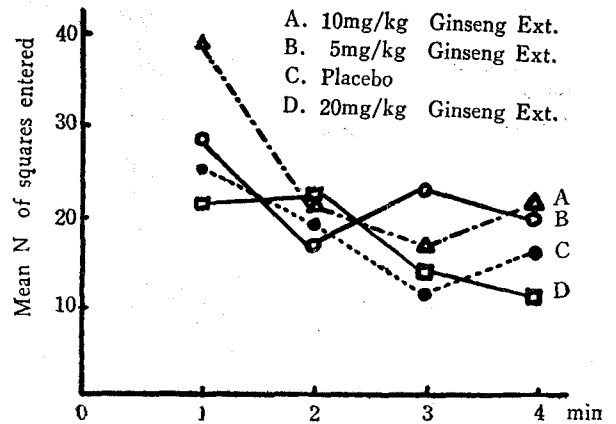


Fig 1. Activity changes for 4-min. in the open field.

삼군 및 5mg/kg 인삼군의 성적이 정상대조군 및 20mg/kg인삼군보다 유의하게 많다($P < .05$, t-test). 그밖에 몸치장하기 grooming와 탐색하기 exploration도 5mg/kg 및 10mg/kg 인삼군이 정상대조군 및 20mg/kg인삼군에 비해 많은 경향을 시사하나 통계적인 유의성은 없다. 끝으로 배변 defecation에 있어서는 20mg/kg인삼군이 정상 대조군에 비해 유의하게 적었으며($P < .02$, t-test) 기타의 인삼군도 정상대조군에 비해 적은 경향이지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 이상의 open-field 성적을 종합하면 5mg/kg인삼군 및 10mg/kg 인삼군은 탐색하기, 이동성과 같은 활동적인 행동을 촉진시키는 경향이 있고 이보다 높은 용량 즉 20mg/kg에서는 오히려 정상대조군과 비슷한 경향을 보였다.

그밖에 open-field에서 보인 배변량은 특히 20mg/kg 인삼군이 정상대조군에 비해 유의하게 적었고($P < .02$) 그밖의 인삼군에서도 줄어드는 경향이 있었지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

2. 전기충격에 대한 반응 시험

(1) 피험동물: 실험 1에서 open-field 측정이 끝난 동물을 이 실험에 계속 사용하였다.

(2) 실험장치: Takei 회사의 shuttle box의 두방 가

운데 있는 문을 막아서 충격에 의해 회피가 불가능하게 한 후 실험을 행하였다.

(3) 실험절차: 한 동물씩 상자속에 넣고 3분간의 탐색기간을 준 후 밑바닥에 10volt ac, 2 sec.의 전기충격을 5회 가한 후 다음엔 전압을 10volt 더 늘려서 20volt로 올린 후 위와 같은 조작을 계속하였다. 그후 전기충격단위를 계속 10volt씩 올리면서 최후엔 70volt까지 이르도록 하였다. 이러한 조작속에 움추리는 반응 finch response 과 소리지르는 반응 vocalization 및 도약반응 Jumping response 이 처음으로 일어나는 충격량의 단위를 각 반응의 자극역치로 삼아 성적을 얻었다. 그밖에 이동한 동물이 나타낸 배변량과 배뇨량의 회수도 동시에 측정하여 공포반응의 지표로 삼았다. 또한 충격 전후에 보이는 일반정서성을 BRADY와 NANTA(1953)¹¹⁾의 방법에 의해 아울러 측정하였다.

실험 2의 결과

TABLE III. 에는 각 반응의 자극역치를 4무리별로 나누어 표시하였다. 대부분의 반응에 있어서 10mg/kg 인삼군이 반응역치가 가장 높은 편이고 다음은 5mg/kg 및 20mg/kg 인삼군이 비슷한 경향이며 placebo control group 이 반응역치가 가장 낮아서 충격에 예민한 경향을 보여주었다. 그러나 이들 성적들은 모두 통계적으로 유의한 차는 아니었다.

TABLE IV. 에는 배변 및 배뇨량 그리고 충격 전후의 정서성을 나타내었다. 먼저 배변에 있어서 대조군의 3.44 는 5mg/kg 인삼군의 1.57 및 10mg/kg 인삼군의 1.93, 그리고 20mg/kg 인삼군의 2.13에 비해서 모두 통계적으로 유의하게 많았다($P < .02$, t-test).

그러나 배뇨량에 있어서는 단지 정상대조군이 가장 많은 경향만 시사했을 뿐 통계적으로 유의한 차는 아니었다. 그밖에 일반 정서성에 있어서는 전기 충격전에는 20mg/kg 인삼군이 가장 공격적이었고 다음엔 5mg/kg 인삼군 및 10mg/kg 인삼군의 순위였지만 통계적인 유의성은 없었다. 그러나 충격후의 정서성에 있어서는 20mg/kg 인삼군 2.8은 정상대조군 및 5mg/kg 인

TABLE III. Threshold voltages of finch, vocalation and jumping elicited by electrical shock.

emotional response group	finch	vocalation	jumping
placebo control	20.06	30.61	51.87
5mg/kg ginseng ext.	25.31	42.62	56.87
10mg/kg ginseng ext.	28.12	42.37	60.63
20mg/kg ginseng ext.	26.25	39.38	56.88

삼군에 비해서 유의하게 높았다($P < .05$ t-test).

TABLE IV. Frequency of defecation and urination under the shock and the emotional reactivity of pre-and post-shock

behavior group.	defecation	urination	reactivity	
			pre-shock	post-shock
placebo control	3.44	1.25	1.8	1.0
5mg/kg ginseng ext.	1.57	0.60	1.5	1.0
10mg/kg ginseng ext.	1.93	0.62	1.3	1.7
20mg/kg ginseng ext.	2.13	0.31	2.3	2.8

고 찰

인삼이 정서반응에 미치는 영향에 관한 본 실험의 결과는 첫째 open-field 에서는 5mg/kg 인삼군 및 10mg/kg 인삼군은 정상대조군 및 20mg/kg 인삼군에 비하여 이동성 및 탐색활동이 많고 앉아있기와 같은 무활동상태는 오히려 줄어드는 경향이었다. 그밖에 배변량에 있어서는 모든 인삼군이 정상 대조군에 비하여 배변량이 줄어든 경향이나 특히 20mg/kg 인삼군은 정상대조군에 비하여 유의하게 적었다. 둘째 전기 충격에 대한 각종 반응역치에 미치는 인삼의 효과는 전반적으로 인삼투여군이 정상대조군에 비하여 반응역치가 높아 진통작용이 있는 것 같으며 정서성에 있어서는 20mg/kg 인삼군이 가장 높아 정상대조군에 비하여 공격성이 유의하게 많았다.

HALL⁸⁾에 의하면 정서성이 높은 동물은 open-field 에서 자발적 운동이 많고 공포가 많은 동물은 배변 및 배뇨를 많이 나타낸다고 한다. 위와같은 견해는 HUNT와 OTIS¹²⁾ BROADHURST¹³⁾, DENNENBERG 또는 WHIMBEY와 DENNENBERG¹⁵⁾에 의해서도 지지되고 있다. 한편 BRIMBLECOMBE⁹⁾은 위의 HALL의 방법을 적용하여 각종향정신약물이 open-field 행동에 미치는 영향을 관찰한바 신경안정제계통의 tripropazate, 및 reserpine은 몸치장하기, 뒷발로서기, 탐색활동 및 배변량과 같은 정서활동을 줄이는데 유효하며 chlorpromazine은 뒷발로서기와 탐색량만 억압한다고 하였다. 또한 BROADHURST¹³⁾는 흥분제인 pipradrol은 탐색량을 증가시킨다고 하였고 SINGER⁷⁾는 교감신경흥분제인 Epineph도 탐색량을 증가시킨다고 보고하였다. 그 밖에 COLE¹⁶⁾ 및 NORVICK와 PIHL¹⁷⁾ 또는 PIHL과 GREENBERG¹⁸⁾은 amphetamine이 흰쥐의 일반활동을 증가시키는데 유효하다고 하였다. 따라서 신경안정제계통은 open-field에서 탐색활동

및 이동성을 줄이는데 유효한 경향이고 흥분체계통은 이와달리 위의 활동을 증가시키는 경향이 일반적인 것이라고 볼 수 있다. 본 실험의 결과에서 5mg/kg인삼군 및 10mg/kg인삼군이 탐색량 및 이동성을 증가시키고 쉬어 있기와 같은 무활동을 줄인 것은 이 용량에서 중추흥분작용이 주로 나타난 것으로 보인다. 柴田²⁾에 의하면 인삼 saponin Rg 분획을 1일용량 10mg/kgP.O.로 8일간 연속으로 마우스에 투여했더니 제 3일부터 자발적 운동이 정상대조군에 비하여 증가하였다고 하며 5mg/kgP.O.로서는 흰쥐의 shuttle box 학습을 증가시켰다고 관찰하여 이들 분획에서는 중추신경흥분작용이 있다고 하였다. 또 BREKHMAN과 DARDYNOV³⁾은 그들의 종설에서 인삼 glycoside 투여가 chloral hydrate, medinal 또는 aminosin 투여에 의한 수면을 단축시키는 항수면작용을 가지고 있으며 EEG 상에는 흥분파를 관찰할 수 있어서 중추흥분작용이 있다고 하였다. 또 이들은 인삼의 흥분작용은 benzedrine과 같은 합성흥분제의 효과와는 달리 독성이 낮고 급격스러운 흥분효과가 관찰되지 않는 특징이 있다고 하였다.

洪등⁵⁾은 흰쥐에게 인삼 ethanol extract를 5mg/kg, 10mg/kg 및 20mg/kg을 투여하고 하루의 일반행동을 Kim 등의 방법에 따라 관찰했던 바 모든 인삼투여군은 밤부분의 수면이 정상대조군에 비해 줄어들고 낮부분에는 별다른 차이가 없음을 관찰하였다. 일반적으로 흰쥐를 포함한 설치류(rodent)는 야간행동동물(nocturnal animal)임으로 낮에는 주로 수면을 취하고 밤부분에 주로 활동한다고 한다.

따라서 인삼투여는 정상수면에는 장애를 주지 않고 각성상태에서만 흥분효과를 발휘하여 일반활동을 촉진시킨 것으로 생각되므로 전술한 BREKHMAN³⁾ 등의 견해와 일치한 감을 준다.

다음으로 본 실험결과에서 인삼투여군은 open-field에서 배변량이 줄어들었다.

이와 같은 결과는 동물이 낮선 장소에서 일으킨 불필요한 공포를 인삼이 억제시킨 것으로 생각된다. Bindra와 THOMPSON²⁰⁾에 의하면 open-field에서 행동이 증가되었다 함은 동물이 흥분한 때문인지 또는 낮선 장소에서 공포가 줄어들었기 때문인지 명백치 않은 점이 있다고 하였다. 그러므로 인삼투여로 탐색량이 증가하였음을 곧 중추흥분효과로, 배변량이 줄어들었음을 공포를 줄인 결과로 단정할 수는 없으나 여하간 인삼이 open-field 행동에 영향을 미칠 수 있음은 부인할 수 없는 사실이다.

다음으로 본 실험에서는 전기충격과 같은 고통자극

을 가했을 때 인삼군은 각종 정서반응의 역치가 높았다. open-field 성적에서와 같이 인삼이 중추신경흥분작용이 주된 것이라면 고통자극에 대한 반응역치도 정상대조군에 비하여 낮아져야 할 것으로 생각된다. 따라서 전기충격에 대한 예민성의 성적은 open-field 성적과 모순된 점을 보여주었다. 이 결과를 설명함에 있어서는 다음과 같은 가능성을 들 수 있다. 첫째 인삼투여는 고통을 일으키는 장면에 있는 동물의 공포를 경감시켜 유해자극에 대한 저항성을 높일 가능성이 있다. 이와 같은 가능성은 open-field에서 인삼군의 배변량이 감소되었던 사실과 洪등⁴⁾의 결과에서 보여준 shuttle box에서의 배변량감소 성적이 이를 지지하는 것이다. 둘째 인삼은 이미 SHIBATA, PETKOV가 지적한 바와 같이 중추신경계에 흥분 및 진정 양면으로 작용할 가능성이 있다. 즉 고통장면과 같은데서는 중추신경계를 억제하는 진정작용이 주요한 것으로 생각되며 이는 인삼이 각종 stress방어에 유효하다는 사실을 의미하는 것이다.

인삼은 부신 아스콜린산 분비에 영향을 미쳐서 각종 신체적 스트레스방어에 유효한 효과를 갖는다는 KIM²¹⁾ 등의 보고와 인삼은 anti-alarm 작용이 있어서 유기체의 저항력을 높인다는 BREKHMAN 등의 보고를 보아 이 가능성을 뒷받침할 수 있다.

이상의 결과를 종합하면 인삼은 별다른 유해자극이 없는 open-field와 같은 데서는 공포를 줄이고 탐색 및 이동성을 증가시켜 흥분작용이 있는데 반해 고통장면에서는 오히려 고통에 대한 저항성을 높은 진정 또는 진정작용이 주된 것으로 생각될 수 있다. 따라서 인삼이 정서반응에 미치는 효과는 정서장면에 따라 흥분 및 진정 양면작용이 있는 것으로 사료된다 하겠다.

결론

- 1) 인삼이 흰쥐의 생래적 정서반응에 미치는 효과를 알아보고자 open-field 방법과 전기충격에 대한 예민성 실험을 실시하였다.
- 2) 인삼 소량투여군(5mg/kg, 10mg/kg)은 open-field에서 탐색량과 이동성이 인삼대량투여군(20mg/kg) 및 정상대조군에 비하여 증가하는 경향이 있다.
- 3) 모든 인삼군은 open-field에서 배변량이 정상대조군에 비하여 유의하게 줄어들어 공포가 억압되었다.
- 4) 전기충격에 대한 반응역치는 모든 인삼군이 정상대조군에 비하여 높아 충격에 대한 반응이 둔한 것 같다.
- 5) 이상으로 미루어보아 인삼은 정서를 일으키는 장면차에 따라 중추신경계에 흥분 및 진정 양면으로 작용하는 것 같다.

<1971. 2. 30 접수>

문 헌

- 1) W. PETKOV: *Arzneimittel Forschung*, 3, 288(1961).
- 2) 柴田承二: 蛋白質, 核酸, 酵素 12, 32-38(1967)
- 3) I.I. BREKHMAN and I.V. DARYNOV: *Ann. Rev. Pharmacol.*, 9, 415-430(1969)
- 4) 洪思岳, 吳鎮燮, 朴贊雄, 張鉉甲, 金應贊: 大韓藥理學會誌, 6, 1-9(1970)
- 5) 洪思岳, 張鉉甲 및 洪淳根: 인삼이 원취의 일반활동 및 절식에 의한 수명시간에 미치는 영향(1971) 미발표.
- 6) N.W. BRIMBLECOMBE: *Psychopharmacologia*, 4, 139-147(1963)
- 7) J.E. SINGER: *J. Comp. Physiology*, 56, 612~615(1963)
- 8) C.S. HALL: *J. Comp. Psychol.*, 18, 385~403(1934)
- 9) W.O. EVANS: *Psychopharmacologia*, 2, 318~325(1961)
- 10) L.E. JARRAD and B.N. BUNNELL: *J. Comp. Physiol. Psychol.* 66, 500-502(1968)
- 11) J.V. BRADY and W.J.H. NATUTA: *J. Comp. Physiol. psychol.* 64, 339~346(1953)
- 12) H.F. HUNT and L.S. OLIS: *J. Comp. Physiol. psychol.*, 46, 378~382(1953)
- 13) P.L. BROADHURST: *Brit. J. psychol.*, 48, 1~12(1957)
- 14) V. H. DENNENBERG: *Psychol. Rev.*, 71, 335~351(1964)
- 15) A.E. WHIMBEY and V.H. DENNENBERG: *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 63, 500~504(1967)
- 16) S.O. COLE: *Psychol. Bull.*, 68, 81~90(1967)
- 17) I. NORVICK and R.O. PIHL: *J. Comp. Physiol. Psychol.* 68, 220~225(1969)
- 18) R.O. PIHL and I. GREENBERG: *Psychol. Sci.*, 14, 216~217(1969)
- 19) C. KIM, H. CHOI, J.K. KIM and H.K. CHANG: *Brain Res.* 19, 379~394(1970)
- 20) D. BINDRA and W.R. THOMPSON: *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 46, 43~45(1953)
- 21) C. KIM, C. KIM, C.Y. HU and J.S. RHEE: *Lloydia*, 33, 43-48(1970)