

버섯 추출물이 사염화탄소 유발 간손상에 미치는 영향

김건희[†] · 한혜경

덕성여자대학교 식품영양학과

The Effect of Mushroom Extracts on Carbon Tetrachloride-Induced Hepatotoxicity in Rats

Gun-Hee Kim[†] and Hye-Kyoung Han

Dept. of Foods and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

Abstract

The effect of mushroom extracts from *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes* on carbon tetrachloride (CCl₄)-induced hepatotoxicity was investigated. Rats were administered orally each mushroom extract at the dose of 150mg/kg, followed by treatment with CCl₄. Liver damage was produced in male Sprague-Dawley rats, after 21hrs from dosing with CCl₄(0.25ml/kg) which were given intraperitoneally. Liver damage without renal injury was confirmed by measuring plasma enzyme, creatinine and blood urea nitrogen levels. We examined the effect of mushroom extracts on liver damage by blood chemical analysis and liver analysis. Plasma aminotransferase activity, and levels of cholesterol and triglyceride were analyzed. Plasma alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase activities were decreased by 34 % and 61.5 % in pretreatment group of *Lentinus edodes* compared with CCl₄ treated group, respectively. The administration of all mushroom extracts led the plasma cholesterol and triglyceride levels decrease more than the CCl₄-treated rats. These results suggest that *Lentinus edodes* extract protect liver from damage induced by CCl₄.

Key words: *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes*, carbon tetrachloride(CCl₄)-induced hepatotoxicity, blood chemical analysis

서 론

버섯은 진균류에 속하는 담자균과 자낭균 중 자실체를 형성하는 고등균류로서 탄수화물(1,2), 단백질(3), 지질(4-6), 무기질 및 비타민(7) 등의 영양소를 골고루 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 맛과 향기(8)를 지니고 있어 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔으며 자연식품, 저칼로리식품 및 무공해식품으로도 진가가 인정되는 식품이다. 특히 버섯의 항암작용, 생체기능조절 및 뇌졸중, 심장병 등 성인병에 대한 예방과 개선효과가 보고(9-17)됨에 따라 버섯에 대한 관심은 더욱 높아지게 되었다.

사염화탄소는 실험적 간장해를 일으키는 약물로서(18) 체내의 mixed function(cytochrome P₄₅₀) oxidase system에 의해 생긴 ·CCl₃ free radical이 간 microsome의 막단백 thiol기와 강하게 공유결합되어 막의 지

질과산화 반응을 촉진해서 장해를 일으키는 것으로서 그 결과 간에서 단백질합성억제와 glycogen량 감소, 혈중으로의 aspartate aminotransferase(AST) 및 alanine aminotransferase(ALT) 이탈을 일으키고, 조직학적으로는 간세포의 괴사 및 섬유화 등을 일으키는 것으로 알려져 있다(19).

간장 치료제인 silymarin은 *Cardus marianus* 추출물의 성분으로서 silybin, isosilybin, sylycristin 및 silidianin 등으로 구성되었으며(20), 또한 diphenyl dimethyl dicarboxylate는 오미자의 성분인 schizandrin과 유사한 인공 합성물질로서 약물중독에 의한 만성간염에 대해 치료 및 예방 효과가 있으며 임상 연구를 통해 만성간염 환자의 증상을 호전시키고 간 기능이 현저히 향상됨이 보고되어 있으며, 사염화탄소 유발 간독성의 경우 Kupffer cell 활성을 통한 간독성 치료효과가 보고된 바 있다(21). 이외에도 간세포의 신진대사를 활성화

[†]To whom all correspondence should be addressed

키기 위하여 vitamin B complex(VBC)가 사용되고 있다. 이는 효소의 조효소 역할을 함으로 탄수화물, 지방산 및 아미노산 합성과 산화·환원반응의 촉매 및 약물해독반응 등에 관여하고 있다(22).

본 실험에서는 흰쥐에 느타리 및 표고버섯 추출물을 전처리한 후 사염화탄소(CCl₄)를 투여하여 체중당 간 무게, 혈액의 AST와 ALT 활성도, 단백질, 콜레스테롤 및 중성지방 함량 및 간의 단백질, 콜레스테롤 및 malondialdehyde(MDA) 함량을 측정함으로써 버섯 추출물이 사염화탄소에 의한 간손상에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하였다.

재료 및 방법

단백다당체의 추출

느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)과 표고버섯(*Lentinus edodes*)의 추출은 이(23)의 방법에 준하였다.

즉, 배양액을 6,000rpm에서 10분간 원심분리한 후, 여액은 감압농축기로 10배 농축한 후 3배량의 에탄올을 가하여 4°C에 하룻밤 방치하여 추출하였으며, 원심분리 후 회수된 균사체는 2배 가량의 물을 첨가한 다음 100°C에서 3시간 정도 가열한 후 상기와 같은 방법으로 추출하였다. 배양액 전체에서 단백질다당체의 추출은 Fig. 1과 같이 실시하였다. 배양액을 여러 추출방법에 따라 추출한 후 8,000rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상정액을 감압농축하고, 농축물에 3배 정도의 에탄올을 가하여 4°C에서 하룻밤 방치하였다. 방치 후 생성

된 침전물을 원심분리하여 분리한 다음 증류수에 녹여 상기의 추출 조작을 2회 반복한 후 동결건조하여 단백질다당체를 분리하였다.

실험동물

삼육실험동물로부터 구입한 체중 200g 내외의 건강한 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 22±1°C에서 충분한 물과 고형사료(삼양사료 주식회사)를 공급하여 사육하여 실험실 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다.

버섯 추출물의 투여

200g 내외의 흰쥐 6마리를 1군으로 하여 대조군은 생리식염수를 투여하였고 버섯 추출물을 체중 kg당 150 mg, VBC(유한양행)는 체중 kg당 0.28ml를 1일 1회 3일간 경구투여하였다.

각 실험군은 대조군(Normal), 사염화탄소 단독 투여군(CCl₄), 느타리버섯 전처리한 후 사염화탄소 투여군(*P.o.*+CCl₄), 느타리버섯 추출물+VBC와 사염화탄소 병용 투여군(*P.o.*+VBC+사염화탄소), 표고버섯 전처리한 후 사염화탄소 투여군(*L.e.*+CCl₄), 표고버섯 추출물+VBC와 사염화탄소 병용 투여군(*L.e.*+VBC+사염화탄소) 및 VBC 전처리한 후 사염화탄소 투여군(VBC+CCl₄) 등의 7군으로 하였다.

간독성 유발

사염화탄소 간독성을 유발시키기 위해서 사염화탄소를 corn oil에 1:3의 비율로 용해시켜 1.0ml/kg/day 용량을 3일째 되는 날 버섯 추출물 및 VBC 최종 투여 3시간 후에 흰쥐에게 복강주사하였다.

대조군은 corn oil만을 사염화탄소 투여군과 동일한 방법으로 투여하였다.

채혈 및 혈청 분리

약물 최종 투여 24시간 후 ether 마취 하에 복부정중선을 따라 절개한 후 심장에서 채혈하고 간을 적출하였다. 적출한 간은 생리식염수로 장기 표면에 묻어 있는 혈액을 가볍게 씻은 후 여지로 압박하여 남아있는 생리식염수를 가능한 모두 제거한 다음 무게를 측정한 후 -70°C에 냉동 보관하였다가 본 실험에 사용하였다. 채취한 혈액은 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 혈장을 분석에 이용하였다.

간중량/체중 산출

흰쥐의 체중을 측정한 후 채혈한 다음 간을 적출하여 중량을 측정하여 간중량/체중(g/g)의 비를 산출하였다.

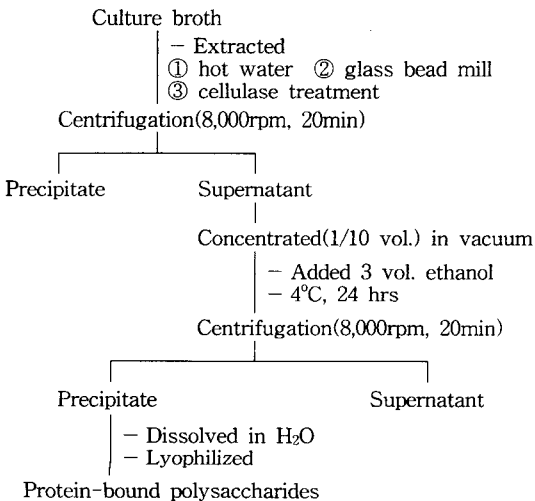


Fig. 1. Extraction of the protein-bound polysaccharides from the cultures broth of mushroom.

혈장 aminotransferase 활성도 측정

Reitman-Frankel(24)의 방법에 의하여 조제된 ALT 및 AST kit(영동제약)를 이용하였다.

혈장 단백질의 정량

혈장 단백질 정량은 biuret 반응(25)에 의하였으며 표준액은 bovine serum albumin을 사용하였다.

혈장 cholesterol의 정량

Cholesterol 측정은 Richmonod와 Paul(26)에 의한 효소법에 준하여 측정하였다.

간 단백 정량

간 일정량에 10배량의 phosphate buffer(pH 7)를 첨가하여 균질기로 마쇄한 homogenate를 Lowry 등(27)의 방법에 의하여 정량하였다. Bovine serum albumin을 표준으로 하여 Folin's reagent로 발색시키고 30분 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다.

간 콜레스테롤 정량

간 균질액을 이용하여 혈장 콜레스테롤과 동일한 방법으로 측정하였다.

간 지질과산화물 함량

간조직의 지질과산화물 함량의 측정은 Uchiyama와 Mihara(28)의 방법에 따라 시행하였다. 간조직은 10배의 냉각된 1.15% KCl을 가하여 homogenizer로 균질화시켰다. 간균질액 0.5ml에 1% H₃PO₄, 0.67% thiobarbituric acid를 가한 후 95°C 수욕상에서 45분간 방치한

후 실온까지 냉각하고 butanol 4ml를 가해서 진탕추출한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 butanol층을 취해 535nm와 520nm에서 흡광도의 차이를 측정하였다. 표준액으로는 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하여 검체에서의 MDA 생성량을 계산하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 평균과 표준편차를 계산하였고 유의성 검증은 Student's t-test로 실시하였다.

결과 및 고찰

간의 무게에 미치는 영향

버섯 추출물을 전처리한 후 사염화탄소를 투여시 간의 무게에 미치는 영향이 Table 1에 나타내었다.

대조군에 비해 사염화탄소 단독 투여군에서 약 23.6%의 유의한 증가를 보였으며 사염화탄소 단독 투여군에 비해 느타리버섯 전처리한 후 사염화탄소 투여군을 제외한 나머지 투여군에서 약간 낮은 경향을 보였다. 사염화탄소를 투여하면 간 세포막 손상으로 투과성이 증가하여 부종이 일어나고 지방변성이 일어나 간에 지질 성분이 대량 축적되므로써 간장비대를 보고(29)한 결과와 연관시켜 볼 때 버섯 추출물은 사염화탄소에 의한 reticuloendothelium, mitochondria 및 microsome 등의 변화와 같은 간의 손상을 저지시키는 것으로 사료된다.

ALT 및 AST 활성도

혈장 ALT 활성도는 사염화탄소 단독 투여군에 비해 느타리버섯 추출물 투여군을 제외한 모든 군에서 유의적인 감소를 보였다. 느타리버섯 추출물 투여군보다 표고버섯 추출물 투여군에서 효과가 더 좋았으며 버섯

Table 1. Effects of mushroom(*P.o.* and *L.e.*) extracts and VBC on liver weight, activities of ALT and AST in CCl₄-treated rats

Treatment	Liver wt./body wt.	ALT activity(KA unit/L)	AST activity(KA unit/L)
Control	3.22±0.27	10.2± 5.5	86.7± 34.5
CCl ₄	3.98±0.62 ^a	262.6± 78.4 ^b	557.7±200.9 ^b
<i>P.o.</i> +CCl ₄ ¹⁾	4.12±0.43 ^b	273.4±114.9 ^b	546.6±344.5 ^b
<i>P.o.</i> +VBC+CCl ₄ ²⁾	3.71±0.63	89.2± 49.1 ^{ac}	229.5±117.2 ^{ac}
<i>L.e.</i> +CCl ₄ ³⁾	3.63±0.42	173.4± 70.8 ^{bc}	214.9± 90.3 ^{ac}
<i>L.e.</i> +VBC+CCl ₄ ⁴⁾	3.56±0.33	116.6± 78.9 ^{bc}	201.1± 83.8 ^{ac}
VBC+CCl ₄ ⁵⁾	3.71±0.43 ^a	92.2± 37.6 ^{ac}	316.3±153.0 ^{ac}

Values are mean±S.D. of 6 rats, ^ap<0.05; ^bp<0.01 compared with control group, ^cp<0.05 compared with CCl₄ group. CCl₄ dosage: 0.25ml/kg body wt. *Pleurotus ostreatus*(*P.o.*) and *Lentinus edodes*(*L.e.*) extract dose: 150mg/kg body wt(*P.o.*) Vitamin B complex(VBC) dosage: 0.28ml/kg body wt.(i.p.)
¹⁾*P.o.* extract+CCl₄, ²⁾*P.o.* extract+vitamin B complex+CCl₄, ³⁾*L.e.* extract+CCl₄
⁴⁾*L.e.* extract+vitamin B complex+CCl₄, ⁵⁾Vitamin B complex+CCl₄

추출물 단독 투여보다 VBC 병용 투여가 더욱 효과가 있었다(Table 1).

혈장 AST 활성도는 CCl_4 단독 투여군에 비해 모든 투여군에서 감소를 나타냈고 느타리버섯 추출물+VBC 병용 투여군, 표고버섯 추출물 투여군 및 표고버섯 추출물+VBC 병용 투여군에서 유의적으로 감소하였다(Table 1).

혈청 중 AST 및 ALT 등의 효소 활성도의 상승은 간독성으로 인한 간세포의 괴사와 간 조직의 파괴가 진행됨에 따라 transaminase가 혈중으로 유리되어 높은 활성을 나타내는 것이다(30). 간 세포막의 손상은 세포 질에 존재하는 효소들의 혈액 내로의 유출을 증가시켰다. 간장 장애의 지표가 되는 AST와 ALT 활성도의 증가는 지방대사의 저해로 간 실질 세포의 장애가 발생하여 혈중으로 방출이 항진되어 나타나는 것으로 알려져 있다(31,32). 본 실험의 결과 사염화탄소의 투여는 ALT와 AST의 활성도가 유의성있게 증가되었으며 이러한 작용은 급성 간 손상시 그 활성도가 혈청 중에서 증가한다는 윤(33)의 보고와 일치한다. Betaine이 흰쥐를 이용한 동물실험에서는 사염화탄소에 의해 유발되는 혈청 중 ALT 활성도의 상승을 차단하는 것으로 보고되었다(34). 표고버섯 추출물을 전처리하므로써 활성이 억제된 결과로 보아 사염화탄소에 의한 간세포 손상을 회복시키는 효과를 나타냄을 시사해 주고 있다. 따라서 표고버섯 추출물의 투여가 혈장 AST 및 ALT의 활성도를 감소시켰으므로 사염화탄소 유발 간독성에 효과가 있는 것으로 생각된다.

혈장 단백질 함량

혈장의 단백질 함량은 사염화탄소 단독 투여군에 비해 표고버섯 추출물 투여군 및 VBC로 전처리한 군에서 다소 증가하였으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다(Table 2).

중요한 간 기능의 하나인 단백질 합성, 간질관과 영

양 장애의 지표로 사용되어지는 단백질 함량은 유의성있는 변화를 보이지 못하였다.

혈장 콜레스테롤 및 중성지방 함량

혈장 콜레스테롤 함량은 모든 투여군에서 사염화탄소 단독 투여군보다 낮게 나타났으며 표고버섯 추출물과 VBC를 병용 투여한 후 사염화탄소 투여군에서는 유의적으로 낮게 나타났다(Table 3).

중성지방 함량은 대조군에서 65.0 ± 13.9 mg/dl이었고, 사염화탄소 단독 투여군은 79.2 ± 33.7 mg/dl로 사염화탄소 단독 투여군에 비해 모든 실험군에서 유의적인 차이는 보이지 않았으나 낮게 나타났다(Table 3).

버섯 추출물 투여시 지질대사와 지방간의 중요 지표 중 하나인 콜레스테롤 및 중성지방 함량에 있어서 낮게 나타났다.

간 단백질 함량

간손상시 그 함량이 감소된다는 단백질 함량(35-37)은 대조군에 비해 사염화탄소 단독 투여군에서 약간 감소하였다. 모든 실험군은 사염화탄소 단독 투여군에 비해 유의적인 차이를 볼 수 없었다(Table 2).

간 콜레스테롤 함량

사염화탄소 단독 투여군에서는 대조군에 비하여 간 콜레스테롤 함량이 유의성있게 증가하였다(Table 4). 버섯 추출물을 전처리하였을 때는 간 콜레스테롤 함량에 현저한 영향을 미치지 못하였다. 지질대사의 중요지표인 콜레스테롤은 인지질과 함께 세포막의 성분으로서 간손상시 배설장애로 인해 고콜레스테롤 혈증이 나타나게 된다. Thomas 등(38)은 blackgram에서 추출한 식이섬유소를 급여한 흰쥐의 간에서 콜레스테롤 함량이 감소

Table 2. Effects of mushroom(*P.o.* and *L.e.*) extracts and VBC on protein levels in CCl_4 -treated rats

Treatment ¹⁾	Serum(mg/ml)	Liver(mg/liver g)
Control	64.0 ± 11.7	252.8 ± 19.8
CCl_4	61.0 ± 20.0	234.7 ± 34.8
<i>P.o.</i> + CCl_4	60.5 ± 9.5	236.0 ± 30.2
<i>P.o.</i> + VBC + CCl_4	55.3 ± 12.0	279.0 ± 40.3
<i>L.e.</i> + CCl_4	63.4 ± 8.9	237.0 ± 26.9
<i>L.e.</i> + VBC + CCl_4	53.3 ± 7.9	240.1 ± 34.8
VBC + CCl_4	61.7 ± 10.9	243.0 ± 18.5

Values are mean \pm S.D. of 6 rats.

¹⁾Refer to Table 1.

Table 3. Effects of mushroom(*P.o.* and *L.e.*) extract and VBC on plasma cholesterol and triglyceride levels in CCl_4 -treated rats

Treatment ¹⁾	Cholesterol (%)	Triglyceride (mg/dl)
Control	100.0 ± 0.0	65.0 ± 13.9
CCl_4	121.9 ± 51.8	79.2 ± 33.7
<i>P.o.</i> + CCl_4	101.0 ± 31.5	65.7 ± 20.5
<i>P.o.</i> + VBC + CCl_4	77.4 ± 29.4^a	50.3 ± 19.1
<i>L.e.</i> + CCl_4	79.6 ± 45.0^a	51.8 ± 29.3
<i>L.e.</i> + VBC + CCl_4	84.6 ± 55.7	55.0 ± 36.2
VBC + CCl_4	81.1 ± 32.3	52.7 ± 21.0

Values are mean \pm S.D. of 6 rats.

^ap<0.05 compared with CCl_4 group.

¹⁾Refer to Table 1.

Table 4. Effects of mushroom(*P.o.* and *L.e.*) extracts and VBC on cholesterol and malondialdehyde levels in the liver in CCl₄-treated rats

Treatment ¹⁾	Cholesterol (mg/g)	MDA (nmol/mg protein)
Control	7.92±2.67	1.57±0.53
CCl ₄	9.19±2.82 ^a	3.14±0.93 ^b
<i>P.o.</i> +CCl ₄	12.43±2.44 ^a	3.10±0.95 ^a
<i>P.o.</i> +VBC+CCl ₄	11.13±1.87 ^a	2.47±0.56 ^a
<i>L.e.</i> +CCl ₄	11.02±1.22 ^a	2.49±0.89
<i>L.e.</i> +VBC+CCl ₄	9.97±1.56 ^a	2.34±0.37
VBC+CCl ₄	10.96±1.56 ^a	1.90±0.74 ^c

Values are mean±S.D. of 6 rats.

^ap<0.05; ^bp<0.01 compared with control group.

^cp<0.05 compared with CCl₄ group.

¹⁾Refer to Table 1.

된 것은 간에서 콜레스테롤이 담즙산으로의 전환속도가 높아졌기 때문이라고 보고하였다.

버섯 추출물이 흰쥐 간 조직에서 어떤 경로를 거쳐 콜레스테롤 합성을 유도하는지는 설명할 수 없으나 추가적인 혈장 HDL-콜레스테롤 및 간 중성지방 등의 분석을 통해 부분적으로 설명될 수 있을 것이다.

간 지질과산화물 함량

간에서 초기 지질과산화물의 지표인 MDA를 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 사염화탄소에 의한 지질과산화물에 버섯 추출물의 보호효과를 알아보기 위하여 지질과산화의 산물인 MDA를 측정하였다.

지질과산화물의 지표로 측정된 MDA의 결과를 보면 본 실험에 있어서 사염화탄소로 간손상을 유발시켰을 때 사염화탄소 단독 투여군은 대조군에 비해 지질과산화물 함량이 약 2배 증가하였다. 사염화탄소를 투여하므로써 간조직의 지질과산화물 함량이 대조군에 비해 현저하게 상승한 것은 허 등(39)의 연구와 일치한다. 본 실험에서 버섯의 추출물 전처리시 간의 지질과산화물 함량은 사염화탄소 단독 투여군보다 모든 실험군에서 감소하였으며 VBC 전처리 후 CCl₄ 투여군에서는 유의적인 차이를 보였다.

이러한 결과는 한 등(40)이 흰쥐에 췌 카네킨과 사염화탄소를 투여한 실험군이 대조군에 비해 지질과산화물 함량이 절반 정도로 감소하였다는 보고보다는 약간 덜 감소한 경향이었으며 양파를 4%, 양파즙을 2ml/kg 씩 4주간 경구투여한 대조군보다 MDA생성량이 20.6~23.8%감소하였다는 박 등(41)의 보고와 비슷한 경향을 보였다. 표고버섯 추출물을 전처리한 후 사염화탄소를 투여한 경우 이들은 사염화탄소에서 유도되는 free radical(42-44)을 제거함으로써 조직 중의 지질과산화

를 억제시키는 것으로 사료된다. 사염화탄소와 같은 간독소는 간조직내 과산화지질을 유도하여 지방산 조성을 변화시켜 궁극적으로는 세포 독성을 유발시킨다(45). 간이 유해물질로부터 손상을 입을 경우 간 세포막의 지질이 과산화되며 내부의 효소계가 파괴됨으로써 혈액 및 조직내 과산화지질 함량이 증가하게 된다(46). 이 등(47)도 마디풀의 methanol 추출물이 지질과산화물 억제 활성과 간장해 개선효과를 나타내었다고 보고하였다.

요 약

버섯 추출물이 사염화탄소에 의한 간손상에 어떠한 영향을 조사하기 위하여 버섯 추출물을 150mg/kg 용량으로 3일간 반복 투여하고 최종 투여 24시간 후 처리하였다. 버섯 추출물을 전처리한 후 사염화탄소로 유발된 흰쥐의 간조직 손상에 미치는 효과를 관찰하기 위해 흰쥐에 사염화탄소를 복강투여하고 혈장과 간조직을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 체중 100g당 간 무게는 사염화탄소 단독 투여군이 대조군에 비하여 23.6%의 유의한 증가를 보였으며 사염화탄소 단독 투여군에 비하여 표고버섯 추출물 전처리군은 혈장 ALT 및 AST 활성도가 각각 34.0% 및 61.5% 감소하였다. 또한 느타리버섯 전처리군은 혈청 AST 활성도가 2.0% 감소하였다. 표고버섯 추출물은 CCl₄로 인하여 증가된 혈청 ALT 활성도를 유의성있게 감소시켰다. 단백질 함량에서는 유의성있는 변화가 없었다. 혈장 콜레스테롤 함량은 모든 투여군에서 사염화탄소 단독 투여군보다 낮게 나타났다. 또한 혈중 중성지방 함량을 감소시켰다. 본 실험에서 사염화탄소로 인해 상승된 혈장 ALT 및 AST 활성도와 지질 함량이 버섯의 추출물을 전처리함으로써 감소된 것으로 보아 버섯의 추출물은 사염화탄소로 유발된 간손상을 예방하는 효과가 있음을 발견할 수 있었다. 이상의 실험을 통해 표고버섯 추출물 투여군에서 혈장 중의 ALT 및 AST 활성도의 감소와 지질함량의 저하와 상관관계가 있는 것으로 생각된다. 그러나 본 연구 결과만으로 전반적인 간보호작용을 평가할 수 없기 때문에 추가적인 기전 제시가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 보건의료기술 연구비 지원으로 수행되었으며 지원에 감사를 드립니다.

문 헌

1. 홍재식, 김태영 : 느타리버섯, 표고버섯 및 양송이의 유

- 리당과 당 알코올을 조성. 한국식품과학회지, **20**, 459(1988)
2. 임수빈, 김미옥, 구성자 : 식용버섯 중 식이섬유소의 함량측정. 한국조리과학회지, **7**, 69(1991)
 3. 홍재식 : 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산조성. 한국식품과학회지, **21**, 58(1989)
 4. 권용주, 엄태봉 : 느타리버섯의 지방성분에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **13**, 1750(1984)
 5. 홍재식 : 느타리, 표고와 양송이버섯의 유기산 및 지방산 조성. 한국식품과학회지, **20**, 100(1988)
 6. 홍재식 : 한국산 식용버섯의 지방질 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, **5**, 437(1990)
 7. Bano, Z. and Rajarathnam, S. : Pleurotus mushroom. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *CRC Reviews in Food Science and Nutrition*, **27**, 87(1988)
 8. 안장수 : 한국산 식용버섯의 향기 및 영양성분에 관한 연구. 단국대학교 박사학위논문(1987)
 9. Mori, K., Toyomasu, T., Nanba, H. and Kuroda, H. : Antitumor activities of edible mushrooms by oral administration. *Proc. Int'l. Sym. Scientific and Technical Aspects of Cultivating Edible Fungi*, 1-6(1986)
 10. 김군자, 김한수, 정승용 : 고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에 있어서 버섯류가 지질성분에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **21**, 131(1992)
 11. 마상조 : 건조 표고버섯의 각종 용매 추출물의 항산화작용의 효과. 한국식품과학회지, **15**, 150(1983)
 12. 김선희, 유영상 : 식이내 표고함량과 지방의 종류가 고콜레스테롤혈증을 섭취한 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향. 대한가정과학회지, **30**, 61(1992)
 13. 문익재, 정시련, 전경희 : 표고버섯 렉틴의 림프구 자극분열 및 암세포 응집효과. 약학회지, **39**, 260(1995)
 14. Kim, B. K., Park, E. K. and Shim, M. J. : Studies on the constituents of higher fungi of Korea (X X III). Antineoplastic activities of *Coriolus versicolor*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes*. *Arch. Pharm. Res.*, **2**, 145(1979)
 15. Chung, K. S. : Studies on the constituents of the higher fungi of Korea (II). The antitumor components and culture of *Lentinus edodes*. *Kor. J. Mycol.*, **10**, 33(1982)
 16. Chihara, G., Hamuro, T., Maeda, Y. and Fukuoka, F. : Fractionation and purification of the polysaccharide with marked antitumor activity, especially lentinan from *Lentinus edodes*. *Cancer Res.*, **30**, 2776(1970)
 17. Kim, D. H., Bae, E. A., Jang, I. S. and Han, M. J. : Anti-helicobacter pylori activity of mushrooms. *Arch. Pharm. Res.*, **19**, 447(1996)
 18. Recknagel, R. O. : A new direction in the study of carbon tetrachloride hepatotoxicity. *Life Sciences*, **33**, 401(1983)
 19. Glende, E. A., Hruszkewycz, A. M. and Recknagel, R. O. : Critical role of lipid peroxidation in carbon tetrachloride-induced loss aminopyrine demethylase, cytochrome P-450 and glucose 6-phosphatase. *Biochem. Pharmacol.*, **25**, 2163(1976)
 20. Reynolds, J. E. F. Martindale(The extra pharmacopoeia). 29th. The Pharmaceutical Press. p.1613(1989)
 21. Wang, X. L. : Clinical effect of DDB pilules on 56 cases of chronic viral hepatitis B. *New Drugs Clinic*, **3**, 13(1984)
 22. Alfred, G. G., Theodore, W. R., Alan, S. N. and Palmer, T. : The pharmacological basis of therapeutics. 8th. Maxwell Macmillan international editions. p.1523(1992)
 23. 이병우 : 표고버섯 균사체 배양 및 그 추출물의 생리학적 특성. 경북대학교 대학원 박사학위논문(1993)
 24. Reitman, S. and Frankel, S. : A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. Clin. Pathol.*, **28**, 58(1957)
 25. Gornall, A. G., Bardawill, C. S. and David, M. M. : Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, **177**, 751(1949)
 26. Richmond, W. and Paul, C. F. : Enzymatic determination of total serum cholesterol. *J. Clin. Chem.*, **20**, 470(1974)
 27. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Rasndall, R. R. : Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265(1951)
 28. Uchiyama, M. and Mihara, M. : Determination of malondialdehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Anal. Biochem.*, **86**, 271(1978)
 29. Menson, I. S., Kendal, R. Y., Dewar, H. A. and Newell, D. J. : Effect of onions on blood fibrinolytic activity. *Brit. Med. J.*, **3**, 351(1968)
 30. Hayes : Principles and Methods of Toxicology. Raben Press, p.407(1982)
 31. Wroblewski, F. and La Due, J. S. : Serum glutamic-pyruvic transaminase in cardiac and hepatic disease. *Proc. Esp. Bio. Exp.*, **91**, 569(1956)
 32. Jakeda, Y., Ichihara, A., Tanioka, H. and Inove, H. : The biochemistry of animal cells, the effect of corticosteroids on leakage of enzyme from dispersed in liver cells. *J. Biol. Chem.*, **239**, 3590(1964)
 33. 윤종국 : 흰쥐의 사염화탄소에 간손상시 actinomycin D 및 predisolone이 혈청 xanthin oxidase 활성에 미치는 영향. 연구논문집(계명대학교 기초과학연구소), **7**, 113(1988)
 34. Kim, S. Y., Kim, H. P., Lee, M. K., Byun, S. J., Kim, S. H., Moon, A., Han, H. M., Huh, H. and Kim, Y. C. : The effect of betaine on the CCl₄-induced hepatotoxicity in rats. *Yakhak Hoeji*, **37**, 538(1993)
 35. 정소용, 윤종국 : 흰쥐에 methanethiol투여가 간기능에 미치는 영향. 과학논문집(계명대학교 생활과학연구소), **9**, 119(1990)
 36. 윤종국, 김석환, 이방자 : 저단백식으로 성장한 흰쥐에 사염화탄소의 투여가 간손상에 미치는 영향. 과학논문집(계명대학교 생활과학연구소), **9**, 159(1983)
 37. 윤종국, 이영순 : 토롱분 첨가식으로 성장한 흰쥐에 사염화탄소 투여가 간손상에 미치는 영향. 과학논문집(계명대학교 생활과학연구소), **6**, 87(1987)
 38. Thomas, M., Leelamma, S. and Kurup, P. A. : Effect of blackgram fiber(*Phaseolus mungo*) on cholesterol genesis and cholesterol degeneration in rats. *J. Nutr.*, **113**, 1104(1983)
 39. 허진수, 최연식, 도재철, 정정원 : Vitamin E 투여가 사염화탄소로 유발시킨 흰쥐의 체내 생화학적 조성에 미치는 영향. 한국노화학회지, **2**, 95(1992)
 40. 한석현, 김중배, 민상기, 이치호 : 사염화탄소를 투여한 흰쥐에 있어서의 간기능에 미치는 칩 카네킨의 효과. 한

- 국영양식량학회지, 23, 713(1995)
41. 박평심, 이영대, 이명렬 : 양파식이가 흰쥐에서 사염화탄소 독성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 20, 121 (1991)
 42. Reckinagel, R. O. : Carbon tetrachloride hepatotoxicity. *Pharmacol. Rev.*, 19, 145(1967)
 43. Maynard, E. H., Brittern, S. and James, R. G. : Effect of 3-methylchloanthrene induction on the CCl₄-induced changes in rat hepatic microsomal enzyme system. *Biochem. Pharmacol.*, 21, 745(1971)
 44. Wolf, C. R., Willard, G. H. Jr., Wolfgang, M. N., Richard, M. P., Kalyanaraman, P. B. and Roland, P. M. : Metabolism of carbon tetrachloride in hepatic microsomes and deconstituted monooxygenase systems and its relationship to lipid peroxidation. *Mol. Pharmacol.*, 18, 553(1980)
 45. Noll, T. and Groot, H. : The critical steady-state hypoxic conditions in carbon tetrachloride-induced lipid peroxidation in rat liver microsome. *Biochem. Biophys. Acta*, 795, 356(1984)
 46. Chance, B., Sies, H. and Boveris, A. : Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol. Rev.*, 59, 527(1979)
 47. 이충기, 김낙제, 홍남두, 권창호 : 마디풀(*Polygonum aviculare* L.)의 전초가 지질과산화 및 간기능에 미치는 영향. 생약학회지, 25, 56(1994)

(1997년 10월 31일 접수)