

동충하초 : 새로운 기능성식품 소재

한대석 · 송효남 · 김상희

특용작물가공팀

I. 서론

지난 1992년 일본 히로시마 올림픽 경기에서 중국 육상선수들이 세계기록을 경신하고, 1993년 중국 베이징에서 개최된 중국체전에서 중국 여자 육상선수들이 10,000m 세계 기록을 42초나 앞당기고, 3,000m에서는 2초를 경신하였으며, 1,500m에서도 세계신기록을 작성하였고, 후 순위 선수들도 세계기록에 근접하는 성적을 거두면서 세계 육상계를 놀라게 한 적이 있다(1).

일부에서는 구동독 스포츠 과학자가 코치로 고용되었기 때문에 이 경이로운 기록들이 약물 복용에 의한 결과일지도 모른다는 의심의 눈초리를 보냈으나 중국 감독 마준렌(Ma Zunren)은 이를 부인하였다. 흔히 馬군단으로 잘 알려진 중국 감독은 육상소식지(Track & Field News)에서 "강도 높은 훈련과 고산지에서의 훈련 그리고 동충하초로 제조한 스트레스 해소제를 복용케 한 것이 기록 경신의 요인이었다. 동충하초는 천연물이며 중국에서는 수백년간 음용해왔다"라고 주장하였다.

馬군단 소식이 우리나라에도 대서특필된 이후 보신강장식품에 매우 민감한 우리 국민들은 이 버섯

에 대한 관심이 부쩍 높아졌다. 冬蟲夏草란 겨울에는 곤충이지만 여름에는 식물체(정확히 표현하면 버섯 자실체임)가 된다는 데서 유래된 이름이다. 숙주(寄主)로는 누에, 벌, 매미, 나비, 풍뎅이 및 이들의 애벌레, 번데기, 유충 등 종류가 매우 다양하다. 전세계적으로 곤충에 기생하는 곰팡이는 약 800 여종이 알려져 있고, 자낭균류의 동충하초屬에 속하는 곰팡이는 약 300 여종이 보고되어 있으며 국내에서는 강원대 성재모 교수가 76 종을 채집하여 책으로 정리한 바 있다(2).

국내에서는 최근 잠사곤충연구소에서 누에동충하초 인공재배에 성공하였고, 일부 농민이나 관심 있는 사람들이 재배에 성공하면서 판매를 계획하고 있다. 동충하초는 채집량이 많지 않고, 희귀성으로 인해 중국의 왕실이나 귀족들의 전유물인 것처럼 여겨져왔기 때문에 대중적이지 못해 연구에 미진한 면이 있으며 아직 분류 체계도 명확하지 않은 실정이다.

지난 7월 10일자 관보에 게재된대로 보건복지부는 동충하초 중 안전성이 확인된 누에동충하초(*Paecilomyces japonica*)를 식품원료로 허가하였다. 표 1에는 중국의학서 '中藥現代研究と臨床應用'의

일본어 번역본에서 인용한 동충하초에 관한 임상실험 결과이다. 이를 근거로 판매업자는 동충하초에 대해 과대광고를 할 우려가 있고, 과거에 있었던 여러 가지 건강식품들처럼 터무니없이 고가로 판매

되며, 보신식품에 민감한 우리 국민들이 오인할 우려가 있으므로 이에 동충하초에 대해 소개를 하고, 생리활성 또는 효능에 관한 정확한 지식을 전달하고자 아래와 같이 자료를 정리하였다.

표 1. 동충하초 임상실험 결과 일람표

병명	환자수(명)	응용일수	총치료율(%)	비고
성기능 저하	159	40일	64.1	상용시 더욱 유효
심장병(관상)	33	4주	90.5	
부정맥	277	2주	74.4	특효성
고혈압	273	1-2개월	76.2	
폐병	30	2개월	80.0	
B형간염	33	2개월	78.6	면역구단백질 강화
간경변	22	3개월	68.0	복수환자에 특효
악성암	30	2개월	93.0	세포면역기능 강화
아토피성피부염	38	2개월	89.6	
기관지염	41	3개월	94.2	
당뇨병	29	1-2개월	86.9	
혈소판감소증	30	1-2개월	89.8	
백혈병	35	1-2개월	85.7	백혈구 강화
비염	43	1개월	93.0	
류머티스관절염	31	2개월	82.0	
이명(귀울림)	23	4주	90.0	급성환자에도 유효

II. 동충하초

동충하초균은 자낭균강(子囊菌綱)의 맥각균목(麥角菌目) 동충하초과(*Cordyceps*)에 속하며 전세계에 널리 분포하고 있는 토양균이다. 중국에서 약용으로 이용되어 온 동충하초는 박쥐나방의 유충을 숙주로 하여 형성된 *Cordyceps sinensis*가 주종을 이루는데, 티베트 지역의 해발 3,000 m 이상의 고원지대에서 서식하고 있고, 7, 8월 여름 한 철에만 자실체가 발생하여 채집량이 많지 않은 약용식물이다.

동충하초는 균사체가 곤충 자체 또는 곤충의 애벌레나 유충에 기생하며 초기에는 곤충이 살아있지만 점차 곤충 체내에서 균사체가 성장하여 퍼지면

서 균핵을 형성하고 이어서 곤충은 외형을 유지한 채 죽게된다. 이후 온도와 습도 등 발생 조건이 좋아지면 곤충의 체내에서 자좌(子座)를 형성, 자실체가 발생하며 이것이 성숙하면 자낭포자 또는 분생포자가 생겨 다시 곤충에 기생하게 되는 일생을 보낸다.

동충하초는 기주에 따라 번데기동충하초(*C. militaris*), 벌동충하초(*C. sphecocephala*), 누에동충하초(*Paecilomites japonica*), 잠자리동충하초(*Hymenostilbe*), 풍뎡이동충하초(*C. scara-baeicola*)라고 명명되며, 기주 특이성이 낮아 여러 곤충을 기주로 하는 경우 백강균(*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.) 처럼 균명을 그대로 사용한다.

자실체는 곤충의 입, 가슴, 머리 등에서 나오며 특정 부위가 정해져 있지는 않다. 모양은 국수형이나 곤봉형으로 뻗어나듯 형성되는 것이 보통이며 눈꽃형, 피침형, 산호형도 있다. 머리는 착의형과 루프형이 주를 이루며 길이는 수 mm에서 10여 cm까지 여러 가지이다. 버섯의 색깔은 흰색, 주황색, 황색 및 자색 등으로 다양하여 일부는 아름답게 느껴지기도 한다.

III. 동충하초의 효능

예로부터 중국에서는 동충하초가 녹용, 인삼과 함께 3대 한방 약재로 여겨져 왔으나 회귀성으로 인하여 대중적인 약재가 되지는 못하였다. 중국의 한의학에서는 벌레이면서 벌레가 아니고 식물체이면서 식물이 아닌 선약(仙藥)이라 하였고 일본의 Yamada(3)는 불로장생의 묘약이라 하였다. 이러한 동양의학적인 표현은 차치하고, 아래에서는 중국과 일본을 중심으로한 의약품 관련 전문 학술지에 보고된 내용을 중심으로 동충하초의 효능을 자세히 살펴보았다.

동충하초의 성분으로는 일반적인 5대 영양성분 이외에 cordycepin, cordycepic acid, ophiocordin, ergosteryl- β -D-glucopyranoside, 22-dihydroergosterolry- β -glucopyranoside, N⁶-(2-hydroxyethyl)adenosine, 글루칸 및 복합다당류 등이 알려져 있지만 아직 유용성분에 대한 정확한 지식은 차후 더 연구해 밝혀야 할 과제이다.

1. 자양강장 효과

돼지고기나 닭고기와 함께 섭취하면 자양강장 효과가 있고 특히 중국에서는 동충하초를 주로 오리와 함께 백숙 형태로 요리해 먹는데 이는 회복기 환자의 건강을 신속히 회복하도록 도와준다고 하며, 그 이유는 동충하초와 오리를 섞으면 상승효과가 나타나기 때문이라고 중국사람들은 믿고 있다. 중국 국립의약품부의 Liu Chang-Xiao 연구진(4)

은 동충하초의 자양강장 효과를 실험하기 위하여 체중이 약 20g인 마우스 30 마리를 이용하여 동충하초 물 추출물을 체중 1 Kg당 4g 또는 8g을 5일간 섭취시키고 동충하초를 급여하지 않은 마우스와 강제수영 실험(25 °C 수조에서 입영할 때부터 사망할 때까지 걸리는 시간을 측정)을 하였다. 그 결과 동충하초를 급여하지 않은 그룹은 평균 56.3 분간 수영하였으나, 동충하초 4g 투여군은 60.5 분을 수영하였으며 8g을 투여한 그룹은 81.2 분간 수영하여 동충하초가 지구력을 높여줄 수 있음을 보고하였다.

또한 실험동물(마우스)에 동충하초를 급여하고 잠드는 시간과 수면 시간을 측정하였을 때 동충하초 급여는 잠드는 시간에는 영향을 미치지 못하였으나 수면 시간에는 영향을 미쳤다. 즉 마우스에게 40mg/Kg 수준으로 진정제인 sodium pentobarbital을 복강주사하고 세 그룹으로 분류하여 한 그룹은 정상 식이, 다른 그룹에는 동충하초 5g 또 다른 그룹에는 10g을 경구투여한 후 반사신경을 잃는데 소요되는 시간과 반사신경을 잃은 후 반사신경을 회복할 때까지 소요된 시간을 측정하였다. 이때 반사 신경을 잃는 시간은 약 6분 전후로 나타나 동충하초 급여가 pentobarbital에 의한 잠드는 시간에는 영향을 미치지 못하였다. 그러나, 이때부터 반사신경을 회복하는데 소요된 시간은 무투여 그룹이 1.4 분, 체중 1 Kg당 동충하초 5g 투여 그룹은 26.8 분, 10g 투여 그룹은 39.1 분으로 나타나 동충하초 급여는 pentobarbital로 유도된 수면 시간을 각각 158%와 276% 연장시켜주는 효과가 있는 것으로 나타났다.

일본 메이지유업의 메이지 건강과학연구소, 메이지 세포기술센터 및 교토대학의 동물학과의 합동연구에 따르면, 동충하초가 간의 에너지 상태를 높게 유지한다고 한다(5). 이들은 마우스를 무작위로 9 마리씩 9개 그룹으로 구분하여 4개 그룹에는 동충하초 추출액을 200mg/Kg 수준으로 급여하고 나머지 4개 그룹에는 급여하지 않으면서 3주간 사용하고 1주일 간격으로 간의 상태와 간의 ATP/Pi(ATP

와 무기인의 비율)를 31P NMR을 이용하여 분석, 비교하였다. 그림 1에서 알 수 있듯이 동충하초 투여군의 ATP/Pi 값이 대조구보다 유의성 있게 높은 상태를 유지하여 고에너지 상태에 있음을 알 수 있다. 이때 마우스의 몸무게나 간의 무게 및 다른 상태는 변화가 없어 동충하초가 간에 독성을 나타내지 않았다고 판단되었다. 그런데 3주 후 동충하초 급여를 중지하고 1 주일이 경과한 후 ATP/Pi 를 측정하면 이 값이 대조구와 같은 수준으로 환원되었다.

馬軍단의 비밀이 동충하초의 자양강장 효과나 긴장을 완화하고 수면을 충분히 취하여 피로회복이 빠른 효과에 기인했는지, 동충하초 복용으로 고에너지 상태를 유지한데 기인했는지 아니면 단순히 고산지에서 훈련을 열심히 한 데 이유가 있는지는 과학적으로 밝힐 수는 없지만 서방 선수들과 과학자들 사이에 동충하초에 대한 관심을 불러일으키는 계기가 되었다. 실험동물을 이용한 결과가 사람에게 그대로 적용될지의 여부는 불분명하지만 위의 결과가 인체에도 그대로 적용된다고 가정을 하더라도 실제 사람이 동충하초의 생리활성 기능을 유효하게 이용하기란 곤란할 것으로 판단된다. 왜냐하면 상기 실험에서는 체중 1Kg당 5g의 동충하초를 급여하였는데 이를 인체에 환산할 경우 평균 체중을 60 Kg으로 가정하면 무려 약 300g의 동충하초를 매일 복용해야 한다는 계산이 나오기 때문이다. 현재 국제무역에서 동충하초의 거래 가격은 약 700\$/Kg 선이다. 즉 일일 유효 섭취량 300g은 우리 돈으로 290,000원을 상회한다. 결국 실제적으로 동충하초의 효능이 사람에게 나타난다고 하여

도 이를 활용하기에는 비용 문제가 걸림돌이 될 것 같다.

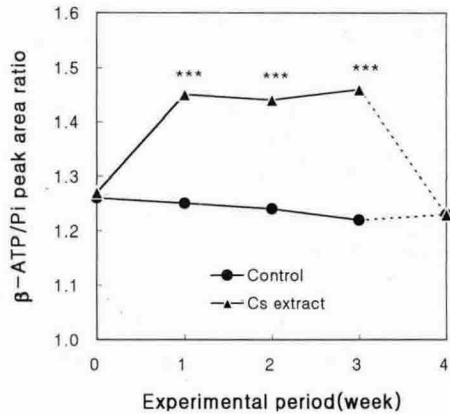


그림 1. 동충하초 추출물 처리구(Cs extract)와 대조구(control)생쥐 간 내부의 β -ATP/Pi 비율의 변화추이(³¹P NMR 스펙트럼으로부터 계산함)

2. 동충하초가 신장과 간에 미치는 영향

중국 산동의과학학원 면역실의 Hou 박사 등(6)은 만성신장기능 쇠약 환자 28명에게 매일 동충하초 3-5g을 끓는물로 30분 동안 추출한 액을 2회 복용케하고, 식사로는 양질의 저단백질 식품을 공급하면서 10-12 개월 동안 동태를 관찰하며 T-임파구세포 아군(亞群), 헤모글로빈, 알부민, 요소질소(BUN), 크롬 농도를 측정하였다.

그 결과 신장기능 쇠약 환자의 T-임파구세포 아

표 2. 신장기능 쇠약 환자 동태 관찰 그룹투약 전·후의 신장기능 관련 지표

검측지표	투약 전(28명)	투약 후(28명)
헤모글로빈(Hemoglobin, g/L)	70.8 ± 12.4	83.3 ± 14.8**
알부민(Albumin, g/L)	29.1 ± 2.2	36.2 ± 5.4*
요소질소(BUN, mmol/L)	25.4 ± 5.9	18.2 ± 4.6**
크롬(Cr, μ mol/L)	908.3 ± 453.5	622.9 ± 230.9**

*p<0.01, **p<0.05 (Guan, Y.J., Hu, Z., and Hou, M., 참고문헌 6에서 인용)

군은 정상인에 비하여 감소된 상태였는데 이는 신장기능 쇠약 환자의 세포 면역기능이 현저히 낮음을 의미한다. 일반적으로 신장기능 쇠약 환자는 병원균에 쉽게 감염되며, 중국 임상통계상 80% 이상이 적극적인 치료가 없으면 사망한다고 한다. 여러 학자들은 그 이유가 면역기능 저하때문이라고 한다. 그런데 동충하초를 복용한 환자는 세포면역 기능이 유의성 있게 향상되었고($P < 0.05$), 혈청 알부민과 혈색소도 증가하였다.

결국 Hou 박사 등은 만성신기능 쇠약 환자가 고생물이 저단백 식품을 섭취하고 일반 대증치료를 받는 상황에서 동충하초 투약이(중국에서는 의약품임) 신기능 보호 및 회복 작용을 하고 부작용은 없다고 결론지었다. 이 연구는 사람을 대상으로 수행한 임상실험 결과이므로 신빙성이 높아 보인다.

한편, 동충하초는 노년기 환자의 신장독성에 보호작용이 있음이 밝혀졌다. 중국 남경군의총병원 Zheng 박사 연구진(7)은 입원 중인 노인 환자 21명을 임의로 두 그룹으로 분류한 후 항생제인 amikacin sulfate 0.2 g을 1일 2회 6일간 복용케하였다. 이후 그룹 A에는 동충하초를 급여하고, 그룹 B에는 포도당으로 제조한 위약(偽藥)을 급여하였다. 이후 소변의 nephro-aminoglycosidase와 β -microglobulin을 측정된 결과 그룹 B보다 그룹 A에서 활성이 낮았다.

이 두가지 효소는 항생제 등 약물을 복용할 때 신장독성을 나타내는 지표 효소로 신장 독성이 발생하면 활성이 증가하게 된다.

Amikacin sulfate는 중국에서 흔히 사용되는 효과적인 항생제 중 하나로 널리 사용되고 있으나 신장독성의 문제가 부각되면서 사용이 억제되고 있다.

그런데 항생제 처방이 필요한 노인 환자에게 amikacin sulfate를 투여하면서 동충하초를 함께 급여하였더니 이들 효소 활성이 초기에 상승하였다가 곧바로 감소하는 현상은 동충하초가 노년기 환자의 항생제에 기인한 신장독성에 보호 작용이 있음을 나타낸다는 의미이다. 이 연구 역시 직접 사

람을 대상으로한 임상실험 결과이므로 상당히 신빙성이 있어 보인다.

중국 상해의 상해시 중의학연구원의 의학박사 Zhu와 Liu(8)는 감염 후 간경화 환자 85명을 전부 입원시키면서 치료 그룹인 60명에게는 동충하초 균사체 캡슐 4.5g씩 1일 3회 복용시키고 도인(桃仁) 추출액을 내정맥 주사하고, 대조군 25명에게는 포도당을 내정맥 주사하면서 3개월 동안 치료하였다. 동충하초 치료 그룹의 세포면역 기능은 확연히 개선되었으며, 임파선 전환율, 면역세포가 크게 상승했고 NK 세포 활성도가 좋아졌으며, 면역단백질이 상당량 증가하였다고 발표하였다.

이 결과로부터 동 연구진은 동충하초와 도인 추출액이 간기능 개선, 질병 악화 억제 및 완화에 대한 청신호임을 주장하였다.

3. 면역기능 증가

사람이 병원균에 감염되면 개인별 면역력의 차이에 따라 병으로 발전할 수도 있고 발병하지 않을 수도 있다. 에이즈(AIDS)란 인체의 면역기능을 무력화시키는 질병으로 AIDS 환자는 병원균에 노출되면 거의 예외 없이 해당 질병이 발생하게 되는 문제가 있는 환자들이다. 중국 Hunan 의과대학교의 Institute of Combined Traditional Chinese and Western Medicine의 Chen 교수 연구진(9)은 동충하초가 면역기능에 미치는 영향에 대해 연구하였다. A/Sn(H-2^a) origin이며 lymphoma cell line을 target cell로 한 Natural killer(NK) cell 활성을 측정하고 마우스 폐에 암세포인 B₁₆ mouse melanoma cell을 감염시켜 동충하초 투여 후의 효과를 분석하였는데 동충하초 에탄올 추출물 CS-II획분이 NK 활성을 촉진하였으며, B₁₆ melanoma의 분화를 억제하는 것으로 나타났다. 또한 같은 연구소의 Chen, G.Z.와 Chen, G.L. 교수들(10)은 마우스에 동충하초를 급여하면 면역세포인 T helper 세포 수가 증가하며, 말초혈관과 지라에서 Lyt-1/Lyt-

2(T helper cell/T suppressor cell) 비율이 증가하였다고 보고하였다. 이 실험에서 비장의 무게가 증가하였으며 식균세포 및 식균활성 역시 증가하는 것으로 나타났다. 또한 동충하초는 prednosolone acetate와 cyclophosphamide 같은 면역기능 억제 약물로부터 helper cell을 보호하는 작용이 있음을 관찰하였다. 결론적으로 이들은 동충하초가 면역활성을 증가시키는 기능이 있으며 면역결핍증 환자를 치유하는데 사용될 수 있다고 주장하였다.

그러나 대만의 중국국립약학연구소의 Kuo 박사(11)는 동충하초의 메탄올 추출물에는 면역기능을 약화시키는 물질이 함유되어 있다고 학술지에 발표하였는데 이렇게 서로 상충되는 결과가 도출된 것은 대상으로한 물질이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 대장균 한 마리에도 약 1,200 종 가량의 물질이 존재한다고 추정하는데 마찬가지로 동충하초에도 수많은 물질이 존재할 것이며 이중 인체에 유용한 물질, 유해한 물질 또는 유·무해성과 관련 없는 단순한 영양성분이 존재할 수 있으므로, 중요한 것은 전체적으로 유용한지 아닌지 여부를 판단해야 한다는 점이다. 또는 식품으로 가공할 때 유해성분의 혼입을 최소화하는 가공 기술을 적용하면 유용 성분의 효율을 높일 수 있다고 판단된다. 일례로 면역기능을 약화시킨다는 물질을 추출할 때 사용한 메탄올은 식품위생법에 따르면 식품가공의 용제로 사용할 수 없는 용매이다.

4. 항균성 및 항종양 작용

동충하초 균사체가 곤충 몸 안에서 성장한 후 균핵이 형성되면 곤충이 죽은 후에도 자실체가 형성되기 양호한 환경이 아니면 곤충이 죽은 채로 있지만 부패는 잘 일어나지 않는다. 또한 동충하초는 다습한 토양에서 자실체를 형성하는데 습기가 많은데도 부패하지 않은 채 존재한다. 이런 현상은 동충하초에 항균물질이 함유되어 있을 가능성을 내포하고 있다. 사실 Cunningham 등(12)은 *Cordyceps militaris*에서 cordycepin이라는

항균물질을 분리했으며, Kneifel 등(13)은 *C. ophioglossoides*에서 ophiocordin이라는 항균물질을 분리하였다.

일본의 동양의약품센터의 Yamada 박사 등은 동충하초에서 분리한 글루칸의 항종양 효과를 측정하였다(13). 마우스에 7일령의 sarcoma 180 복강세포(양성 종양세포)를 이식하고 30 일간 종양세포의 성장을 관찰하였다. 이후 마우스를 해부하여 종양세포를 적출하고 무게를 측정하여 종양의 성장 정도를 분석하였다. 이때 한 그룹은 생리식염수를 주사하고 다른 그룹에는 종양세포 이식 후 10 일간 매일 동충하초에서 분리한 다당류인 글루칸이라는 물질을 주사하였다. 실험 결과 무처리 그룹의 종양세포 무게는 평균 1.59 g이었으나 글루칸을 주사한 그룹의 종양세포 무게는 0 - 0.20 g으로 종양이 87.6 - 100% 억제되었다. 이는 적어도 마우스에 있어서는 동충하초에 함유된 물질이 이식한 종양세포의 성장을 완전히 저지할 수도 있음을 시사한다.

일반 미생물이나 병원성 미생물의 성장을 억제하는 항균성 물질은 종양세포나 암세포의 증식을 억제할 수도 있다. 그러나 모든 동충하초에 cordycepin이나 ophiocordin이라는 항균물질이 함유되어 있지는 않기 때문에 동충하초가 항종양 효과가 있다고 일률적으로 주장하기는 곤란해 보인다. 또한 항균물질이 존재하여도 함유량에 따라 항균 효과가 달라질 것이다. 일본 동경대학교 약학대학의 Miyazaki 교수 등(14)은 동충하초의 다당류에서 galactomannan기를 함유한 물질이 항종양 효과를 나타낸다고 보고한 바 있다.

그러나 Kuo 박사 등(15)은 동충하초 추출물이 K562, Vero, Wish, Calu-1, Raji 종양 세포 계통의 성장을 억제하는 효과를 확인하였으나 유효 물질은 cordycepin도 아니고 다당류도 아닌 새로운 물질이라고 하였다. 따라서 동충하초에는 이미 알려진 물질이외에 아직은 밝혀지지 않은 항종양 물질이 존재할 수 있는 가능성을 시사하였다. 결국 동충하초의 항종양 효과는 항종양 물질이 직접 작

용하였기 때문일 수도 있고 다당류 또는 여타 물질이 마우스의 면역기능을 증가시켜 나타난 결과일 수도 있다. 현재로서는 동충하초에 함유된 물질이 항종양 효과를 나타낸다는 현상은 구명하였으나 그 작용기작에 대하여는 아직 명확하게 밝히지는 못한 실정이다.

그러나, 기작을 잘 모른다 할지라도 나타난 현상을 무시할 수는 없으므로 각종 암과 관련하여 동충하초의 치유 기능에 대한 임상실험에 집중할 필요가 있다고 판단된다. 한편 위의 실험은 마우스를 대상으로 하였기 때문에 생리 현상이 다른 사람에게서도 같은 효과가 나타난다고 주장하기란 과학적 근거가 불충분하다고 생각된다.

온 인류의 공적(公敵) 1호인 암은 그동안 수없이 많은 연구가 이루어져왔으나 아직 시원스런 치료법이 개발되지 않고 있다. 이는 암 정복이 그만큼 어렵다는 의미이다. 이런 선상에서 우리는 암을 치유할 수 있는 방법에 대한 연구에 더욱 힘을 기울여야 하며 항균성 물질이 함유되어 있어 종양이나 암세포 증식 억제 가능성이 높은 동충하초에 대한 과감한 연구 투자가 필요하다고 생각된다.

5. 생체 산화 방지

사람이 호흡하여 흡입한 산소는 폐를 거쳐 95-97%가 인체의 에너지 대사에 사용되고, 최종적으로 물 분자로 변하지만 이중 3-5%는 superoxide로 변하고 이는 전자가 하나씩 감소되면서 H₂O₂,

hydroxyl radical로 변한다. 이들은 반응성이 높기 때문에 활성산소종이라고 불리며 생체에서 산화 반응을 일으킨다. 이들이 지질과 반응하면 지방이 산화되어 유해한 물질이 생성되며, 단백질이나 유전물질과 반응하면 생체고분자에 손상을 입히고, 이런 현상이 축적되면 세포가 손상되고, 생체의 노화 또는 질병이 생길 수 있으며 결국은 사망하게된다. 다행히 인체를 비롯한 생체에는 이들 활성산소의 작용을 차단하는 토코페롤과 비타민 C 같은 산화방지제가 작용하고 또한 활성산소를 정상 상태의 산소로 전환해주는 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-PX) 등의 효소 체계가 있어 생체를 산화에 의한 폐해로부터 보호하여 건강을 유지할 수 있다. 따라서 이런 생체 방어 체계의 유지와 보강은 건강과 밀접한 관련이 있다.

중국 복건의과대학의 Liu 박사 등(16)은 생쥐의 간을 적출하여 균질화하고 0.1 g/ml와 0.3 g/ml 농도의 동충하초 물 추출물과 잘 섞은 후에 37℃에서 진탕배양한 후 SOD와 GSH-PX의 함량을 측정하였더니 표 3과 같이 0.3 mg/ml 동충하초가 SOD 함량을 증가시킬 수 있다고 발표하였다. 또한 생물체의 산소대사 과정에서 발생하는 superoxide ion이나 체내로 흡수된 약물이나 독극물 대사에서 발생하는 superoxide ion의 작용에 의한 손상을 동충하초가 줄여줄 수 있고 세포막 계통 과산화물에 의한 손상으로부터 보호해 준다고 하였다.

단, 동충하초가 어떻게 SOD 함량을 증가시키는지

표 3. 동충하초가 생쥐 간 균질물의 SOD와 GSH-PX 함량에 미치는 영향

처 리	동충하초 농도	SOD(μ g/mg protein)	GSH-PX(μ g/mg protein)
대조 그룹	-	15.81 \pm 1.39	24.83 \pm 1.35
동충하초 신포종	0.1 mg/ml	16.02 \pm 1.78	28.81 \pm 4.01
	0.3 mg/ml	20.21 \pm 2.43*	30.38 \pm 3.07*
동충하초	0.1 mg/ml	18.42 \pm 3.73	28.01 \pm 4.02
	0.3 mg/ml	22.92 \pm 2.37**	29.09 \pm 4.96

측정 회수(n) = 5, *p<0.05, **p<0.01 (Liu, Y., Wu, C., and Li, C., 참고문헌 16에서 인용)

앞으로 계속 연구해야 할 것이라고 하여 증가 기작에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 한편, 동

충하초 신포중 0.3 mg/ml 처리구외에는 GSH-PX 합량을 증가시키지 못하는 것으로 나타났다.

표 4. 동충하초 CS-F30 분획 복강주사가 인슐린 비의존성 당뇨병 생쥐 모델의 혈장 포도당 수준에 미치는 영향

그룹 (n = 5)	복용량 (mg/Kg)	혈장내 포도당 수준의 상대치				
		0(hr)	3	6	24	48
대조구	-	100	81 ± 5	90 ± 4	99 ± 1	95 ± 2
CS-F30	50	100	42 ± 3***	28 ± 2***	49 ± 9***	82 ± 4**

초기의 혈장 포도당 수준(100 - 190 mg/Kg)을 100으로 잡음. ** p<0.01, *** p<0.001 (Kiho, T., Yamane, A., Hui, J., Usui, S. and Ukai, S., 참고문헌 17에서 인용).

6. 혈당강하, 콜레스테롤과 중성지질 저하 효과

일본 지푸 약학대학교 Ukai 교수 연구진과 중국의 중국약학대학교 Hui 교수(17)는 1996년 동충하초 균 사체에서 분리한 다당류를 복강주사했을 때 당뇨마우스에서 저혈당 활성을 나타내며, 정상적인 마우스에서는 포도당 농도가 신속히 감소한다고 발표하였다. 표 4는 인슐린 비의존성 당뇨병의 모델인 유전적으로 당뇨병에 걸려 있는 마우스에 동충하초 다당류 추출물을 50 mg/Kg 농도로 복강주사한 후 시간 경과에 따른 혈장내 포도당 농도를 분석한 결과이다. 다당류를 주사한지 6 시간 이내에 당뇨병에 걸린 마우스의 포도당 농도가 정상적인 마우스의 포도당 농도로 감소하여 동충하초의 포도당 강하 효과가 신속하게 나타났으며 이후 시간이 경과하면 포도당 농도는 다시 당뇨병이 있는 상태로 환원되는 경향을 보였다. 한

편, Ukai 교수 연구진은 동충하초 추출 희분을 경구투여하여도 혈장내 포도당 농도가 감소하는 경향을 나타냈으나 복강주사 때보다는 혈당강하 효과가 미약하였으며, 추출한 다당류 중 CS-F30 희분을 분석한 결과 이 다당류는 galactose, glucose, mannose가 62: 28: 10(molar %)으로 구성되어 있고 분자량은 약 45,000이라고 보고하였다(18).

다른 실험으로 정상적인 마우스에 50 mg/Kg 농도로 동충하초 추출물을 복강주사하고 혈장내 중성지질을 분석한 결과 표 5와 같이 단시간 내에 중성지질 강하 효과가 나타났으며 시간이 경과하면 효과가 점점 사라지는 결과를 나타내었다.

한편 콜레스테롤 농도는 동충하초 추출 다당류를 복강주사한 후 3 시간만에 유의적으로 감소하였으나 6 시간만에 원래의 상태로 회복되었다. 즉 콜레스테롤 강하 효과는 인정되지만 유지기간은 짧은 편이었다.

표 5. 동충하초 CS-F30 분획이 정상 생쥐의 혈장 트리글리세리드와 콜레스테롤 수준에 미치는 영향

	그룹 (n = 5)	복용량 (mg/Kg)	혈장 triglyceride 수준의 상대치			
			0(h)	3	6	24
트리글리세리드 수준	대조구	-	100	114 ± 7	115 ± 8	117 ± 7
	CS-F30	50	100	76 ± 2**	78 ± 6**	100 ± 14
콜레스테롤 수준	대조구	-	100	97 ± 3	91 ± 7	113 ± 5
	CS-F30	50	100	84 ± 1**	89 ± 5	102 ± 6

초기의 혈장 트리글리세리드(지질) 수준(100 - 190 mg/Kg)과 콜레스테롤 수준(90 - 130 mg/dl)을 100으로 잡음. ** p<0.01(Kiho, T., Yamane, A., Hui, J., Usui, S. and Ukai, S., 참고문헌 17에서 인용).

IV. 요약

현재까지 동충하초에서 몇가지 유용한 물질이 밝혀졌지만 동충하초에 대한 과학적인 연구는 초기 수준에 머무르고 있다. 현재까지의 연구결과에 따르면 동충하초는 자양강장, 성기능 개선, 항균성과 여기서 유래하는 항종양, 면역기능 증가, 혈당강하 및 염증성질환 등과 관련된 여러 가지 생리적 활성을 지닌 식품 또는 한방 의약품 소재로 개발할 가치가 충분히 있다고 생각된다. 그러나 대부분의 연구가 마우스를 대상으로 실시하였고 사람을 대상으로 한 임상실험 자료는 아직 부족하다. 표 1을 살펴보면 대상 환자가 많은 3종의 질병의 경우는 신뢰성이 높아 보이지만 나머지 13종의 질병의 경우 환자수가 22 - 43 명이어서 충효율을 있는 그대로 확신하기에는 미흡한 점이 있다고 생각된다. 그런데 동충하초에 대한 임상실험을 중국의 한 한방 의사에게 제안하였더니 동충하초에 대한 효과는 이미 중국을 중심으로 임상실험을 모두 마친 상태이므로 새삼스럽게 다시 실험할 필요가 없는 약재라고 단정지었다. 실험동물을 대상으로한 결과가 사람에게서 그대로 나타난다고 할 수는 없지만 이미 임상실험과 실험동물을 통하여 효과가 입증된 부분에 대하여는 건강 지향적인 식품소재 또는 한방의 약품으로 개발하기 위한 제품개발의 필요성이 높다고 판단된다.

참고문헌

1. Tefft, S.: Chinese runners set new-records-raise old suspicions, p. 12, The Christian Science Monitor, September 17 (1993)
2. 성재모: 한국의 동충하초, 교학사, 서울 (1996)
3. Yamada, H., Kawaguchi, N., Ohmori, T., Takeshita, Y., Taneya, S.I., and Miyazaki, T.: Structure and antitumor activity of an alkali-soluble polysac-

- haride from *Cordyceps ophioglossoides*. *Carbohydr. Res.*, 125, 107 (1984)
4. Liang, Y.L., Liu, Y., Yang, J.W., and Liu, C.X.: Studies on pharmacological activities of cultivated *Cordyceps sinensis*. *Phytotherapy Res.*, 11, 237 (1997)
5. Manabe, N., Sugimoto, M., Azuma, Y., Taketomo, N., Yamashita, A., Tsuboi, H., Tsunoo, A., Kinjo, N., Nian-Lai, H., and Miyamoto, H.: Effects of the mycelial extract of cultured *Cordyceps sinensis* on *in vivo* hepatic energy metabolism in the mouse. *Jpn. J. Pharmacol.*, 70, 85 (1996)
6. Guan, Y.J., Hu, Z., and Hou, M.: Effect of *Cordyceps sinensis* on T-lymphocyte subsets in chronic renal failure. *Chin. J. Integr. Med.*, 12(6), 338 (1992)
7. Bao, Z.D., Wu, Z.G., and Zheng, F.: Amelioration of aminoglycoside nephrotoxicity by *Cordyceps sinensis* in old patient. *Chin. J. Integr. Med.*, 14(5), 271 (1994)
8. Zhu, J.L., Liu, C.: Modulating effects of *Extractum semen persicae* and cultivated *Cordyceps sinensis* hyphae on immunodysfunction of inpatients with posthepatic cirrhosis. *Chin. J. Integr. Med.*, 12(4), 207 (1992)
9. Xu, R.H., Peng, X.E., Chen, G.Z., and Chen, G.L.: Effects of *Cordyceps sinensis* on natural killer activity and colony formation of B₁₆ melanoma. *Chin. Med. J.* 105(2), 971 (1992)
10. Chen, G.Z. and Chen, G.L.: Effects of *Cordyceps sinensis* on murine T lymphocyte subsets. *Chin. Med. J.*, 104(1), 4 (1991)

11. Kuo, Y.C., Tsai, W.J., Shiao, M.S., Chen, C.F., and Lin, C.Y.: *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent. *Am. J. Chin. Med.*, XXIV(2), 111 (1996)
 12. Cunningham, K.G., Manson, W., Spring, E.S., and Hutchison, S.A.: Cordycepin, a metabolic product isolated from cultures of *Cordyceps militaris*(Linn.). *Link. Nature*, 166, 9 (1950)
 13. Kneifel, H., König, W.A., Loeffler, W., and Müller, R.: Ophio-cordin, an antifungal antibiotics of *Cordyceps ophioglossoides*. *Arch. Micr-obiol.*, 113, 121 (1977)
 14. Miyazaki, T., Oikawa, N., and Yamada, H.: Studies on fungal (Penicillium chrysogenum) polysaccharides. XX. Galactomannan of *Cordyceps sinensis* (Lepidoptera). *Chem. Pharm. Bull.*(Tokyo), 25, 3324 (1977)
 15. Kuo, Y.C., Lin, C.Y., Tsai, W.J., Wu, C.L., Chen, C.F., and Shiao, M.S.: Growth inhibitors against tumor cells in *Cordyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. *Cancer Invest.*, 12(6), 611 (1994)
 16. Liu, Y., Wu, C., and Li, C.: Antioxidation of *Paecilomyces sinensis* (S. pnov.). *Chin. Med. J.*, 16(4), 240 (1991)
 17. Kiho, T., Yamane, A., Hui, J., Usui, S., and Ukai, S.: Polysaccharide(CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. *Biol. Pharm. Bull.*, 19, 294 (1996)
 18. Kiho, T., Hui, J., Yamane, A., and Ukai, S.: Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycellium of *Cordyceps sinensis*. *Biol. Pharm. Bull.*, 16, 1291 (1993)
-