

# 막걸리의 건강 기능성 (Korean Paradox)

## Physiological Functionalities of Makgeolli (Korean Paradox)

이상진, 신우창\*  
Sang-Jin Lee, Woo-Chang Shin\*

(주)국순당부설연구소  
Research Institute, Kooksoondang Brewery Co., Ltd.

### I. 서론

French Paradox란 프랑스인들이 동물성 지방을 다른 나라 국민들에 비해 많이 섭취함에도 심장질환에 의한 사망률이 낮은 현상을 일컫는 말이다. 이는 폴리페놀이 풍부한 레드와인을 즐겨 마시는 그들의 식습관에 그 원인을 두고 있다. 역학조사를 통해 와인 소비량이 많은 지방일수록 사망률이 낮다는 상관관계가 이를 뒷받침해주고 있다. 1991년 미국 CBS의 인기 프로그램인 <60minutes>에 French Paradox가 소개되면서 일반인들에게 널리 알려지게 되었고 방송 이후 미국 내 와인 판매량이 40%나 급증하였다고 한다. 2000년대 초반 우리나라에도 French Paradox라는 스토리텔링과 함께 와인 열풍이 불기 시작했다.

최근 막걸리 품질 향상과 정부 및 언론의 적극적인 지원 등으로 막걸리에 대한 소비자들의 인식이 새로워지면서 새로운 전성기를 맞이하고 있다. 일본 등의 해외에서도 막걸리가 다이어트 효과가 있는 것으로 알려지면서 또 하나의 한류 열풍으로 수출이 급증하고

있는 현실이다.

막걸리는 우리나라 고유의 술로서 그 역사는 우리민족의 그것과 같이한다고 본다. 곡물을 누룩하고 발효하고 여과하지 않아 발효에 관여한 효모나 유산균 등을 포함한 발효산물 전체를 음용하는 세계 유일의 술로서, 알코올이 상대적으로 낮아 위에 부담이 없고 단백질, 식이섬유 등이 풍부하고 비타민 B 복합체, 다양한 유기산과 inositol, acetylcholine, 리보플라빈 등 각종 유용한 생리활성 물질을 포함하고 있으며 (2-4), 인체 내 신진대사에 관여하는 10여종의 필수 아미노산을 함유하고 있는 것으로 보고되어 있다 (2).

이렇게 막걸리는 영양학적으로 가치가 높은 우리나라 대표 전통 발효 식품 중 하나이지만, 와인처럼 다양한 생리 기능성에 대한 연구결과와 이를 활용한 스토리텔링 요소가 거의 없는 실정이다. 이에 우리 막걸리가 좀 더 대중화되고 세계화될 수 있는 초석을 마련하고자, 본 연구진이 지금까지 입증한 우리 막걸리의 기능적 우수성을 Korean Paradox라는 스토리텔링으로 재구성해보고자 한다. 즉, 한국인은 술을 많이 마

\*Corresponding author: Woo-Chang Shin  
Research Institute, Kooksoondang Brewery Co., Ltd., Seongnam,  
Gyeonggi 462-120, Korea  
Tel: 82-31-739-5381  
Fax: 82-31-739-5382  
e-mail: wcshin@ksdb.co.kr

표 1. 막걸리 누룩 추출물의 염산-에탄올 위 손상 모델에서의 위 보호 효과

Group	Dose(mg/kg, p.o.)	No. of Animals	Gastric lesion (Mean±S.E.M, mm2)	inhibition ratio (%)
Control	-	10	105.7±55.0	-
<i>R. oryzae</i> KSD-815	1,000	10	21.7±20.9 <sup>1)</sup>	79.47
Cimetidine	150	10	44.5±28.3 <sup>1)</sup>	57.90

<sup>1)</sup> Significantly different from each control (p<0.1)

시는 민족이지만, 알콜성 위염 발병율이 낮고, 심혈관계 질환에도 강하며, 날씬하고 암과 통풍에도 잘 걸리지 않는 동안의 미인인데, 이는 한국인들이 즐겨 마시는 막걸리라는 술에 비밀이 있다는 한국인의 역설로 말이다.

## II. 막걸리의 건강 기능성

현재까지 막걸리 관련 연구는 주로 전분질 원료, 누룩과 효모에 따른 막걸리 품질 특성 (5-6)과 술덧의 성분과 향기 성분 변화 (7-9), 막걸리 술덧 중의 미생물 분류 (10), 막걸리 발효 중 유기산 성분 분석 (8) 등이 보고되어 있다. 본 연구진은 시중 판매되는 막걸리에 대한 유기산 분석 결과, 살균막걸리와 생막걸리의 총 유기산 평균 농도는 유사하지만 구성 비율은 서로 상이하게 나타났다 (11). 특히 lactic acid의 경우 생막걸리에서 살균막걸리보다 높은 농도로 검출되었다. 다양한 생리 기능활성을 평가한 결과, 모든 막걸리에서 활성의 차이는 있으나, 전반적으로 전지방세포의 분화를 억제하며, 신생 혈관 생성 저해를 통한 항암효과 그리고 항염증 효과를 나타내는 것을 확인하였다 (11). 6가지 영역에서 막걸리와 막걸리 제조에 사용하

는 누룩의 생리 기능활성을 살펴보고자 한다.

### I. 코리안 패러독스-(막걸리 누룩의 위 보호 효과)

알코올은 위점막의 직접 자극에 의해 출혈과 점막하 근육층에 부종을 유발시키고 미세혈액순환의 정체로 급성위염을 유발한다. 막걸리 누룩 추출물이 알코올에 의한 위염/위궤양에 미치는 영향을 HCl-EtOH 위 손상 모델과 무수에탄올 위 손상 모델을 이용하여 평가하였다.

HCl-EtOH 위 손상 모델은 공격인자인 유리염산의 투여에 의한 것으로 유리염산은 위 운동을 항진하여 급성 위염을 유발시키는 모델이다. HCl-EtOH 투여에 의해 띠 모양의 선상 출혈에 의한 위 점막 손상이 관찰되었다 (그림 1A). 막걸리 누룩 추출물은 대조군에 대해 유의성 있는 위 병변 억제 효과를 나타내었으며, 1,000 mg/kg 투여군에서는 79.47%의 높은 억제율을 보였다 (표 1). 막걸리 누룩 추출물의 위 병변 억제 효과는 양성대조군인 cimetidine에 의해 약 1.37배 높았다. 막걸리 누룩 추출물의 유의성 있는 방어 효과는 공격인자인 HCl에 대해 점액의 분비증가나 방어인자의 존재를 추측할 수 있다.

표 2. 막걸리 누룩 추출물의 무수알코올 위 손상 모델에서의 위 보호 효과

Group	Dose(mg/kg, p.o.)	No. of Animals	Gastric lesion (Mean±S.E.M, mm2)	inhibition ratio (%)
Control	-	10	131.50±64.18	-
<i>R. oryzae</i> KSD-815	1,000	10	40.20±27.02 <sup>1)</sup>	69.4
Cimetidine	150	10	22.40±22.61 <sup>1)</sup>	83.0

<sup>1)</sup> Significantly different from each control (p<0.1)

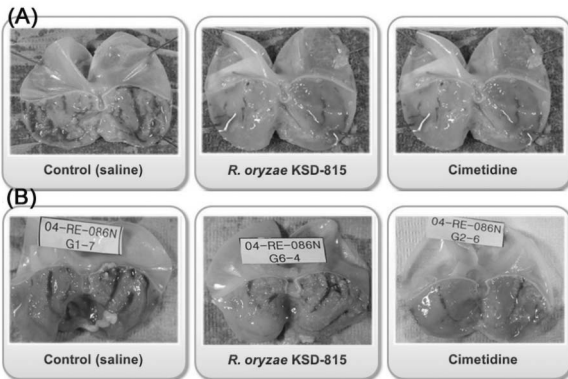


그림 1. 막걸리 누룩 추출물의 위보호 효과. (A) 염산-에탄올 (HCl-EtOH) 유발 위 손상 모델, (B) 무수에탄올 유발 위 손상 모델

무수 알코올에 의한 위 손상 모델에서, 무수 알코올 투여 30분 후 위 점막은 굵은 띠 모양의 선상출혈과 조직이 얇아져 있는 것이 관찰되었다(그림 1B). 대조군의 궤양 면적 (mm<sup>2</sup>)은 131.50±64.18이었으나 막걸리 누룩 추출물 투여군은 대조군에 대해 유의성 있는 항궤양 효과가 나타났다(표 2). 알코올 투여 후 위 점막에 생기는 손상은 프로스타글란딘의 전처치에 의해 손상이 억제되어 궤양 치료시 프로스타글란딘에 의한 미세혈류량 증가가 매우 중요한 요소로 알려져 있다. 막걸리 누룩 추출물은 프로스타글란딘에 의한 미세혈류량 증가와 관련이 있는 것으로 사료된다.

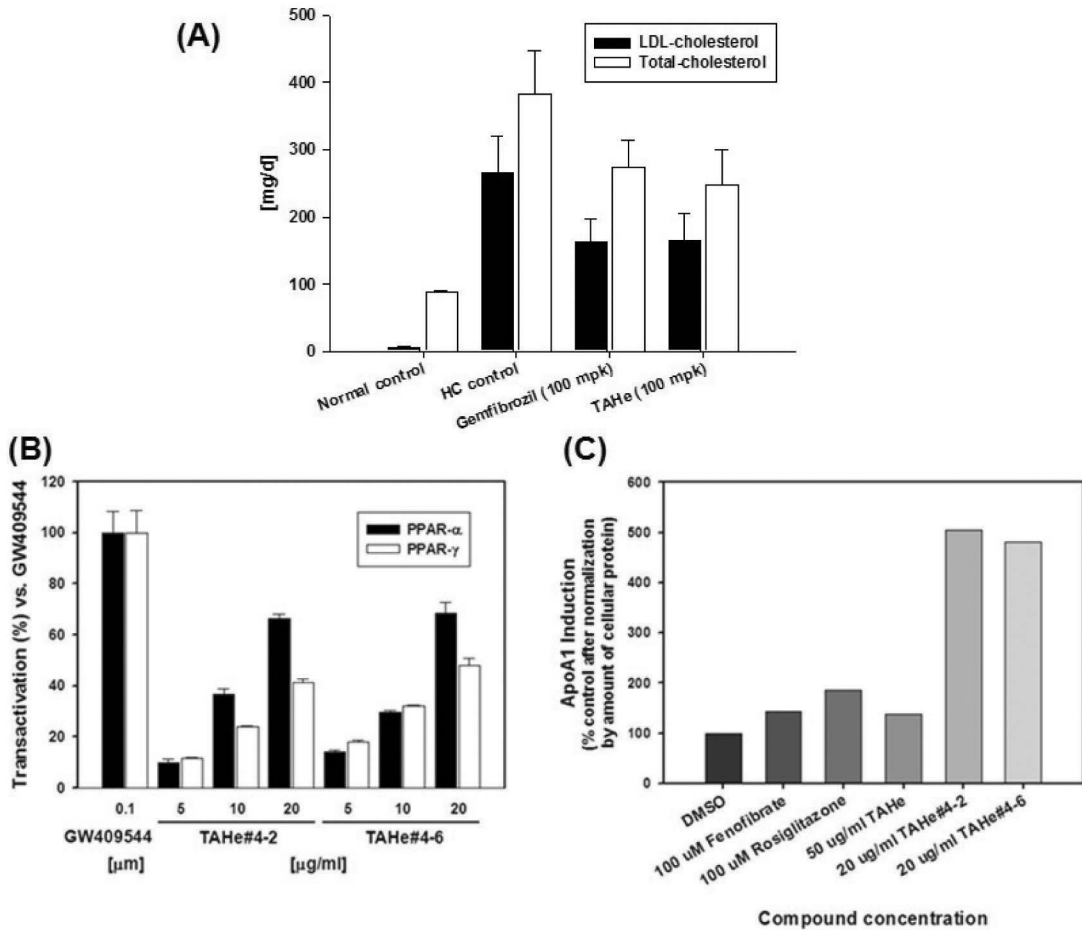


그림 2. 막걸리 누룩 추출물의 심혈관계 질환 개선 효과. (A) 고지방 식이 동물 모델을 이용한 막걸리 누룩 추출물의 혈중 지질 저해 효과, (B) 막걸리 누룩 추출물의 PPAR-a/g antagonist 활성 평가, (C) ApoA1 단백질 생성 유도 효과.

## 2. 코리안 패러독스-2(심혈관계 질환 개선 효과)

심혈관계 질환은 생활양식의 서구화로 인한 고지방식이 증가, 스트레스, 운동부족 및 노령인구의 증가 등이 주요 원인이다 (12). 식생활과 생활습관의 변화는 육류섭취가 증가하고 혈중 콜레스테롤 농도 증가로 인한 고지혈증, 고혈압, 협심증, 관상동맥경화증 등이 증가하고 있는 추세이다.

먼저, 막걸리 누룩 추출물이 고지방식으로 유도한 고지혈 동물 모델 (hypercholesterolemia)에서 혈중 지질 변화에 미치는 영향을 분석하였다. Gemfibrozil은 fibrate 계열에 속하며 지질 함량을 낮추는 사용되는 약물이다. Gemfibrozil 처리군에서 혈중 low density lipoprotein (LDL)-cholesterol과 total cholesterol이 저해되었다. 막걸리 누룩 추출물은 gemfibrozil과 동등 수준으로 혈중 LDL-cholesterol과 total cholesterol의 수준을 저해하였다 (그림 2A).

Peroxisome proliferator-activated receptors (PPAR)- $\alpha$ 에 대한 agonist는 혈중 triglyceride와

LDL-cholesterol을 낮추고 High density lipoprotein (HDL)-cholesterol의 수준을 높이는 것으로 알려져 있다. 또한 PPAR- $\gamma$ 의 agonist는 glucose homeostasis를 향상시킨다 (13-14). 막걸리 누룩 추출물은 PPAR- $\alpha$ - $\gamma$ 에 대한 dual agonistic 활성을 나타내었다 (그림 2B).

HDL-cholesterol과 apolipoprotein A이 감소되어 LDL-cholesterol이 증가하여 심혈관계 질환의 발병 위험률이 증가한다고 알려져 있다 (15). Apoprotein A1 (ApoA1)은 High density lipoprotein (HDL)-cholesterol을 생성하는 데 중요한 역할을 한다. 고지혈증 치료제인 fenofibrate에서 ApoA1의 생성량은 대조군 대비 186% 증가하였다 (그림 2C). 대조군과 대비하였을 때, 막걸리 누룩 추출물에서 480~500%로 ApoA1의 양이 증가하였다. 5가지 약물대사 효소에 대한 낮은 저해활성을 in vitro enzyme inhibition assay를 통해 확인하였다. 또한 막걸리 누룩 추출물에 대한 angiotensin converting enzyme (ACE)와 platelet aggregation 활성을 평가한 결과, ACE 저해

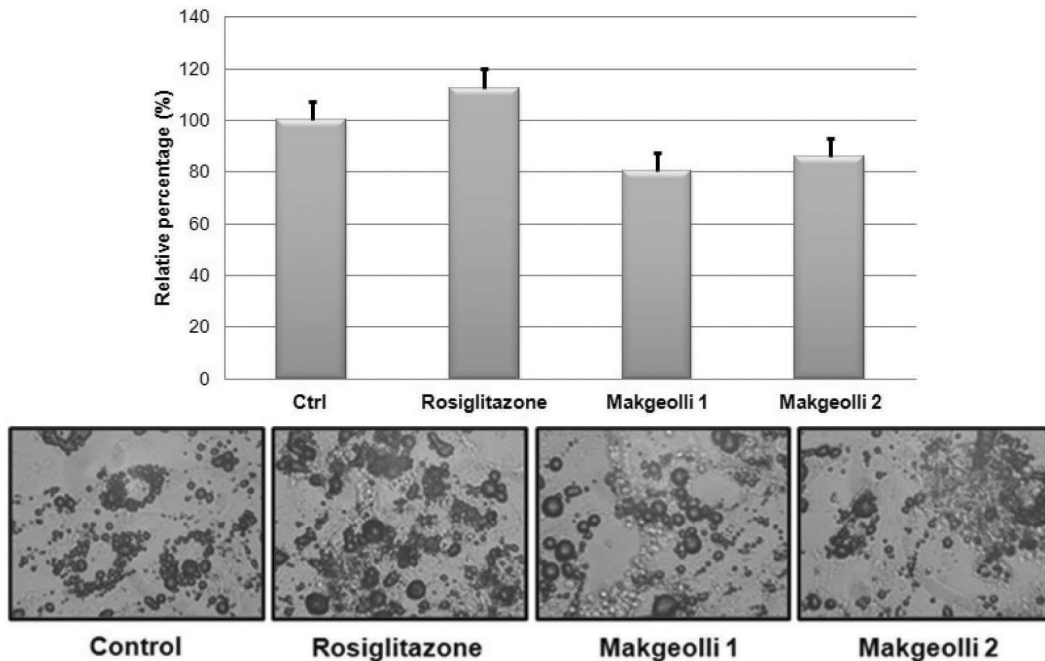


그림 3. 막걸리 ethanol 추출물의 전지방 세포 분화 억제 효과 (Makgeolli 1: 생막걸리, Makgeolli 2: 살균막걸리)

활성과 ADP 또는 collagen으로 유도된 platelet aggregation 억제 활성을 확인하였다.

이러한 막걸리 누룩의 심혈관계 질환에 대한 효과는 막걸리에서도 확인할 수 있다. 막걸리의 심혈관계 질환에 대한 효능 연구는 고지방식으로 고지혈증을 유도한 동물모델에서 중성지방과 LDL-cholesterol 등 혈중 지질을 감소시키는 효과를 확인하였으며 (12, 16), 혈행 개선과 thrombin에 의해 유도되는 혈전 생성을 저해하였으며, ACE 저해 효과를 통한 고혈압 개선 활성 등이 보고되었다 (16).

### 3. 코리안 패러독스-3(전지방세포 분화 억제 효과)

전구 지방세포 (preadipocyte)에서 지방세포 (adipocyte)로의 분화는 성장과정 중 특정 호르몬의 급작스러운 양적 변화와 과잉 영양공급에 의해 유발될 수 있다 (17). 지방세포의 크기는 한계가 있으므로 과잉영양공급이 될 때, 에너지를 신속히 저장하기 위하여 지방세포수의 증가가 일어나게 된다. 생막걸리와 살균막걸리 에탄올 추출물의 처리가 미분화 상태 전구 지방세포인 3T3-L1 세포의 지방세포로 분화에 미치는 영향을 평가한 결과, 두 종류의 막걸리에서 지방세포 분화 저해활성을 나타내었다 (그림 3). 대조군에 비해 두 종류의 막걸리는 약 20% 정도의 저해 활성을 보여 막걸리는 지방세포의 분화 지표로 사용되는 lipid droplet의 형성을 저해하는 것을 통해 지방세포 분화를 저해하는 것을 확인할 수 있었으며 전구 지방세포인 3T3-L1 세포와 분화 유도된 지방세포에 대한 세포독성을 나타내지 않았다.

막걸리의 전지방세포 분화 억제 효과는 막걸리 누룩과 막걸리의 심혈관계 질환에 미치는 영향 (혈중 지질 함량 저하, HDL-cholesterol 농도 증가, PPAR- $\alpha$  활성화와 ApoA1의 분비 촉진)과 상관성 있는 것으로 사료되며 그 정확한 작용 기전 규명에 대한 연구가 필요하다.

### 4. 코리안 패러독스=4(막걸리의 항암 효과)

암에서 분리되어 나온 세포는 순환계 (림프관 및 혈

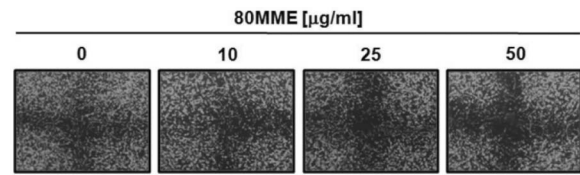


그림 4. 막걸리의 암 전이 (cell motility) 억제 효과

관)을 타고 신체의 다른 부위로 이동하여 또 다른 새로운 종양을 형성한다. 이처럼 종양이 그 원발 부위에서 여러 경로를 따라 다른 신체의 부위에 이식되어 그곳에서 정착, 증식하는 현상을 암의 전이 (metastasis)라 한다. 암의 침윤과 전이는 암세포와 세포외기질 (extracellular matrix)의 파괴 및 신혈관 생성을 포함하는 다단계 과정을 거친다. 세포외기질의 분해에 관여하는 matrix metalloproteinase (MMP)는 암 전이와 침윤에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었다. 이런 이유로 막걸리의 암 전이 억제 활성은 암의 이동성 (cell motility) 및 MMP의 저해 활성을 평가하였다.

막걸리의 암전이 억제 활성을 wound-healing assay 방법으로 평가한 결과, 막걸리는 농도 의존적으로 암의 이동력을 저해하였다 (그림 4). 막걸리가 MMP 활성에 미치는 영향을 gelatin을 이용한 zymogram을 인간 유방암 세포주 (MDA-MB-231)에서 수행한 결과, 농도 의존적으로 MMP-2와 MMP-9의 활성을 저해하였으며, 항원-항체를 이용한 western blot analysis 결과, MMP-2와 MMP-9의 발현을 저해하였다 (그림 5B). 특히, conditioned medium에서 분석한 결과, MMP-9에 특이적으로 작용하는 것으로 나타났다. Matrigel을 이용한 invasion assay 방법을 통해 막걸리의 암 전이 억제활성을 검증하였다. 막걸리는 농도 의존적으로 암세포의 전이력을 저해하였으며 25  $\mu$ g/ml의 농도 이상에서는 60% 이상의 저해효과를 나타내었다 (그림 6). 또한 막걸리의 메탄올 분획물에서 암세포 성장 억제효과와 특히 간암 세포에서 quinone reductase 활성 증가 효과에 대해 보고되었다 (18).

모든 세포의 생존은 혈관에 의한 산소와 영양분 공급 및 대사산물의 배출이 필수적으로 요구된다. 이런 혈관 생성 기전 중 기존의 혈관이 자극에 의해 발아가 일어나 새로운 혈관이 생성되는 과정으로 혈관 신생

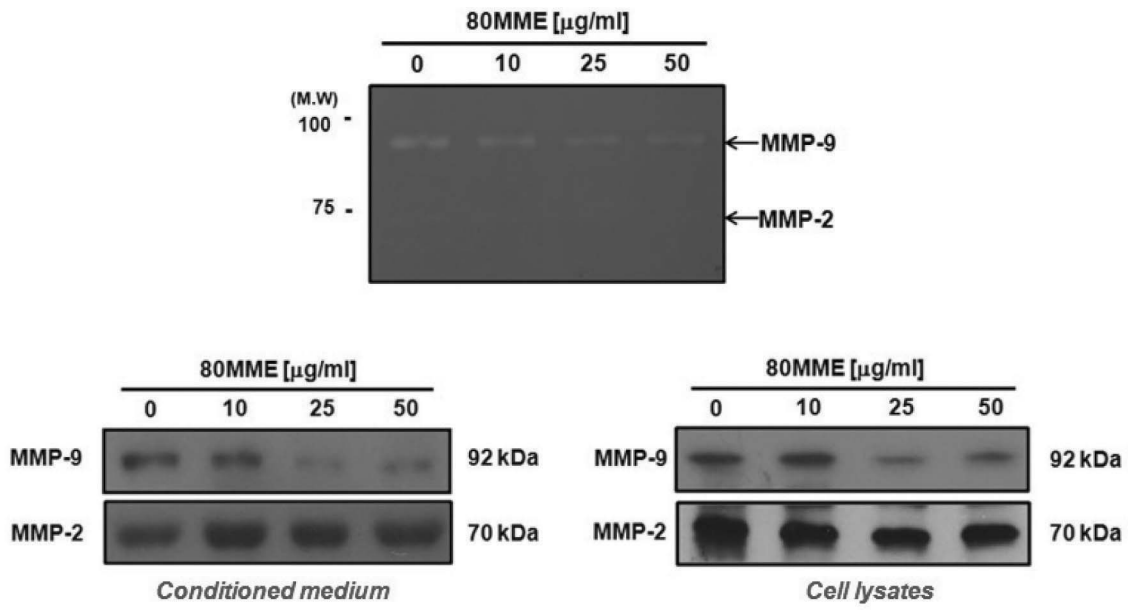


그림 5. Zymography와 western blot analysis를 통한 막걸리의 MMP-2/-9 활성 저해 효과

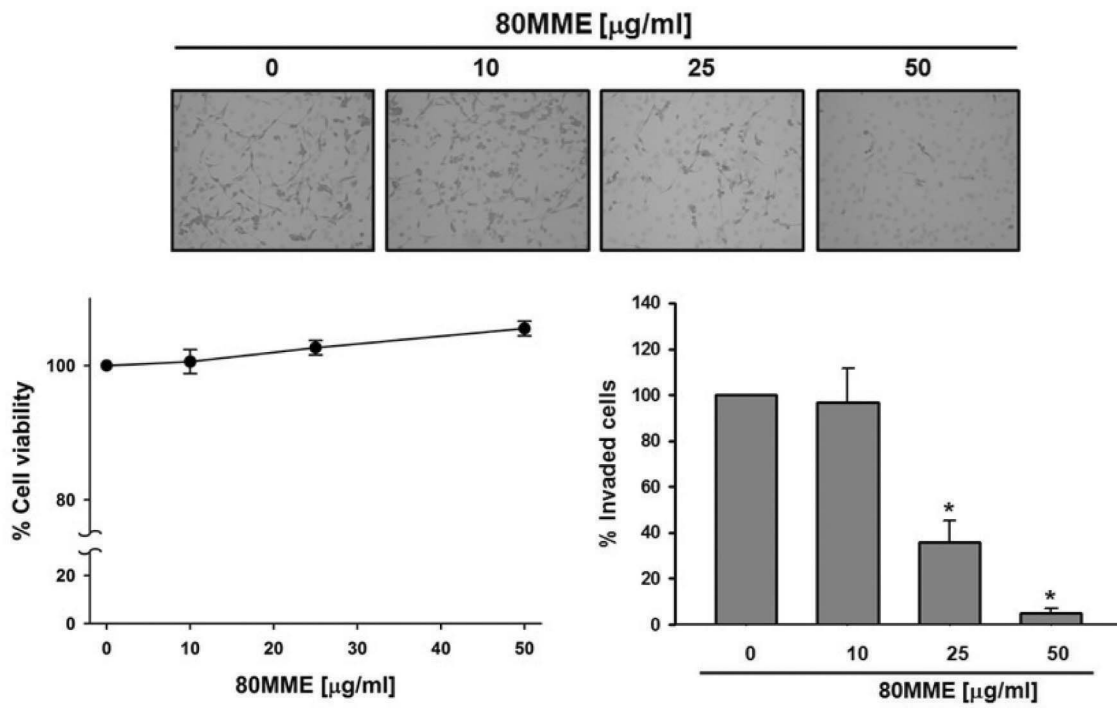


그림 6. Matrigel-invasion assay를 통한 막걸리의 암 전이 억제 효과

(angiogenesis)라 한다. 암 세포의 전이 과정에 침윤과 전이와 함께 중요한 역할을 담당한다. 막걸리 누룩은 유정란에서 신생혈관 생성과 혈관내피세포의 혈관관상구조 형성을 저해하며 vascular endothelial cell growth factor (VEGF), basic fibroblast growth factor (bFGF)의 mRNA 수준의 발현을 억제하는 것에 기인한다고 보고되었다 (13). 막걸리 누룩에서의 항암 효과는 mTOR pathway 저해를 통한 암세포의 생육을 저해 활성화와 caspase 의존적인 암 세포사를 유도하는 기전이 규명되었다 (19, 21). 이 누룩에서 분리 동정된 sterol 계열 물질들이 암 세포의 전이를 억제한다고 보고되었다 (20). 종합하면, 막걸리의 항암 효과, 즉 암 전이와 침윤을 억제하는 효과는 막걸리 누룩에서 기인하는 것으로 사료되며 막걸리 누룩이 가지고 있는 암세포 생육 억제, 암 세포사 유도, 그리고 신생 혈관 생성 저해 효과도 있을 것으로 기대된다.

5. 코리안 패러독스 -5(통풍 개선 효과)

통풍은 장기간 고요산혈증으로 인해 결정이 관절 또는 주위 조직에 침착함으로써 발생하는 흔한 관절염이다. 통풍은 식이습관과 관련하여 체중감량, 술과 붉은 고기, 해산물 그리고 과당 함유 음료수를 줄이는 것이 중요하다. 알코올을 많이 음용하는 사람(특히 맥주)이 그렇지 않은 사람보다 통풍의 발병 확률이 높았다(22).

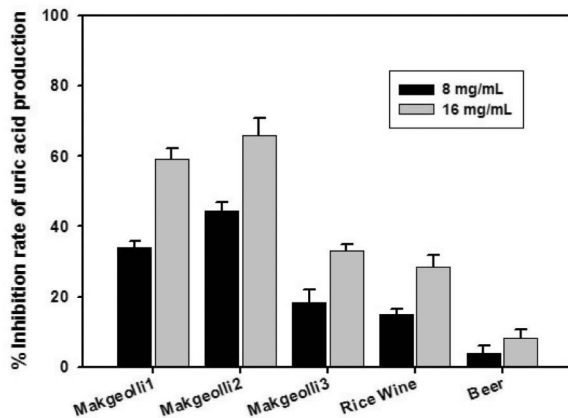


그림 7. 한국에서 음용되는 주종별 xanthine oxidase 활성 저해 효과

한국에서 많이 음용되는 주종별로 통풍의 원인물질인 퓨린 (purine) 계열 물질의 함량을 HPLC로 분석한 결과 (23), 맥주에서 퓨린 계열 물질이 가장 높게 측정되었다. 막걸리를 포함한 우리나라 전통주류에서는 소량이 검출되었고 특히, 막걸리는 맥주보다 약 5배 적은 퓨린계열 물질을 함유하고 있었다. Xanthine oxidase는 생체 내에서 purine 대사과정에서 중요한 효소로 xanthine 또는 hypoxanthine을 요산으로 전환하는 역할을 담당한다. 본 연구진은 막걸리, 약·청주, 그리고 맥주의 동결건조물에서 xanthine oxidase의 저해활성을 평가한 결과 (그림 7), 막걸리에서 가장 높은 저해활성을 확인하였으나 맥주에서 그 영향은 매우 미흡하였다. 특히, 막걸리는 살균 유무, 전분질 원료의 종류에 상관없이 높은 저해활성을 나타내었다.

6. 코리안 패러독스 -6(막걸리의 피부 기능성 효과)

사람의 피부색은 멜라닌 색소를 만드는 melanocyte의 활동성, 혈관분포, 피부의 두께 및 카로티노이드, 빌리루빈 등 인체 내외의 색소 함유 유무와 같은 여러 요인들에 의해 결정되며 그 중 melanocyte 등의 여러 효소가 작용하여 생성하는 멜라닌 (melanin)이라는 흑색 색소가 가장 중요하다. 멜라닌 색소의 형성에는 생리적인 요인과 환경적인 요인이 영향을 미친다. 멜라닌은 피부의 표피층에 존재하여 자외선으로부터 피부기관을 보호하며 생체 내에서 발생한 자유 라디칼을 소거하는 역할을 담당하지만, 과잉 생산될 경우 기미, 주근깨를 형성하고 피부노화를 촉진하고 피부암을 유발한다고 알려져 있다.

본 연구진은 막걸리의 일종인 이화주를 이용한 피부미백 효과를 규명하였다. 이화주는 농도 의존적으로 tyrosinase의 활성을 저해하였으며 대표적인 미백 물질인 코지산과 동등한 수준의 활성을 나타내었다 (그림 8A). 특히, tyrosinase related protein (TRP)-1/-2를 억제하는 효과도 확인하였다 (그림 8B). 또한 melanocyte인 B16F1 세포주를 이용한 멜라닌 합성성을 분석한 결과, 이화주는 세포 내 멜라닌 합성과 세포 외부로 분비하는 멜라닌을 모두 저해하는 활성을 가지는 것으로 나타내었다 (그림 9). Tyrosinase는 멜

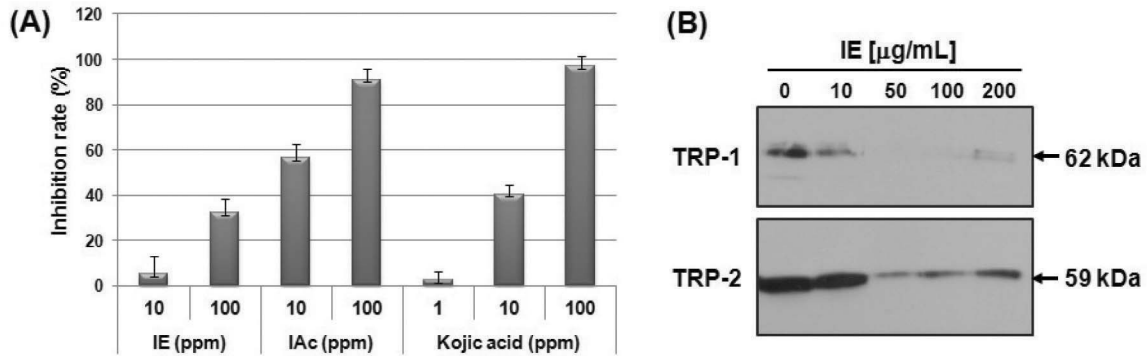


그림 8. 막걸리의 일종인 이화주 추출물의 피부 미백 효과. (A) In vitro tyrosinase의 활성을 저해하는 효과. (B) TRP-1/-2의 발현량을 조절.

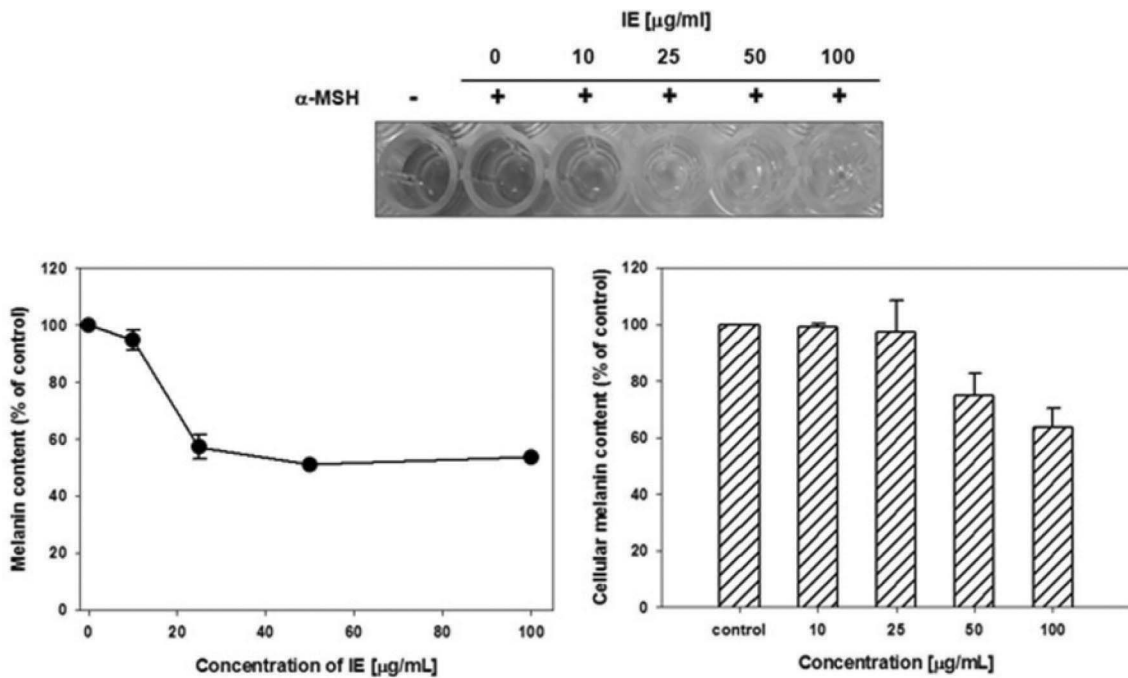


그림 9. 이화주 추출물의 멜라닌 생합성 저해 효과

라닌 생성 첫 단계를 유도하는 효소로, tyrosine이 DOPA를 거쳐 dopaquinone으로 전환되고, dopaquinone을 거쳐 흑갈색의 공중합체인 멜라닌이 생성되게 된다. 이화주는 tyrosinase 활성 저해와 TRP-1/-2의 발현을 조절함과 동시에 멜라닌의 합성

을 저해하는 것은 생성된 멜라닌 색소를 환원시켜 탈색하는 효과와 멜라닌 색소를 형성하는 효소의 활성을 억제하는 효과를 모두 가지는 것으로 사료된다.

피부 주름은 진피를 구성하는 결합조직의 변화에 의해, 그 탄력성과 유연성이 상실하여 형성되는 것으로



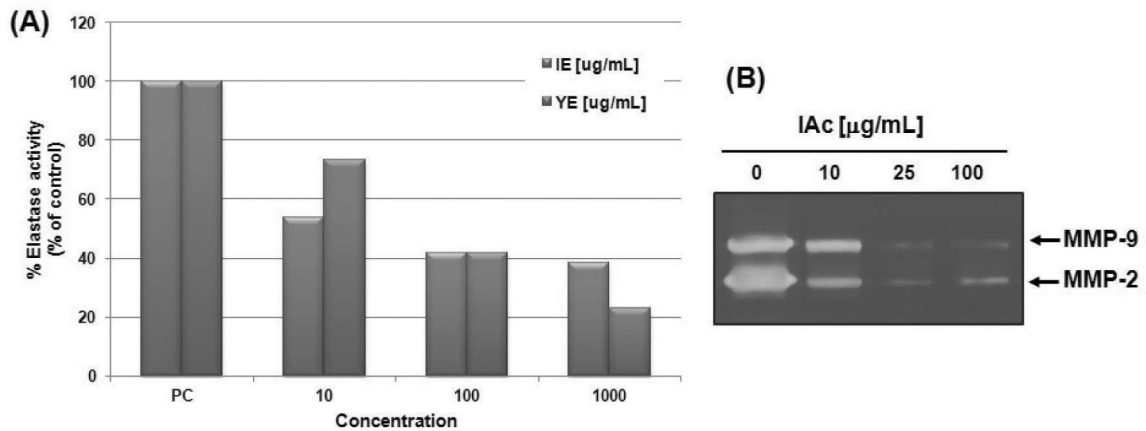


그림 10. 이화주 추출물의 elastase 및 MMP-2/-9 활성 저해 효과

알려져 있다. 주요 원인은 일광의 장시간 노출에 의한 진피 상층에서부터 중층이 탄성 섬유의 단열, 광노화에 의한 광선성 탄력섬유 변성증 (elastosis), 콜라겐 섬유의 변성 및 감소 그리고 기질인 glycosaminoglycan의 증가 등이다. 이화주 추출물은 피부 주름에 영향을 주는 elastase의 활성을 저해시키고 UV 노출에 의한 MMP-2/-9의 발현을 억제시키는 효과도 확인하였다 (그림 10). 탄력섬유층의 파괴와 콜라겐 섬유의 변성과 감소를 예방하는 효과로 사료되어진다. 실제 본 연구진과 미그린한의원은 공동으로 막걸리 추출물이 함유된 마스크팩을 개발하였으며, 임상에서 테스트한 결과, 보습과 미백에 효과가 있는 것으로 확인되었다.

### III. 결론 (막걸리의 Korean paradox 확립을 위한 제언)

막걸리의 위보호, 심혈관계 질환 개선, 전지방세포 분화 억제, 항암 효과, 통풍 예방 및 피부 미백과 같은 다양한 생리 기능활성은 막걸리 누룩에 기인한 효과로 사료된다. 이러한 생리활성을 나타내는 성분은 발효 과정에서 생성되어 지거나, 또는 발효 전 원료에 포함된 물질이 다른 발효 물질과 더불어 상승작용을 일으키는 것으로 예측되고 있다. 그러나 어떠한 조성이

구체적으로 어떻게 생리 기능활성에 관여하고 있는지에 관한 작용 기전연구는 체계적으로 확립되지 못하였으며, 향후 많은 연구 과정을 통해 확립되어야 할 과제로 남아 있다.

고문헌에 의하면 누룩은 삼국시대 이전부터 존재했고, 발효주의 가장 근원적인 형태인 막걸리도 누룩의 역사만큼 오래되었다고 할 수 있다. 조선시대에는 다양한 가양주 문화가 발달되었으며 그 수가 약 600여종 이상이었다고 한다. 술에 관한 한 어느 민족보다 찬란했던 문화를 가지고 있었던 우리는 일제 강점기를 거치면서 왜곡되어 술 자체의 맛과 멋을 즐기던 선조들의 반주문화가 알코올의 취기만을 목적으로 하는 폭음문화로 변질되었다.

다행히도 최근 잊혀진 우리 술의 복원 프로젝트와 막걸리의 부활로 우리 술에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 우리술에 대한 관심, 특히 최근 막걸리의 열풍이 일시적인 현상에 그칠게 아니라 꾸준히 일반 국민에게 사랑받을 수 있도록 많은 노력이 필요하다. 우리 술에 대한 가치를 재조명하고 다양한 생리·약리작용에 관한 연구와 그 작용 기전을 규명하여 과학적 체계를 확립할 필요성이 있다. 이러한 연구는 와인이나 일본 청주의 약리효과에 따른 제품의 가치 상승과 연관되어 막걸리에 대한 가치 상승 효과와 일반 국민들에게 막걸리에 대한 정확한 정보를 제공함으로써



서 막걸리와 관련된 그릇된 인식을 불식시킴으로 바람직한 음주 문화를 이루는데 도움이 될 것이다. 비단 막걸리뿐만 아니라, 우리술에 대한 인식의 변화로 이어질 것이며, 우리 술의 세계화를 위한 기반을 조성하는 일이라 생각된다. 정부와 학계에서 막걸리의 기능성과 그 작용 기전에 대한 연구로 막걸리의 우수성을 입증하여 와인의 프렌치 패러독스에 필적하는 우리나라만의 코리안 패러독스를 확립할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. Chung DH. The history of Alcohol Tradition in Korea. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 271-298 (2004)
2. Yoo TJ. Korean famous wine. Central New Book, Seoul, Korea, p 96 (1981)
3. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. pH, Acidity, Color, Reducing Sugar, Total Sugar, Alcohol and Organoleptic Characteristics of Puffed Rice Powder Added Takju during Fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 266-271 (2007)
4. Lee CH. History of Korean liquor. Bioindustry News 6: 4058-4061 (1993)
5. Song JC, Park HJ. Takju brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854 (2003)
6. Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. Flavor components in mash of takju prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 316-323 (1996)
7. Hong SW, Hah YC, Min KH. The biochemical constituents and their changes during the fermentation of takju. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 107-115 (1970)
8. Lee WK, Kim JR, Lee MW. Studies on the Change in Free Amino Acids and Organic Acids of Takju Prepared with Different Koji Strains. J. Korean Agri. Chem. Soc. 30: 323-327 (1987)
9. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of takju prepared by using different nuruk during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
10. Lee JS, Lee TW. Studies on the microflora of takju brewing. Korean J. Microbiol. 8: 116-133 (1970)
11. Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial Makgeolli. Korean. J. Food Sci. Technol. 43: 206-212 (2011).
12. Shin MO, Kim MH, Bae SJ. The effect of Makgeolli on blood flow, serum lipid improvement and inhibition of ACE in vitro. J. Life Sci. 20: 710-716 (2010)
13. Lee SJ, Bae HJ, Ryu JY, Lee DY, Kim GW, Baek NI, Kwon MS, Hong SY. Extracts from *Rhizopus oryzae* KSD-815 of Korean traditional nuruk confer the potential to inhibit hypertension, platelet aggregation, and cancer metastasis in vitro. Food Sci Biotechnol. 18: 1423-1429 (2009)
14. Lee SJ, Kim GW. Hypolipidemic effect of hexane fraction from *Rhizopus oryzae* KSD-815 through peroxisome proliferator-activated receptor- $\alpha$ . J Korean. Soc. Appl. Biol. Chem. 53: 761-765 (2010)
15. Corine HR, Emma SW. Basic nutrition and diet therapy. Macmillan Co., New York. pp.272-273 (1984)
16. Kim MH, Kim WH, Bae SJ. The effect of Makkoli on serum lipid concentration in male rats. J. Nat. Sci. Silla Univ. 9: 73-84 (2001)
17. Kim KH, Ahn SC, Lee MS, Kweon OS, Oh WK, Kim MS, Sohn CB, Ahn JS. Adipocyte differentiation inhibitor isolated from the Barks of *Phellodendron amurense*. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 503-509 (2003)
18. Shin MO, Kang DY, Kim MH, Bae SJ. Effect of growth inhibition and quinone reductase activity stimulation of Makgeoly fractions in various cancer cells. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 288-293 (2008)
19. Lee SJ, Hong SY, Kim GW.  $\gamma$ -Linolenic acid methyl ester from *Rhizopus oryzae* KSD-815 isolated from nuruk induced apoptosis in prostate cancer LNCaP cells. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 53: 752-760 (2010)
20. Lee DY, Lee SJ, Kwak HY, Jung L, Heo J, Hong SY, Kim GW, Baek NI. Sterols isolated from Nuruk (*Rhizopus oryzae* KSD-815) inhibit the migration of cancer cells. J. Microbiol. Biotechnol. 19: 1328-1332 (2009)
21. Kwak HY, Lee SJ, Lee DY, Jung L, Bae NH, Hong SY, Kim GW, Baek NI. Cytotoxic and anti-inflammatory activities of lipids from the nuruk (*Rhizopus oryzae* KSD-815). J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 51: 142-147 (2008)
22. Choi HK. Alcohol intake and risk of incident gout in men: a prospectvie study. Lancet. 363: 1277-1281 (2004)
23. Jun JB, Na YI, Kim HJ, Kim SH, Park YS, Kang JS. Measurement of purine contents in Korean alcoholic beverages. J Korean Rheum Assoc. 17: 368-375 (2010)