

# 당뇨 쥐에서 상엽추출물을 첨가한 보리면의 혈당조절효과

박충무<sup>1</sup>, 윤현서<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동의대학교 임상병리학과, <sup>2</sup>동의대학교 치위생학과

## Effects of Barley Noodles Contained Mulberry Leave Extracts on Blood Glucose Regulation in Diabetic Mice

Chung-Mu Park<sup>1</sup>, Hyun-Seo Yoon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University

<sup>2</sup>Dept. of Dental Hygiene, Dong-Eui University

요 약 본 연구는 상엽추출물이 포함된 보리면의 혈당조절능력을 입증하기 위하여 4주간 고지방/고탄수화물 식이 후 streptozotocin과 nicotinamide로 당뇨를 유발하고 음성대조군, 양성대조군, 보리면대조군, 상엽대조군, 보리면+상엽추출물 2.5%군, 보리면+상엽추출물 5%군의 6군으로 나누었다. 그 후 2주간 식이를 진행하며 체중, 혈당, 간 기능 및 혈액 내 지질의 변화를 측정하였다. 그 결과 보리면과 상엽 단독 섭취군보다 혼합섭취군에서 체중 감소가 적었고 혈당조절효과도 뛰어났으며 이는 경구 당 부하검사에서도 동일한 결과를 보였다. 또한 간기능, 혈중 지질 개선 효과도 혼합 섭취군에서 강하게 나타났다. 따라서, 보리면과 상엽추출물을 함유한 식이는 복합식이에서 단독식이보다 강한 혈당조절효과와 간 기능 개선, 지질 강하효과도 나타났다. 결과적으로 상엽을 포함하는 보리면은 혈당을 조절하고, 간 기능, 지질 강하 기능을 보여 만성질환 관리에도 도움이 될 것으로 사료된다.

주제어 : 당뇨병, 상엽, 보리, 혈당, 혼합식이

**Abstract** This study aimed to investigate the blood glucose regulatory effect of barley noodles contained mulberry leaves water extract (MLWE) in diabetic mice in order to provide fundamental data as a functional food. ICR mice were divided into six groups as follows: normal control, positive control, barley control, mulberry control, barley+MLWE 2.5% and barley+MLWE 5% groups. High fat/high carbohydrate diet was fed for 4 weeks and diabetes mellitus was induced by i.p. injection of streptozotocin and nicotinamide. After diabetes induction, experimental diet was supplemented for 2 weeks and simultaneous measurement of body weight, blood glucose (including glucose tolerance test), liver function and blood lipid profile was conducted. As a result, there was less decrease in body weight compared to the positive control group in the groups that supplemented barley and MLWE together than the group ingesting barley and MLWE alone. In addition, regulatory effects on blood glucose, liver function and blood lipid concentration were also stronger in barley and MLWE concurrently supplemented groups. Consequently, combination of barley and MLWE was effective in the regulation of body weight, blood glucose, liver function, and blood lipid in diabetic mice. Therefore, this recipe could be a promising strategy for beneficial effects in the patients of diabetes mellitus.

**Key Words** : Diabetes Mellitus, Mulberry Leaves, Barley, Blood Glucose, Mixed formula

\*Corresponding Author : Hyun-Seo Yoon (yoonhs@deu.ac.kr)

Received June 15, 2018

Accepted August 20, 2018

Revised July 16, 2018

Published August 28, 2018

## 1. 서론

최근 세계보건기구에서는 인구의 고령화로 인한 비감염성질환에 대한 부담의 증가에 따른 대책으로 소금섭취량, 음주, 담배, 비만, 혈압과 함께 당뇨에 대한 위험요인을 줄여 조기사망률을 2025년까지 25% 감소를 목표로 정하였다[1]. 우리나라 또한 평균수명 증가와 식습관 등으로 인하여 만성질환의 유병률은 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 당뇨병의 유병률은 급속히 증가하고 있고 연령이 점차 낮아지고 있다[2].

만성질환들의 경우 질병이 이환에서 끝나는 것이 아니라 이로 인하여 발생하는 합병증으로 인하여 개인에게는 육체적, 정신적 고통과 함께 경제적 부담이 발생하고 삶의 질 저하로 이어지며 사회적으로도 큰 부담을 주고 있다[3].

특히 당뇨병의 경우 2011년부터 6년간 당뇨병 유병률 변화를 보면, 전체 2011년(12.4%)에서 증가와 감소가 반복되면서 2016년(14.4%)로 2%증가하였고, 성별에 따라서는 남자는 2011년(14.5%)에서 2016년(15.8%)로, 여자는 2011년(10.4%)에서 2016년(13.0%)로 모두 증가하였다. 당뇨병 학회의 발표에 따르면, 당뇨병 관리수준은 인지율은 30세 이상 62.6%, 65세 이상 73.7%이며, 치료율은 30세 이상 56.7%, 65세 이상 67.9%였으나 조절률은 30세 이상 25.1%, 65세 이상 27.5%로 매우 낮은 실정이다[4].

당뇨병은 크게 인슐린 의존형인 1형과 인슐린 비의존형인 제2형으로 나뉘며, 우리나라는 제2형의 비율이 높다[5]. 이렇게 이환된 당뇨병 치료를 위한 접근 방법은 약물치료, 식이조절, 운동처방 등이 있으나 대부분의 경우 약물치료를 의존하며, 이로 인한 부작용들이 발생하고 있다[6,7].

약물치료에 대한 부작용을 줄이고, 합병증 발생을 방지하며, 당뇨병을 예방하고 관리하기 위해서는 반드시 생활습관 개선이 필요하다. 특히 식습관 개선이 무엇보다 중요하다[8]. 식습관개선을 위해서는 식사량을 줄이는 것이 아니라 건강한 식단을 제공하는 것이다. 그러나 섭취에 제한을 두는 음식이 많아 필요성은 인지하고 있으나 실천율은 낮아 이로 인한 문제점들이 야기되고 있다[9]. 식습관개선의 일환으로 접근성과 편리성이 있는 건강기능식품에 대한 관심이 증가하고 있으나 과학적인 검증이 되지 않는 식품의 섭취는 오히려 당뇨병을 악화시키거나 합병증 유발을 초래한다[10]. 또한 아무리 효과가

좋은 식품이라 하더라도 섭취방법이 복잡하거나 식감이 좋지 못하면 사람들은 외면하게 된다. 그 중 가장 대표적인 곡물이 보리이다[11].

보리는 탄수화물, 지방, 단백질, 섬유질, 무기질, 비타민이 풍부하여 세계 4대 곡물 중 하나로 꼽히고 있으며,  $\beta$ -glucan의 함유량이 높아 혈당조절에 도움을 주며[12], 면역력 증진[13], 콜레스테롤 감소[14], 항암효과[15], 지질대사[16]에 도움을 주고 있다. 그러나 보리의 경우 섭취방법이 단순한 보리밥의 형태로 섭취하다가 최근에는 일부 기업에서 보리와 야채 등을 함유하는 식품을 개발하고 있다[8]. 그러나 현재 개발되어진 건강기능성 식품들의 보리의 함량이 낮아 당뇨병에 큰 효과를 보이지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 (주)리안푸드에서 개발한 보리면(보리 99.8%함유)을 활용하여 기존에 당뇨에 효과가 있는 것으로 알려진 상엽(*Morus alba* leaves, Mulberry leaves)[17]을 이용하여 보리가 아닌 보리면과 상엽추출물을 혼합하였을 때 혈당조절능력의 상승효과를 검증하고 이를 바탕으로 하여 당뇨병 예방 및 관리에 필요한 건강기능식품으로의 개발에 기초자료를 제공하며, 아울러 연구자와 기업과의 융합적 모델을 제공하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

#### 1) 상엽 열수추출

상엽 (*Morus alba* leaves)는 경기도 화성시에 소재한 농업회사법인 약초명가로부터 구입하였고, 분쇄시료 1000 g에 10배 분량의 3차 증류수를 넣고 환류하에서 4시간 동안 추출하고 원심분리하여 여과(Whatman paper No. 4)한 후 동결건조기를 이용하여 농축하였다. 상엽 열수 추출물 (Mulberry leaves water extract, MLWE)의 회수율은 30%였다.

#### 2) 동물 및 식이 준비와 당뇨유발

실험동물은 ICR계 4주령 웅성 흰쥐 48마리를 샘타코(주)에서 구입하여 동의대학교 실험동물센터에서 stainless steel cage에 2마리씩 1주일 동안 고형 배합사료와 물로 적응시킨 후 평균 체중 20g인 내외인 것을 난괴법에 따라 각 처리구 당 8마리씩 6군으로 나누어 6주간

사육하였다. 실험군은 Table 1과 같이 음성대조군, 양성대조군, 보리면대조군, 상업추출물대조군, 보리면+상업추출물 2.5%군, 보리면+상업추출물5%군으로 나누어 실시하였다. 실험식이 조성은 AIN-93을 기준으로 조제하였고, 상업 추출물 첨가량은 식이 무게의 2.5%와 5%로 첨가하였다.

당뇨유발의 방법은 Shimizu R. *et al.*[18],의 방법을 이용하였다. 즉, 16시간 절식시킨 동물에 120 mg/kg body weight (BW)으로 nicotinamide (NA, Sigma, St. Louis, MO, USA)를 복강주사하고 15분 후에 50 mM citrate buffer (pH 4.5)용액에 용해한 streptozotocin (STZ, Sigma)을 100 mg/kg BW 용량으로 복강에 주사하여 실험적으로 당뇨를 유발하였다. 그리고 상기 실험과정을 1일 후에 1회 더 반복하였다. 당뇨 유발의 확인은 NA+STZ 주사 24시간 후 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당량이 300 mg/dL 이상이면 당뇨병 유발로 간주하여 실험에 사용하였다. 사육실 환경온도는 18±2°C, 조명은 12시간 주기(08:00-20:00)로 조절하였으며, 물과 식이는 제한 없이 공급하였다.

Table 1. Animal test group

Experimental group	Dietary composition
Negative control	Normal animal + Normal diet <sup>1)</sup>
Positive control	Diabetic animal <sup>2)</sup> + Normal diet
Barley control	Diabetic animal + Barley diet
Mulberry control	Diabetic animal + Mulberry diet
Barley+MLWE <sup>3)</sup> 2.5%	Diabetic animal + Barley + Mulberry 2.5% diet
Barley+MLWE 5%	Diabetic animal + Barley + Mulberry 5% diet

<sup>1)</sup>According to AIN-93 diet composition.

<sup>2)</sup>Diabetic animal, Streptozotocin + Nicotinamide-induced diabetes mellitus mice

<sup>3)</sup>MLWE, Mulberry leaves water extract

## 2.2 연구방법

STZ/NA에 의해 당뇨가 유도된 생쥐에서 상업 추출물이 함유된 보리면의 혈당조절능을 분석하기 위한 실험계는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

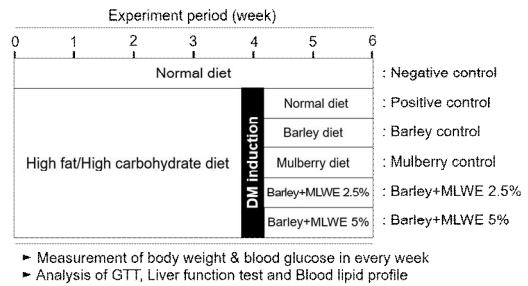


Fig. 1. Experimental scheme of the diabetic mice according to the diets of barley and mulberry leaves  
DM, diabetes mellitus; MLWE, Mulberry leaves water extract.

### 1) 혈액 및 장기 적출

실험동물은 사양시료 종료 후 12시간 절식시킨 후 이산화탄소로 가볍게 마취한 다음 개복하여 혈액을 채취하고 실온에서 30분간 방치한 후, 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시켜 혈청을 분리하여 분석 항목 측정용 시료로 사용하였다.

### 2) 당부하 검사(Glucose Tolerance Test, GTT)

실험종료 1일 전에 12시간 이상 절식시킨 후 꼬리정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당을 측정한 후 glucose (1 g/kg BW) 용액을 강제식이 후 60분, 120분에 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당 측정기(Accu-check, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany)를 이용하여 혈당을 측정하였다.

### 3) 혈액 내 간 기능 & 지질 수치 측정

간기능 지표를 분석하기 위하여 혈액 내 AST(Aspartate Aminotransferase, AST), ALT(Alanine Aminotransferase, ALT), 중성지방(triglyceride, TG)과 총콜레스테롤(total cholesterol, TC)을 Mindray BS120 제품을 이용하여 분석하였다.

## 2.3 분석방법

실험결과와 통계분석은 IBM SPSS statistic ver. 23.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하여 체중, 혈당변화, 당부하검사, 간 기능 및 지질수치 검사결과를 음성대조군, 양성대조군, 보리면대조군, 상업추출물 대조군, 보리면+상업추출물 2.5%군, 보리면+상업추출물 5%군 간의 차이를 알아보기 위하여 ANOVA(일원배치분산

분석)를 실시하였으며, 사후검증은 Duncan 기법을 실시하였으며 유의수준은 0.05로 설정하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 실험동물의 체중 변화

Fig. 2에서 보는 바와 같이 고지방/고탄수화물 식이를 진행한 4주 동안은 체중이 평균 40 g 전후로 늘어났으나 당뇨를 유발한 2주 동안 체중이 급격하게 줄어들어 당뇨 2주차에는 음성대조군이 33.9 g을 유지한 반면 양성대조군은 평균 18 g, 보리면대조군은 20.7 g, 상업대조군은 19.5 g, 보리면+상엽추출물 2.5%군은 25.2 g, 보리면+상엽추출물 5%군은 24.8 g의 몸무게를 보였다. 양성대조군에서 체중감소가 가장 심했고, 상업대조군, 보리면대조군이였다. 그러나 보리면+상엽추출물군에서는 체중 감소량이 적었다. 그러나 상엽의 농도에 따른 차이는 크게 보이지 않았다.

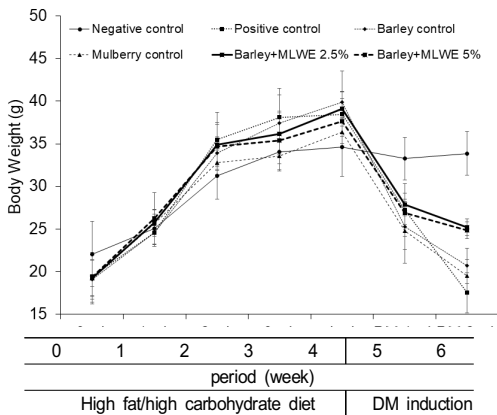


Fig. 2. Weight changes by the period of the experiments. MLWE, Mulberry leaves water extract; DM, diabetes mellitus.

#### 3.2 실험동물의 혈당 변화

실험동물에 당뇨를 유도하기 위하여 16시간 절식한 후 nicorinamide와 streptozotocin을 2회 복강 투여하였다. 그 결과 Table 2에서 보는 것처럼 혈당수치는 모든 실험군에서 400 mg/dl 이상을 보여 당뇨가 유도됨을 확인하였다. 식이 1주 후 양성대조군 483 mg/dl, 보리면대

조군 457 mg/dl, 상업대조군 507 mg/dl로 증가하였으나 보리면 + 상엽추출물 2.5%군 374 mg/dl, 보리면+상엽추출물 5%군 340 mg/dl로 감소하여 혈당조절효과가 있는 것으로 나타났다 ( $p < 0.001$ ). 2주동안 식이를 진행한 후에는 양성대조군 535 mg/dl, 상업대조군 472 mg/dl로 혈당조절 효과를 거의 보이지 않았으나, 보리면대조군 358 mg/dl, 보리면+상엽추출물 2.5%군 293 mg/dl, 보리면+상엽추출물 5%군 306 mg/dl로 혈당조절 효과를 보였다. 특히 보리면 자체만으로도 혈당조절효과가 입증되었고, 상엽을 혼합식이하였을 때 더 좋은 효과를 보였으나 상엽의 농도에 따른 변화는 나타나지 않았다.

Table 2. Blood glucose changes

	before DM	after DM	1 week	2 week
Negative control	172.1±15.8	170.9±15.7 <sup>a</sup>	175.6±12.1 <sup>a</sup>	135.4±18.6 <sup>b</sup>
Positive control	173.0±15.5	479.3±82.5 <sup>b</sup>	483.3±78.4 <sup>c</sup>	535.0±26.2 <sup>d</sup>
Barley control	165.8±15.7	430.8±19.0 <sup>b</sup>	457.5±12.5 <sup>c</sup>	358.5±18.9 <sup>e</sup>
Mulberry control	175.5±8.5	439.8±38.4 <sup>b</sup>	507.8±67.5 <sup>c</sup>	472.3±41.2 <sup>e</sup>
Barley+ MLWE 2.5%	175.4±13.4	447.3±69.9 <sup>b</sup>	374.4±67.3 <sup>b</sup>	293.1±26.4 <sup>b</sup>
Barley+ MLWE 5%	170.9±15.7	421.3±36.7 <sup>b</sup>	340.9±41.0 <sup>b</sup>	306.4±34.8 <sup>b</sup>
p	0.935	0.000 <sup>***</sup>	0.000 <sup>***</sup>	0.000 <sup>***</sup>

<sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$ , by ANOVA

<sup>a,b,c</sup>: The same characters are not significant by Duncan test

MLWE, Mulberry leaves water extract; DM, diabetes mellitus.

#### 3.3 경구 당부하 검사(Glucose tolerance test, GTT)

12시간 이상 절식시킨 후 꼬리정맥에서 채혈하여 공복혈당을 측정된 후 glucose (1 g/kg BW) 용액을 강제식이 시키고 60분, 120분에 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당을 분석한 결과는 Table 3과 같았다.

보리면대조군과 보리면+상엽군에서 혈당 조절능이 있는 것으로 나타났고, 시간에 따라서는 60분 120분 후의 혈당수치 변화가 양성대조군 600 mg/dl이상에서 567 mg/dl, 상업대조군 557 mg/dl에서 562 mg/dl로 거의 조절이 되지 않았으나, 보리면+상엽 2.5%군 423 mg/dl에서 339 mg/dl, 보리면+상엽 5%군 434 mg/dl에서 351 mg/dl로 강한 혈당조절능을 보인 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 그러나 상엽추출물의 농도에 따른 변화는 보이지 않았다.

Table 3. Glucose tolerance test

	Fast	60 min	120 min
Negative control	135.4±18.6 <sup>a</sup>	189.1±33.3 <sup>a</sup>	123.8±23.9 <sup>a</sup>
Positive control	535.0±26.2 <sup>e</sup>	600.0±20.2 <sup>d</sup>	567.3±26.5 <sup>d</sup>
Barley control	358.5±18.9 <sup>e</sup>	432.0±10.7 <sup>b</sup>	433.3±24.0 <sup>e</sup>
Mulberry control	472.3±41.2 <sup>d</sup>	557.0±31.4 <sup>c</sup>	562.3±11.8 <sup>d</sup>
Barley+MLWE 2.5%	293.1±26.4 <sup>d</sup>	423.4±36.4 <sup>b</sup>	339.3±22.9 <sup>b</sup>
Barley+MLWE 5%	306.4±34.8 <sup>b</sup>	434.3±41.5	351.1±25.4 <sup>b</sup>
p	0.000 <sup>***</sup>	0.000 <sup>***</sup>	0.000 <sup>***</sup>

<sup>\*\*\*</sup>p<0.001, by ANOVA

<sup>abc</sup>: The same characters are not significant by Duncan test

MLWE, Mulberry leaves water extract.

### 3.4 간 기능(AST & ALT) 지표 분석

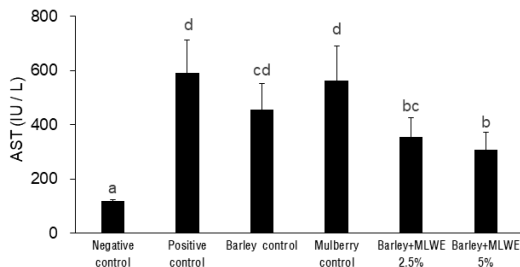


Fig. 3. AST changes in the streptozotocin-induced diabetic mice according to the diets of barley and mulberry leaves MLWE, Mulberry leaves water extract.

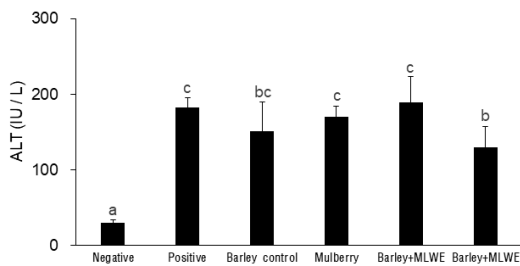


Fig. 4. ALT changes in the streptozotocin-induced diabetic mice according to the diets of barley and mulberry leaves MLWE, Mulberry leaves water extract.

Fig. 3와 4에서 보는 것과 같이 간 기능 지표를 분석한 결과 당뇨 유발군에서는 AST와 ALT의 수치가 높게 나타나 당뇨에 의한 간기능의 저하가 관찰되었고, 보리면

대조군에서는 다소 감소하였으나, 상업만을 처리한 군에서는 간 기능 개선 효과를 보이지 않았다. 그러나 보리면과 상업을 혼합 식이한 군에서는 유의한 수준의 간기능 개선이 나타났으나 상업의 농도에 의한 유의적인 차이를 보이지는 않았다(p<0.001).

### 3.5 혈중 지질 분석

혈액 내 지질을 분석한 결과, Fig. 5와 6에서 보는 바와 같이 당뇨 유발에 의해 TG와 TC 모두 증가하였다. TG는 상업만을 식이 한 경우에는 효과가 없었으나, 보리면과 혼합식이를 한 실험군에서는 감소효과가 있었다. 그러나 상업의 농도에 따른 의존성은 보이지 않았다(p<0.001). TC의 농도는 상업 단독 투여군에서 감소가 거의 없었으나 보리 식이, 보리와 상업을 함께 식이한 실험군에서는 감소효과가 있었고 상업 농도가 높을수록 지질 강하 효과가 큰 것으로 나타났다(p<0.001).

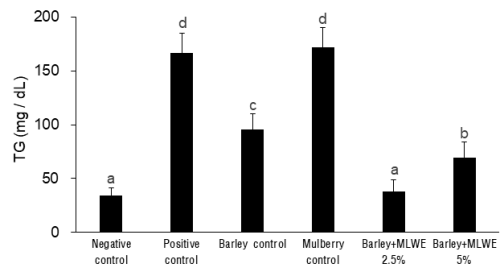


Fig. 5. Triglyceride changes in the streptozotocin-induced diabetic mice according to the diets of barley and mulberry leaves MLWE, Mulberry leaves water extract.

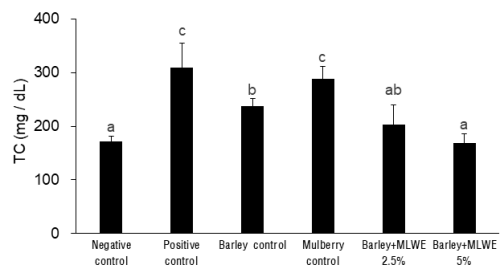


Fig. 6. Cholesterol changes in the streptozotocin-induced diabetic mice according to the diets of barley and mulberry leaves MLWE, Mulberry leaves water extract.

#### 4. 논의

의학기술과 건강에 대한 인식개선 등으로 평균수명 연장만큼이나 건강수명에 대한 관심도 높아지고 있다. 그러나 만성질환 이환률이 높아지고 특히 고혈압, 당뇨병은 개인 뿐 아니라 사회적으로도 큰 문제가 되고 있다 [2]. 이러한 만성질환을 약물치료에만 의존하기 보다는 현재는 운동 요법이나 식이요법을 병행하여 약물에 대한 의존도를 낮추려는 노력들이 많아지고 있다[11]. 이에 혈당강하 효과가 있으나 다양한 섭취방법이 없어 섭취비용이 낮은 보리와 혈당조절능력이 검증된 상엽을 이용하여 혈당조절에 도움이 되는 건강기능식품을 개발하기 위하여 기초 실험을 실시하였다.

본 연구결과 당뇨를 유발한 후 2주차의 실험동물의 몸무게는 음성대조군이 33.9 g이었으나 당뇨가 유발된 군에서는 급격하게 체중이 감소하는 경향을 보였다. 구체적으로 양성대조군(18 g), 상엽대조군(19.5 g), 보리면대조군(20.7 g), 보리면+상엽추출물 5%(24.8 g), 보리면+상엽추출물 2.5%(25.2 g)군이었다. 이는 손 등[12]과 유 등[16]의 연구에서 당뇨가 유발된 이후 체중이 감소하는 것과 유사한 결과를 보였다. 체중변화량이 많은 경우 몸의 항상성을 저하시켜 면역력을 떨어뜨리는 이유가 된다. 당뇨유발 후 보리면 단독 식이나, 보리면+상엽추출물을 이용한 혼합 식이에서 체중저하가 적어 당뇨환자들의 체중관리에 도움이 되는 것을 알 수 있었다.

혈당변화량 측정에서는 16시간 절식시킨 동물에 nicotinamide와 streptozotocin을 2회 복강 투여하여 모든 실험군이 400 mg/dl 이상이 되는 것을 확인한 후 2주간 보리면과 상엽추출물을 식이하여 혈당을 측정한 결과 양성대조군이 56 mg/dl, 상엽대조군이 33 mg/dl로 각각 혈당이 증가하였으나, 보리면대조군 72 mg/dl, 보리면+상엽추출물 2.5%군 154 mg/dl, 보리면+상엽추출물 5%군 115 mg/dl로 각각 감소하여 혈당조절 효과를 보였다. 그러나 상엽 추출물의 농도에 따른 영향은 보이지 않았다. 이는 유 등[16]의 연구에서 보리가 혈당조절 효과가 있는 것으로 나타난 것과 유사한 결과를 보였으나, 본 연구에서는 상엽 추출물 자체만으로는 당뇨조절효과가 나타나지 않았으나 이는 Attila[19]의 연구결과와 김과 정[17]의 연구결과 상엽의 혈당조절효과가 있는 것으로 나타나 차이를 보였다. 상엽 단독식이에서는 혈당 조절효과가 없었으나 보리면과 상엽추출물 혼합 식이에서는 효과를 보

여 추후 상엽의 농도와 기간을 다르게 설정하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

경구 당 부하검사는 12시간 이상 절식시킨 후 공복혈당을 측정하고 glucose (1 g/kg BW)를 강제 식이하고 60분, 120분에 혈당을 측정하는 시험이다. 실험 결과 양성대조군과 상엽대조군, 보리면대조군의 경우 혈당조절 효과가 거의 없었으나 보리면+상엽추출물 2.5%군은 84 mg/dl, 보리면+상엽추출물 5%군은 83 mg/dl 씩 혈당조절효과를 보였다. 이는 손 등[20]의 연구에서 당뇨환자를 대상으로 보리와 대두, 밀가루, 홍삼 5%를 함유한 혼합 식이를 실시하였을 때 혈당 강하효과가 있는 것으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 최근 연구들에서는 천연재료를 활용하되 단독보다는 복합적으로 사용하여 효과를 증진시키는 방안을 모색하고 있어[21], 본 연구를 기반으로 하여 혈당조절 능력을 가진 물질들의 배합비율과 섭취방법 등에 관한 사항은 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

간 기능 지표 분석결과 상엽추출물 단독식이에서는 간 기능 개선효과를 보이지 않았으나 보리면은 단독 섭취에 의해서도 개선효과를 보였고, 보리면+상엽추출물을 복합 식이한 경우에는 유의한 개선효과가 나타났다. 김과 정[17]의 연구에서 보리순 에탄올 추출물 고용량을 투여하였을 때 간 기능개선 효과가 나타나 본 연구에서 보리면 단독식이로는 개선효과가 크지 않은 것과 다소 차이를 보였다. 두 연구의 차이를 감안하여 보리면 분말을 에탄올 추출하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

혈청 중 중성지방과 총콜레스테롤을 분석한 결과 상엽 추출물 단독식이에서는 큰 효과를 보이지 않은 반면, 보리면 단독식이, 보리면과 상엽추출물 복합식이에서는 지질강하효과가 크게 나타났고 상엽농도가 높을수록 지질 강하 효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 양 등[22]의 연구에서 상엽이 함유된 한약재의 혈당효과 연구에서도 지질강하효과를 나타내 본 연구와 일부 일치하였다.

보리와 상엽이 당뇨병을 예방하고 완화시키는데 도움을 주는 것은 앞의 연구에서 입증되었다. 그러나 보리면과 상엽의 복합 식이에 대한 연구는 전무한 실정이며 본 연구의 결과는 의미가 있는 것으로 사료되며, 본 연구 결과를 기반으로 추가 연구를 실시하여 만성질환 예방과 함께 혈당조절에 도움을 주는 기능성 식품개발을 위한 기초자료가 되리라 생각한다.

## 5. 결론

Streptozotocin과 nicotinamide를 이용하여 유도된 당뇨 생쥐에 보리면(99.8%)과 상엽 열수 추출물 (*Morus alba* leaves water extract)을 함유한 식이를 공급하여 혈당조절효과를 검증하고자 하였다. 당뇨가 유도된 생쥐에서는 체중 감소가 급격히 나타났으나 보리와 상엽을 혼합 식이한 군에서 체중 감소량이 적었다. 혈당은 보리면 자체로 조절 효과를 보였으나 보리면+상엽추출물 2.5% 군과 보리면+상엽추출물 5%군에서 혈당조절효과가 더 높게 나타났다. 간기능 분석 결과는 보리와 상엽을 함께 식이한 경우 AST수치가 개선되었고, 상엽농도에 의한 차이는 보이지 않았고, ALT 수치는 보리와 상엽을 각각 식이한 군에서 개선효과를 보였으며, 보리상엽 5%에서 높은 개선효과를 보였다. 혈중 지질분석결과에서 TG는 보리식이만으로도 효과가 있었고, 보리면과 상엽을 함께 식이하는 경우 효과가 더 높았다. 또 보리만 식이한 경우에도 TC 억제 효과가 있었고, 상엽의 농도가 높아질수록 지질 강하효과가 컸다. 이상의 결과에서 보리면과 상엽을 각각 섭취할 때 보다 보리면과 상엽을 함께 섭취하는 경우 혈당조절효과, 간 기능개선, 혈중 지질 강하효과가 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 결과는 당뇨병을 개선하는데 도움을 주는 보리면을 소재로 한 건강 기능성 식품의 개발에 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- [1] Final Comprehensive Global Monitoring Framework for NCDs [Internet]. WHO: [cited 2017 Feb 10]. Available from : [https://www.idf.org/sites/default/files/GMF\\_Final%20Table%20of%20Targets.pdf](https://www.idf.org/sites/default/files/GMF_Final%20Table%20of%20Targets.pdf).
- [2] S. K. Jang & J. S. Lee. (2017). Prevalence and Management of Dyslipidemia, Hypertension, Diabetes Among Adults in Gangwon-do, Korea: the 2013-2014 KNHSP. *J of the Korea Academia-Industrial*, 18(3), 625-636.  
DOI : 10.5762/KAIS.2017.18.1.625
- [3] E.H. Jang. (2017). Quality of Life Factors and Comparative Analysis in Workers with Diabetes Mellitus in terms of Convergence : using the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2007-2015. *J of the Korea Convergence Society*, 8(12), 167-178.  
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.12.167
- [4] Diabetes Fact Sheet in Korea 2018. (2018). Korean Diabetes Association, pp.1-40.
- [5] D.J. Kim. (2011). The Epidemiology of Diabetes in Korea. *Diabetes Metab J*. 35(4), 303-308.  
DOI : 10.4093/dmj.2011.35.4.303
- [6] H.S. Kim. (2003). A Survey of Blood Glucose Testing, Medication, Diet, and Exercise Adherence in Korean Patients with Type2 Diabetes. *J of Fundamentals of Nursing*, 10(2), 181-186.
- [7] J. N. Yoo, G. J. Yoo & B. K. Yoo. (2005). Exenatide: a New Agent for the Treatment of type 2 Diabetes Mellitus as Adjunctive Therapy. *Kor. J. Clin. Pharm*, 15(2), 165-172.
- [8] J.S. Lee. (2015). A Study on Application Service for Dietary Habit Improvement of Patients with Chronic Disease - Focused on Patients with Hypertension and Diabetes. *Korea Society of Design Trend*, 48, 71-82.  
DOI : 10.21326/ksdt.2015.48.006
- [9] J. H. Choi, J. H. Kang & H.M. Lee. (2014). Lifestyle, Diet, Self-care, and Diabetes Fatalism of Diabetic Patients with and without Diabetic Foot. *Korean Society of Community Nutrition*, 19(3), 241-249.  
DOI : 10.5720/kjen.2014.19.3.241
- [10] J. H. Kang. (2005). Clinical Trial of Functional Food for Weight Control. *Food industry and nutrition*, 10(3), 1-4.
- [11] J. H. Ryu & J. O. Rho. (2013). Need for Development of a List of Meals for Diabetic Patients and Development of Barley-Based Diabetic Meals. *Family and Environment Research*, 51(5), 551-561.  
DOI : 10.6115/fer.2013.51.5.551
- [12] H. K. Son, Y. M. Lee, Y. H. Park & J. J. Lee. (2016). Effect of Young Barley Leaf Powder on Glucose Control in the Diabetic Rats. *Korean Society of Community Living Science*, 27(1), 19-29.  
DOI : 10.7856/kjcls.2016.27.1.19
- [13] Angeli JP, Ribeiro LR, Angeli JL, Mantovani MS. (2009). Protective effects of β-glucan extracted from barley against benzo[a]pyrene-induced DNA damage in hepatic cell HepG2. *Exp Toxicol Pathol*, 61(1), 83-89.  
DOI : 10.1016/j.etp.2008.05.003
- [14] KUSMIATI, F.X.R. DHEWANTARA. (2016). Cholesterol-Lowering Effect of Beta Glucan Extracted from *Saccharomyces cerevisiae* in Rats. *Sci Pharm*, 84(1), 153-166.  
DOI : 10.3797/scipharm.ISP.2015.07
- [15] P. Sharma, H.S. Gujral. (2010). Antioxidant and

- polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. *Food Chemistry*, 120(3), 673-678.  
DOI : 10.1016/j.foodchem.2009.10.059
- [16] Y. S. Yoo, K. S. Lee, K.H. Cho, Kim, C.H. Park, S.H. Lee, J.H. Lee & D.H. Kim. (2009). Effect of barley on variation of blood glucose and lipid metabolism. *Korean J. of Family Medicine*, 30(10), 790-795.  
DOI : 10.4082/kjfm.2009.30.10.790
- [17] O.G. Kim, J.C. Jeong. (2006). Effects of the Mori folium Extract in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Korean J. Orient. Int. Med.* 27(4), 811-821.
- [18] Shimizu R, Sakazaki F, Okuno T, Nakamuro K, Ueno H. (2012). Difference in glucose intolerance between C57BL/6J and ICR strain mice with streptozotocin/nicotinamide-induced diabetes.. *Biomedical Research*, 33(1), 63-66.  
DOI : 10.2220/biomedres.33.63
- [19] Hunyadi A, Veres K, Danko B, Kele Z, Weber E, Hetenyi A, Zupko I, Hsieh TJ. (2013). In vitro anti-diabetic activity and chemical characterization of an apolar fraction of Morus alba leaf water extract. *Phytother. Res.*, 27(6), 847-851.  
DOI : 10.1002/ptr.4803
- [20] M. Y. Shon, S. Y. Choi, H. S. Cho, N. J. Sung. (2004). Effects of Cereal and Red Ginseng Flour on Blood Glucose and Lipid Level in Streptozotocin - Induced Diabetic Rats. *J. Korean Society of Food Science and Nutrition*, 33(9), 1463-1468.  
DOI : 10.3746/jkfn.2004.33.9.1463
- [21] E.O. Choi, D.H. Kwon, M.Y. Kim, H. Hwang-Bo, H.J. Kim, K.I. Ahn, J.W. Jeong, K.W. Lee, K.Y. Kim, S.G. Kim, Y.W. Choi, S.H. Hong, C. Park, Y.H. Choi. (2016). Single Dose Oral Toxicity Test of Ethanol Extracts of Schisandrae fructus and Mori folium, and their Mixture in ICR Mice. *J. Life Science*, 26(10), 1207-1213.  
DOI : 10.5352/JLS.2016.26.10.1207
- [22] K. M. Yang, S. R. Shin & J. H. Jang. (2006). Effect of Combined Extract of Safflower Seed with Herbs on Blood Glucose Level and Biochemical Parameters in Streptozotocin - induced Diabetic Rats. *J. Korean Society of Food Science and Nutrition*, 35(2), 150-157.  
DOI : 10.3746/jkfn.2006.35.2.150

## 박 충 무(Chung Mu Park)

[정회원]



- 2005년 2월 : 인제대학교 임상병리학 전공 (이학석사)
- 2011년 2월 : 인제대학교 식의약생명공학 전공 (이학박사)
- 2011년 4월 ~ 2013년 2월 : 인제대학교 의과대학 병리학교실 연구강사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동의대학교 임상병리학과 조교수
- 관심분야 : 천연물의 항산화·항염증 기전
- E-Mail : cmpark@deu.ac.kr

## 윤 현 서(Hyun-Seo Yoon)

[정회원]



- 2008년 8월 : 인제대학교 보건대학원 (보건학석사/병원경영)
- 2011년 2월 : 인제대학교 대학원 (보건학박사)
- 2013년 3월 ~ 2018년 2월 : 동의대학교 치위생학과 조교수
- 2018년 3월 ~ 현재 : 동의대학교 치위생학과 부교수
- 관심분야 : 임상치과학, 보건학, 예방의학
- E-Mail : yoonhs@deu.ac.kr