

제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai) 잎 열수 추출물의 고혈당 저하 효과

진영준¹, 강성일¹, 김무한¹, 황일선¹, 최수연¹, 황준호¹, 고희철², 박지권², 정완석²,
김세재^{1,2*}

¹제주대학교 생명과학과

²제주대학교 생명과학기술혁신센터

요 약

본 연구에서는 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai) 잎 열수추출물의 항 당뇨 효과를 *in vitro*와 *in vivo*에서 조사하였다. 제주조릿대 잎 열수 추출물을 3T3-L1 세포에 처리하면 glucose의 흡수 저장기능을 가진 지방세포로 분화가 유도되어 세포내 과량의 중성지방 축적되었다. 그러나 세포 독성은 관찰되지 않았다. 또한 제주조릿대 잎 열수 추출물을 처리한 3T3-L1 지방세포에서는 PPAR- γ 의 발현도 증가되기 때문에 PPAR agonist인 ciglitazone과 비교하였을 때 조릿대 잎 열수 추출물이 지방세포내로 glucose를 흡수하는 활성이 가지고 있음을 보여주었다. 그리고 streptozotocin으로 유도된 당뇨 쥐에 제주조릿대 잎 열수추출물을 5주 동안 경구 투여하였다. 제주조릿대 열수 추출물 투여군의 혈당은 대조군보다 낮은 혈당을 유지하여 당뇨유발에 의한 고혈당을 저하시켰으며, 내당능 측정에서도 normal군에 비해서는 다소 높은 수준이었지만 대조군에 비교할 때 낮은 혈당을 나타내었다. 이러한 결과를 종합해볼 때 제주 조릿대 잎 열수추출물은 혈액 내에 있는 혈당을 지방세포로 축적시키는 활성과 더불어 β -세포 파괴에 의한 당뇨 모델쥐의 혈당을 저하시키는 효과를 가지고 있어 기능성 신소재로서의 활용 가능성이 높을 것으로 사료된다.

Key words : 제주조릿대, 항당뇨, PPAR- γ , 3T3-L1 adipocyte

서 론

당뇨병(diabetes mellitus)은 고혈당(hyperglycemia)을 특징으로 하는 일련의 대사질환군으로 췌장에서 분비되는 호르몬인 인슐린

이 부족하거나, 인슐린의 작용이 저하되어 (insulin resistance) 생기는 만성퇴행성 질환이다(Yoon 등 1987 ; Neom, 1990). 인슐린은 혈당이 증가되면 췌장의 β -세포에서 분비되는 호르몬으로 혈액 내 포도당을 인체의

세포 속으로 유인시켜주며, 세포가 포도당을 이용하여 필요한 에너지를 생산하거나 포도당을 다른 물질(글리코젠)로 전환하여 혈당치를 정상으로 유지시켜준다. 만약 인슐린 작용에 이상이 생기면 세포는 필요한 에너지를 만들어 내는 기능을 발휘할 수 없으며, 혈당치는 올라가게 된다. 우리 국민의 당뇨병 유병율은 70년대에는 1% 이하였으나 지난 30년간 급격하게 증가되어 현재는 전 국민의 10% 정도인 것으로 추정되며 그 이유는 과음, 과식과 운동부족, 스트레스인 것으로 나타나 향후 당뇨병으로 인한 건강 문제는 더욱 심각해질 것으로 보인다(김선원 등 2003). 특히 비만에서 기인하는 제 2형 당뇨병 환자의 수가 급격히 증가하고 있어 2025년까지 3억 명 이상이 될 것이라고 예측되고 있으며 성인병으로 알려진 당뇨병이 요즘엔 청소년들에서도 발병하고 있어 당뇨 치료제를 개발하기 위한 경쟁이 심화되고 있다(천, 2004).

현재 당뇨병의 치료제들 중 경구혈당 강하제는 오래 복용하면 부작용이 나타나기 때문에 최근 들어 천연물을 이용한 혈당 강하 물질을 개발하는 연구들이 활기를 띠고 있다. 이러한 연구들은 과거로부터 계속 이용되어 오던 식물기원의 천연물들이 주재료로 이용되고 있다. 특히, 이들은 동의보감이나 여러 한의학 고전들을 근거로 거의 민간치료요법의 치료제나 한약제로 쓰여 오고 있는 것들이 주종을 이루고 있다. 이들은 뚜렷한 유효성분이 밝혀진 것은 아니지만 여러 가지 성분들이 복합적으로 작용하여 인체의 면역기능이나 치료기능들을 증강시키는 작용을 함으로써 질병의 치료나 예방을 가능하게 해주는 작용을 한다고 알려져 있다.

조릿대는 동의보감, 본초강목, 신농본초경에 따르면 인삼을 훨씬 능가한다고 할 만큼 놀라운 약성을 지닌 약초이며, 대나무 중에서 약성이 제일 강하여 조릿대 한 가지만 써도 당뇨병, 고혈압, 위염, 위궤양, 만성 간염, 암 등의 난치병이 완치된 경우가 적지 않다고 한다. 또한, 조릿대는 열을 내리고 독을 풀며, 가래를 없애고 소변을 잘 나오게 하며, 염증을 치료하고 암세포를 억제하는 등의 효과가 있다고 보고되어 있다 (과학백과사전출판사, 1991).

조릿대는 대나무 중에서 가장 작은 대나무로서 우리나라 중부이남 지방의 산에 뻗뻗하게 무리 지어 흔히 자란다. 그 중, 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai)는 한라산 일대에서만 제한적으로 분포하는 지역 고유종으로 분포지 내에서 대규모의 군락을 이루어 생육하고 있으며, 내륙 지방의 조릿대와는 형태상의 특징으로 구별된다. 제주조릿대는 자원 식물학적으로는 열매에 저장 전분을 많이 함유하고 있어, 제주 지방에서는 예로부터 식량 기근시의 중요한 구황식물로 활용되어 왔다 (Kim, 1996). 그러나 제주조릿대의 생리활성에 대한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 제주조릿대가 유용자원으로서의 활용 가능성이 있는지를 탐색하기 위하여 우선적으로 제주조릿대 잎 열수추출물의 항당뇨 활성을 분석하였다.

실험 방법

1. 시료의 추출

제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai) 잎

은 2004년 4월경 제주 교래리(물чат오름) 지역에서 채집하여 음건한 다음 마쇄기로 갈아 미세분말로 만들었다. 미세분말 시료를 증류수에 침적하고 고압 추출기를 이용하여 121℃에서 2시간씩 2회 추출하여 여과기로 잔사를 제거하였다. 여액은 회수하여 감압농축 및 진공건조 후 동결 건조하여 분말로 얻어 시험에 사용하였다.

2. 세포 실험

2-1. 세포 배양

지방 세포주인 3T3-L1 세포는 American Type Culture Collection(ATCC)으로부터 분양받아 사용하였다. 세포는 100 U/ml penicillin, 100 µg/ml streptomycin, 10% bovine calf serum(Gibco, USA)이 포함된 Dulbecco's Minimal Essential Medium(DMEM, Gibco, USA) 배양액을 사용하여 10% CO₂ 및 37℃가 유지되는 배양기에서 배양하였으며, 계대 배양은 3~4일에 한번씩 실행하였다.

2-2. 세포 생존율 분석

3T3-L1 전지방세포를 96 well(1×10^4 cells/well)에서 24시간 배양한 후 시료를 농도별로 처리하여 3일 동안 배양하였다. 3일 배양 후 2 mg/ml의 3-(4,5-dimethylthiazol)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT, Sigma, USA) 용액을 50 µl 처리하여 37℃에서 4시간 반응시킨 후 반응액을 제거하고 MTT에 의해 환원된 formazan 침전물을 DMSO(dimethyl sulfoxide)에 녹여 ELISA(Bio-Tek, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 군에 대한 평균 흡광도

값을 구하였으며, 대조군의 흡광도 값과 비교하여 세포 생존율을 조사하였다. 시료는 열수추출물 분말을 PBS(phosphate buffered saline)에 일정농도로 녹인 후 필터(0.2 µm)하여 사용하였다.

2-3. 지방세포 분화유도

3T3-L1 전지방세포를 24 well에 3×10^4 cells/well의 농도로 넣고 2일 동안 배양하였다. 2일후 post-confluence 상태에서 분화유도물질인 10 µg/ml insulin(Sigma, USA), 1µM dexamethasone(DEX, Sigma, USA), 0.5mM 3-isobutyl-1-methylxanthine(IBMx, Sigma, USA)이 함유된 DMEM/10% fetal bovine serum(FBS) 배양액으로 교환하여 2일 동안 분화유도를 촉진시켰다. 2일후 10 µg/ml insulin이 포함된 DMEM/10% FBS배양액으로 교환하여 2일간 배양하였으며, 그 후 DMEM/10% FBS 배양액으로 배양하였다. 총 분화유도는 8일 동안 실시하였으며, 시료는 분화유도물질 처리와 동시에 시작하여 2일 간격으로 처리하였다.

2-4. Oil Red O staining

지방 세포내의 중성 지방의 축적된 정도는 Oil Red O 염색법으로 관찰하였다. 분화된 3T3-L1 세포를 PBS로 세척하여 10% formalin/PBS로 1시간 동안 고정시켰다. 고정 후 증류수로 세척하고 isopropanol로 용해한 0.6% Oil Red O(Sigma, USA) 염색약으로 1시간 동안 염색한 후, 증류수로 세척하여 관찰하였다.

2-5. 전기영동 및 Western blot 분석

8일간 분화 유도시킨 세포를 PBS로 2~3회

세척하여 RIPA lysis buffer(0.5M Tris-HCl, pH 7.4, 1.5M NaCl, 2.5% deoxycholic acid, 10% NP-40, 10mM EDTA, 1mM PMSF, 1mM Na₃VO₄, 1mM NaF, 1 μg/μl leupeptin)에서 30분 동안 균질화시켰다. 균질화된 용액을 15,000 rpm에서 20분 동안 원심 분리하여 상층액을 얻어 Bio-Rad protein assay kit를 사용하여 단백질을 정량하였다. 30~50 μg의 단백질을 10% SDS-PAGE(poly acrylamide gel electrophoresis)로 분리한 후 polyvinylidene difluoride (PVDF, Millipore, USA) membrane으로 전이하였다. 단백질이 전이된 PVDF membrane은 blocking buffer(5% skim milk/TBS-0.05% Tween 20)로 상온에서 1시간 반응하였고, 1차 항체인 PPAR-γ (peroxisome proliferator-activated receptor-gamma, Santacruz, USA) 항체와 C/EBP-α (CCAAT-enhancer binding protein-alpha, Santacruz, USA) 항체를 5% skim milk/TTBS에 각각 1:1000 비율로 희석하여 overnight 반응하였다. 1차 항체 반응이 끝난 PVDF membrane을 0.05% TTBS로 세척하고 2차 항체로서 HRP (horse radish peroxidase)가 결합된 anti-mouse 또는 anti-rabbit IgG(Jackson Immunoresearch, USA)를 1:1000으로 희석하여 상온에서 1시간 반응시켰다. 그 후 TTBS로 세척하여 ECL 기질(Amersham, USA)과 3분 간 반응 후 X-ray 필름에 감광하였다.

3. 동물 실험

3-1. 실험동물

생후 4주된 체중 25~30g의 ICR 수컷 마

우스를 한국 오리엔트(Orient Co. Korea)에서 분양받아 사용하였으며 사료는 Harlan (Teklad, USA)사료를 공급하였다. 사육조건은 온도 23±2℃, 습도 50±5%, 밤과 낮을 12시간 주기로 유지시켰다. 각 실험동물의 배치는 정상군(normal), 대조군[streptozotocin (STZ) 투여군], 제주조릿대 열수추출물 투여군(STZ+500 mg/kg)으로 구분하였고 각 군당 10마리씩 체중과 혈당치가 비슷하도록 고려하여 무작위로 배열하였다. 실험 기간동안 사료와 물은 자유롭게 섭취시켰다.

3-2. Streptozotocin에 의한 당뇨병 유발

실험동물은 일주일 적응 후 당뇨병을 유발시키기 위하여 16시간 동안 절식 시킨 후 STZ(60 mg/kg)를 0.01 M citrate buffer (pH4.5)에 용해시킨 뒤 10분 이내에 생쥐 복강 내로 단일 투여 하였다. STZ 투여 일주일 후 공복 상태에서 꼬리 정맥에서 채혈하여 혈당이 150 mg/dl 이상인 것을 당뇨병유발 생쥐로 간주하였다.

3-3. 조릿대 열수추출물의 투여

조릿대 잎 열수추출물의 시료를 0.9% NaCl용액에 500 mg/kg에 녹여 교반한 다음 쥐의 무게에 따른 일정량을 매일 1회 sonde를 이용하여 경구투여 하였다.

3-4. 체중 및 식이효율 측정

체중 증가량 및 식이 섭취량은 실험 개시일을 시작으로 충분한 양의 사료와 물을 급여하면서 일주일에 한번 일정한 시간에 측정하였으며 식이 섭취량은 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였다.

3-5. 혈당 측정

자유롭게 물을 섭취할 수 있도록 공급하면서 16시간 절식 후 매주 같은 시간에 공복시 혈당을 측정하였으며 혈액은 꼬리의 정맥혈에서 채혈하여 글루코닥터(Allmedicus, Korea) 측정용 kit로 측정하였다.

3-6. 내당능 검사(Intraperitoneal glucose tolerance test, IPGTT)

실험이 끝난 쥐를 16시간 이상 절식시킨 후, 혈당치를 측정한 시점을 0 시간으로 기준하였다. Glucose를 2g/kg의 용량으로 복강주사로 투여하였고 복강주사 후 0, 30, 60, 120, 180 분마다 꼬리 정맥에서 채혈하여 글루코닥터 측정 kit로 혈당을 측정하였다.

3-7. 통계처리

모든 실험결과는 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 평균±표준오차로 나타내었으며 one-way ANOVA test로 Duncan's multiple range test를 수행하여 $p < 0.05$ 수준에서 실험군간의 유의적 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 제주조릿대 열수 추출물의 지방 세포 분화 촉진 효과

우선 제주조릿대 열수추출물의 투여에 의한 3T3-L1 전지방세포의 생존율을 조사하였다. Fig. 1에서 보여주는 바와 같이 제주 조릿대 열수 추출물을 62.5~1000 $\mu\text{g/ml}$ 까지 처리한 결과 세포에 대한 독성은 나타나지 않았다.

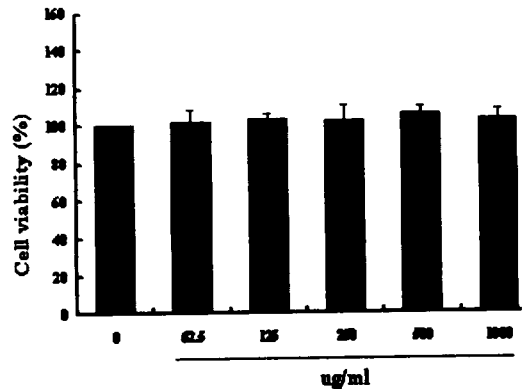


Figure. 1. Cytotoxicity of JSQ-HW in 3T3-L1 cells as measured by MTT reduction assay. 3T3-L1 cells incubated in medium containing JSQ-HW extracts (62.5, 125, 250, 500, 1000 $\mu\text{g/ml}$) for 72 h and then cytotoxicity was determined by MTT test

3T3-L1 전지방세포의 분화 정도를 관찰하기 위하여 지방세포의 지방을 염색하였다. Ciglitazone은 항당뇨 활성을 갖는 thiazolidinedione(TZD)계열의 화합물중 하나로 잘 알려져 있으며 PPAR- γ agonist로써 지방세포 분화를 유도하고 insulin에 의한 glucose의 흡수를 향상시켜 지방세포내에 지방축적을 촉진시킨다고 알려져 있다 (Lebobitz, 1993; Tontonoz 등 1994; Takamura 등 2001). 따라서 PPAR- γ agonist인 ciglitazone를 양성 대조군으로 하여 제주 조릿대 잎 열수추출물의 지방세포 분화유도 활성을 서로 비교하였다(Fig. 2.). 10 μM ciglitazone을 처리한 군은 vehicle을 처리한 대조군(+C)에 비해 가장 많은 중성지방 축적되었다. 그리고 제주 조릿대 잎 열수 추출물 처리한 세포에서도 농도의존적인 중성지방 축적 양상을 보여주었고, 1000 $\mu\text{g/ml}$

농도에서 중성지방 축적이 가장 높았다. 이러한 결과로부터 제주조릿대 열수추출물은 세포에 대한 독성이 없으면서 지방세포를 분화를 촉진시키는 활성이 있는 것으로 사료된다.

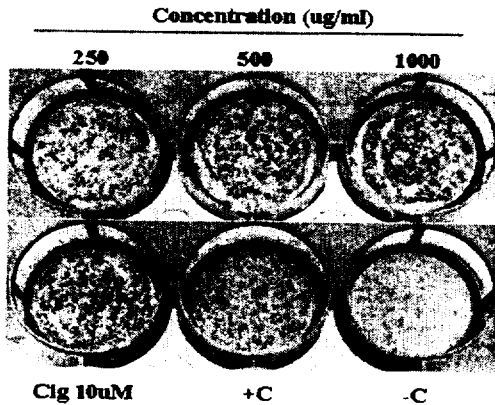


Figure 2. Effect of JSQ hot water extract on 3T3-L1 adipocyte. The post-confluence 3T3-L1 cells were differentiated with MDI protocol for 8days. Cells were stained Oil Red O. Cig : Ciglitazone 10 μ M, +C : positive control (vehicle), -C : negative control

전지방세포에서 형태학적으로나 생화학적으로 완벽히 성숙된 지방세포로 분화되는 과정에는 지방세포 유전자의 발현을 조절하는 전사활성인자가 활성화 되어야 한다. 이 중에 PPAR(peroxisome proliferator-activated receptor)와 C/EBP (CCAAT/enhancer binding protein)는 지방세포 특이 유전자 조절 부위와 상호작용하여 지방세포 분화를 촉진시킨다고 알려져 있다(최, 1999). PPAR- γ 는 ligand에 의해 활성화되는 핵 수용체로서 또 다른 핵 수용체인 RXR(retinoid X receptor)과 이형이합체를 형

성하여 작용하는 전사인자이다. 현재 임상학적으로 항당뇨병제로 사용되고 있는 TZD는 합성제제와 높은 친화력을 갖고 있을 뿐만 아니라 전지방세포에 처리했을 때 분화를 유도한다고 보고되고 있다(Kletzien 등 1992 : Sandouk 등 1993). 이처럼 TZD 계열 약물은 PPAR- γ 의 ligand로써 PPAR- γ 를 활성화시키면 지방세포의 분화가 일어나 지방세포에서의 혈당 이용과 인슐린 저항성이 개선되는 효과를 발휘하게 된다. 이에 제주 조릿대 열수추출물이 PPAR- γ 의 활성화에 미치는 영향을 분석하였다. Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 조릿대 열수추출물은 PPAR- γ 및 이와 상호작용하는 C/EBP- α 의 발현을 농도 의존적으로 증가시키지는 않았지만, ciglitazone과 비교하여 볼 때 비슷한 효과를 보임으로써 TZD와 같은 약리 활성을 보일 수 있는 가능성을 제시하였다.

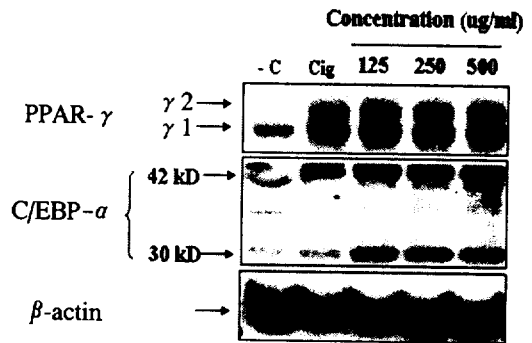


Figure 3. Effect of JSQ-HW extract on 3T3-L1 preadipocyte differentiation. Two day postconfluent 3T3-L1 preadipocyte were differentiated according to the MDI protocol for 10 days. The protein levels of PPAR- γ 1, 2, C/EBP- α and β -actin were determined by Western blotting analysis. -C : negative control, cig : ciglitazone 10 μ M

2. 동물 실험

ICR 수컷 생쥐를 streptozotocin(STZ)로 당뇨를 유발한 후 총 5 주 동안의 체중 증가량과 먹이 섭취량을 Table 1에 나타내었다. 사료 섭취량은 STZ만을 투여한 당뇨 대조군이 실험군보다 다소 적었지만 실험군간의 유의적인 차이는 없었다. 체중 증가량은 당뇨 대조군이 정상군보다 높았다.

Table 1. Effects of extracts of JSQ-HW on body weight gain, food intake

| Groups | Normal | Diabetic groups | |
|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Control | JSQ-HW (500 mg/kg) |
| Food intake (g/day) | 52.62±6.43 | 36.06±2.77 | 42.82±4.63 |
| body weight gain(g) | 1.87±0.83 ^a | 4.57±0.53 ^b | 2.97±1.34 ^{ab} |

Values are expressed as the Mean ± S.E (n=10).

^{ab}Values within groups with different superscript letter are significantly different from each other at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

STZ는 광범위한 항생작용과 항종양 특성을 갖고 있지만 종종 동물 실험에서 당뇨를 유발시킬 때 사용한다. 이것은 포도당과 유사한 분자구조를 포함하고 있기 때문에 췌장의 β-세포에 선택적으로 작용하여 β-세포 내에서 자유 산소기(oxygen free radical)를 생성하고 핵 DNA를 alkylation 시켜 이중가닥을 파괴시킴으로 세포괴사(necrosis) 혹은 세포 사멸(apoptosis)에 의해 세포를 파괴시킨다(Alejander 와 Martha, 2002 ; Junod 등 1967). β-세포가 파괴되면 혈액 내 insulin을

분비하지 못하기 때문에 혈액 내 glucose를 흡수하지 못해 glucose homeostasis가 무너져서 혈중 glucose가 높은 당뇨병이 진행되는 것이다. *In vitro*의 결과를 바탕으로 (Figure 2, 3) STZ로 유도한 고혈당 생쥐에 조릿대 잎 열수추출물시료를 500 mg/kg의 농도로 경구투여 하면서 1 주일 간격으로 혈당을 측정하였다(Fig. 4). 일주일 후 STZ만을 투여한 당뇨대조군의 혈당은 정상군에 비해 1.5 배 정도 높았고, 이러한 고혈당은 투여 후 5 주간 지속적으로 유지되거나 상승되는 결과를 보여, STZ에 의한 β-세포의 파괴로 인해 혈중 glucose의 농도가 높아졌음을 확인할 수 있었다. 반면에 제주조릿대 잎 열수추출물을 투여한 군에서는 투여 일주일 후부터 정상군과 비슷하였고, 시간이 경과함에 따라 혈당이 다소 높아지는 경향성을 보였지만 당뇨대조군에 비해 유의적인 혈당치 감소를 관찰할 수 있었다.

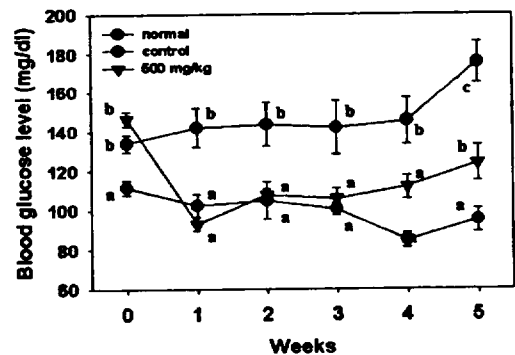


Figure 4. Effect of the JSQ-HW extract on fasting glucose level in STZ- induced diabetic mice. Data were expressed as mean± SE value for 10 mouse in each groups.

체내에 흡수된 glucose는 말초조직에서 연

소되거나 β -세포를 자극하여 insulin을 분비하게 함으로서 feedback 작용으로 혈당이 조절된다. 이와 같이 생체가 정상적으로 포도당을 대사할 수 있는 능력을 내당능(glucose tolerance)이라 하는데, 고혈당증은 내당능의 저하에 기인할 수도 있다. 사람의 경우 고혈당을 나타내는 사람들은 흔히 내당능장애(impaired glucose tolerance, IGT)를 나타낸다. 통상적으로 WHO에서는 금식 중 혈당농도가 140 mg/dl 이상이거나, 75 g glucose를 경구투여 하여 2시간 경과 후 혈당 농도가 200 mg/dl 이상인 경우를 당뇨병으로 진단하는 것을 규정하고 있다(World Health Organization Expert Committee, 1980). 이에 비하여 내당능 장애는 glucose투여 후 혈당농도가 140~200 mg/kg 사이일 때를 지칭한다. 또한 식후 혈당 농도(postprandial glucose level)를 측정할 수 있는데 내당능 검사 중 120분에 나타나는 혈당 농도를 지칭하며 120분 이후에 나타나는 혈당이 정상수치를 나타내야 한다. 그러나 실험동물에서는 기준이 다르기 때문에 이를 각 해당 실험동물의 기준에 따른다.(건강기능식품의 기능성 시험가이드, 2004). 본 연구에서는 시료를 경구투여하여 5 주후에 각 실험군을 16시간 이상 절식시키고 glucose를 2 g/kg의 농도로 복강 주사하여 시간대별 혈당을 측정하였다. Fig. 5에서 보여주는 바와 같이 glucose를 투여하기 전 혈당 측정을 0으로 기준하여 glucose를 복강주사하여 각 30, 60, 120, 180 분 간격으로 측정하였다. 정상군에서는 투여 후 30분의 혈당이 약 320 mg/dl에서 120분 후에는 정상 수치로 회복되었다. 그러나 당뇨대조군에서는 투여 후 30분에서 1시간까지 혈당이 최고 557 mg/dl, 562 mg/dl까지 유지되

었고 120분과 180분이 경과 후에도 389 mg/dl, 254 mg/dl의 고혈당이 유지되고 있어 전형적인 내당능 장애를 나타내었다. 조릿대 잎 열수추출물을 투여한 군에서는 투여 후 30분 경과에서 약 400 mg/dl의 농도로 최대가 되었지만 120분경과 후 다시 170 mg/dl까지 떨어지는 결과를 보여 당뇨대조군에 비교할 때 내당능 장애가 현저하게 개선되었음을 확인할 수 있었다. 결론적으로 본 연구 결과를 종합해볼 때 제주 조릿대 잎 열수추출물은 혈액 내에 있는 혈당을 지방세포로 축적시키는 활성과 더불어 β -세포 파괴에 의한 당뇨 모델쥐의 혈당을 저하시키는 효과를 가지고 있어 기능성 신소재로서의 활용 가능성이 높을 것으로 사료된다.

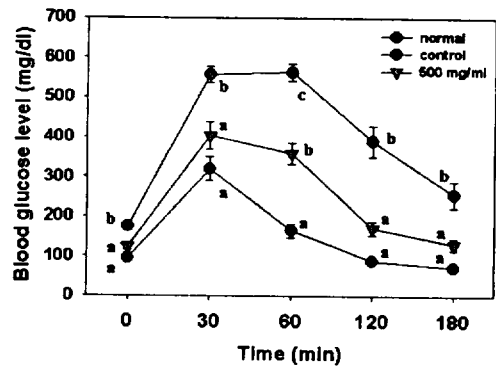


Figure 5. Effect of the JSQ-HW extract on glucose tolerance test in STZ-induced diabetic mice. All animals were fasted for 16 h. A concentration of 2 g/kg of glucose was injected intraperitoneally. After injection, glucose level was measured at 0, 30, 60, 120, 180 min. Data were expressed as mean \pm SE value for 10 mouse in each groups.

참 고 문 헌

- 과학백과사전 출판사.1991. 약초의 성분과 이용. 일월서적 p 653.
- 건강기능식품의 기능성 시험가이드. 2004. 한국 보건공정서 연구회. pp179-183.
- 김선원, 김정인, 이병현, 이상경, 윤용진, 장기철, 장정순 정래를, 최명석, 하영래. 2003. 생물신소재공학의 이해. 바이오21 센터. pp 52-89.
- 천승훈. 2004. 제 2형 당뇨병 치료제와 개발 전망. *Biochemistry and Molecular Biology News*. 204-219.
- Alejander, D and S. Martha. 2002. Genotoxicity of Streptozotocin, *Mutation Research*. 512: 121-134.
- Junod, A., A.L. Lambert, L. Orci, R. Pictet, A.E. Gonet and A.E. Renold. 1967. Studies of the diabetogenic action of streptozotocin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*. 126: 201-205.
- Kim, C. H.1996. Ecotypic Variation of *Sasa quepaertensis* Nakai According to the Environmental Gradient of Habitats. *Journal of Natural Science of Pusan Women's University*. 2: 21-36.
- Kletzien, R.F., S.D. Clarke and R.G. Ulrich. 1992. Enhancement of adipocyte differentiation by an insulin-sensitizing agent. *Mol. Pharmacol*. 41: 393-398.
- Lebovitz, H.E. 1993. Insulin mimetic and insulin-sensitizing drugs. *Diabetes Res Clin Pract*. 20: 89-91.
- Neom, G.T. 1990. A unified hypothesis for the complex genetics of HLA association with IDDM. *Diabetes*. 38: 1153-1157.
- Takamura, T., E. Nohara, Y. Nagai, K. Kobayashi. 2001. Stage-specific effects of a thiazolidinedione on proliferation, differentiation and PPAR mRNA expression in 3T3-L1 adipocytes. *Eur. J. Pharmacol*. 422: 23-29.
- Tontonoz, P., E. Hu and B.M. Spiegelman. 1994. Stimulation of adipogenesis in fibroblasts by PPAR gamma 2, a lipid-activated transcription factor. *Cell*. 79: 1147-1156.
- Sandouk, T., D. Reda and C. Hofman. 1993. Antidiabetic agent pioglitazone enhances adipocyte differentiation of 3T3-F442A cells. *Am. J. Physiol*. 264: C1600-C1608.
- World Health Organization Expert Committee. 1980. Second report on diabetes mellitus. Technical Report Series 646.
- Yoon, J.W., C.J. Kim, C.Y. Park and R.G. McArthur. 1987. Effect of environmental factors on development of insulin-dependent diabetes mellitus. *Clin Invest Med*. 10: 459-467.