

트레드밀 운동과 부추 식이가 Streptozotocin 유발 당뇨병 백서에서 항당뇨효과에 미치는 영향

동신대학교 한의과대학 물리치료학과

김 동 길

동신대학교 한의과대학 물리치료학과

오 명 화

동신대학교 한의과대학 물리치료학과

김 계 엽

The effects of treadmill exercise and feeding *Allium
tuberosum* Rottler on blood glucose level with
Streptozocin-induced diabetic rat

Kim Dong-Kil, P.T., B.S

Dept. of Physical Therapy, College of Oriental Medicine, Dongshin University

Oh, Myung-Hwa, P.T., M.A.

Dept. of Physical Therapy, College of Oriental Medicine, Dongshin University

Kim, Gye-Yeop, Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Oriental Medicine, Dongshin University

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to discuss and analyze the effect of blood glucose on treadmill exercise, functional food and their combined treatment protocol on diabetic rats. These group were divided treadmill exercise group(n:12), functional food feeding group(n:12), treadmill exercise with functional food feeding group(n:12) and control group. The following results were obtained from this study.

1. The blood glucose level was showed significantly different in several group, treadmill exercise with functional food feeding group are most significantly on other group.
2. The inhibitory rate of body weight was not significantly different on each group.
3. The amount of feeding was not significantly in several group.
4. The Islets size and Connective tissue proliferation was showed significantly different except control group, treadmill exercise with functional food feeding group are more significantly than other group.

These results show that treadmill exercise with functional food feeding and their several protocols can retard the streptozotocin-induced diabetic rat.

1. 서론

서구문화에 적응하면서 편리함을 추구하는 생활욕구와, 자동화에서 오는 운동부족, 경제의 풍요로 인해 제공된 열량 과다의 음식 섭취와 생존경쟁에서 오는 스트레스 등으로 인해 1970년대에 1% 미만이라고 추정되었던 우리나라 당뇨병 유병률이 현재 약 5~10%로 증가되었으며, 노령인구의 증가, 식생활 및 생활양식의 변화와 더불어 계속 증가할 것으로 예측된다(Kenji et al, 1999; Mark et al, 1997; Xiu and Shang, 1995). 당뇨병(diabetes mellitus)은 인슐린의 절대적 또는 상대적 결핍으로 인해 발생하는 만성 대사성 질환이다(나정선 등, 1993).

당뇨병은 병태 생리학적으로 인슐린 의존성 당뇨병(Insulin dependent diabetes mellitus; IDDM: 소아형 당뇨병)인 제 1형 당뇨병과, 인슐린 비의존성 당뇨병 (non-insulin dependent diabetes

mellitus; NIDDM: 성인형 당뇨병)인 제 2형 당뇨병으로 구분된다(Robins et al, 1994). 제 1형 당뇨병은 바이러스나 화학물질 등의 환경인자에 의해 췌장 β -세포의 자가 항원의 변화가 초래되거나 유전적 감수성 및 환경인자에 의해 T림프계의 변화가 일어나 이들에 대한 면역반응이 소실되어 자가면역적 파괴, 즉 췌장소도염(insulinitis)이 지속적으로 진행됨에 따라 인슐린의 절대적인 결핍이 초래되어 발생하는 질환으로(김광원, 1999), 다음, 다뇨, 다식, 전신피로감, 체중감소, 의욕상실, ketosis 등의 증상상이 특징적이다. 제 2형 당뇨병은 인슐린의 절대적인 부족보다는 비만, 인슐린 저항성 등으로 인하여 근육이나 지방세포 등 말초조직에서 인슐린에 대한 감수성이 둔화되어 당대사성 장애, 고혈당증을 특징으로 하며, 전체 당뇨병의 약90-95%를 차지하고 있으나 발생 기전은 1형 당뇨병에 비해 잘 알려져 있지 않다(WHO, 1985). 당뇨병 환자는 혈당이 증가하고, 에너지원으로 지방이 과다하게 사용되며 단백질의 분해가 진행되는데, 당뇨는 대사성 장애에서 기인하게 되므로, 만성 당뇨병으로 진행하게 되는 경우 대사능력의 저하에 따른 활동력 감소와 이로 인한 운동부족이 질적인 일상생활의 영위를 크게 제한하게 된다(Heo, 1985; 김응진 등, 1998).

당뇨치료와 목표는 혈당치의 조절 및 합병증의 예방과 치료이며, 치료방법으로 약물요법, 식이요법 및 운동요법을 실시하고 있다(Yu and Song, 1985). 당뇨병은 오늘날까지도 완치법이 확립되어 있지 않고 약물치료의 부작용 때문에 약물사용에 제한점이 많아 천연물로부터 당뇨병치료제를 탐색하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 인슐린 저항성을 개선시키는 식품은 제 2형 당뇨치료에 도움을 주며, 합병증 예방에 기여할 수 있다. 당뇨병 환자를 위해 권장되는 식사요법의 초점은 복합당질과 식이섬유의 섭취를 증가시키고, 지방과 콜레스테롤의 섭취를 감소시키는 것이다(Carpo, 1983).

부추(*Allium tuberosum* Rottler, Liliaceae 科)는 우리나라 산야에서 자생하는 다년생 채소로써 100 g당 열량 36 kcal, 수분 89.8%, 단백질 4.3 g, 지질 0.4 g, 당질 3.9 g, 비타민 A 72861 U, 비타민 B1 0.41 mg, 비타민 B2 0.06 mg, 비타민C 41 mg 등이 함유되어 있어 비타민 A, B, C의 좋은 공급원이다(황선희, 1994). 최재수 등(1992)은 식이섬유를 건조중량 기준으로 27.26% 함유하고 있어 당뇨치료에 도움이 된다고 보고하였다. 부추는 alanine, glutamic acid, aspartic acid, valine 등의 유리 아미노산과 일반적인 식물에서는 많이 함유되어 있지 않은 taurine이 비교적 많이 함유되어 있는 것으로 보고되었다. 또한 부추는 allyl sulfide, pentose 및 allylthiamine을 함유하고 있으며 항산화 기능을 포함한 다양한 생리활성이 클 것으로 기대된다. 따라서 식이섬유와 항산화물질의 좋은 급원인 부추는 당뇨의 치료 및 합병증 방지에 효과가 있으며 항균, 항동맥경화성에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Yin and Tsao, 1999).

운동요법은 당뇨병 치료의 3대 원칙 중 하나로 중요한 부분을 차지하고 있다. 운동은 골격근에서 당의 이용을 증가시키고, 인슐린 감수성을 향상시키며, 대사장애를 개선하는 등 당화혈색소 농도를 저하시켜 인슐린 필요량을 감소시키는데 효과가 있으며(지용석 등, 2001), David 등(2000)에 의하면

규칙적인 운동은 당뇨병 환자의 심혈관계 기능의 개선 및 인슐린 민감도를 증가시키고, 경구혈당강하제의 투여량을 감소시킴으로서 합병증을 예방하는데 효과적이었다고 하였다. 스트렙토조토신 유발 당뇨병 모델의 골격근은 운동훈련(exercise training)에 의하여 근의 산화대사 능력을 향상시킬 수 있다(ES, 1988). 지구력 운동은 위축된 골격근에서 myoglobin과 미토콘드리아의 수와 효소를 골격근에 집중시키고 빠른 연속 근육인 비복근과 족적근 등에서 근육의 위축을 개선시킨다고 알려져 있다(Hickson et al, 1986). 트레드밀 운동은 속도와 경사도에 따라 운동의 부하량을 조절할 수 있으므로 지구력훈련 방법으로 많이 사용되었음을 알 수 있다(Falduto et al, 1992). 미국당뇨협회(1997)에 따르면 1형 당뇨병은 인슐린과 운동으로 충분히 혈당 개선효과를 볼 수 있다고 하였으며, 이 중 운동은 비약물적 처치로 혈당의 개선과 근의 약화를 개선할 수 있을 뿐만 아니라 약물투여에 따른 부작용의 위험을 예방할 수 있는 효과적인 치료법이라고 하였다. 당뇨병환자들에 대한 운동요법으로 다양한 방법들이 소개되고 있으나(Falduto et al, 1992; 나정선 등, 1993; Goodyear et al, 1991), 식이섭취와 운동요법의 병행에 따른 항당뇨 효과에 대한 연구는 아직도 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 스트렙토조토신 유발 당뇨병 백서모델에게 부추의 식이섭취와 트레드밀 운동요법의 적용이 당뇨의 개선에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 하는데 목적이 있다.

II 재료 및 방법

1. 실험동물

실험동물은 대한동물 사육사에서 사육한 8주령의 Sprague Dawley계 체중 300 ± 50 g의 수컷 흰 쥐 48마리를 사용하였다. 스트렙토조토신(streptozotocin)으로 유발된 당뇨병 쥐들을 무작위로 추출하여 실험군 I(부추식이 및 트레드밀 운동군; n=12), 실험군 II(부추 식이군; n=12), 실험군 III(트레드밀 운동군; n=12) 및 아무런 실험적 처치를 하지 않은 대조군(n=12)으로 구분하였다(Table 1). 실험실은 12시간 주기로 명암을 주었으며, 실내 온도는 25 ± 1 . C를 유지하였으며, 물은 자유롭게 먹도록 하였다. 실험은 2002년 6월 3일부터 동년 7월 16일 까지 6주간 실시하였다.

Table 1. Experimental design of each group.

Group	Number of Rat	Treatment protocol
I	12	Feeding of functional food and treadmill exercise
II	12	Feeding of functional food
III	12	Treadmill exercise
IV	12	Non-treatment

2. 실험방법

2.1 당뇨유발

스트렙토조토신(SIGMA-ALDRICH, S-0130, USA)을 35 mg/kg 함량으로 복강 내 1회 주사하여 인슐린 결핍 당뇨병 모델을 만들었다. 시약 주사 이틀 후에 미정맥 채혈을 통하여 혈당을 측정하였으며, 주사한 개체 중에서 200 mg/dl의 혈당수치를 나타내는 개체들을 대상으로 무작위 표본추출을 통하여 각각의 군으로 구분하였다.

2.2 혈당측정 및 체중측정

글루코트랜드 플러스 글루코즈(glucotrand plus glucose; Roche Diagnostics GmbH, Germany) 기기를 사용하여 미정맥 채혈법으로 혈당의 변화를 측정하였으며, SAMSUNG SCALE(Korea) 기기를 사용하여 체중의 변화를 매주 측정하였다. 위의 방법으로 혈당과 체중의 변화를 실험전과 실험 후 매주 측정하였으며, 실험종료 시 심장채혈을 실시하여 혈당을 측정한 후 경추탈구법으로 희생시킨 후 체중을 측정하였다.

2.3 부추제조 및 식이

1 kg의 부추를 3 L의 증류수에 침수하여 24시간 정치시킨 후, 121. C로 15분간 가열하여 추출물을 수거하였다. Watman No. 4 여과지로 여과한 후 감압농축하였다(1/10 vol.). 투석(MW 6,000) 후 에탄올 침전을 실시하였고(3 vol. ethanol), 4. C에서 24시간 보관하였다. 원심분리기를 이용하여 30분간 고속 원심분리하여(8,000 rpm/30 min) 잔여물을 수확하였으며, 동결건조하였다. 실험에 사

용된 부추는 이상의 방법을 통하여 전량 제조하였다. 삼양유지사료(주)에서 생산한 생쥐용 고형사료를 분쇄하여 실험군은 동결건조한 부추를 150 mg/kg 비율로 생쥐 1마리 당 1일 25 g씩 일정하게 공급하였으며, 대조군은 분말 사료를 동량 섭취하도록 하였다.

2.4 트레드밀 운동

실험동물들의 트레드밀 운동을 위하여 자체 제작한 소형 트레드밀을 사용하였으며, 트레드밀 경사는 모든 운동군을 10.°로 균일하게 제공하였다. 실험군 I(부추식이 및 트레드밀 운동군; n=12)과 실험군 III(트레드밀 운동군; n=12)은 트레드밀 운동군으로서, 제작된 경사 10°트레드밀에서 운동하게 하였다. 각 운동군은 20 m/min의 속도로 운동하게 하였으며, 지속적인 운동을 위하여 백서의 꼬리를 현수하는 방법을 택하였다. 트레드밀 운동군은 1회/day씩 운동하게 하였으며 5회/week로 일정하게 적용하였다. 트레드밀 운동은 1회 10분간 실시하였으며, 1주일 간격으로 5분씩 운동시간을 증가시켰으며, 6주 때에는 35분간 적용하였다. 각 트레드밀 운동군은 3주 후에 그룹 내에서 무작위 추출을 통하여 6 마리씩 표본을 추출하여 경추탈구법으로 희생시킨 후 조직을 적출하였다. 실험 종료시점인 6주 후에 동일한 방법을 사용하여 모든 개체를 희생시켰다.

2.5 조직적출

실험실시 3주 후 각 군에서 6마리씩 무작위로 추출하여 경추탈구법으로 희생시킨 후 회복하여 체장을 신속하게 적출하였으며, 식염수에 세척한 후 미세전자저울(DRAGON 204/S, China)을 이용하여 중량을 측정하였다. 계량 후 10% 중성 포르말린 용액에 신속히 저장하여 조직의 상태를 고정하였다. 백서의 우측 하퇴의 피부를 조심스럽게 제거한 후 비복근의 근복부분을 1 cm²의 크기로 적출하였으며, 각 장기의 조직 고정방법과 동일한 방법으로 고정을 실시하였다.

2.6 표본제작 및 염색방법

고정된 조직들은 회전식 자동침투기(Rotary tissue processor, Tissue-Tek[®], Sakura, Japan)를 사용하여 탈수, 투명 및 침투과정을 14시간 동안 실시하였으며, 파라핀 블록의 제작을 위하여 파라핀 포매센터(Tissue embedding console system; Tissue-Tek[®], Sakura, Japan)를 사용하였다. 염색에 필요한 미세절편을 취하기 위하여 회전식 미세박절기(Rotary microtome; Sakura 2040, Japan)로 4~5 μm 두께로 조직절편을 취하였다. 체장의 랑게한스섬의 비대정도와 결합조직의 분포

정도를 확인하기 위하여, 포르말린 용액에 고정되어 있는 체장 조직 중 모든 개체의 조직들에서 동일한 부위를 취하였다. 각 조직표본 당 20개의 랑게한스섬을 광학현미경으로 관찰하여 랑게한스섬의 크기와 체장의 구조적 변화의 정도를 확인하였다. 근섬유를 관찰하기 위하여 헤마톡실린 용액으로 핵염색을 실시하였고, 에오진 용액을 사용하여 세포질 염색을 하였다. 광학현미경(Olympus BX50, Japan)으로 조직학적 상태를 확인하였다.

3. 통계방법

자료처리는 SAS 8.1 Window 프로그램을 이용하여 반복측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였으며, 집단별로 시간에 따른 혈당의 변화와 시간별 변화양상을 산출하였다. 모든 통계학적 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 혈당의 변화

혈당은 실험 시작 전에 모든 개체를 측정하여 기준값으로 정하였으며, 실험 시작 후 주 1회 6주간 측정하였다(Fig. 1). 실험군 I은 실험 시작 후 1주째까지는 혈당이 상승하였으나, 실험 2주부터는 점진적으로 혈당이 감소하였으며, 5주째부터는 초기 측정값보다 혈당의 수치가 유의하게 감소하였음을 알 수 있었다. 실험군 II와 실험군 III도 실험 2주째부터 혈당이 감소하기 시작하였으며, 실험군 I보다는 감소의 정도가 적었지만, 대조군과 비교하였을 때는 유의할 정도로 감소하였다. 실험군 II와 실험군 III 사이에는 유의한 차이가 없었다. 대조군은 혈당이 지속적으로 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 그룹간 시간에 따른 변화의 정도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

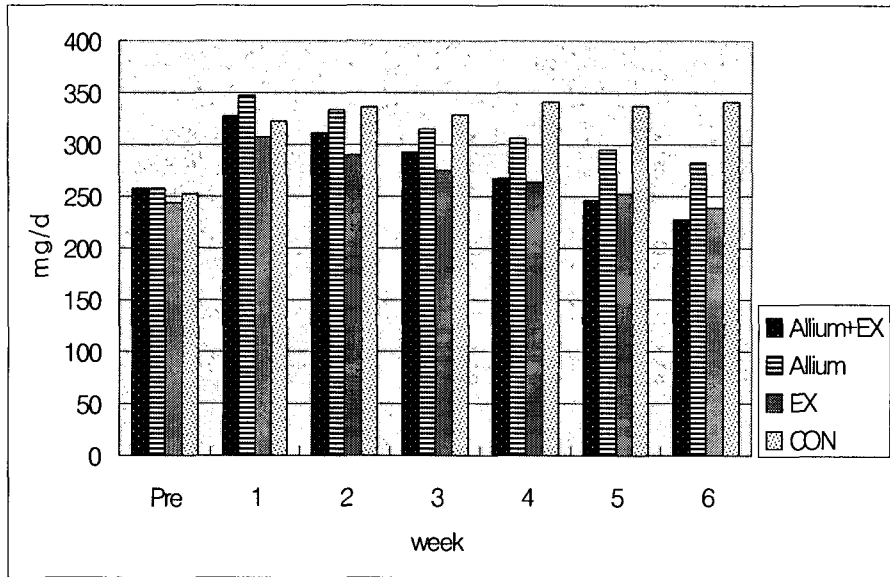


Fig. 1 Change of blood glucose level in several groups

2. 체중의 변화

모든 군에서 실험 시작 후 체중이 현저하게 감소하는 것을 볼 수 있었으며, 실험군 I과 실험군 III에서 체중의 감소가 가장 심하였다. 실험군 II도 체중의 감소가 현저히 있었지만, 다른 군들에 비하여 그 정도가 비교적 덜하였다. 대조군도 유의할 정도로 체중이 감소하였다. 각 실험군과 대조군 간 시간에 따른 체중의 변화 정도는 유의한 차이가 없었다(Table 2, Fig. 2).

Table 2. Change of body weight in each group at several weeks (g)

Group	BASE	1	2	3	4	5	6
Allium+EX	388.57±35.67*	357.14±38.28	305.71±38.88	275.71±42.07	256.42±53.90	247.14±45.81	258.57±58.28
Allium	403.57±28.09	362.14±14.67	315±17.55	295±34.39	292.14±49.73	276.42±29.96	267.85±28.84
EX	399.28±17.42	355.71±15.39	307.85±21.95	287.85±31.86	268.57±35.08	270±34.64	255±37.52
CON	390.71±29.35	351.42±29.25	293.57±35.55	288.57±41.80	272.85±56.92	274.28±56.82	251.42±55.58

p < 0.05

*: mean±SD

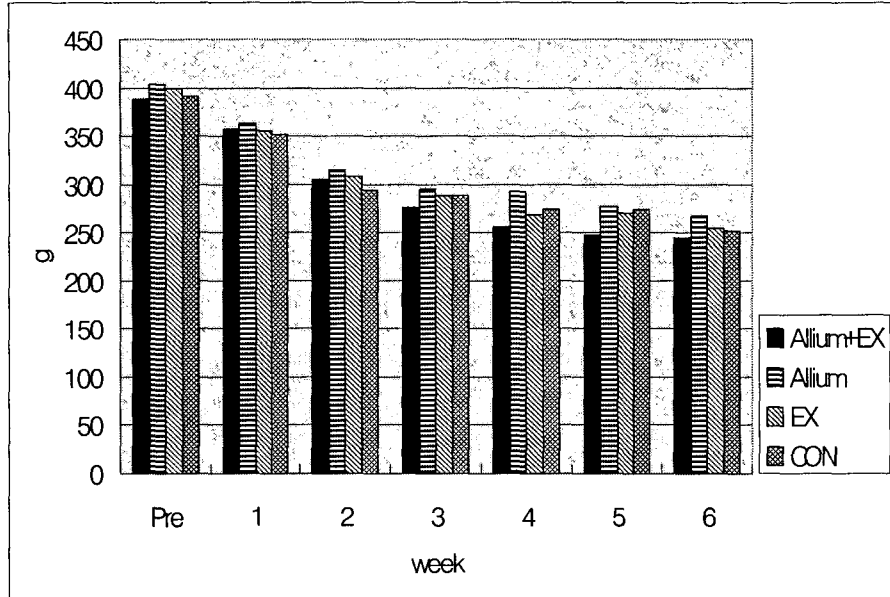


Figure 2. Change of body weight in each groups

3. 식이섭취량의 변화

실험 시작 후 매일 식이 섭취량을 측정하고, 일주일 주기로 식이 섭취량의 평균을 산출하였다 (Fig. 3). 측정결과 모든군에서 식이섭취량이 매우 불안정한 것을 확인 할 수 있었다. 식이 섭취량은 2주째와 4주째 및 6주째에 상승하는 것을 볼 수 있었으며, 이와는 반대로 1주째와 3주째 감소하였으며, 5주째 가장 심하게 식이섭취량이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 각 집단간 식이 섭취량은 유의한 차이가 없었다.

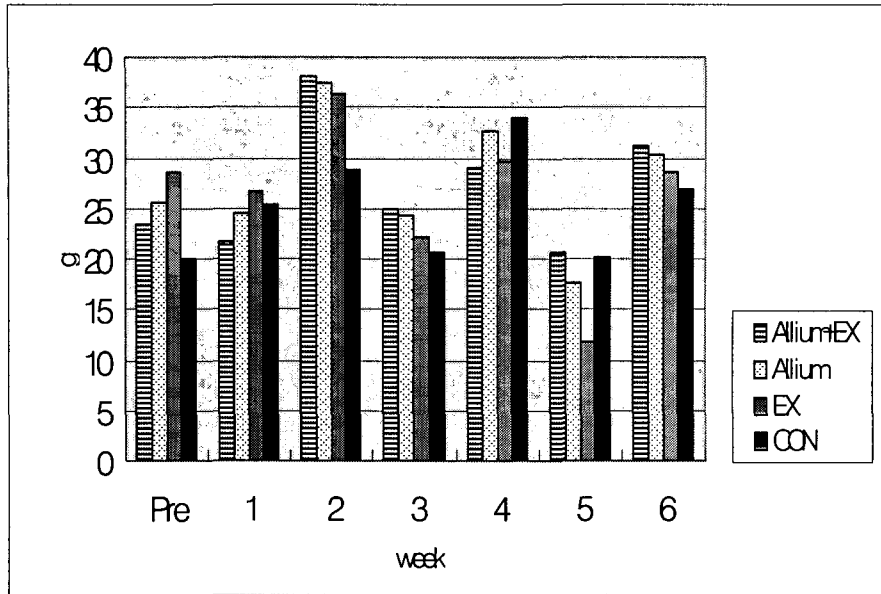


Figure 3. Amount of feeding in each groups

4. 췌장의 조직학적 변화

실험 실시 후 3주째와 6주째에 각 그룹에서 췌장조직을 채취하여 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 3, Table 4). 실험 3주째 랭겔한스섬의 비대정도는 실험군 I에서 가장 적은 것으로 관찰되었으며, 실험군 II와 실험군 III은 비슷한 정도를 나타내었다. 대조군은 가장 심하게 비대되어 있는 것을 볼 수 있었다(Table 2). 췌장에서의 결합조직의 증가정도 또한 대조군에서 가장 심하게 증식되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 실험군 I, II, III 모두에서 유의할 정도로 억제 효과가 있었으나, 실험군 I에서 가장 억제효과가 있음을 확인하였다. 실험 6주째 조직의 판독 결과도 실험 3주째의 결과와 유의한 정도로 차이가 있었으며, 대조군에서 랭겔한스섬의 비대와 결합조직의 증식 정도가 매우 심하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

Table 3. Variation in islet size and structure in pancreata from treadmill exercise and diet with *Allium* rats at 3 weeks.

Group	Enlargement of islets ^a				Increase in connective tissues ^b			
	-	±	+	++	-	±	+	++
Allium+Ex(n=6)		2	5		1	4	1	
Allium(n=6)			5	1		1	5	
EX(n=6)			4	2		2	4	
CON(n=6)			1	5			1	5

^a Islets size: -, > 95% were 100–250 μm in diameter; \pm , between(-) and (+); +, predominantly(>50%) 150–250 μm in diameter, over 500 μm being rare(<2%); ++, predominantly(>50%) 250–500 μm in diameter, over 500 μm being frequent(>10%).

^b Connective tissue proliferation: -, no fibrosis; \pm , between (-) and (+); +, thin fibrous bundles in >50% of the islets; ++, thick fibrous bundles in >50% of the islets.

Table 4. Variation in islet size and structure in pancreata from treadmill exercise and diet with *Allium* rats at 6 weeks.

Group	Enlargement of islets ^a				Increase in connective tissues ^b			
	-	±	+	++	-	±	+	++
Allium+Ex(n=6)	1	1	4		1	4	1	
Allium(n=6)		1	5			4	2	
EX(n=6)		1	4	1	1	3	2	
CON(n=6)				6				6

- ^a Islets size: -, > 95% were 100–250 μm in diameter; \pm , between(-) and (+); +, predominantly(>50%) 150–250 μm in diameter, over 500 μm being rare(<2%); ++, predominantly(>50%) 250–500 μm in diameter, over 500 μm being frequent(>10%).
- ^b Connective tissue proliferation: -, no fibrosis; \pm , between (-) and (+); +, thin fibrous bundles in >50% of the islets; ++, thick fibrous bundles in >50% of the islets.

IV 고찰

본 연구는 스트렙토조토신 유발 당뇨병증 백서모델에서 트레드밀 운동요법과 부추 식이섭취의 병행이 당뇨병의 선행효과에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 하였다.

당뇨병의 기본적인 발생기전은 췌장의 베타세포에서 인슐린 분비기능에 장애가 유발되는 것에서 기인하게 된다. 이러한 당뇨를 실험적으로 유발하기 위한 방법 중 하나가 스트렙토조토신을 이용한 유발방법이다. 스트렙토조토신과 알록산 및 베이커와 같은 독소나 췌장염 또는 외과적 췌장 절제술 등에 의한 베타세포의 손실 등에 의한 당뇨의 유발기전을 제외하고는 현재에도 당뇨병에 대한 병태 생리학적 기전을 완전히 이해하고 있지 못하고 있다(김응진 등, 1998). 스트렙토조토신은 D-glucoseamine의 N-nitroso 유도체로서 streptomyces achromogenes로부터 추출되는 물질이며, 기능적으로 nitrosourea 구조는 세포 내 물질을 알킬화 시키며, 이산화당(deoxyglucose) 구조는 이 물질이 베타세포에 선택적으로 작용하는데 관여한다. 본 실험에서도 이러한 병리학적 기전에 따라, 스트렙토조토신을 복강내 주입하여 2일 후 당뇨의 발생을 측정하였으며, 스트렙토조토신을 주입한 백서들 중 유발률은 90% 이상으로 매우 높은 유발율을 보였다.

스트렙토조토신 유발 당뇨쥐모델에서 체중의 감소는 여러 실험들에서 이미 보고되어진 바 있다. 체중의 감소는 특히 운동을 실시한군(실험군 I, 실험군 II)에서 더욱 두드러졌으며, 이러한 결과는 Kainulainen 등(1994)과 Napoli 등(1995)의 보고와 일치한 결과였다. 스트렙토 조토신으로 유도된 I형 당뇨병의 경우 급격한 체중의 감소와 고혈당이 특징적이다. 고혈당 조절은 인슐린 요법과 식사 요법 및 운동요법이 있으며, 이러한 세 가지 요법들이 치료과정에서 적절히 조화를 이루지 못하면 원만한 혈당의 조절을 기대하기는 어렵다. 따라서 본 연구는 부추식이와 트레드밀 운동을 통하여 당

뇨의 개선효과를 보고자 하였으며, 트레드밀 운동과 부추식이에 따른 혈당의 개선효과는 유의한 차이가 있었으나 체중의 감소효과는 없었다.

골격근은 생리학적, 화학적 특성에 따라 일차적으로 세 가지 형태로 구분되어진다. 백서에게 있어서 서근적색섬유(slow-twitch red fibers)는 해당능력과, 낮은 마이오신 ATPase 활동 등의 특징이 있다; 속근적색섬유(fast-twitch red fibers)는 높은 해당능력과 높은 마이오신 ATPase 활동의 특성이 있으며, 속근백색섬유(fast-twitch white fibers)들은 높은 해당능력과 높은 ATPase 활동성을 가지고 있다(Hickson et al, 1986). 박윤진(1989)은 운동량을 증가시키면 말초조직에서 인슐린에 대한 감수성이 증가하고 그에 따라 당에 대한 분해능력이 증가하며 체중을 감소시킴으로서 정상체중이 유지되며 혈액 중 콜레스테롤이나 중성지방의 감소에 따른 심혈관계의 합병증을 경감시킬 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 체중의 감소는 있었으나 운동과 식이요법의 병행과 각각의 적용방법이 항당뇨효과에 유의한 효과가 있다는 것이 증명되었다. 이는 트레드밀 운동이 근모세혈관의 밀도 증가에 따른 혈류량의 증가와 골격근 내 인슐린 수용체에 대한 인슐린 결합의 증가로 인슐린의 감수성과 반응도를 증가시켰기 때문으로 여겨지며(Fushiki et al, 1989), 부추의 식이가 인슐린 신호전달체계에 어느 정도 영향을 주었을 것으로 생각된다(권 등, 2000). 홍관수(1991)는 운동요법이 노인 당뇨병이나 심한 합병증이 동반된 당뇨병 환자들 중 혈당조절이 안되는 경우를 제외하고는 거의 모든 환자들에게 혈당조절에 도움을 준다고 하였으며, Mayer-Davis 등(1998)은 규칙적인 운동이 심혈관계 기능의 개선 및 인슐린 민감도를 증가시키고, 경구혈당강하제의 투여량을 감소시킴으로써, 이들의 장기복용에 따른 합병증을 예방하는데 효과적으로 작용한다고 하였다. 이는 본 실험에서 나타난 트레드밀 운동과 부추식이의 단독 적용 및 병행요법이 선행연구자들의 결과와 일치하는 것을 의미하며, 장기적으로 당뇨환자의 혈당 강하에 유의하게 작용하게 될 것이라는 점을 시사하고 있다.

Ganda 등(1976)은 스트렙토조토신 투여 백서에서 48시간 이내에 췌장의 랑겔한스섬의 괴사를 확인하였으며, Shima 등(1994)은 스트렙토조토신으로 유도된 당뇨병 백서모델에 장기간 운동요법을 실시하여 랑겔한스섬의 유의한 회복효과를 입증하였음을 보고하였다. 본 연구에서는 트레드밀에 의한 운동효과를 췌장조직에서 랑겔한스섬의 크기와 결합조직의 분포정도를 평가하였으며, 실험결과 선행연구자들의 결과와 같은 유의한 결과를 얻었다. 여러 군 중에서도 트레드밀 운동과 부추의 식이를 병행한 군에서 매우 효과가 있는 것으로 나타났으며, 트레드밀 운동과 부추의 식이를 각각 적용한 군에서는 군간 유의한 의미는 없었으나, 대조군에 비하여 상당히 유의한 결과를 보였다. 이러한 결과는 부추의 식이요법이나 트레드밀 운동을 각각 실시하는 것도 당뇨의 개선에 효과가 있음을 입증하는 것이며, 식이요법을 실시하면서 적절한 강도의 운동치료를 병행하는 것이 보다 당뇨병의 개선효과에 효과적이라는 것을 의미한다.

V 결론

본 연구는 스트렙토조토신으로 유도된 인슐린 결핍형 당뇨모델 백서에서 트레드밀 운동과 부추 식이가 당뇨병의 개선효과에 관해 알아보고자 실시하였으며, 6주간 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 부추 식이에 의한 혈당강하는 유의한 효과가 있었으며, 부추의 식이나 트레드밀 운동을 각각 적용한 군보다 트레드밀 운동과 부추식이 병행군에서 보다 유의한 효과가 있었다($p>0.05$).
2. 트레드밀 운동과 부추식을 각각 적용한 군이나, 이들을 병행한 군 모두에서 체중의 감소 억제에는 유의한 효과가 없었다.
3. 부추의 식이 섭취량은 각 군에서 유의한 차이가 없었다.
4. 췌장의 랑게 한스섬의 비대정도와 결합조직의 변화정도를 관찰한 결과 트레드밀 운동과 부추 식이의 병행이 인슐린 결핍성 당뇨모델 백서의 췌장에 유의한 효과가 있었다.

참고문헌

- 김광원. 당뇨병 교육의 현황. 월간 당뇨, 113:14-17;1999
- 김응진, 민현기, 최영길 등: 당뇨병학. 대한 당뇨병 학회. 고려의학.15-29;1998.
- 권영민, 조수민, 김지현 등 : 큰번데기 동충하초 (*Cordyceps militaris*)의 혈당강하 효과. 생약학회지, 32(4):327-329;2001.
- 나정선, 최건식, 황수관, 운동요법이 성인형 당뇨병 환자의 혈당 및 심폐적성에 미치는 영향. 대한 스포츠 의학회지, 11(2);1993.
- 朴潤珍. 糖尿病과 運動療法에 關한 考察, 教育 科學研究, 3:1989
- 지용석, 이지현, 이종철 등 : 규칙적인 운동이 제2형 당뇨병 노인여성의혈당, 혈 중 지질수준 및 체 성분에 미치는 영향, 한국체육학회지, 40(2):733-747;2001.
- 최재수, 김채연, 이지현 등. 부추잎으로부터 Adenosine의 분리와 유리 아미노산 조성. 한국식품영양 과학회, 21: 286;1992
- 황선희. 한국인 상용식품의 식이섬유 함량분석과 한국 남자대학생의 식이섬유 섭취 현황 평가. 숙명 여자대학교 대학원 박사학위 논문, 1994
- 홍관수 : 당뇨병의 최신기전(고령자의 당뇨병). 월간약국, 11:40-47;1991.
- American Diabetes Association : Conseusus statement. Role of cardiovascular risk factors in prevention and treatment of macrovascular disease in diabetes. Diabetes care 12:573;1989.
- Crapo P The nutritional therapy of non-insulin dependent(type2) Diabetes. Diabetes Educator, 32: 346-363;1983.
- David E. Laaksonen, et al. Exercise and oxidative stress in diabetes mellitus.
- Falduto MT, Young AP, Hickson RC : Exercise interrupts ongoing glucocorticoid-induced muscle atrophy and glutamine synthetase induction, The American Physiological Society, 1992.
- Fushiki T, Wells JA, Tapscott EB et al. : Changee in glucose transporters in muscle in response to exercise. Am J Physiol, 256:E580;1989.
- Ganda OP, Rossini AA, Like AA : Studies of streptozotocin diabetes. Diabets, 25(7): 595-603;1976.
- Goodyear LJ, Hirshman MF, Horton ED et al. : Effect of exercise training and chronic

- glyburide treatment on glucose homeostasis in diabetic rats. *American physiological society*:143–148;1992.
- Heo G.B. Exercise therapy for Diabetes Mellitus. *Diabetes Mellitus*, 9:5–10;1985.
- Hicson RC, Kurowski TT, Andrews GH et al. : Glucocorticoid cytosol binding in exercise-induced sparing of muscle atrophy. *American physiological society*: 1413–1419; 1986.
- Kainulainen H, Komulainen J, Joost HG et al. : Dissociation of the effects of training on oxidative metabolism, glucose utilisation and GLUT4 levels in skeletal muscle of streptozotocin-diabetic rats. *European journal of physiology*, 427:444–449; 1994.
- Kenji S, Min J, Yoshihiko N et al. Exercise training in Otsuka Long-Evans Fatty rat, a model of spontaneous non-insulin-dependent diabetes mellitus: effects on the β -cell mass, insulin content and fibrosis in the pancreas. *Diabetes Research and clinical Practice*, 35: 11–19; 1999.
- Mark E., Catherine V., Mark W. et. Dietary carbohydrate and insulin sensitivity: a review of the evidence and clinical implications. *Am. J. Clin Nutr.* 66:1072–1085, 1997.
- Mayer-Davis EJ, Agostino RJr, Karter Jr : Intensity & amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *JAMA*, 279(9):669–674; 1998).
- Napoli R, Hirshman MF, Horton ES : Mechanisms and time course of impaired skeletal muscle glucose transport activity in streptozocin diabetic rats. *J Clin Invest*, 96, 427–437, 1995.
- Okamoto H, Yamamoto H, Takasawa S : Lessons from animal diabetes II. *J Libbey*, 149–157, 1988.
- Robins SL, Cotran RS, Kumar V : *Pathologic basis of disease*. 5th edition, W.B. Saunders Company, 1994.
- Shima K, Shi K, Mizuno A et al. : Effects of difference in amount of exercise training on prevention of diabetes mellitus in the Otsuka-Long Evans-Tokushima Fatty rats, a model of spontaneous non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice* 23, 147–154, 1994.
- WHO study Group. *Diabetes mellitus, Technical Report series* Geneva, World Health Organization, 727, 1985.
- XIU J, DENG SP: Some aspects of diabetes care in CHENDU. *Soc.Sci. Med.* 41(8),

1185-1190, 1995.

Yu HJ, Song OG, Dietary therapy for Diabetes Mellitus. *Diabetes Mellitus*, 9:21-25, 1985