

# 단기간의 영양 섭취 저하가 쥐 뒷다리근에 미치는 영향

최명애<sup>1</sup> · 이경아<sup>2</sup> · 안경주<sup>3</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 간호대학 교수, <sup>2</sup>아산병원 간호사, <sup>3</sup>청주대학교 간호학과 교수

## Effect of Short-term Undernutrition on Hindlimb Muscles in Rats

Myoung-Ae Choe<sup>1</sup>, Kyoung-A Lee<sup>2</sup>, Gyeong Ju An<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor, College of Nursing, Seoul National University, Seoul; <sup>2</sup>Nurse, Asan Medical Center, Seoul; <sup>3</sup>Professor, Department of Nursing, Cheongju University, Cheongju, Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to examine the effect of short-term undernutrition on muscle weight and Type I and II fiber cross-sectional area of hindlimb muscles in undernourished rats. **Methods:** Adult male Sprague-Dawley rats were randomly assigned to one of two groups: The undernourished (UN) group (n = 9) and the control (C) group (n = 9). A control group was allowed to have water and pellet ad libitum for 5 days. Undernutrition was induced by providing 32% of total intake of the control group for 5 days. Body weight of two groups and food intake of the control group were measured every day. At 6 days all rats were anesthetized and soleus, plantaris and gastrocnemius muscles, and liver were dissected. Body weight, food intake, muscle weight, liver weight and cross-sectional area were determined. **Results:** The UN group at 6 days after undernutrition showed significant decreases, as compared to the control group in body weight, liver weight, muscle weight of soleus, plantaris, and gastrocnemius, and Type I fiber cross-sectional area of soleus and gastrocnemius muscles and Type II fiber cross-sectional area of plantaris and gastrocnemius muscles. **Conclusion:** Hindlimb muscle atrophy occurs from the short-term undernutrition.

**Key Words:** Undernutrition; Muscular atrophy; Muscle weight; Muscle fiber

국문주요어: 영양섭취, 근위축, 근무게, 근섬유

## 서 론

### 1. 연구의 필요성

아시아 태평양 지역 보건통계의 2008년 사망보고 통계자료에 따르면 암질환으로 인한 국내 사망율은 인구 10만명당 161명으로 나타나 아시아 국가 중 최고 수준이며, 국내 사망원인 중 1순위를 차지하고 있는 것으로 나타났다(Consumertimes, 2010). 의학의 발전으로 암 진단 방법이나 치료 방법이 다양해지고 진전되어 암의 치료에 대한 예후가 과거에 비해 긍정적으로 호전되었으나, 이러한 힘든 치료를 이겨내기 위해서는 암 환자가 정상적인 영양 상태를 유지하는 것이 필수적이다. 그러나 암 자체가 숙주의 영양 상태를 악화시키

로 암 환자의 경우 체중감소가 대표적인 증상으로 나타난다(Yang & Lee, 2000). 더구나 화학요법을 받을 경우, 화학요법이 인체 내에서 성장과 분열이 왕성한 세포를 표적으로 하므로 암세포뿐 아니라 정상세포까지 손상을 받게 되며(Dreizen, McCredie, Keating, & Andersson, 1990), 특히 위장계 세포는 세포분열이 빨라 화학요법으로 인해 크게 손상을 받게 되고 오심과 구토 증상을 동반하게 된다. 따라서 항암화학 요법을 받는 암 환자는 음식섭취가 부족해지며 이로 인해 영양불량 상태가 되고 심하면 치료를 계속 받을 수 없게 된다(Shaw, 1997). 또한 방사선요법을 받는 암환자의 경우에도 입원 첫째 주부터 음식 섭취량이 현저히 저하되었다고 보고된 바 있으며(Jeon et al., 1998), 단기간의 항암제 투여로 인해 영양섭취를 못하겠다고 호소하는 기간은 3-7일로 나타났고, 이 기간의 하루 평균 섭취량은 일일 권장량의 1/3 수준이었다(Yang & Lee, 2000). 특히 암환자에서의 체중감소는 악액질(cachexia)과 관련이 있으며, 그 원인은 종양으로 인한 사이토카인 증가 등이 알려져 있지만(Hasselgren & Fischer,

Corresponding author:

Gyeong Ju An, Professor, Department of Nursing, Cheongju University, 586 Daesung-ro, Sangdang-ro, Cheongju 360-764, Korea  
Tel: +82-43-229-8992 Fax: +82-43-229-7988 E-mail: antheresa@cju.ac.kr

투고일: 2011년 7월 21일 심사완료일: 2011년 7월 23일 게재확정일: 2011년 8월 22일

2001), 암환자의 근위축에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다(Mourtzakis & Bedbrook, 2009).

Larea 등(1992)은 암 환자의 영양이 불량하게 되면 골격근이 가장 많은 영향을 받는다고 하였으며, 이는 음식 섭취로 얻는 열량이 부족하므로 골격근의 단백질을 분해하여 에너지를 얻기 때문이라고 설명하였다. 골격근은 체내단백질의 대부분을 차지하지만 정상상태에서는 에너지원으로 작용되지 않는다. 그러다가 섭취량이 부족하게 되면 신체는 먼저 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 혈당을 유지하고, 간에 저장된 글리코겐 함량은 간 무게의 10% 정도로 한정되어 있어서(Kwak, 1996) 간에 저장된 글리코겐을 모두 소모한 후에는 당산생(glyconeogenesis)과정을 통해 골격근 단백질을 분해하여 신체 요구량을 충족시키는 보상기전이 일어나게 된다(Kim, 2005). 그러므로 점차적인 근육 단백질의 손실로 인해 근섬유 단면적이 감소하고 근육무게가 줄어드는 근위축을 초래한다. 따라서 암환자의 영양섭취 저하가 지속되면 골격근 단백질의 합성이 감소되고 분해가 증가되며 골격근 상실이 초래된다(Nelson et al., 1994).

암환자에서 일당 근위축이 발생한다면 근력이 약화되기 때문에 신체 허약감과 활동저하가 유발되어 심부 정맥 혈전증과 욕창의 위험성이 증가하며(Closs, 1993), 호흡근 약화로 폐렴의 기회도 증가함으로써 환자의 예후에 매우 부정적인 영향을 미친다(Dureuil & Matuszczak, 1998).

항암화학 치료를 받는 암 환자들의 경우 매주기마다 5-6일간 병원에 입원하여 항암화학요법을 받게 된다. 항암화학 치료를 받는 기간 동안 환자들은 식욕부진을 경험하고 열량섭취량이 요구량보다 크게 줄게 된다. 항암화학요법을 받는 기간 동안 환자의 일일 열량 섭취 요구량은 1,890-2,464 kcal이지만(Seoul National University Hospital, 1994), 항암화학요법 환자의 실제 음식섭취량을 열량으로 계산한 선행연구에서 이들의 일일 열량 섭취량이 600-800 kcal 정도라고 보고하여 열량 요구량의 32%를 섭취하는 것으로 나타났다(Kim et al., 1996). 하지만 5일이라는 단기간동안 정상 섭취량의 32% 섭취로도 근위축이 일어나는지에 대해 규명한 연구는 찾을 수 없었다. 급성 뇌졸중 쥐의 단기 섭취량이 정상 쥐의 섭취량의 37%를 섭취하였다는 연구보고(Choe et al., 2004)를 토대로 Kim (2005)은 7일 동안 대조군이 섭취한 양의 37%만 실험군에게 섭취하도록 하여, 뇌졸중 발생 7일간의 섭취량만큼의 식이섭취가 실험군의 Type I, II 근육에 근위축을 유발한다는 것을 보고한 바 있으나, 더 짧은 기간 동안 암 환자의 섭취량만큼 영양부족을 유발했을 때 근육의 변화를 규명한 연구는 없었다.

따라서 본 연구에서는 항암화학요법을 받는 암 환자의 열량 섭취량이 일일 열량 요구량의 32%였다는 Kim 등(1996)의 연구보고를 토

대로, 항암화학요법의 주기인 5일동안 음식 섭취량이 32%로 저하되는 단기간 영양섭취 저하가 쥐 뒷다리근에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 5일간의 영양섭취량 저하가 정상 쥐의 뒷다리근인 가자미근, 족척근 및 비복근에 미치는 영향을 규명하는 것으로 그 구체적인 목적은 다음과 같다.

1) 5일간의 영양섭취 저하가 쥐의 뒷다리근 근육무게에 미치는 영향을 규명한다.

2) 5일간의 영양섭취 저하가 쥐의 뒷다리근 Type I, II 근섬유 횡단면적에 미치는 영향을 규명한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구는 S대학교 실험동물 윤리위원회의 승인을 받은 후 규정에 따라 진행되었다. 순수실험연구로 수행되었으며 실험동물은 무작위로 두 군에 배정하였다. 대조군(control, C)과 영양섭취저하군(undernourished, U). 대조군은 5일간 물과 고형사료를 마음대로 섭취한 군이고, 영양섭취저하군은 물은 마음대로 섭취하나 고형사료는 대조군이 5일간 섭취한 양의 32%만을 섭취하도록 제한한 군이다. 두 군 모두 실험 시작일로부터 6일째에 뒷다리근인 가자미근, 족척근 및 비복근을 절제하였다.

### 2. 연구 대상

체중 201-217 g의 male Sprague-Dawley rats (Daehan Experimental Animal Co., Eumseong-gun, Korea) 20마리를 대조군(control, C)과 영양섭취저하군(undernourished, UN)에 10마리씩 무작위 배정하여 실험을 시작하였으나, 근육 절제 후 보관하는 과정에서 근육의 손상이 너무 심한 2마리(대조군 1마리, 영양섭취저하군 1마리)를 제외하여 총 18마리가 연구 대상이 되었다. 두 군을 동일한 환경에 수용하였고(온도:  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 습도: 45-55%) 12시간은 밝고 12시간은 어둡게 하였으며 동물의 고형사료(Cargill Agri Purina, Inc., Seoul, Korea)와 물은 마음대로 먹을 수 있게 하였다.

### 3. 실험 방법

#### 1) 사료 섭취

물은 C군과 UN군 모두 마음대로 섭취하도록 하였다. 그러나 사료 섭취는 먼저 대조군 실험을 통해 C군이 5일간 섭취한 사료량을

측정하였다. 그후 C군의 평균 일일 섭취 사료량의 32%를 5일간 UN 군에게 제공하였다. 사료의 성분은 Table 1에 나타난 바와 같다.

2) 측정 방법

(1) 사료 섭취량 측정

체중측정 후 전날 제공한 사료무게와 섭취하고 남은 사료무게를 측정한 후, 제공한 사료무게에서 섭취하고 남은 사료 무게를 빼서 일일 식이섭취량을 산출하였다.

(2) 체중 측정

쥐의 체중은 매일 오후 6시에 rat digital balance (A&D HF-2000, Japan)를 이용하여 측정하였다.

(3) 근육 절제 및 무게 측정

실험 마지막 날에 pentobarbital sodium을 50-70 mg/kg의 용량으로 복강내 주사로 투여하여 마취시킨 후, 뒷다리에서 가자미근, 족척근 및 비복근을 절제하여 microbalance (A&D FX-300, Japan)에서 무게를 측정하였다.

(4) 간 적출 및 무게 측정

간의 무게가 감소하는지를 확인하기 위해 근육 절제 후 복부를 절개한 뒤 간을 다른 장기와 분리하여 적출하였다. 적출 후 microbalance (A&D FX-300, Japan)를 이용하여 무게를 측정하였다.

(5) Type I, II 근섬유의 횡단면적 측정

Choe 등(2004)의 연구에서 제시된 방법에 따라 근섬유 형태를 Type I과 Type II로 구분하기 위해 myosin-ATPase (adenosinotriphosphatase) 조직화학법을 실시하였다. 이 근육 표본을 광학현미경(BH-2, Olympus, Japan)으로 보아 어둡게 보이는 근섬유는 Type I, 밝게 보이는 근섬유는 Type II로 분류하였다. 근섬유의 단면적은 microscopic image analyzer (LECO 2001 Image Analysis System)를 이용하여

100배의 배율하에 최소한 50개의 근섬유를 측정하여 Type I, II 근섬유의 유형별 횡단면적을 산출하였다(Choe et al., 2011).

4. 자료 수집 방법

연구기간은 2008년 7월부터 2009년 2월까지였으며, 실험에 이용된 쥐들은 동물실에 반입된 후 7일간 실험실 환경에 적응하는 기간을 두었다. 실험기간 중 매일 체중과 사료섭취량을 측정하였고, 실험 6일째에 체중을 측정한 후 근육을 절제하였으며 절제된 근육의 무게를 측정하였다. 절제된 근육을 액화질소로 냉동처리한 후 근섬유 염색을 시행하고 Type I, II 근섬유로 분류하여 횡단면적을 측정하였다.

5. 자료 분석 방법

SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 각군의 실험시작 시와 근육절제 직전의 체중, 사료섭취량, 간 무게, 근육무게, 근섬유 횡단면적은 평균과 표준편차로 나타내었고 두 군 간의 차이는 t-test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 에서 채택하였다.

연구 결과

1. 체중

C군과 UN군의 실험 시작시 체중(preweight)과 근육절제 직전의 체중(postweight)은 Table 2에서 보는 바와 같이, 실험 시작시의 체중은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 근육절제 직전 체중은 UN군 184.9 ± 4.30 g으로 C군의 252.6 ± 6.90 g에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났다( $t = 4.991, p < .001$ ).

2. 총 사료섭취량

두 군의 총 사료섭취량은 Table 2에 제시된 바와 같이 실험기간 5일간 C군의 총 사료섭취량은 99.6 ± 7.0 g으로 나타났다. 따라서 UN군의 사료는 C군의 총사료섭취량의 32%인 31.9 g을 5일로 나누어 매일 6.4 g씩 5일간 공급하였고 이 사료량은 쥐들이 남김없이 섭취했

Table 1. Nutritional Composition of the Diet

Ingredients	Contents (%)
Carbohydrate	55.0
Protein	20.1
Fat	4.5
Fiber	6.0
Ash	6.9
Calcium	1.2
Phosphorus	0.6
Moisture	5.7

Table 2. Body Weight of Control and Undernourished Rats

Group	Preweight	Postweight	Total diet intake
	Mean ± SD (g)		
Control (n = 9)	209.5 ± 4.2	252.6 ± 6.9 <sup>†</sup>	99.6 ± 7.0
Undernourished (n = 9)	208.9 ± 5.4	184.9 ± 4.3* <sup>†</sup>	31.9 ± 1.3*
t (p)	0.809 (.254)	4.991 (< .001)	2.902 (.032)

\*Significant difference between preweight and postweight ( $p < .05$ ); <sup>†</sup>Significant difference between Control and Undernourished group ( $p < .05$ ). n = number of animals.

**Table 3. Muscle and Liver Weight of Control and Undernourished Rats**

Group		Soleus	Plantaris	Gastrocnemius	Liver
Control (n=9)	Mean ± SD (mg)	96.0 ± 8.3	274.4 ± 53.5	1,318.9 ± 68.3	11.2 ± 1.4
Undernourished (n=9)		90.7 ± 5.6	217.1 ± 24.6	1,128.1 ± 51.8	6.5 ± 0.2
t (p)		2.715* (.035)	4.908* (.010)	7.983* (<.001)	3.734* (.021)

\*Significant difference between Control and Undernourished group ( $p < .05$ ).

**Table 4. Cross-Sectional Area of the Hindlimb Muscles in Control and Undernourished Rats**

Group		Soleus		Plantaris		Gastrocnemius	
		Type I	Type II	Type I	Type II	Type I	Type II
Control (n=9)	Mean ± SD ( $\mu\text{m}^2$ )	4,882.7 ± 700.41	3,905.7 ± 1,282.6	3,133.5 ± 927.1	3,385.6 ± 1,043.5	7,177.6 ± 2,143.4	6,573 ± 636.3
Undernourished (n=9)		4,076.3 ± 662.20	3,729.6 ± 604.0	3,029.4 ± 775.9	2,382.7 ± 438.7	5,093.8 ± 1,149.6	5,378.1 ± 985.7
t (p)		3.319 (.023)*	1.660 (.101)	1.560 (.109)	2.596 (.047)*	3.701 (.021)*	2.984 (.028)*

기 때문에 실험기간 동안 UN군의 총사료섭취량은  $31.9 \pm 1.3$  g으로 나타났다.

### 3. 간 무게

각군의 간 무게는 Table 3에 제시한 것과 같이 C군  $11.2 \pm 1.4$  g, UN군은  $6.5 \pm 0.2$  g으로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다( $t=3.734, p<.021$ ). UN군의 간 무게는 C군의 간 무게에 비해 57.7%로 유의하게 적었다.

### 4. 근육무게

두 군의 근육 무게를 비교한 결과가 Table 3에 제시되어 있다.

5일간 영양부족의 영향을 확인하기 위해 C군과 UN군의 근육무게를 비교한 결과, UN군의 가자미근 무게  $90.7 \pm 5.6$  mg은 C군의  $96.0 \pm 8.3$  mg에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났으며( $t=2.715, p=.035$ ), UN군의 족척근 무게  $217.1 \pm 24.6$  mg은 C군의  $274.4 \pm 53.5$  mg에 비해 유의하게 작았다( $t=4.908, p=.010$ ). UN군의 비복근 무게  $1,128.1 \pm 51.8$  mg은 C군의  $1,318.9 \pm 68.3$  mg에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났다( $t=7.983, p<.001$ ).

### 5. Type I, II 근섬유 횡단면적

Table 4에 두 군의 근섬유 횡단면적이 제시되어 있다. 가자미근의 경우 Type I 근섬유 횡단면적이 UN군  $4,076.3 \pm 662.2 \mu\text{m}^2$ , C군  $4,882.7 \pm 700.4 \mu\text{m}^2$ 로 UN군이 C군에 비해 유의하게 작았다( $t=3.319, p=.023$ ). UN군의 가자미근 Type II 근섬유 횡단면적은  $3,729.6 \pm 604.0 \mu\text{m}^2$ 로 나타나 C군의  $3,905.7 \pm 1,282.6 \mu\text{m}^2$ 에 비해 작은 경향을 나타냈으나 유의한 차이가 나타나지 않았다.

족척근의 근섬유 횡단면적은 Table 4에서 보는 바와 같이 UN군의 족척근 Type I 근섬유 횡단면적  $3,029.4 \pm 775.9 \mu\text{m}^2$ 은 C군의 족척근 Type I 근섬유 횡단면적  $3,133.5 \pm 927.1 \mu\text{m}^2$ 에 비해 작은 경향을

나타냈으나 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. UN군의 족척근 Type II 근섬유 횡단면적은  $2,382.7 \pm 438.7 \mu\text{m}^2$ 으로 C군의 족척근 Type II 근섬유 횡단면적  $3,385.6 \pm 1,043.5 \mu\text{m}^2$ 에 비해 유의하게 작았다( $t=2.596, p=.047$ ).

비복근의 근섬유 횡단면적은 UN군의 비복근 Type I 근섬유 횡단면적  $5,093.8 \pm 1,149.6 \mu\text{m}^2$ 은 C군의 비복근 Type I 근섬유 횡단면적  $7,177.6 \pm 2,143.4 \mu\text{m}^2$ 에 비해 유의한 차이를 보였다( $t=3.701, p=.021$ ). UN군의 비복근 Type II 근섬유 횡단면적도  $5,378.1 \pm 985.7 \mu\text{m}^2$ 으로 C군의 비복근 Type II 근섬유 횡단면적  $6,573 \pm 636.3 \mu\text{m}^2$ 에 비해 유의하게 작았다( $t=2.984, p=.028$ ).

## 논 의

본 연구는 영양부족으로 유발되는 근위축이 정상 섭취량의 32% (암환자에서 항암요법 기간 중의 섭취량)를 섭취했을 경우에도 유발되는지를 규명하기 위해 시도되었다. 본 연구 결과, 5일간 정상 섭취량의 32%를 섭취한 UN군의 체중과 뒷다리근인 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게가 C군에 비해 유의하게 작았다. 이렇게 체중과 가자미근, 족척근, 비복근의 근육무게가 현저히 감소된 결과는 체중의 15%를 구성하는 것이 단백질이며, 그중 골격근이 65%를 차지한다는 사실(McArdle, Katch, & Katch, 1996)을 토대로 볼 때 골격근의 단백질 소실이 체중 감소로 나타났음을 알 수 있다.

또한 UN군의 가자미근의 Type I, 족척근의 Type II, 비복근의 Type I, II 근섬유 횡단면적이 유의하게 작은 것으로 나타났으며, 따라서 5일간의 영양섭취 저하로 인해 Type I 근육과 Type II 근육 모두에서 근위축이 초래되었음을 제시한다. 이러한 결과는 Kim (2005)의 연구에서 7일간 정상 섭취량의 37%로 제한하였을 때 대조군에 비해 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육 무게가 작았고 비복근의 Type I

과 Type II 근섬유 횡단면적이 작게 나타난 결과에 비해 본 연구에서 근위축이 더 심하게 초래되었음을 알 수 있다.

McLoughlin 등(2000)은 단백질 영양결핍시에 주로 영향을 받는 근육은 Type I 근섬유 보다 Type II 근섬유라고 하였으며, 이러한 연구보고는 본 연구결과에서 족척근과 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적이 감소된 결과와 부합한다. Lewis와 Sieck (1992)에 의하면 90시간의 단식을 할 경우 근육단백질로부터 tyrosine의 방출이 증가되며 단백질 분해가 활성화되는데 특히 속근섬유인 Type II 근섬유로 이루어진 근육에서 잘 발생한다고 보고한 결과와 일치한다. 또한 이러한 영양결핍은 실제로 허약을 유발시켜 활동에 지장을 초래하기 때문에 활동저하로 이어지게 되며(Holmes, 2003), 활동 저하는 단백질 이화호르몬에 대한 근육의 감수성을 증대시키기 때문에 근육단백질 분해를 증가시킨다. 활동저하에 의한 근위축은 주로 Type I 근세포 위축을 초래한다는 Kasper (2003)의 보고에서 보듯이 본 연구 결과에서 가자미근과 비복근의 Type I 근섬유 횡단면적이 감소된 것은 영양결핍과 동시에 활동 저하가 영향을 준 것으로 유추할 수 있다. 따라서 본 연구 결과에서 나타난 영양부족군에서 뒷다리근의 Type I, Type II 근세포가 거의 위축이 발생한 이유는 영양부족과 활동저하가 같이 나타난 결과라고 유추할 수 있다.

Holecck (2001)의 연구에 의하면, 식이섭취를 제한시킨 쥐에서 6일 이내에는 근육 유리 아미노산인 leucine, isoleucine, valine의 산화효소 감소로 근육 유리 아미노산의 손실이 방지되며 오히려 6일 이후에 산화효소의 활성 증가로 단백질 분해가 가속화된다고 하였다. 따라서 5일간의 본 연구기간 중 일어난 근육 단백질 감소는 식이섭취 저하에 따른 단백질 동화작용 감소로 일어났다는 것으로 생각할 수 있다. 특히 급성기 환자인 경우에는 체내 단백질 합성률이 열량 요구량의 급속한 증가를 충족시킬 수 없어 단백질 분해가 증가하므로 근위축이 단시간내에 일어날 수 있다(An, Lee, Lim, Choi, & Choe, 2000). 특히 쥐 실험에서 식이섭취를 1일간 제한하면 2일후부터 oxysterol이 증가한다는 사실이 밝혀졌다(Adachia et al., 2006). Oxysterol은 콜레스테롤에서부터 자유라디칼 반응을 통해 형성되는 것이며 세포독성을 가지고 단백질 합성을 방해하기 때문에 영양저하시 초기에 단백질 합성이 저하되는 기전을 설명할 수 있다. 본 연구에서는 in vitro 실험을 하지 않아 세포내 oxysterol 측정을 할 수 없었지만 본 연구결과를 해석하는 토대가 될 수 있다고 생각한다.

본 연구기간이 5일밖에 되지 않으나 이 기간 중 근 위축이 유의하게 나타난 것은 인체에서는 골격근 단백질의 분해와 합성이 이루어지는 주기가 7-10일인 반면, 쥐의 경우에는 3일이기 때문에(Benzkrovainy, & Rafelson, 1995) 5일이라는 연구기간 동안 영양결핍의 영향이 나타날 수 있었다. 그러나 본 연구에서 사용한 5일이라는 기간은

인체에서 5일간 나타나는 생리적 변화와는 다소 시간적 차이가 있으리라 생각되나, 쥐에서 단백질 turn over가 3일이기 때문에 더 기간을 축소해서 하기에는 제한점이 있었다. 따라서 본 결과를 인체에서 적용할 경우, 시간적 효과는 반복연구나 임상연구가 필요한 부분이라 생각한다.

본 연구에서 영양부족군의 간 무게도 대조군에 비해 유의하게 작은 결과를 보였으며, 이는 영양 섭취가 저하되어 조직으로 관류되는 혈당이 낮아지면 먼저 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 체내 혈당의 항상성을 유지하는데(Hoffer, 2001), 간에 저장된 글리코겐 함량은 간 무게의 10%인 100g 정도로 한정되어 있고 이것은 금식시 약 4시간 동안의 혈당을 유지해줄 수 있다(Kwak, 1996). 영양섭취 저하로 간의 글리코겐이 고갈되면 근육은 더 이상 간으로부터 에너지 원인 포도당을 제공받을 수 없게 되지만 움직임과 자세유지를 위해 근육 내 글리코겐의 분해가 초래된다. 따라서 본 연구에서 영양부족군의 간 무게가 42%로 유의하게 작아진 것은 5일이라는 단기간 동안 간의 글리코겐이 소모되었음을 알 수 있으며 이는 4일간의 단식 후 사망한 쥐의 체중과 간 무게가 대조군에 비해 각각 26.4%, 45%로 현저히 감소했다는 Seo와 Park (1993)의 연구결과와도 일치한다.

본 연구의 제한점은 정상인 쥐를 대상으로 영양섭취저하를 유발했기 때문에 실험동물에서 종양 발생이 없는 상태였으므로 종양의 대사과정에서 발생하는 사이토카인 증가(Hasselgren & Fischer, 2001) 같은 생리적 현상들이 배제되었다는 점이다. 향후 연구에서는 종양 유발쥐(tumor-bearing rat)을 대상으로 암환자의 생리적 상태를 확인할 수 있는 실험을 할 것을 제안한다.

본 연구 결과는 정상 섭취량의 32%를 5일동안 섭취했을 경우에 영양섭취 저하(암환자에서 항암요법 기간 중의 섭취량)로 인해 근위축이 발생할 수 있음을 제시하여, 암환자의 근위축이 5일이라는 단기간에도 유발된다는 것을 규명하였기 때문에 암환자의 간호시 단기간 영양부족시 근위축 예방 중재가 필요함을 알 수 있었다. 그러므로 임상실무에서 항암화학요법을 받는 암 환자들이 영양섭취 저하로 근위축이 유발되어 일상생활 활동 제한과 그로 인한 합병증 등 부정적인 영향을 받게 되므로 단기간 영양부족 동안 근위축을 경감시키기 위한 중재를 수행해야한다. 본 연구는 단기간 영양부족 기간 간과했었던 근위축 문제에 관심을 기울이도록 규명하였다는 것에 연구의 의의가 있다.

## 결론 및 제언

본 연구는 5일 동안 정상 섭취량의 32%만을 섭취한 영양섭취 저하 쥐의 뒷다리 근육에 미치는 영향을 확인한 결과, UN군은 C군에

비해 체중, 간 무게, 가지미근, 족척근 및 비복근의 근육 무게, 가지미근의 Type I 근섬유 횡단면적, 족척근의 Type II 근섬유 횡단면적과 비복근의 Type I, II 근섬유 횡단면적이 유의하게 작은 것으로 나타나 5일이라는 단기간의 영양부족이 근 위축을 초래함을 제시하였다. 이상의 결과는 단기간의 영양섭취 저하(암환자에서 항암요법 기간 중의 섭취량)로 근위축이 발생함을 제시함으로써 임상 현장에서 항암요법을 받는 암환자들의 근위축에 더 많은 관심을 가져야 함을 시사한다.

### 참고문헌

- Adachia, J., Kudob, T. R., Asanoa, M., Uenoa, Y., Hunterc, R., Rajendramc, R., et al. (2006). Skeletal muscle and liver oxysterols during fasting and alcohol exposure. *Metabolism Clinical & Experimental*, 55, 119-127.
- An, G. J., Lee, Y. K., Lim, J. H., Choi, S., & Choe, M. A. (2000). Effect of endurance exercise during acute stage on hindlimb muscles of stroke induced rat. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 2(2), 67-80.
- Benzkorovainy, A., & Rafelson, M. E. (1995). *Concise Biochemistry*. New York: Maccel Dekker, 546-548.
- Choe, M. A., An, G. J., Lee, Y. K., Im, J. H., Choi-Kwon, S., & Heitkemper, M. (2004). Effect of inactivity and undernutrition after acute ischemic stroke in a rat hindlimb muscle model. *Nursing Research*, 53, 283-292.
- Choe, M. A., Go, J. J., Kwak, H. K., Baek, J. H., Jeong, J. Y., Song, Y. J., et al. (2011). Comparison of hypertrophic effects of low-intensity exercise on rat hindlimb muscles between every other day exercise and everyday exercise. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 13, 1-7.
- Closs, S. (1993). Malnutrition: The key to pressure sores? *Nursing Standard*, 8(4), 32-36.
- Consumertimes (2010, July 18). Retrieved June 10, 2011, from <http://www.cstimes.com/news/articleView.html?idxno=29216>
- Dreizen, S., McCredie, K. B., Keating, M. J., & Andersson, B. S. (1990). Nutritional deficiencies in patients receiving cancer chemotherapy. *Postgraduate Medicine*, 87, 163-170.
- Dureuil, B., & Matuszczak, Y. (1998). Alteration in nutritional status and diaphragm muscle function. *Reproduction Nutrition & Development*, 38, 175-180.
- Hasselgren, P. O., & Fischer, J. E. (2001). Muscle cachexia: current concepts of intracellular mechanisms and molecular regulation. *Annals of Surgery*, 233, 9-17.
- Hoffer, L. (2001). Clinical nutrition: protein-energy malnutrition in the inpatient. *Canadian Medical Association Journal*, 165, 1345-1349.
- Holecek, M. (2001). Effect of starvation on branched chain alpha-keto acid dehydrogenase activity in rat heart and skeletal muscle. *Physiological Research*, 50, 19-24.
- Holmes, S. (2003). Undernutrition in hospital patients. *Nursing Standard*, 17(19), 45-55.
- Jeon, M. S., Kang, S. H., Kwon, H. K., Oh, Y. T., Kim, J. R., Lee, H. J., et al. (1998). Effect of oral nutritional support during radiation therapy in patients with thoracic and head/neck cancer. *The Journal of Korea Cancer Association*, 30, 781-789.
- Kasper, C. E. (2003). *Pathophysiological phenomena in nursing* (3rd ed). Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Kim, J. Y. (2005). *Effects of short-term undernutrition on type I and II muscles in rat*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Kim, M. J., Jun, M. H., & Kim, Y. H. (1996). The study on nausea-vomiting and calorie intake for gastrectomy patients receiving cisplatin. *Korean Journal of Adult Nursing*, 8, 29-40.
- Kim, W. G., Park, M. S., Lee, Y. H., & Heo, D. S. (2008). Nutritional risk in oncology outpatients receiving chemotherapy. *Korean Journal of Community Nutrition*, 13, 573-581.
- Kwak, J. W. (1996). *Clinical application of nutritional therapy*. Seoul: Shinil.
- Larea, J., Vega, S., Martinex, T., Torrent, J. M., Vega, V., & Nunez, V. (1992). The nutritional status and immunological situation of cancer patients. *Nutrition & Hospital*, 7(3), 178-184.
- Lewis, M. I., & Sieck, G. C. (1992). Effect of acute nutritional deprivation on diaphragm structure and function. *Journal of Applied Physiology*, 68, 1938-1944.
- McArdle, W. D., Katch, F. L., & Katch, V. L. (1996). *Exercise Physiology*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- McLoughlin, D. M., Wassif, W. S., Morton, J., Spargo, E., Peters, T. J., & Russell, G. F. (2000). Metabolic abnormalities associated with skeletal myopathy in severe anorexia nervosa. *Nutrition*, 16, 192-196.
- Mourtzakis, M., & Bedbrook, M. (2009). *Muscle atrophy in cancer: a role for nutrition and exercise*. *Applied Physiology & Nutrition & Metabolism*, 34, 950-956.
- Nelson, K. A., Walsh, D., & Sheehan, F. A. (1994). The cancer anorexia-cachexia syndrome. *Journal of Clinical Oncology*, 12, 2213-2225.
- Seo, H. J., & Park, H. H. (1993). Effect of various fat and oil types on weight gain and liver metabolism in fasting or normal diet rats. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 22, 19-26.
- Seoul National University Hospital. (1994). *The guideline for dietary treatment*. Seoul: Seoul National University.
- Shaw, C. (1997). Nutrition and cancer. *Nursing Times*, 93(41), 1-6.
- Yang, Y. H., & Lee, D. S. (2000). The relationship of anorexia, nausea, vomiting, oral intake and nutritional status in patients receiving chemotherapy. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 30, 720-728.