

저온처리한 한국산 다람쥐의 샘창자점막 복합당질 변화

이준혁, 유지원, 최영현¹, 조운복², 최병태

동의대학교 한의과대학 해부학교실, ¹생화학교실, ²부산대학교 사범대학 생물교육과

간추림 : 한국산 다람쥐를 6°C 저온에 두어 인위적인 동면을 유발하였다. 활동성으로 보아 저온처리 3개월부터 대 부분 동면에 들어가며 이를 3개월, 5개월 9개월 저온처리군으로 나누어 샘창자 점막의 복합당질 변화를 저온처리를 하지 않은 대조군과 비교하였다. 복합당질에 대한 고전적 조직화학으로 보면 저온처리에 따라 감소하는 경향을 띠며 산성 복합당질에 비해 중성 복합당질의 변화가 현저하였다. 산성 복합당질의 성상으로 보아 동면중 다람쥐의 창자용모에서 황화와 비황화 복합당질의 혼합성인 술잔세포가 주로 관찰되었다. Lectin조직화학 염색상 창자용모와 창자샘의 원주세포는 실험에 사용한 8종의 모든 lectin에 반응하였다. 동면에 따라 BSL-1과 Con A를 제외한 다른 lectin 반응이 감소하였는데 창자샘에 비해 창자용모에서의 감소가 두드러졌고, 특히 원주세포 골지복합체 부위의 감소가 더 심하였다. 술잔세포는 DBA, RCA-1, sWGA, UEA-1에서 반응하며 DBA를 제외하고 모두 감소하였다. 샘창자샘에서 UEA-1을 제외한 모든 lectin에 반응을 보였으며, 동면에 따라 Con A를 제외한 모든 반응이 감소하였다. 이상의 결과로 동면에 따른 복합당질의 감소를 관찰할 수 있으나, 저온처리 5개월까지는 복합당질의 유사한 성상 및 반응을 유지하고 있어 저하된 복합당질의 기능이 동면 중에도 지속됨을 알 수 있다. 저온처리 9개월군에서 보다 심한 변화를 나타내는 것은 야생 동면 기간보다 긴 인위적으로 연장된 동면 기간에 의한 현상으로 사료된다.

찾아보기 낱말 : 동면, 다람쥐, 샘창자, 복합당질

서론

포유동물의 일정한 체온유지는 기온변화와 관계 없이 세포기능을 최적조건으로 유지하는 환경을 조성하는 반면 불필요한 에너지를 소비하여 에너지 수급의 불균형, 세포기능의 이상 증식에 의해 유발되는 질병 등 생명을 위협하는 생리현상도 함께 증가한다. 만일 체온 조절이 가능하면 체내 화학반응의 속도를 낮춤으로서 에너지와 산소소비를 저하시켜 과도한 소비를 억제할 수 있다(Kondo 1999).

포유동물 중 이 문제를 극복하여 체온이 0°C 가까이 저하되나 생체장해를 일으키지 않고 장기간 생

존이 가능한 동면동물이 있다. 한국산 다람쥐는 작은 체형과 독특한 동면생태를 가지고 있어 실험동물로 널리 사용된다. 다람쥐는 동면중에 35~38°C의 정상 체온을 7~8°C까지 낮추며, 심장박동 수는 3%대로 감소시켜 기초대사율은 물론 체온, 심장활동성, 호흡 등의 극적인 생리적 변화를 나타낸다(Wang 1989, Churchill 등 1996, Tomasi 등 1998).

소화관내 점액세포에서 분비되며 당과 단백질 결합을 총칭하는 당단백질 및 proteoglycan으로 구성된 물질인 복합당질은 소화관에서 매우 중요한 인자로 위창자관내 물리·화학적 보호, 유험작용, 세포막 근접영역의 환경조성에 관여한다(小野 1982, Neutra와 Forstner 1987). 창자는 에너지 대사와 밀접히 연관된 기관으로 동면중 생리대사의 변화와 더불어 섭취 음식물의 결여로 인하여 활동기와는 상이한 환경이 조성되며 소화관 점막의 기능적 변

* 본 연구는 동의대학교 교내연구비(2004AA105)의 지원으로 수행되었음.

교신저자 : 최병태 (동의대학교 한의과대학 해부학교실)
전자우편 : choibt@deu.ac.kr

화를 예상할 수 있다(Toole 등 1999).

동면에 대한 생태학적 연구는 널리 이루어지고 있으나, 상대적으로 위창자관의 기능과 연관된 연구는 적으며 내적 환경인자로서 복합당질에 대해 불명한 점이 많다. 특히 동면 중 위창자관의 형태적 세포주기에 대한 분석을 살펴보면 위와 큰창자에 비해 상대적으로 작은창자 특히 샘창자의 변화가 현저하다(Hume 등 2002). 따라서 본 연구는 동면연구에 널리 사용되고 있는 한국산 다람쥐를 장기간 저온하에 두어 인위적인 동면에 들어갔을 때 샘창자 점막에서 일어나는 복합당질의 변화를 원주세포, 술잔세포, 샘창자샘 등 주된 점액 분비세포에 초점을 맞추어 조직화학적으로 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 저온처리에 의한 인위적인 동면 유발

강원도 일대에서 포획한 수컷 한국산 다람쥐 (*Tamias sibiricus barberi*) 총 36마리를 사용하였다. 실험실 순화를 위해 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 12시간 암주기로 조절하여 3주간 사육하였으며 먹이는 햄스터시리얼, 해바라기 씨, 사과 등을 함께 공급하였다. 다람쥐를 대조군과 저온처리군으로 나누어 대조군은 이 환경에서 4주간 더 사육하였으며 저온처리군은 동면 유발을 위해 저온 암실로 옮겨 20°C 에서 6°C 까지 3주에 걸쳐 순차적으로 낮추었다. 이후 6°C 를 계속 유지하여 각각 3개월, 5개월, 9개월간 처리하여 동면을 유발하였다. 동면 여부는 매일 저온 처리한 동물의 활동 여부를 통해 판정하였다.

2. 복합당질에 대한 고전적 조직화학

대조군과 저온처리군의 다람쥐를 에테르로 마취한 후 샘창자를 취하여 4°C 10% 중성 포르말린에 24시간 고정하였다. 순차적인 알코올에 탈수, 투명화를 거쳐 파라핀에 포매한 후 $6\mu\text{m}$ 의 연속절편을 얻었다. 중성 복합당질에 대한 관찰은 periodic acid Schiff반응법을, 산성 복합당질은 alcian blue pH 2.5 염색을 실시하였다. 산성 복합당질 중 황화 복합당

Table 1. Lectins used for identifying carbohydrate residues

Lectins	Source	Major sugar specification
DBA	<i>Dolichos biflorus</i>	α -N-acetyl-D-galactosamine
SBA	<i>Glycine max</i>	α/β -N-acetyl-D-galactosamine
PNA	<i>Arachis hypogaea</i>	Galactosyl-(β -1,3)-N-acetyl-D-galactosamine
BSL-1	<i>Bandeiraea simplicifolia</i>	α -D-galactose
RCA-1	<i>Ricinus communis</i>	β -D-galactose
sWGA	<i>Triticum vulgaris</i>	β -N-acetyl-D-glucosamine
UEA-1	<i>Ulex europaeus</i>	α -L-fucose
ConA	<i>Canavalia ensiformis</i>	α -D-mannose, α -D-glucose

sWGA, succinylated WGA.

질은 alcian blue pH 1.0염색을, 황화와 비황화 복합당질의 구별은 aldehyde fuchsin pH 1.7-alcian blue pH 2.5염색을 사용하였다.

3. 복합당질에 대한 lectin조직화학

복합당질 잔기에 특이적인 lectin조직화학을 위하여 탈파라핀한 조직을 3% methanolic hydrogen peroxide에 실온에서 30분간 처리하고, phosphate buffered saline (PBS, pH 7.4)로 10분간 3회 세척한 후 1% bovine serum albumin-용액에 실온에서 30분간 두었다. 이를 Table 1의 biotinylated lectin (Vector Lab)을 $10\mu\text{m}/\text{mL}$ 농도로 Hepes buffer (10 mM Hepes, pH 7.5, 0.15 M NaCl, 0.1 mM Ca^{++} , 0.01 mM의 Mn^{++})에 희석하여 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. PBS로 세척 후 ABC kit (Vector Lab, PK-4000)에 60분간 반응시키고 DAB substrate kit (Vector Lab, SK-4100)로 실온에서 5분간 발색시켜 Mayer's hematoxylin으로 대조 염색하였다.

결 과

저온처리 후 3개월부터 대부분의 다람쥐는 활동성을 멈추는 전형적인 동면 상태로 들어갔다. 동면 다람쥐의 샘창자를 형태적으로 살펴보면 동면기에 나타나는 전형적인 창자위축을 보여 대조군에 비해 창자용모와 창자샘의 길이가 현저히 감소하였다. 원

Table 2. Staining properties with conventional histochemistry of duodenal mucosa of cold-treated chipmunks

Staining	Cells	Control group	Cold-treated group		
			3 months	5 months	9 months
PAS	VGC	2~3	2~3	1~2	1~2
	CGC	2~3	2~3	1~3	0~2
	BRG	1~2	1~2	0~1	0~1
AB pH 2.5	VGC	1~2	1~2	1~2	1~2
	CGC	2	1~2	1~2	0~1
	BRG	0~1	0	0	0
AB pH 1.0	VGC	0~2	0~1	0~1	0~1
	CGC	0~1	0~1	0~1	0~1
	BRG	0	0	0	0
AF pH 1.7-	VGC	1~2P	1~2BP, 1~2P	1~2BP, 1~2P	1~2BP, 1~2P
	CGC	2BP	1~2BP	1~2BP	1~2BP
AB pH 2.5	CGC	2BP	1~2BP	1~2BP	1~2BP
	BRG	0~1B	0~1B	0	0

Number indicate the relative intensity of staining: 3, intense; 2, moderate; 1, weak; 0, absent. Abbreviations: VGC, villus goblet cell; CGC, crypt goblet cell; BRG, Brunner's gland; PAS, periodic acid-Schiff reaction; AB, alcian blue; AF, aldehyde fuchsin; B, blue, BP, bluish purple; P, purple.

주세포의 형태적 변화는 관찰되지 않으나 저온 처리 기간이 길어질수록 크게 팽창되며 periodic acid Schiff반응과 alcian blue염색성이 떨어지는 술잔세포가 창자용모에서 관찰되었다. 고전적 방법에 의한 복합당질의 염색성은 술잔세포와 샘창자샘에서 강하게 나타나며 그 결과는 Table 2와 같다. 중성 복합당질은 저온처리 5개월부터 감소하며 특히 저온처리 9개월 창자샘의 술잔세포에서 현저히 감소하였다(Fig. 1). 이에 비해 산성 복합당질은 술잔세포에서 대조군과 유사한 성상을 보이며 저온처리 9개월 창자샘의 술잔세포에서 다소 감소를 보였다. 산성 복합당질의 성상으로 보아 창자용모의 술잔세포는 황화 복합당질이나 창자샘의 술잔세포는 황화와 비황화 복합당질의 혼합성을 나타내었다. 동면과 함께 황화와 비황화 복합당질의 혼합성인 술잔세포가 창자용모에서 주로 관찰되었다. 샘창자샘은 비황화 복합당질로 구성되어 있었으며 저온처리 5개월부터 관찰되지 않았다.

Lectin 조직화학에 의한 복합당질의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 창자용모 원주세포에서는 사

Table 3. Staining properties with lectin histochemistry of duodenal mucosa of cold-treated chipmunks

Lectins	Cells	Control group	Cold-treated group			
			3 months	5 months	9 months	
DBA	VCC/GZV	0~1/2	0/1~2	0/0~1	0/0	
	CCC	0~1	0~1	0~1	0	
	VGC	0~2	0~2	0~2	0~2	
	CGC	0~1	0~1	0~1	0~1	
SBA	BRG	1~2	1	0~1	0~1	
	VCC/GZV	0~1/ 1~2	0~1/1	0/0	0/0	
	CCC	0	0	0	0	
	VGC	0	0	0	0	
CGC	0	0	0	0		
	BRG	1~2	1~2	1	1	
	PNA	VCC/GZV	1/2	1/2	0~1/2	0/0~1
		CCC/GZC	0/1	0/1	0/1	0/0
VGC		0	0	0	0	
CGC		0	0	0	0	
BRG	2	2	2	1		
	BSL-1	VCC/GZV	0/2	0~1/ 1~2	0~1/ 0~1	0~1/ 0~1
		CCC	0~1	0~1	0~1	0~1
		VGC	0	0	0	0
CGC		0	0	0	0	
BRG	2	2	2	1~2		
	RCA-1	VCC/GZV	1/1~2	1/1~2	1/1~2	0/0~1
		CCC/GZC	0~1/ 0~2	0~1/ 0~2	0~1/ 0~1	0/0~1
		VGC	2~3	2~3	2~3	1~3
CGC		0~2	0~2	0~2	0~2	
BRG	2	2	1~2	1		
	sWGA	VCC/GZV	1~2/2	0~1/1	0~1/0	0~1/0
		CCC	0~1	0~1	0	0
		VGC	0~1	0~1	0	0
CGC		0~1	0~1	0	0	
BRG	3	3	2	2		
	UEA-1	VCC	1~2	0~1	0~1	0~1
		CCC	0~1	0	0	0
		VGC	3	3	3	1~2
CGC		0~2	0~2	0~2	0~1	
BRG	0	0	0	0		
	Con A	VCC	1~2	2	2~3	2
		CCC	0~1	0~1	0~1	0~1
		VGC	0	0	0	0
CGC		0	0	0	0	
BRG	2	2	2	2		

VCC, villus columnar cell; GZV, Golgi zone of villus columnar cell; CCC, crypt columnar cell; GZC, Golgi zone of crypt columnar cell; Other abbreviations and degree of staining are listed in Table 2.

용한 모든 lectin에 반응을 나타내며 특히 DBA, SBA, PNA, BSL-1, RCA-1, sWGA반응은 창자용모 원주세포의 골지복합체 부위에서 PNA와 RCA-1은 창자샘 원주세포의 골지복합체 부위에서 세포질보다 강한 반응을 나타내었다. 저온처리에 따른 변화를 보면 BSL-1과 Con A를 제외한 대부분의 반응이 동면에 따라 감소하며 원주세포 세포질에 비해 골지복합체의 lectin 반응 감소가, 창자샘 원주세포에서보다 창자용모 원주세포의 lectin 반응 감소가 더 심하였다 (Figs. 2, 3). 술잔세포는 DBA, RCA-1, sWGA, UEA-1에서 반응을 나타내며 sWGA는 저온처리 5개월부터 감소하며 RCA-1과 UEA-1가 저온처리 9개월에 감소한 것 외에는 유사한 성상을 보여 주었다. 샘창자샘에서 UEA-1을 제외한 모든 lectin에 반응을 나타내며 동면에 따라 Con A를 제외한 모든 반응이 감소하였다. 저온 처리 기간으로 보아 모든 lectin 반응에서 저온 처리 기간이 긴 9개월에서 변화가 심하였다.

고 찰

동면 중 포유동물은 저온에서 대사와 혈액공급이 현저히 저하됨에도 불구하고 심장이나 뇌의 손상을 받지 않을 뿐만 아니라 방사선, 세균에 의한 장애, 종양의 증식도 거의 일어나지 않아 생체 보호 기능과 유해인자로부터 몸을 보호하는 메커니즘을 가지고 있다. 이를 의료분야에 다양하게 응용할 수 있도록 동면에 대한 기초적인 연구와 기전을 밝히려는 접근이 이루어지고 있다. 동면 중 먹이섭취의 결여로 인해 소화관내 변화를 예측할 수 있으나 이에 대한 연구는 많지 않다.

동면동물에서 위창자관 점막의 기능은 전신적인 요인과 음식물 섭취에 의해 조절되나 장관무게, 단백질 함량, 창자용모의 높이와 표면적 등으로 볼 때 전신적인 요인보다 음식물과 점막간의 접촉에 의해 유지 된다(Carey와 Cooke 1991). 동면주기에 따라 위창자관의 형태적 변화를 수반하며 음식물의 비섭취는 위창자관의 위축을 유발 한다(Toole 등 1999). 이 중 샘창자는 위와 큰창자 등 다른 창자에 비해

동면 중 변화가 크다(Hume 등 2002).

소화관내 복합당질은 상피세포의 표면 또는 속공간에 분포하거나 분비가 왕성한 세포나 미분화세포 내에 축적되어 있는데 점막표면에 점액막을 형성하여 여러 이물질의 침입으로부터 보호하며 화학물질과 소화효소로부터 보호작용을 하며 질환발생시 주요한 기능을 수행한다(Howard 등 1981).

동면 중 복극다람쥐의 위창자 복합당질변화는 위와 창자에서 차이가 있어, 위에서는 증가하고 주름창자에서는 감소한다(Mayer와 Bernick 1958). 이에 비해, 동면 중 고슴도치의 위점액세포의 중성 복합당질은 감소한다(Pellegrini 1966). 집박쥐는 동면중에 위창자의 모든 점액분비세포에서 중성 복합당질은 감소하나 활동기에 관찰되지 않던 산성 복합당질이 위 표면상피세포에 관찰되며 곧창자 술잔세포내에서 산성 복합당질이 관찰된다(안과 권 1974). 동면 중 한국산 다람쥐 위점막에서 복합당질이 감소하는데 특히 표면점액세포보다 위오목세포와 샘점액세포에서 보다 심한 감소를 보인다(Choi 등 2003).

위점막내 중성 복합당질의 증가는 동면 중 위점막의 접착을 방지하며 위산과 소화효소의 활성을 억제하는 것으로 해석되며, 동면 중 위산과 창자액 분비의 현저한 감소로 중성에 가까운 점액물질을 분비하는 것으로 보았다(Mayer와 Bernick 1958). 그리고 위점막내 일시적인 산성 복합당질의 출현은 동면 중 위창자에 가해질 수 있는 자극에 대한 보호반응으로 보았다(안과 권 1974).

본 연구에서 기존 보고들과 샘창자내 복합당질의 감소를 보여 주었다. 이는 저온처리에 따른 먹이 섭취 결여와 저하된 대사과정에 의한 복합당질의 양적인 감소로 보여 진다. 그러나 중성 복합당질에 비해 산성 복합당질의 변화는 현저하지 않으며 그 성상으로 보아 창자용모에서 황화와 비황화 복합당질의 혼합성인 세포가 증가하고 있다. 복합당질의 기능에 대해 명확히 밝혀져 있지 않으나, 산성 복합당질 중 황화 복합당질은 세포의 분열을 촉진하며(Sheahan과 Jervis 1976), 비정상적인 병변의 창자에서 비황화 복합당질이 증가한다(MacPherson과 Pemsingh, 1997). 이로 보아 동면 중 비황화 복합당

질 분비세포가 주로 관찰되는 것은 창자용모와 창자샘의 위축과 더불어 저하된 세포분열이나 병변과 유사한 창자 속공간의 환경을 유추 할 수 있다. 그러나 위점액 장벽에서의 주요한 슬잔세포의 복합당질 변화는 현저하지 않아 지속적인 점액장벽이 형성됨을 알 수 있다.

특정 탄수화물 잔기에 높은 친화성을 가진 단백질 혹은 당단백질인 lectin은 포유동물 조직내 복합당질양상 분석에 대한 표지로 이용되고 있다(Sato 와 Spicer 1982). 본 연구의 lectin을 이용한 복합당질의 성상을 살펴보면, 고전적인 방법과 유사하게 그 반응이 감소하나 창자샘에 비해 창자용모의 감소가 심하며 특히 골지복합체 부위의 감소가 더 현저하였다. 골지복합체는 물질합성과 매우 밀접한 부위로 이에 대한 반응 저하는 동면 중 기능이 저하된 원주세포의 물질 합성능력을 알 수 있다. 이에 비해 주 점액 생성세포로서 슬잔세포의 변화는 현저하지 않아 점액장벽으로서 복합당질의 기능이 유지됨을 알 수 있다. 또한 lectin조직화학으로 본 복합당질의 변화가 저온처리 5개월보다 저온처리 9개월에서 변화가 심한 점은 자연상태에서 동면기간이 3~4개월 정도인데 비해 인위적으로 연장된 동면기간에도 원인이 있을 것으로 보여 진다.

동면동물의 동면행태를 보면 박쥐는 시기에 관계 없이 환경에 따라 동면상태로 이행하며, 햄스터도 연주기성 리듬을 나타내지 않는데 비해, 다람쥐는 명확한 연주기의 동면리듬을 보여준다. 저온처리에 의한 한국산 다람쥐는 연속적인 동면을 취하는 것이 아니라 일정한 주기로 동면과 각성을 반복하며, 각성기에는 일부 먹이를 섭취하며 배설을 하고 있다. 동면 각성후 샘창자는 점막두께가 2배 증가하며 세포분열도 왕성하게 일어나는데, 이는 음식물 섭취 증가와 관련이 있다는 보고(Hume 등 2002)로 보아 한국산 다람쥐는 동면중에도 제한된 음식물이나마 섭취하여 창자관을 지속적으로 자극함으로써 점액형성이 유지되는 것으로 사료된다. 따라서 저온처리에 의한 동면 중 복합당질의 양적인 감소는 활동기와 상이한 저하된 생리대사와 음식물 결여의 창자관속 환경을 반영하나, 복합당질 유사한 성상의 유지는 점액장벽으로서 복합당질의 기능이 유지되고

있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

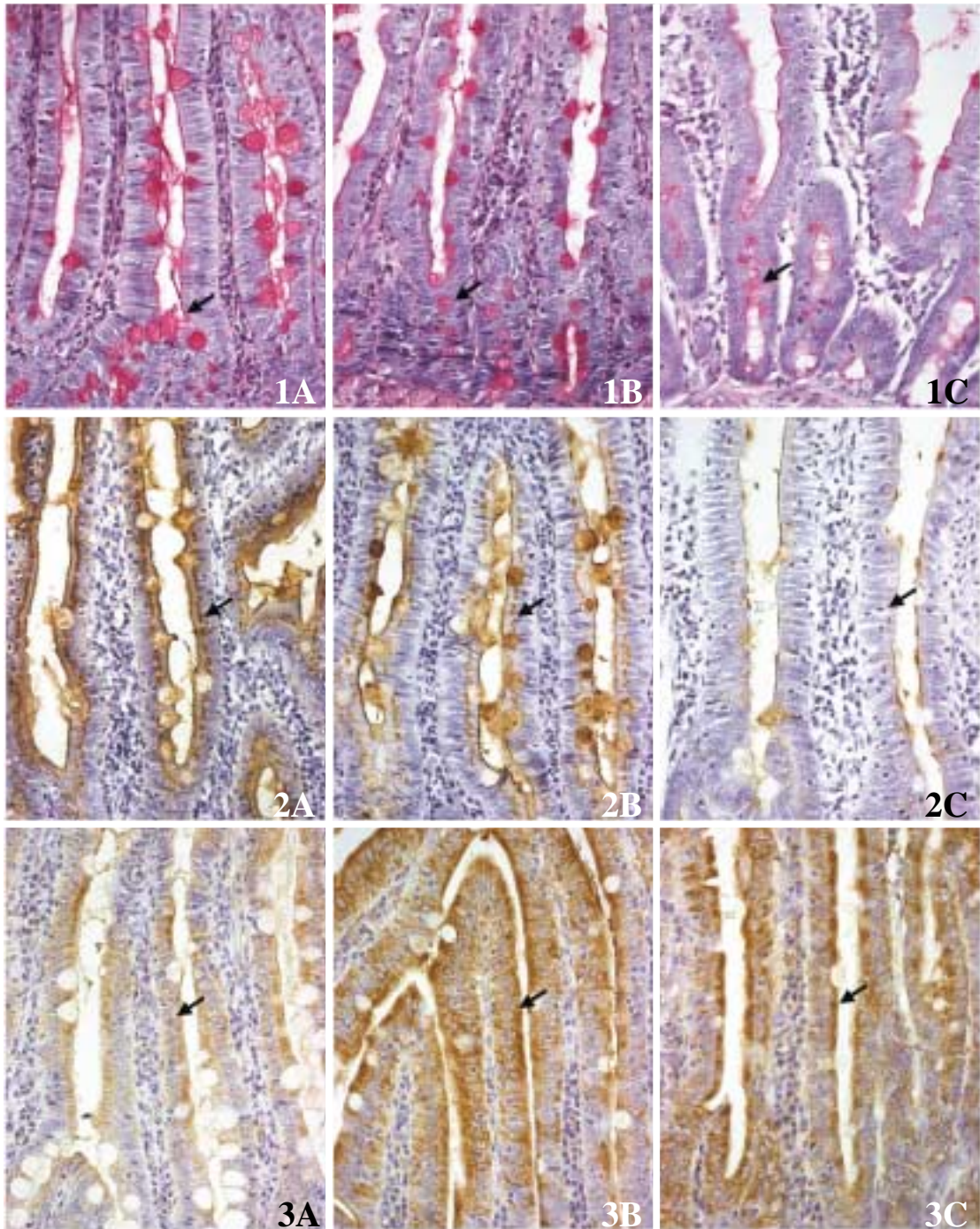
- 안의태, 권홍식 : 동면주기에 따른 집박쥐(*Pipistrellus abramus abramus* Temminck) 위장관 점액세포의 형태적 변화. 카톨릭대학 의학부 논문집 26 : 21-35, 1974.
- 小野謙三 : 大腸の正常粘膜および上皮性腫瘍における粘膜の組織化學的研究. 信州醫誌. 30 : 110-139, 1982.
- Choi BT, Jo UB, Gil YG : Glycoconjugates of the gastric mucosa in cold-treated chipmunks. *Acta Histochemica* 105 : 309-317, 2003.
- Carey HV, Cooke HJ : Effect of hibernation and jejunal bypass on mucosal structure and function. *Am J Physiol* 261 : G37-44, 1991.
- Churchill TA, Simpkin S, Wang LC, Green CJ, Williams SR, Busza AL, Fuller BJ : Metabolic effects of cold storage on livers from euthermic and hibernating Columbian ground squirrels. *Cryobiology* 33 : 34-40, 1996.
- Howard DR, Ferguson P, Batsicis JG : Carcinoma associated cytostructural antigenic alteration: Detected by lectin binding. *Cancer* 47 : 2872-2877, 1981.
- Hume D, Beiglbock C, Ruf T, Frey-Roos F, Bruns U, Arnold W : Seasonal changes in morphology and function of the gastrointestinal tract of free-living alpine marmots (*Marmota marmota*). *J Comp Physiol* 172 : 197-207, 2002.
- Kondo N : Hibernation control mechanism and possible applications to humans. *JBIS* 52 : 343-347, 1999.
- MacPherson BR, Pemsingh RS : Ground squirrel model for cholelithiasis: role of epithelial glycoproteins. *Microsc Res Tech* 39 : 39-55, 1997.
- Mayer WV, Bernick S : Comparative histological studies of the stomach, small intestine and colon of warm and active and hibernating arctic ground squirrels, *Spermophilus undulatus*. *Anat Rec* 130 : 747-757, 1958.
- Neutra MR, Forstner JF : Gastrointestinal mucus, synthesis, secretion and funtion, In *Physiology of the gastrointestinal tract*, ed. Johnson LR, New York, Raven Press, pp. 975-1009, 1987.
- Pellegrini MS : The structure of the stomach of the hedgehog (*Erinaceus europaeus*) during hibernation. I. Optical microscope studies. *Boll Soc Ital Biol Sper* 42 : 948-950, 1966.

- Sato A, Spicer SS : Ultrastructural visualization of galactose in the glycoprotein of gastric surface cells with a peanut lectin conjugate. *Histochem J* 14 : 125–138, 1982.
- Sheahan DG, Jervis HR : Comparative histochemistry of gastrointestinal mucosubstances. *Am J Anat* 146 : 103–117, 1976.
- Tomasi TE, Hellgren EC, Tucker TJ : Thyroid hormone concentrations in black bears (*Ursus americanus*): hibernation and pregnancy effects. *Gen Comp Endocrinol* 109 : 192–199, 1998.
- Toole L, Belai A, Shochina M, Burnstock G : The effects of hibernation on the myenteric plexus of the golden hamster small and large intestine. *Cell Tissue Res* 296 : 479–487, 1999.
- Wang LCH : Ecological, physiological, and biochemical aspects of torpor in mammals and birds. In *Advances in comparative and environmental physiology* ed. Wang LCH, Berlin, Springer-Verlag, pp. 361–379, 1989.

Legends for Figures

- Fig. 1.** PAS staining in duodenal mucosa of control and cold-treated chipmunks. Strong PAS positivity is present in goblet cells (arrow) in the duodenum of control chipmunks (A). A similar staining pattern is present in 3-month cold-treated animals (B), but staining is decreased markedly in the goblet cells after 9 months of cold treatment (C). Bar = 50 μ m.
- Fig. 2.** DBA affinity in duodenal mucosa of control and cold-treated chipmunks. A, control group, B and C, 3-month and 9-month cold-treated chipmunks, respectively. DBA affinity shows a similar pattern in 3-month cold-treated chipmunks as compared with controls, but it is decreased significantly in Golgi zone of columnar cells (arrow) after 9 months of cold treatment. Bar = 50 μ m.
- Fig. 3.** Con A affinity in duodenal mucosa of control and cold-treated chipmunks. A, control group, B and C, 3-month and 9-month cold-treated chipmunks, respectively. Con A affinity shows a slight increased staining from 3-month to 9-month cold-treated chipmunks in the villous columnar cells (arrow) as compared with controls. Bar = 50 μ m.

— 저온처리 다람쥐의 샘창자점막 복합당질 —



Abstract

Glycoconjugates of the Duodenal Mucosa in Cold-treated Chipmunks

Jun-Hyuk Lee, Ji-Won Ryu, Yung-Hyun Choi¹, Un-Bock Jo², Byung-Tae Choi

Department of Anatomy and ¹Biochemistry, College of Oriental Medicine, Dong-Eui University

²Department of Biology Education, College of Education, Pusan National University

To investigate changes of glycoconjugates (GC) on the duodenal mucosa of Korean chipmunks (*Tamias sibiricus*) after cold-treatment, chipmunks were maintained in cold conditions (6°C) for 3, 5 or 9 months in an attempt to mimic conditions occurring during seasonal hibernation. Most chipmunks were active as before until 3 months in the cold room and since then were hibernated. Although there was significant decrease in neutral GC in cold-treated chipmunks compared with warm chipmunks, acid GC changed little. As for histochemical properties of acid GC in the duodenum, the cold-treated chipmunk showed some differences, such as appearance of villus goblet cells which contained the mixture of sulfated and nonsulfated GC.

The affinities for all lectins used in this study were shown in the columnar cells of the duodenal villus and crypt, more intensive DBA, SBA, PNA, BSL-1, RCA-1 and sWGA affinities were demonstrated in the Golgi zone of columnar cells. These affinities decreased in the cold-treated groups, especially in the Golgi zone of columnar cells. The affinities with DBA, RCA-1, sWGA and BSL-1 was demonstrated in the goblet cells of the duodenum, but these affinities except DBA decreased in the cold-treated chipmunks. All lectin affinities except UEA-1 detected in duodenal gland, but cold-treatment induced a decrease of these affinities.

The changes in amount and properties of GC in the present experimental model for hibernation may be due to the different intestinal environment associated with food intake. However, the present experimental model for hibernation, especially 9 months cold-treated chipmunks, stills need to be demonstrated during seasonal hibernation in the wild.

Key words : Hibernation, Chipmunk, Duodenum, Glycoconjugate

Correspondence to : Byung Tae Choi (Department of Anatomy, College of Oriental Medicine, Dong-Eui University)
E-mail : choibt@deu.ac.kr