

SO₂가 흰쥐 코안 호흡부 점막의 Glycoconjugates에 미치는 영향

정권순, 홍말숙, 정길남, 조기진, 조운복

부산대학교 생물교육과

간추림 : SO₂가 흰쥐 호흡계통 코안점막의 내적 환경인자인 glycoconjugates에 미치는 영향을 규명할 목적으로 200~250g의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 사용하여 대조군과 SO₂ 실험군으로 나누어 SO₂ 실험군은 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm 및 200 ppm군으로 나누고 각 군은 다시 1시간, 3시간 및 6시간 폭로군으로 나누어 SO₂ 농도별 및 시간별로 미치는 영향을 대조군과 비교하였다. 형태적인 변화는 H-E 및 PAS염색으로 관찰하였고, glycoconjugates의 당잔기의 변화는 DBA, SBA, PNA, BSL-1, sWGA, UEA-1, LCA 및 Con A로 관찰하였다.

SO₂ 폭로군이 코안의 호흡부위에 미치는 영향은 농도, 폭로 시간에 따라 차이가 있었으나 전반적으로 SO₂의 호흡기 영향은 고농도로 갈수록 심한 영향을 미쳤으며 저농도에서도 폭로 시간이 길어짐에 따라 나타나는 SO₂의 영향은 고농도와 유사한 경향을 나타내었다. SO₂ 폭로군의 코중격 점막상피의 섬모 세포의 섬모에서 PNA, RCA-1 및 UEA-1 반응은 10 ppm 및 25 ppm SO₂ 폭로군에서 증가하는 경향을 나타내는 반면 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하였다. 섬모세포에서는 Con A의 반응은 모든 SO₂ 폭로군에서 증가하였다. 술잔세포에서 DBA, SBA, PNA, RCA-1 및 UEA-1의 반응은 50 ppm SO₂ 폭로군에서 많이 증가하였으나 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 현저히 감소되거나 소실되었다. 대조군에서 관찰되지 않았던 상피내 점액화세포에서는 SBA, PNA, BSL-1 UEA-1 및 Con A의 반응은 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서는 증가하였으나 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였으며 sWGA의 반응은 폭로 시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 위코중격샘의 PNA 반응은 50 ppm 및 100 ppm SO₂ 폭로군에서 증가하였으며 sWGA의 반응은 일부 실험군에서는 소실되었으나 Con A의 반응은 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 현저히 증가하였다. 아래코샘에서는 LCA를 제외한 모든 렉틴의 반응이 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 가장 현저하였고 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였다. 점액관세포들에서 PNA 및 RCA-1의 반응이 대부분의 실험군에서 대조군보다 증가하였고, BSL-1 및 UEA-1은 50 ppm 이하 SO₂ 폭로군에서는 증가하였으나 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였다. Con A의 반응은 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 증가하였다.

위의 결과로 보아 SO₂는 코안에 큰 형태학적 변화뿐만 아니라 glycoconjugates대사에도 심대한 영향을 미쳐 심한 병변을 야기시킴을 알 수 있었다.

찾아보기 낱말 : SO₂, glycoconjuagtes, 코안점막, 흰쥐

서 론

SO₂(아황산가스)는 황산 포착의 용도와 목재 펄프 산업, 고무, 벽돌, 유리산업 등에도 이용되고 포백제, 방부제로도 쓰이며 산업, 난방, 발전 및 교통수

단 등의 연료로 쓰이는 물질에서도 발생하여 대기를 오염시킨다(IARC 1992). 최근에 이르러 산업의 발달, 차량의 증가 및 도시의 인구집중 등으로 인해 SO₂에 의한 대기오염은 심각한 사회 의학적 문제로 부각되고 있다(Kenneth 1973).

국내의 SO₂ 배출량은 1994년 기준으로 연간 190만 톤이며 서울에서만 약 45만 톤이 배출되며, SO₂

correspondence to : 조운복(부산대학교 생물교육과)

의 국내 대기환경기준은 연간 평균 0.03 ppm 이하, 24시간 평균 0.14 ppm 이하, 그리고 1시간 평균 0.25 ppm 이하로 WHO 권고기준인 연간 평균 0.015 ~ 0.023 ppm과 24시간 평균 0.04 ~ 0.06 ppm보다는 높게 설정되어 있고(환경부 1997), 실제로 1990년부터 1996년까지 국내의 대기오염 자동 측정망에서 자외선 형광법으로 측정된 SO₂의 농도를 보면 서울을 비롯한 많은 도시들에서 1994년 이전에는 24시간 평균값이 0.1 ppm 이하로 측정되나 대구, 부산, 울산 등의 도시들은 1996년까지도 24시간 평균값의 최고치가 0.1 ppm 이상으로 측정되는 것으로 보아(환경부 1997) 인구 밀집지역이나 공단이 있는 지역에서는 24시간 평균 SO₂의 농도, 적어도 1시간 평균 SO₂의 농도가 0.1 ppm 이상일 가능성이 많고 인체에도 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다.

SO₂가 생체에 흡입되면 상기도의 점막에 흡착되어 점막에 심한 자극을 끼치므로 점막의 비후, 점액분비의 증가 등으로 코의 저항(nasal resistance)과 허파의 공기 흐름에 대한 저항(pulmonary flow resistance)이 증가하여 호흡곤란이 야기된다(Frank 1962, Yokoyama와 Ishikawa 1962, Frank 등 1962, 1964, Frank와 Speizer 1965). 그리고 SO₂는 물에 대한 용해성 때문에 상부 호흡기에서 쉽게 흡수되며 흡수부위를 보면 5 ~ 30 μm의 입자는 코인두 부위에서, 1 ~ 5 μm의 입자는 기관지에서, 1 μm 이하의 입자는 허파파리에서 침착되는 것으로 알려졌으나, 최근에는 아주 미세한 입자도 코안에 침착된다고 알려져 있다(Menzel과 Admur 1986, Schlesinger 1989). 특히 SO₂가 생체에 접촉되면 수분과의 결합으로 황산(H₂SO₄)을 형성하여 눈의 결막, 상기도, 인두상피세포에 심한 염증을 유발하며(추광철 1974), 호흡계통을 통한 흡수는 대부분 상기도에서 이루어지고(Balchum 등 1959a, b, 1960a, b, Frank 등 1969) 농도별 흡수율도 달라서 20 ppm 이상의 농도에서는 95%가 상기도에서 흡수되나 0.1 ppm 이하에서는 5%만이 상기도에서 흡수된다(Strandberg 1964). 일반적으로 SO₂의 농도, 폭로시간, 혼합물질, 동물들의 종류에 따라 SO₂가 생체에 미치는 영향은 상당한 차이가 있어 흰쥐, 기니픽 및 생쥐 중에서 SO₂의 유해작용에 대해서 흰쥐가 저항성이 가

장 강하며 기니픽은 다음이고 생쥐가 가장 약하다고 하였다(Leong 등 1961).

모든 세포의 구성성분으로서 이온의 이동, 박테리아나 바이러스에 대한 수용체 및 코점액의 점성 등에 관여하며 중요한 역할을 하는 glycoconjugates의 특이성은 단백질에 연결되어 있는 과당류의 끝에 있는 당당류에 의해 결정되는데 이러한 당당류를 특이적으로 찾아낼 수 있는 것이 렉틴(lectin)이다. 렉틴은 Stillmark (1972)가 castor (*Ricinus communis*)와 albus (*Albrusa precatorius*) 식물종자의 독성 추출물 안에서 처음으로 동정하였으며, 대부분 식물 혹은 동물에서 유래된 비면역 기원의 단백질 혹은 당단백질을 지칭하며, 이러한 렉틴은 어떤 유형의 탄수화물군에 특이적으로 결합한다. 이와 같은 렉틴의 성질을 이용한 렉틴 조직화학의 가치는 세포막 외투에 존재하는 탄수화물의 국재, 동정 그리고 차이점에 대해 아주 정확히 알아 낼 수 있는데 있다(Sharon과 Lis 1972, Debray 등 1981, Bullock와 Petrusz 1983). 렉틴 결합능력을 이용한 연구는 세포 분화를 규명하는 데 있어 지엽적이며 간접적인 방법이라고 할지라도 과거 탄수화물 동정에 이용되었던 periodic acid-Schiff (PAS), periodic acid-phenylhydrazine-Schiff (PAPS) 혹은 colloidal iron reaction들과 같은 조직화학적 방법에 의해서 구명해 내지 못하는 당단기의 존재와 구획화(compartmentalization)를 결정해 낼 수 있는 독특한 새로운 방법을 제공한다(Scheehan과 Hrapchak 1980). Glycoconjugates의 특정한 잔기에 높은 친화성과 특이성을 가지는 단백질 혹은 당단백질인 렉틴이 포유동물의 조직 내 복합당질 양상 분석에 이용되며(Bell과 Skerrow 1984, Spicer와 Schulte 1992), 렉틴은 화학적으로 복합당질 말단의 비환원 위치에 있는 당당류 잔기에 일어나는 작은 변화에 따라 렉틴 결합양상이 달라지는 성질을 이용하며 세포분열, T-suppressor cell들의 활성화, 세포막에 존재하는 수용체의 변형 등 생물학적 기능을 알아내는데 렉틴이 표지로 이용된다(Debray 등 1981). 또한 질환에 따라 세포의 활성화 및 기능소실에 의한 세포막에서의 렉틴반응의 변화를 통해 형태적 변화(Toppozada와 Gaafar 1973, Mygind 등 1974, Dama-

janov 1987, Bendow 등 1988)가 나타나기 전에 오는 기능적 변화를 추측할 수 있어 렉틴 반응의 차이는 임상적으로 중요한 의미를 갖는다(Topozada와 Gaafar 1973, Mygind 등 1974).

Glycoconjugates는 코안점막 기능에 있어서 생리학적으로 중요한 물질로 알려져 있고(Leathem과 Atkins, 1986), 코안점막의 방어기능 수행에 중요하며(Lis와 Sharon 1986), 병적 상태에서 그 조성의 변화를 관찰함으로써 질병과의 관계를 알 수 있기 때문에(Theate 등 1981), 호흡계통 점막의 기능적 변화추적에 렉틴의 연구가 매우 중요하나 대부분의 연구가 정상동물에 대한 연구 밖에 없다.

코안점막과 관련된 렉틴의 연구를 살펴보면 Lundh 등(1989)은 12일된 생쥐 코안의 호흡 상피세포와 후각 상피세포에서 말단기에 서로 다른 당이 존재한다고 보고하였다. Pastor 등(1992)은 흰쥐의 호흡점막의 섬모층은 WGA, SBA, PNA 및 Con A와 반응을 하였고 guinea pig에서는 WGA, DBA, SBA, PNA, LTA, UEA-1 및 Con A의 모든 렉틴에 반응을 보였으며 흰쥐의 술잔세포는 WGA, PNA, SBA, UEA-1 및 LTA와 반응하며 Con A에는 반응이 없다고 하였으며 guinea pig에서는 Con A에도 반응을 나타낸다고 하였다. 등쪽중격샘(dorsal septal gland)은 흰쥐에서는 WGA, DBA, Con A 및 PNA와 반응하나 SBA, UEA-1 및 LTA에는 반응이 나타나지 않았고 앞중격샘(ventral septal gland)은 WGA, DBA, SBA, Con A 및 PNA와 반응하나 UEA-1 및 LTA에는 없다고 하였다. 그러나 guinea pig는 중격샘에서는 Con A에만 반응을 나타낸다고 하였다. Klaassen 등(1981)도 흰쥐의 코중격샘은 PNA, WGA 및 Con A에 반응을 나타낸다고 하였다.

오일준 등(1992)은 혈액형 특이 렉틴(UEA-1, DBA, GSI-B4) 및 비특이 렉틴(SBA, WGA, RCA-1, Con A, PNA)을 이용하여 코안점막의 샘에서 ABO 혈액형에 따라 당단백질 과당류 말단기의 차이를 연구한 결과 A형 특이적 렉틴인 DBA는 A형과 AB형에서 반응이 나타났고, B형 특이적 렉틴인 GSI-B4는 A형, B형 및 AB형에 반응을 보였으며, O형 특이적 렉틴인 UEA-1은 A형, B형 및 AB형, O형 모두에서 반응, 혈액형 비 특이적 렉틴 중

SBA는 A형과 AB형에서 반응을 보이는 반면 PNA는 모든 혈액형에서 반응이 관찰되지 않았으나 WGA와 RCA-1은 혈액형에 관계없이 모든 점액샘파리에서 반응이 나타났다고 하였다. Con A는 혈액형에 관계없이 모든 점액샘파리에서는 반응이 나타나지 않았으나 모든 장액샘파리에 반응을 하는 것으로 보아 WGA, RCA-1 및 Con A반응은 혈액형에 관계없는 것이라고 하였다. 이정권 등(1991)은 7가지 렉틴(Con A, WGA, RCA-1, PNA, SBA, UEA-1, DBA) 중 개 호흡점막의 섬모세포와 섬모층은 Con A 및 WGA에 반응을 보이고 점액샘파리에서는 WGA 및 PNA가 반응을 보여 UEA-1은 상피세포의 일부와 장액샘파리에서만 나타났으며 술잔세포들은 7가지 렉틴 모두에 반응성이 없었다고 하였으며, 후각상피의 섬모층과 후각세포들은 Con A 및 WGA에 반응을 보였고 보우만씨샘은 Con A, WGA, RCA-1 및 PNA에 반응을 보였으며 호흡점막과 후각상피의 렉틴의 반응성에 차이가 있다고 하였다. 홍성수(1983)는 guinea pig의 코안점막에 분포하는 당단백질의 변화를 출생 후 연령 및 부위별로 관찰한 결과 Con A와 RCA-1의 반응은 생후 1일부터, DBA의 반응은 생후 7일부터, UEA-1과 WGA는 생후 3일부터, SBA는 생후 7일부터 모든 호흡부점막에서 관찰되었으며, UEA-1, WGA 및 SBA는 생후 1일에는 호흡부 중 코안바닥, 코중격아래 및 코선반 점막상피에서만 반응을 보였으나 후부 점막에서는 생후 1일부터 PNA, WGA 및 Con A의 반응을 관찰할 수 있었으나 생후 성장에 따른 변화는 없었다고 하였다.

위의 여러 연구들을 종합해 보면 생체가 SO₂에 폭로되면 호흡계통에 영향을 미치고 그 미치는 정도는 호흡기관에 따라, 같은 기관이라도 부위에 따라, 동물의 종에 따라 SO₂ 농도, 폭로시간에 따라 미치는 영향이 다름을 알 수 있었는데 대부분의 연구들이 호흡기관의 각 기관에 대한 단편적인 조직학적 구조에 미치는 영향이 주를 이루고 있어 본 연구에서는 위 연구들을 기초로 하여 코안에 SO₂가 형태적인 구조와 생리적 기능에 어떤 영향을 미치는가를 구명할 목적으로, SO₂ 농도별, 폭로시간에 따라 코안의 조직학적 구조에 미치는 영향

을 체계적으로 비교연구하고 호흡기관의 정상화에 중요한 기능을 담당하는 glycoconjugates의 당잔기에 미치는 영향을 렉틴 조직화학법으로 비교연구하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물의 사육 및 처치

1) 실험동물의 사육

실험동물은 자유급식법으로 사육한 체중 200~250 g의 성숙한 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 예비 실험군에 10 마리, 대조군에 3 마리, 실험군에 45 마리를 배정하여 사용하였다.

2) 폭로 방법

폭로 장치는 투명한 아크릴로 만든 100×50×40 cm 크기의 gas chamber 속에 3마리씩의 흰쥐를 넣어 밀폐한 다음 흰쥐의 분당 환기량(72.9 ml/min./head)을 기준으로 하여 확산 펌프로 gas chamber내에 일정 농도의 SO₂를 충만 시키는 동시에 반대편에서는 흡입 펌프로 주입량 만큼 배출시킴으로써 gas chamber내에는 항상 일정 농도가 유지되도록 하였으며 30분마다 SO₂ 검지관(Kitakawa 제, 일본)으로 측정하여 SO₂ 부족량을 계속 보충하여 일정한 농도가 유지되게 하였다. SO₂는 시중에서 판매되는 순도 99.9%의 SO₂(동진무역 종합가스제)를 사용하였다.

SO₂ 농도별, 폭로 시간별로 코안에 미치는 영향을 조직화학적으로 검사하기 위하여 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm 및 200 ppm 농도의 SO₂에 흰쥐를 각각 1시간 폭로군, 3시간 폭로군 및 6시간 폭로군으로 나누어 gas chamber 속에서 폭로시켰다. 대조군은 수컷 흰쥐 3 마리를 SO₂를 주입하지 않은 gas chamber 속에 6시간 동안 처리하여 실험에 사용하였다.

2. 조직학적 구조

대조군과 실험군의 흰쥐를 에테르로 마취시켜

코안은 아래턱을 제거한 머리부위에서 눈, 피부 및 주위 근육조직 제거한 후 중성포르말린에 고정하고 이온교환수지법(ion-exchange resin method, Giddens와 Fairchild, 1972)으로 탈회한 후 앞니유두(incisive papilla) 앞에서 첫째입천장용기(first palate ridge)까지의 부위(level I Uriah와 Maronpot 1990)를 가로절단(transverse section) 하였다. 탈회한 코안을 중성포르말린에 고정하여 수세와 각급 알코올에 탈수과정을 거쳐 paraplast(융점 56°C)에 포매하였으며 포매된 조직을 5~6µm의 두께로 연속 절편을 만든 후 조직학적 구조를 hematoxylin-eosin(H-E)염색과 periodic acid Schiff(PAS)반응법(McManus 1948)으로 염색한 후 관찰하였다.

3. 복합당질의 조직화학

대조군과 실험군의 복합당질을 검색하기 위해 탈파라핀한 코안을 3% methanolic hydrogen peroxide에 실온에서 30분간 처리하고, phosphate buffer saline(PBS, 0.01 M, pH 7.4)용액으로 10분간 3회 세척한 후 비특이성 반응을 없애기 위하여 1% bovine serum albumin(BSA)용액에 실온에서 30분간 두었다가 압지로 부드럽게 용액을 제거한 후 4°C의 습실에서 습도를 유지하면서 9종류의 biotinylated 렉틴(Vector Lab, Burlingame, CA, USA) 중 DBA, SBA, PNA, BSL-1, sWGA 및 UEA-1은 HEPES buffer(10 mM HEPES, pH 7.5, 0.15 M NaCl, 0.1 mM Ca²⁺, 0.04% sodium azide)에, LCA와 Con A는 상기 HEPES buffer에 0.01 mM Mn²⁺이 포함된 용액에, RCA-1은 phosphate buffer(10 mM phosphate buffer, pH 7.5, 0.15 M NaCl, 0.08% sodium azide)에 Table 1과 같은 농도로 희석하여 24시간 반응시켰다. PBS로 세척한 후 ABC kit(avidin-biotin-peroxidase complex, Vector Lab.)시약에 실온에서 60분간 반응시켰으며 PBS로 세척한 후 TB(Tris buffer, 0.05 M, pH 7.6)에 0.02% 3,3'-diaminobenzidine tetrahydrochloride(Sigma)와 0.01% H₂O₂를 혼합한 용액에 실온에서 약 10분간 발색시켰다. TB와 PBS에 각각 10분간 세척한 후 증류수로 세척하여 Mayer's hematoxylin으로 대조 염색한 후 polymount(poly-

Table 1. Lectins used for identifying carbohydrate residues

Lectin	Origin specification	Major sugar (μg/ml)	Common name inhibitor	Concentration	Binding
DBA	Dolichos biflorus	α-N-acetyl-D-galactosamine	Dolichos biflorus agglutinin	10	α-N-acetyl-D-galactosamine
SBA	Glycine max	α/β-N-acetyl-D-galactosamine	Soybean agglutinin	10	α/β-N-acetyl-D-galactosamine
PNA	Arachis hypogaea	galactose-β-1,3-N-acetyl-D-galactosamine	Peanut agglutinin	10	Lactose
BSL-1	Bandeiraea simplicifolia	α-D-galactose	Bandeiraea simplicifolia lectin-1	10	Lactose
RCA-1	Ricinus communis	β-D-galactose	Ricinus communis agglutinin-1	5	Lactose
sWGA	Triticum vulgare	β-N-acetyl-D-glucosamine	Succinylated wheat germ agglutinin	5	β-N-acetyl-D-glucosamine
UEA-1	Ulex europaeus	α-L-fucose	Ulex europaeus agglutinin-1	10	α-L-fucose
LCA	Lensculinaris	α-D-mannose, α-D-glucose	Lens culinaris agglutinin	3	α-D-methyl-mannose
Con A	Canavalia ensiformis	α-D-mannose, α-D-glucose	Concanavalin A	2	α-D-methyl-mannose

science, USA)로 봉입하였다. 렉틴의 반응 정도는 반응이 없는 경우는 0, 혼탁적인 반응은 ±, 약한 반응은 +, 중등도의 반응은 ++, 강한 반응은 ++++, 매우 강한 반응은 +++++로 나누어 표시하였다.

결 과

1. SO₂ 폭로시의 겉모습 소견

SO₂에 폭로된 흰쥐는 SO₂ 폭로 후 즉시 눈과 콧구멍을 앞발로 비볐으며 콧구멍은 콧물로 인하여 습윤하였으며 가만히 있지 않고 계속 움직이며, 심한 호흡곤란과 침울한 증상을 보이다가 폭로 시간이 경과함에 따라 활동을 거의 멈추고 gas chamber의 한쪽 모서리에 집단적으로 모여 코를 배쪽으로 묻고 웅크리고 앉아 약한 호흡만 하였다.

2. 대조군 및 실험군의 조직학적 소견

1) 대조군

코안 호흡점막상피는 거짓층상섬모원주상피(pseudostratified ciliated columnar epithelium)로 되어 있

었으며, 세포의 표면에는 많은 섬모(cilia)가 일정한 크기로 규칙적으로 배열되어 있었다. 점액질을 분비하는 술잔세포(goblet cell)들은 섬모원주세포들 사이에 나타났으며 키가 큰 상피세포와 술잔세포들의 핵은 길쭉한 타원형의 모양을 하고 있었다. 호흡상피의 바닥부위에 있는 바닥세포(basal cell)들의 핵은 타원형 또는 길쭉한 삼각형을 하고 있었다. 점막밑조직에는 점막밑샘이 나타났으며 장액샘파리(serous acinus)들로 되어 있었으며 아래코중격샘의 장액샘파리들은 PAS 양성물질을 가지고 있었으나 위코중격샘의 장액샘파리들에서는 PAS 양성물질이 나타나지 않았다. 아래코중격샘파리들은 핵이 규칙적이며 위코중격샘파리들보다 더 바닥쪽에 놓여 있었다. 상피세포 사이에는 림프구들도 관찰되었다.

2) 실험군

(1) 10 ppm SO₂ 폭로군

상피세포의 섬모소실과 탈락이 1시간 SO₂ 폭로군에서는 약하게 나타났으나 폭로 시간이 길어질수록 심하여졌으며 특히 6시간 SO₂ 폭로군에서는 상피세포 사이의 경계가 불확실하였으며 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서 편평화도 관찰되었다. 술

잔세포의 수가 3시간 SO₂ 폭로군에서 대조군에 비해 많이 증가하였으나 1시간 SO₂ 폭로군은 대조군과 유사하였고 6시간 SO₂ 폭로군에서는 거의 소실되었다. PAS 양성 반응을 나타내는 아래코중격섬파리 수는 1시간 SO₂ 폭로군에서는 대조군에 비하여 감소하였으나 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서 가장 많이 관찰되어 폭로시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으나 이와는 대조적으로 위코중격섬파리 수는 1시간 SO₂ 폭로군에서 가장 많았고 폭로시간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군의 섬파리들은 위축되어 크기는 작아졌으며 일부 섬파리는 파괴되었다. 상피세포의 점액화 현상은 1시간이나 3시간 SO₂ 폭로군에서는 약하게 나타났으며 6시간 SO₂ 폭로군에서는 현저하게 많이 관찰되었다. 상피내에 호중구들이 많이 관찰되었으며, 고유판에서도 림프구들이 많이 관찰되었고 혈관도 심하게 확장되어 있었다.

(2) 25 ppm SO₂ 폭로군

상피세포들의 섬모소실, 탈락 및 공포화는 모든 SO₂ 폭로군에서는 일어났으며 폭로 시간이 길어질수록 그 정도는 심하였고 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 상피의 편평화가 광범위하게 일어나고 세포사이의 경계가 불확실하였다. 술잔세포의 수는 1시간이나 3시간 SO₂ 폭로군에서는 대조군에 비해 감소하였으나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 증가하는 경향을 보였다. 상피세포의 점액화 현상도 모든 SO₂ 폭로군에서 모두 관찰되었는데 1시간 SO₂ 폭로군에서 더 심하게 나타났다. 아래코중격섬파리의 수는 폭로 시간이 길어질수록 증가하여 6시간 SO₂ 폭로군에서 가장 많이 나타났으나 위코중격섬파리 수는 1, 6시간 폭로군에서는 대조군보다 증가하였으나 3시간 SO₂ 폭로군에서는 약간 감소한 경향을 보였다. 그러나 폭로 시간이 길어질수록 섬파리들은 크기가 작아지고 파괴가 심하게 일어났다. 고유판에서는 혈관의 확장과 함께 림프구들이 많이 관찰되었다.

(3) 50 ppm SO₂ 폭로군

SO₂ 폭로군 상피세포들의 변화는 1시간 SO₂ 폭

로군에 비해 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 심하게 일어났는데 상피세포들의 키가 낮아지고 섬모소실, 탈락, 공포화 및 편평화가 심하게 나타났으며 세포 사이의 경계가 불확실하였다. 상피세포의 점액화 현상도 현저하였다. 특히 6시간 SO₂ 폭로군의 상피세포 사이에 호중구들이 많이 관찰되었다. 술잔세포의 수는 대조군에 비해 많이 감소하였고 3시간 SO₂ 폭로군에서 가장 많이 관찰되었으나 점액질이 많이 배출되었으며 1, 6시간 SO₂ 폭로군에서는 수가 현저하게 감소하였고 특히 6시간 SO₂ 폭로군의 상피내에 점액섬이 관찰되었으며 남아있는 상피세포들도 거의 점액화 되었다. 아래코중격섬파리와 위코중격섬파리의 수는 대조군에 비해 1시간 SO₂ 폭로군에서 약간 감소하였으나 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서 오히려 현저히 증가하였으며 섬파리의 형태는 위축되고, 파괴가 심하게 일어났다. 혈관 확장과 림프구의 침윤도 관찰되었다.

(4) 100 ppm SO₂ 폭로군

상피층의 세포들은 1시간 SO₂ 폭로군에서는 대부분 세포들이 파괴, 탈락되어 원주상피세포의 형태는 관찰되지 않았으며 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 상피세포는 거의 편평화되어 있었다. 술잔세포들도 1시간 SO₂ 폭로군에서만 소수가 남아있었으나 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 모두 소실되었고 괴사, 탈락된 상피세포들 사이에서 상피층에는 점액섬이 곳곳에서 관찰되었다. 점막밑샘, 아래코중격섬파리들은 모든 SO₂ 폭로군에서 대조군보다 그 수가 현저히 감소하여 소수만 관찰되었으며 위코중격섬파리는 대부분 소실되었다. 고유층과 확장된 혈관 내에서 림프구와 호중구들이 관찰되었다.

(5) 200 ppm SO₂ 폭로군

상피세포들의 변화는 100 ppm SO₂ 폭로군보다 더 심하게 일어났으며 대부분의 상피들이 편평화되었으며 술잔세포들은 1시간 SO₂ 폭로군에서만 소수 관찰되었으며 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 대부분 소실되었고 그 외의 변화도 100 ppm SO₂ 폭로군에서와 유사하거나 더 심하게 일어났다.

Table 2. DBA and SBA binding pattern to the respiratory mucosa of the rat exposed to SO₂

Stains	Region	CG	Concentration of SO ₂															
			10 ppm			25 ppm			50 ppm			100 ppm			200 ppm			
			Exposed times															
			1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	
DBA	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GC	0>	0>	0>	0>+	0>	0>	0>	0>++	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>
	IEMC	++++	++	++	0>+	++	++	++	++++	+	+	++	±	±	±-+	±	±	±
	SSG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ISG	0>+	0>+	0>	0>++	0>	0>+	0>+	0>+	++	++	++	0>	0>	0>	0>	0>	0>
	DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBA	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GC	0>	0>	0>+	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>
	IEMC	±-+	+	-++	±	±-+	+	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	SSG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ISG	++>	++>	+++	+++	++>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	0>	0>	0>+	0>	0>+	0>
	DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbreviations : CG, Control group; GC, goblet cell; IEMC, intraepithelial mucous cell; SSG, superior septal nasal gland; ISG, inferior septal nasal gland; CL, cilia; CC, ciliated cell; DC, duct cell
 Degrees of staining : +++++, very intense; +++, intense; ++, moderate; +, weak; ±, trace; 0, absent.

3. 대조군 및 실험군의 glycoconjugates에 대한 렉틴의 결합 양상

대조군 및 실험군 코중격 호흡점막의 glycoconjugates에 대한 렉틴의 결합양상은 Table 2-6에서 보는 바와 같다.

1) 대조군

코중격 호흡상피 섬모세포의 섬모는 Con A에는 중등도 반응을, UEA-1 (Fig. 4A)에는 대부분의 섬모가 강한 반응, 일부 섬모는 PNA (Fig. 2A)에 약한 반응 및 RCA-1에는 흔적적 반응을 나타냈었고, 그 외의 렉틴에는 반응성이 없는 것으로 보아 모든 섬모에는 중등량의 α-D-mannose 및 α-D-glucose를, 대부분의 섬모에는 상당량의 α-L-fucose를, 일부 섬모는 소량의 galactose-β-1, 3-N-acetyl-D-galactosamine 또는 미량의 β-D-galactose를 함유하고 있었다. 섬모세포에서는 PNA

(Fig. 2A) 및 Con A에만 흔적적 반응을 나타내는 것으로 보아 미량의 galactose-β-1, 3-N-acetyl-D-galactosamine과 미량의 α-D-mannose와 α-D-glucose를 함유하고 있었다.

술잔세포에서 UEA-1 (Fig. 4A)은 대부분의 세포가 강한 반응을 보였으나 일부 세포들은 약한 반응을 보였고, DBA는 소수의 세포들은 약한 반응 또는 중등도 반응을, SBA (Fig. 1A)에는 흔적적 반응을 나타내는 것과 약한 반응을 나타내는 것이 섞여 있었고 PNA (Fig. 2A) 및 RCA-1에는 일부 세포가 흔적적 반응을 나타내었으나 그 외의 렉틴에는 반응성이 없는 것으로 보아 대부분의 술잔세포는 α-L-fucose를 상당량 또는 일부 세포는 소량 함유하고 있었으며 소수의 세포들은 소량 내지 중등량의 α-N-acetyl-D-galactosamine과, 미량 내지 소량의 α/β-N-acetyl-D-galactosamine을, 미량의 galactose-β-1, 3-N-acetyl-D-galactosamine

Table 3. PNA and BSL-1 binding pattern to the respiratory mucosa of the rat exposed to SO₂

Stains	Region	CG	Concentration of SO ₂																	
			10 ppm			25 ppm			50 ppm			100 ppm			200 ppm					
			Exposed times																	
			1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr	1hr	3hr	6hr			
PNA	CL	0>	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+		
		+	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
	CC	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	GC	0>	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	0>+	
		±	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
	IEMC		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
			++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
	SSG	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
ISG	±>	±>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>	+++>		
	+	+	+++	>+++	+++	+++	+++	+++	>+	>+	>+	>+	++	++	+	±	±	±		
DC	±	±>+	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>	±>		
		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
BSL-1	CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	GC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	IEMC		0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	
			+	+	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
	SSG	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>+	0>+	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	
		±	±	±	±	±	±	++	++	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	ISG	++	++	+++>	+++	+++>	+++>	+++	+++	+++>	+++>	+++>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
		>+	>+	++	>+++	+	+++	>+++	>+	+++	+++	+++	++	++	+	+	+	+	+	
DC	0>	0>	0>	0>	0>	0>+	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>	0>		
	±-+	+	++	±-+	++	++	±	±-+	±-+	±	±	±	±	±	±	±	±	±		

Abbreviations are the same as in the Table 2.

및 β-D-galactose를 함유하고 있었다. 위코중격샘 파리에서 Con A는 흔적적 반응을, PNA (Fig. 2A) 및 BSL-1는 일부 샘파리에서만 흔적적 반응을 나타내었고 그 외의 렉틴에는 반응성이 없는 것으로 보아 대부분의 샘파리는 미량의 α-D-mannose 및 α-D-glucose을, 일부 샘파리에서는 미량의 galactose-β-1, 3-N-acetyl-D-galactosamine 및 α-D-galactose를 함유하고 있었다. 아래코중격샘파리에서는 LCA를 제외한 나머지 렉틴의 반응이 나타내었고 Con A에는 모든 샘파리가 흔적적 반응을, SBA (Fig. 1A)에는 대부분의 샘파리들이 중등도 반응을, 일부 샘파리는 강한 반응을 보였고 PNA에는 대부분 샘파리는 흔적적, 일부 샘파리는 약한 반응을, BSL-1 (Fig. 3A), sWGA 및 UEA-1 (Fig. 4A)에는 대부분의 샘파리는 중등도 반응을, 일부 샘파리는

약한 반응을, DBA 및 RCA-1에는 약한 반응 또는 중등도 반응을 나타내는 샘파리들이 섞여 있는 것으로 보아 모든 샘파리는 미량의 α-D-mannose와 α-D-glucose를 함유하고 있었으나 중등량 또는 상당량의 α/β-N-acetyl-D-galactosamine, 소량 또는 중등량의 α-D-galactose, β-N-acetyl-D-glucosamine 및 α-L-fucose를, 미량 또는 소량의 galactose-β-1, 3-N-acetyl-D-galactosamine, 소량 내지 중등량의 β-N-acetyl-D-glucosamine 및 β-D-galactose를 함유하는 샘파리들이 섞여 있었다. 점액관세포들은 UEA-1 (Fig. 4A)에 대부분 세포들이 중등도 반응을, 일부 세포는 약한 반응을, PNA (Fig. 2A), LCA 및 Con A에는 흔적적 반응을, BSL-1 (Fig. 3A)에는 대부분은 약한 반응, 일부 세포는 흔적적 반응을 나타내는 것으로 보아 점액관세포

4C) 및 Con A는 6시간 SO₂ 폭로군에서 증가하였다. 섬모세포에서 Con A는 대조군에 비해 반응성이 증가하는 경향을 보였다.

술잔세포에서 SBA (Fig. 1B), PNA, 및 UEA-1 (Fig. 4C)의 반응성은 6시간 SO₂ 폭로군에서 감소하는 반면, RCA-1은 증가하였고 그 외 렉틴의 변화는 없었다.

점액화세포에서 SBA (Fig. 1B, 1C), PNA, RCA-1 및 UEA-1 (Fig. 4C)의 반응성은 10 ppm SO₂ 폭로군에 비해 현저히 증가하였다.

위코중격샘파리에서는 BSL-1 및 Con A는 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서 반응성이 증가하였다. 아래코중격샘파리에서 LCA 및 Con A를 제외한 모든 렉틴의 반응성이 증가하는 경향을 보였다.

점액관세포에서는 PNA 및 BSL-1은 6시간 SO₂ 폭로군에서 감소하는 반면 RCA-1은 6시간 SO₂ 폭로군, sWGA는 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서 증가하였고, 그 외의 렉틴에는 10 ppm 폭로군과 유사하였다.

(3) 50 ppm SO₂ 폭로군

섬모세포의 일부 섬모에서 폭로 시간이 길어질수록 PNA 및 UEA-1의 반응성은 감소하는 반면 RCA-1은 증가하는 경향을 보였다. 섬모세포에서 렉틴의 반응성은 25 ppm SO₂ 폭로군과 유사하였다.

술잔세포에서 폭로시간이 길어질수록 DBA 및 PNA는 반응성이 감소되는 경향을 나타내는 반면 RCA-1 및 UEA-1은 증가하는 경향을 보였다.

점액화세포에서 DBA, SBA (Fig. 1D), PNA 및 UEA-1의 반응성이 6시간 SO₂ 폭로군에서 감소되는 반면 RCA-1 및 BSL-1은 증가하는 경향을 나타내었다.

위코중격샘파리에서 BSL-1, Con A의 반응성이 증가하는 경향을 나타내었고, 아래코중격샘파리에서 RCA-1 및 UEA-1의 반응성은 폭로시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으나 PNA 및 BSL-1의 반응성은 감소하는 경향을 보였다.

점액관세포에서 PNA, BSL-1, RCA-1, UEA-1 및 Con A의 반응성은 폭로 시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다.

(4) 100 ppm SO₂ 폭로군

섬모세포의 일부 섬모에서 PNA의 반응성은 폭로 시간이 길어질수록 반응성이 감소하는 경향을 보였으나 섬모세포에서는 렉틴의 변화가 거의 없었다.

술잔세포에서는 DBA, PNA (Fig. 2C), RCA-1, UEA-1 (Fig. 4D) 및 Con A의 반응성은 폭로 시간이 길어질수록 현저히 감소되거나 소실되는 경향을 보였다.

점액화세포에서 SBA, PNA (Fig. 2C), BSL-1 (Fig. 3C 및 3D), RCA-1, sWGA 및 UEA-1의 반응성은 감소하거나 소실되는 경향을 보였다.

위코중격샘파리에서 PNA (Fig. 2C)의 반응성은 6시간 SO₂ 폭로군에서 대부분 샘파리의 반응성이 현저히 감소하였으며 Con A는 1시간 SO₂ 폭로군에 비해 약간 증가하였으나 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군에서는 현저히 감소하였다. 아래코중격샘파리에서 DBA, SBA, PNA, BSL-1, RCA-1, UEA-1 및 Con A는 폭로 시간이 길어질수록 현저히 감소하거나 소실되는 경향을 보였다.

점액관세포에서 PNA, RCA-1, UEA-1 (Fig. 4D), LCA 및 Con A는 폭로 시간이 길어질수록 현저히 감소하는 경향을 보였다.

(5) 200 ppm SO₂ 폭로군

섬모, 섬모세포, 술잔세포, 위코중격샘파리, 아래코중격샘파리 및 점액관세포의 렉틴의 반응성은 대부분 현저히 감소하거나 소실되는 경향을 보였으나 점액화세포의 PNA (Fig. 2D) 반응성은 농도가 높아짐에 따라 증가하다가 3시간 SO₂ 폭로군에서 현저히 증가하였다.

고 찰

SO₂는 주로 석탄이나 석유의 연소 시, 그리고 화학공업의 공정 중에 많이 발생하는 전형적인 자극성 가스로서 대기오염의 주원인이며, 1952년에 발생한 London smog사건을 비롯한 금세기 세계 도처에서 발생했던 대기오염에 의한 상기도 및 허파 질환의 많은 예가 SO₂의 농도와 그 피해의 빈도가

정비례하였다는 것도 역학적으로 실증되고 있다. 특히 광산의 폭발사고나 산업장에서의 안전사고, SO₂의 운반사고, 제련업이나 제지업, 석유정제업, 황화물을 연소시키거나 가공하는 화학공장 등의 실내 작업환경에서는 산업화된 도시의 대기오염에 의해서 폭로될 수 있는 SO₂의 농도보다 훨씬 높은 농도의 SO₂에 폭로 될 수 있으며 이러한 작업장에서 일하는 작업자들의 허파질환 유병률은 주위의 지역에서 일하는 사람들보다 훨씬 높은 것으로 보고되고 있다 (Archer 등 1979, Poukkula와 Huhn 1982, Stjernberg 등 1985). 또한 SO₂는 저농도 (0.1 ppm 이하)에서도 장기간 노출되면 만성기관지염과 폐쇄성 호흡기 질환의 발병률이 증가하고 (Kehol 1932), 또한 SO₂는 호흡계통뿐만 아니라 소화계통에도 자극을 미쳐 각종 감염도 야기하고 (Stockinger 1965) 뇌조직에도 흡수되어 뇌의 기능을 저하시키며 (Balchum 등 1960a, b) 간세포에 영향을 미쳐 당원과립이 급격히 감소된다 (이 송 1987).

대기 중의 SO₂는 코안두에 유입되거나 허파에 유입되면 물에 쉽게 용해되어 sulfurous acid (HSO₃⁻ + H⁺)로 되어 혈액으로 흡수된다. Bisulfite (HSO₃⁻)는 산화되어 sulfate (SO₄²⁻)로 되어 다시 요로 배설된다 (Mehlman 1983, IARC 1992). 또한 만성적인 점액 및 객담의 과분비, 기도의 폐쇄, 기도의 염증을 특징으로 하는 사람의 만성기관지염을 유발하는 모델 물질로 이용된다 (Jamal 등 1984).

코안은 후각기능 외에 하기도로 가는 공기의 습도와 온도를 조절하며 물에 용해되는 가스 및 기체 및 입자의 흡수장소가 되고 흡입되는 이물질들을 제거하는 역할을 한다 (Morgan 등 1995).

정상 흰쥐 코안의 호흡상피는 거짓중층섬모원주상피로 덮여 있으며 섬모세포와 술잔세포 및 바닥세포들이 나타나며 (Kelemen과 Sargent 1946, Katz와 Merzel 1977, Uriah와 Maronpot 1990) 고유층에는 장액샘이 나타난다 (Pastor 등 1992, Bojsen-Møller 1964). 본 연구의 대조군 흰쥐 코안점막도 위의 선행연구들의 결과와 같이 거짓중층섬모원주상피로 되어있었으며 섬모세포, 술잔세포 및 바닥세포들이 관찰되었고 고유층에는 장액샘이 나타나 일치하였다.

SO₂가 동물의 코안에 미치는 연구로 Lamb과 Reid (1968) 및 이종권 (1997)은 흰쥐에, Giddens와 Fairchild (1972), 홍인표와 김무강 (1985) 및 Min 등 (1994)은 생쥐에, Greene 등 (1984) 및 Takenaka 등 (1994)은 개 (beagle dog)에 대한 연구를 하였는데 동물의 종류, SO₂ 농도, 폭로 시간 및 폭로방법은 다르지만 코안에 미치는 형태적인 영향은 대체로 상피세포의 섬모 소실, 탈락 및 괴사 (Lamb과 Reid 1968, Giddens과 Fairchild 1972, Min 등 1994) 그리고 편평화 (홍인표와 김무강 1985)이며 또한 점액층의 비후, 분비물질의 증가 및 술잔세포 수의 일시적인 증가 (Greene 등 1984, 홍인표와 김무강 1985, Takenaka 등 1994) 및 염증성 반응 (Giddens과 Fairchild 1972)이 나타난다.

본 연구에서 코안 호흡상피들은 대조군에 비해 SO₂ 폭로군에서 정도의 차이는 있었지만 저농도에서는 상피세포의 섬모소실, 공포 변성과 탈락이 약하게 일어났으나 고농도에서는 광범위하게 나타났으며 상피의 편평화는 저농도에서는 폭로시간이 길수록, 고농도에서는 모든 SO₂ 폭로군에서 관찰되었으며 술잔세포 및 코중격샘파리 수는 폭로시간에 따라 정도의 차이는 있지만 저농도인 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서는 현저히 증가하는 반면 고농도인 100 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 현저히 감소하거나 대부분 소실되는 경향이 나타났는데 이와 같은 결과 중 호흡상피 세포의 변화는 동물의 종류와 SO₂의 폭로 방법에는 차이가 있었지만 Giddens와 Fairchild (1972), 홍인표와 김무강 (1985) 및 Takenaka 등 (1994)의 연구결과와 일치하거나 유사하였으며 술잔세포와 점막밑샘조직의 변화는 홍인표와 김무강 (1985) 및 Greene 등 (1984)의 연구결과와 거의 일치하였으나 특히 50 ppm 6시간 SO₂ 폭로군과 100 ppm 3시간이나 6시간 SO₂ 폭로군 및 200 ppm 1시간 SO₂ 폭로군의 상피층 내에서는 대조군에서 관찰되지 않던 점액샘이 나타나 위의 보고와 차이가 있었으며 상피세포의 점액화가 더 뚜렷하게 나타난 것이 특이하였다.

Ballenger 등 (1988) 및 Sleight (1981)는 점액섬모의 세정작용에는 점액세포의 점액샘으로부터 분비되는 점액과 섬모세포의 섬모가 필수적이며 점액

층과 섬모 사이에는 수분층인 섬모바깥층(periciliary layer)이 있어 효과적인 섬모의 세정작용을 유지시킨다고 하였으며 효과적인 세정작용이 일어나지 못하면 오염물질 혹은 감염원이 호흡기 점막에 머물게 되어 호흡기 질환을 유발하게 된다고 하였다. 또한 Trump와 Jones (1978) 및 Wanner (1978)는 유해물질이 호흡기 점막에 작용하게 되면 점막 상피세포내의 미세구조의 변화를 초래하게 되며 이들은 가역적인 변화를 거쳐 자극이 계속되면 비가역적 변화를 일으켜 결국 세포의 괴사를 초래하게 되는데 세포막의 손상, 공포의 형성, 섬모복합체(compound cilia)의 형성, 미토콘드리아의 팽창들은 비가역적인 병변을 의미한다고 하였다. 본 연구의 코안점막의 조직학적 구조의 변화는 SO₂ 폭로가 위의 Trump와 Jones (1978) 및 Wanner (1978)의 보고처럼 SO₂가 독성물질로 작용하여 가역적 및 비가역적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Glycoconjugates는 정상적인 세포의 표면, 특히 상피세포의 속공간면 및 상피세포들의 분비물, 용해소체와 골지수조 등에 주로 존재하며 (Spicer, 1992) 세포막의 수용기, 연결고리, 이동분자 및 구조적 뼈대성분이 된다 (Damajanov 1987). 또한 세포에 안정성을 주고 외부 물질을 인식하는데 관여하며 (Bohinski 1983, Alberts 등 1989), 포음세포 작용, 종양형성, 호르몬과 바이러스를 수용하는 수용기 및 특이적 면역반응의 중간매체 (Olden 1982), 성장 (Gahmberg 1973), 수정 (Rosati 1980), 분화 (Kawai 등 1979, Takata와 Hirano 1983), 세포부착능력 (Rauvara 1981), 창상치유 (Yoo 등 1988) 등에 관여한다. 또한 glycoconjugates의 화학적 다양성은 세포의 기능, 조성, 구조, 물리화학적 변성 및 세포인지에 따라 glycoform의 변이성이 심하며 질병과 관련해서 glycoconjugates가 비정상적으로 glycosylate되어 glycoconjugates의 성상이 다르게 나타날 수 있으며 이러한 glycoconjugates의 당 특이성은 렉틴으로 인지 가능하다 (Fischer 등 1984, Damajanov 1987).

흰쥐 코안점막 렉틴의 결합양상을 보면 Pastor 등 (1992)은 흰쥐 호흡점막의 섬모층은 WGA, SBA, PNA 및 Con A와 반응을 하였고 술잔세포는 WGA, PNA, SBA, UEA-1 및 LTA와 반응하며 Con

A에는 반응이 없다고 하였으며 등쪽중격샘은 WGA, DBA, Con A 및 PNA와 반응하나 SBA, UEA-1 및 LTA에는 반응이 나타나지 않았고 배쪽 중격샘은 WGA, DBA, SBA, Con A 및 PNA와 반응하나 UEA-1 및 LTA에는 없다고 하였다. Klaassen 등 (1981)은 흰쥐에서 코안중격샘조직은 PNA, WGA 및 Con A에 반응을 나타낸다고 하였다. 본 연구의 대조군 흰쥐의 코중격 호흡상피에서는 반응의 정도차이는 있었지만 섬모세포의 섬모는 PNA, RCA-1, UEA-1, Con A에 반응을, 섬모세포에서는 PNA 및 Con A가 반응을 나타냈다. 술잔세포에서 DBA, SBA, PNA, RCA-1 및 UEA-1에 반응을 보였으며, 위코중격샘파리에서 PNA, BSL-1 및 Con A가, 아래코중격샘파리에서는 LCA를 제외한 나머지 8종류의 렉틴이 모두 반응을 나타냈다. 점액관세포들은 PNA, BSL-1, UEA-1, LCA 및 Con A에 반응을 보였다. 호흡점막의 섬모의 렉틴 결합양상은 Pastor 등 (1992)의 결과와 거의 일치하였으며 술잔세포에서 SBA, PNA 결합 양상은 정도의 차이는 있었지만 Pastor 등 (1992)의 결과와 유사하였다. 본 연구의 SO₂ 폭로군의 코안중격 점막 상피의 섬모세포의 섬모에서 PNA, RCA-1 및 UEA-1은 SO₂ 농도와 폭로 시간에 따라 정도의 차이가 있지만 10 ppm 및 25 ppm SO₂ 폭로군에서 증가하는 경향을 나타내는 반면 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하였다. 섬모세포에서는 Con A는 반응성이 모든 SO₂ 폭로군에서 증가하였다. 술잔세포에서 DBA, SBA, PNA, RCA-1 및 UEA-1은 SO₂ 농도와 폭로 시간에 따라 정도의 차이가 있지만 50 ppm SO₂ 폭로군에서 많이 증가하였고 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 현저히 감소되거나 소실되었다. 대조군에서 관찰되지 않던 상피세포내 점액화세포에서는 SBA, PNA, BSL-1, UEA-1 및 Con A의 반응성은 SO₂의 농도와 폭로 시간에 따라 약간의 차이가 있지만 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서는 증가하였고 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였다. sWGA의 반응성은 폭로시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 아래코중격샘파리가 위코중격샘파리보다는 대부분의 렉틴의 반응성이 강하게 나타났는데 위

코중격샘파리에서 PNA는 50 ppm 및 100 ppm SO₂ 폭로군에서 반응성이 증가하였으며 sWGA는 대조군에서 나타났던 반응성이 일부 실험군에서는 소실되었으며 Con A의 반응성은 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 반응성이 현저히 증가하였다. 아래 코중격샘파리에서는 LCA를 제외한 모든 렉틴의 반응성이 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 가장 현저하였고 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였다. 점액관세포들에서 PNA 및 RCA-1의 반응성이 대부분의 실험군에서 대조군보다 증가하였고, BSL-1 및 UEA-1은 50 ppm 이하 SO₂ 폭로군에서는 증가하였으나 100 ppm 및 200 ppm SO₂ 폭로군에서는 감소하는 경향을 보였다. Con A의 반응성은 25 ppm 및 50 ppm SO₂ 폭로군에서 반응성이 증가하였다. Glycoconjugates에 미치는 독성물질의 영향을 보면 홍말숙(2000)은 흰쥐 피부에 SO₂를 폭로하였을 때 표피층과 털주머니, 기름샘에서 대조군에 비해 UEA-1, Con A 및 sWGA는 증가하며 SO₂가 glycoconjugates의 당잔기에 영향을 미친다고 하였다. 박성희(1996)는 담배연기 속에 들어 있는 N-nitrosodimethylamine도 흰쥐 샘창자 및 빈창자의 glycoconjugates에 영향을 미치며 부위에 따라 차이는 있지만 암 분화와 밀접한 관계가 있는 PNA가 증가하고 SBA, BSL-1 및 sWGA도 많이 증가한다고 하였으며, 이지은(1998)도 흡연을 시킨 흰쥐의 혀점액샘파리 glycoconjugates의 당잔기에 변화가 나타났는데 DBA 및 WGA는 증가하는 경향을 보였고 UEA-1은 흡연군에서 증가했다가 흡연기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타냈다고 하였으며 흡연이 glycoconjugates의 대사에 심한 영향을 미친다고 하였다. 김혜란(1998)은 담배 연기에 폭로시킨 흰쥐 기관점막상피의 술잔세포와 점액세포의 SBA와 PNA가 증가한다고 보고하였다. Fischer 등(1984)은 위샘암종(gastric adenocarcinoma)에서 분리한 점액질에서 PNA의 반응이 나타났다고 하였으며, Cooper(1982)는 정상적인 사람의 주름창자에서는 PNA의 반응성이 없었으나 주름창자와 곧창자의 샘종(adenomas)과 암종(carcinomas)에서는 PNA의 반응이 나타나며 증가한다고 하였다. Barresi 등(1988)은 소아

지방병증의 어린이 샘창자, 빈창자에서 정상군에 비해 창자염증후증후군(postenteritis syndrome)에서 줄무늬가장자리의 WGA, 술잔세포에서 SBA와 DBA가 증가하며 전용모위축시(subtotal villous atrophy)에도 술가장자리의 WGA와 DBA가, 술잔세포의 PNA, WGA와 DBA가 증가하고 부분용모위축(partial villous atrophy)시에도 술가장자리에서 WGA, SBA 및 PNA가 증가한다고 하였다. 본 연구의 결과 SO₂가스도 코안 점막의 glycoconjugates에 영향을 미침을 알 수 있었으며 비록 독성물질의 종류와 작용하는 기관은 달라도 Cooper(1982), Fischer 등(1984), 박성희(1996), 김혜란(1998), 이지은(1998), 홍말숙(2000)의 결과와 마찬가지로 코안점막의 렉틴 결합양상의 변화를 일으켰으며 이러한 변화는 독성물질의 폭로에 따라 세포의 활성도 및 기능소실에 의한 세포막에서의 변화에 의해 렉틴 결합에 차이가 나타난 것으로 사료된다.

위의 결과로 보아 SO₂는 코안에 심대한 병리조직학적 변화뿐만 아니라 glycoconjugates대사에 심대한 영향을 미쳐 심한 병변을 야기시킬 수 있었다. 전반적으로 SO₂의 호흡기 영향은 고농도로 갈수록 심한 영향을 미쳤으며 저농도에서도 폭로시간이 길어짐에 따라 나타나는 SO₂의 영향이 고농도와 유사한 경향을 나타내며 또한 모든 SO₂의 농도를 비교해보면 폭로 시간이 길어질수록 그 영향이 더 심하게 나타났다.

참 고 문 헌

- 김혜란 : 흡연이 흰쥐 기관상피와 기관선의 Glycoconjugates에 미치는 영향에 대한 조직화학적 연구. 부산대학교 대학원 석사학위 논문, 1998.
- 오일준, 이정권, 윤주현, 박인용 : ABO 혈액형에 따른 비점막 선조직의 Lectin 조직화학적 연구. 한이인지 35(3) : 387-393, 1992.
- 이 송 : 급성아황산가스 중독이 흰쥐 간의 당원함량에 미치는 영향에 관한 형태계측학적 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문, 1987.
- 이정권, 박한규, 윤주현, 박인용, 정영석 : 개 후각점막에서 Lectin 반응성에 관한 연구. 한이인지 34 : 718-731,

- 1991.
- 이종권 : 랫드 코안병변을 지표로한 흡입독성평가에 대한 연구. 서울대학교 수의학 박사학위논문 1997.
- 이지은 : 흡연이 흰쥐 설타액선의 glycoconjugates에 미치는 영향에 관한 조직화학적 연구. 부산대학교 대학원 석사학위논문. 1998.
- 추광철 : 급성 아황산가스 폭로가 백서의 기도에 미치는 병리조직학적 병변에 대한 실험적 연구. 한이인지 17 : 13-27, 1974.
- 홍말숙, 정권순, 조운복 : SO₂가 흰쥐 피부의 glycoconjugates에 미치는 영향에 관한 조직화학. 대한체질인류학회지 13(1) : 99-117, 2000.
- 홍인표, 김무강 : 아황산가스에 폭로된 생쥐 기도상피의 조직학적 관찰. 충남의대잡지 12(1) : 10-19, 1985.
- 홍성수 : Guinea pig 성장에 따른 비점막의 lectin 반응성. 연세대학교 의학과 박사학위논문, 1983.
- 환경부, 환경백서 1997.
- Alberts BD, Bray D, Lewis J : Molecular biology of the cell. 3rd Ed, Garland, New York, pp, 300, 1989.
- Archer BE, Fulmer CD, Castle CH: Sulfur dioxide exposure in a smelter III. Acute effects and sputum cytology. J Occup Med 21 : 359-364, 1979.
- Balchum OJ, Dybicki J, Meneely GR: Absorption and distribution of ³⁵SO₂ inhaled through the nose and mouth by dogs. Am J Physiol 197 : 1317-1321 (Dec), 1959a.
- Balchum OJ, Dybicki Meneely GR : Measurement of pulmonary resistance and compliance with concurrent tissue radioactive sulfur distribution in dogs inhaling a labeled air pollutant ; sulfur dioxide. Fed Proc 18 : 6-11, 1959b.
- Balchum OJ, Dybicki J, Meneely GR : The dynamics of sulfur dioxide inhalation (Absorption, Distribution and Retention). Arch Industr Health 21 : 564-569, 1960a.
- Balchum OJ, Dybicki J, Meneely GR : Pulmonary resistance and compliance with concurrent radioactive sulfur dioxide distribution in dogs breathing ³⁵SO₂. J Appl Physiol 15 : 62-66, 1960b.
- Ballenger JJ : Acquired ultrastructural alterations of respiratory and clinical disease. Ann Otol Rhinol Laryngol 97 : 253-258, 1988.
- Barresi GG, Tuccari A, Magazzu G : Lectin binding sites in duodeno-jejunal mucosae from coeliac children. Histochemistry 88 : 105-112, 1988.
- Bell CM, Skerrow CJ : Factors affecting the binding of lectins to normal human skin. Brit J Dermatol 3 : 517-526, 1984.
- Bendow EW, Stoddart RW, Lofthouse AK : Lectin histochemistry of bronchial seromucinous glands, In Lectins : Chemistry, Biochemistry, Clinical biochemistry (edited by Bog hansen TC, Freed DL) 6 : 683-686, 1988.
- Bohinski RC : Modern concepts in biochemistry, 4th Ed. Boston, Allyn and Bacon. pp. 217-236, 1983.
- Bojsen-Møller F : Topography of the nasal glands in rats and some other mammals. Anat Rec 150: 11-24, 1964.
- Bullock GR, Petrusz P : Techniques immunocytochemistry. Academic press, London, 2 : 43-44, 1983.
- Cooper HS: Peanut lectin-binding sites in large bowel carcinoma. Lab Inv 47 : 383-390, 1982.
- Damajanov I : Lectin cytochemistry and histochemistry. Lab Invest 57 : 5-20, 1987.
- Debray H, Decout D, Strecker G : Specificity of twelve lectins towards oligosaccharides and glucopeptides related to N-glycosyl proteins. Eur J Biochem 117 : 41-55, 1981.
- Fischer J, Klein PJ, Vierbuchen M, Skutta B, Uhlenbruck G, Fischer R : Characterization of glycoconjugates of human gastrointestinal mucosa by lectin. I. Histochemical distribution of lectin binding sites in normal alimentary tracts as well as benign and malignant gastric neoplasm. J Histochem Cytochem 32 : 681-689, 1984.
- Frank NR : Studies on the effect of acute exposure to sulfur dioxide in human subjects. Proc Roy Soc Med 57 : 1029-1033, 1962.
- Frank NR, Amdur MO, Worcester J, Whittenberger, JL : Effects of acute controlled exposure to SO₂ on respiratory mechanics in healthy male adults. J Appl Physiol 17 : 252-258, 1962.
- Frank NR, Amdur MO, Whittenberger JL : A Comparison of the acute effects of SO₂ administered alone or in combination with NaCl particles on the respiratory mechanics of healthy adults. Int J Air Water Pollution 8 : 125-133, 1964.
- Frank NR, Speizer FE : SO₂ effects on the respiratory system in dogs. Arch Environ Health 11 : 624-634, 1965.
- Frank NR, Yoder RE, Brain JD, Yokoyama E : SO₂ (³⁵S labeled) absorption by the nose and mouth under conditions of varying concentrations and flow. Arch Environ Health 18 : 315-322, 1969.
- Gahmberg CG, Hakomori S : Altered growth behavior of malignant cells associated with changes in externally labeled glycoprotein and glycolipid. Pro Nat Acad Sci 70 : 329-

- 333, 1973.
- Giddens WE, Fairchild GA : Effects of sulfur dioxide on the nasal mucosa of mice. *Arch Environ Health* 25 : 166-173, 1972.
- Greene SA, Wolff RK, Hahn RF, Henderson RF, Mauderly JL, Lundgren DL : Sulfur dioxide-induced chronic bronchitis in beagle dog. *J Toxicol Environ Health* 13 : 945-958, 1984.
- IARC: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans—occupational exposures to mists and vapors from strong inorganic acids and other industrial chemicals. 54 : 131-188, 1992.
- Jamal K, Coony TP, Fleetham JA, Thurlbeck WM : Chronic Bronchitis correlation of morphological findings to sputum production and flow rates. *Am Rev Respir Dis* 129 : 719-722, 1984.
- Katz S, Merzel J : Distribution of epithelia and glands of the nasal septum mucosa in the rat. *Acta anat* 99 : 58-66, 1977.
- Kawai N, Nishiyama F, Hirano H : Changes of lectin-binding sites on the embryo muscle cell of surface in the developing ascidian. *Halocynthia aurantium*, *Exp Cell Res* 122 : 293-304, 1979.
- Kelemen G, Sargent F : Nonexperimental pathologic nasal findings in laboratory rats. *Archs Otolaryngol* 44 : 24-42, 1946.
- Kehol RA : On the effects of prolonged exposure to SO₂. *J Ind Hygiene* 14 : 159, 1932.
- Kenneth E. Maxwell : Environment of life. Dickenson publishing Co, 1973.
- Klaassen ABM, Kuijpers W, Denuce J : Morphology and histochemical aspects of the nasal glands in the rat. *Anat Anz (Gena)* 149 : 51-63, 1981.
- Lamb D, Reid L : Mitotic rates, goblet cell increase and histochemical changes in mucus in rat bronchial epithelium during exposure to sulphur dioxide. *J Path Bact* 96 : 97-111, 1968.
- Lamblin G, Lhermitte M, Aronld B : Oligosaccharides of human bronchial glycoproteins. *J Biol Chem* 255 : 4595-4598, 1980.
- Leatham AJC, Atkins NJ : Lectin binding to paraffin sections. *Immunocytochemistry* 2 : 40-70, 1986.
- Leong KJ, MacFarland HN, Sellers EA : Acute sulfur dioxide toxicity. *Arch Environ Health* 3 : 668-674, 1961.
- Lis H, Sharon N : Lectin as moleculars and as tools. *Ann Rev Biochem* 55: 35-67, 1986.
- Lundh B, Brockstedt U, Kristensson K : Lectin binding pattern of neuroepithelial and respiratory epithelial cells in the mouse nasal cavity. *Histochem J* 21 : 33-43, 1989.
- Mehlman MA : Current toxicological information as the basis for sulfur dioxide standards. *Environ Health Perspectives* 52 : 261-266, 1983.
- Menzel DB, Admur MO : Toxic responses of the respiratory system. In Casarett and Doull's Toxicology, 3rd ed, Macmillan publishing Co, New York, pp. 330-358, 1986.
- Min YG, Rhee CS, Choo MJ, Song HK, Hong SC : Histo-pathologic changes in the olfactory epithelium in mice after exposure to sulfur dioxide. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 114 : 447-452, 1994.
- Morgan KT, Gross EA, Joyner D, Merry S : Mapping of lesions in the nose provides insight into mechanism of action of nasal toxicants. *CIIT activities* 15(4) : 1-12, 1995.
- Mygind N, Viner AS, Jackman N : Histology of nasal mucosa in normals and in patients with perennial rhinitis. *Rhinology* 12 : 131-136, 1974.
- Olden K, Parent JB, White SL : Carbohydrate moieties of glycoproteins, A re-evaluation of their function. *Biol Biophys Acta* 650 : 209-232, 1982.
- Pastor LM, Frutos MJ, Grana L, Ramos D, Galleogo-Huidobro, Calvo A : Histochemical study of glycoconjugates in the nasal mucosa of the rat and guinea pig. *Histochem J* 24 : 727-736, 1992.
- Poukkula A, Huhn E : Chronic respiratory disease among workers in a pulp mill : a ten year follow-up. *Chest* 81(3) : 285-289, 1982.
- Rauvara H, Carter WG, Hakomori S : Studies on cell adhesion and recognition, I. Extent and specificity of cell adhesion triggered by carbohydrate reactive proteins (glycosidase and lectins) and by fibronectin. *J Cell Biol* 88 : 127-137, 1981.
- Rosati F, Santis RD : Role of the surface carbohydrate in sperm-egg interaction in *Ciona intestinalis*. *Nature* 283 : 762-764, 1980.
- Scheehan DC, Hrapchak BB : Theory and practice of Histo-technology, 2nd Ed. Toronto, Mosby. pp. 158, 1980.
- Sharon N, Lis H : Lectins : Cell-agglutinating and sugar-specific proteins. *Science* 177 : 949-958, 1972.
- Sleigh MA : Ciliary function in mucous transport. *Clin Chest*

- Med 2 : 273-281, 1981.
- Spicer SS, Schulte BA : Diversity of cell glycoconjugates shown histochemically : A perspective. J Histochem Cytochem 40 : 1-38, 1992.
- Stillmark H, Uber Rizin, ein Fiftiges fermentatus dem samen van Ricinus Communis I und einign anderen Euphorbia ceen Inaug, *Dis, Dorpart*, 1888, cited from Sharon N, Lis H. Lectin : Cell agglutinating and sugar specific proteins. Science 177 : 949-959, 1972.
- Stjernberg N, Eklund A, Nystrom L : Prevalence of bronchial asthma and chronic bronchitis on a community in Northern Sweden; Relation to environmental and occupational exposure to sulphur dioxide. Eur J Respir Dis 67(1) : 41-49, 1985.
- Stockinger HE : Respiration. edited by Fenn WO, Rahn H, American .Physiological Society. Washington, D.C. 2 : 1067, 1965.
- Strandberg LG : SO₂ absorption in the respiratory tract. Studies on the absorpton in rabbit, its dependence on concentraton and breathing spac. Arch Environ Health 9 : 160-166, 1964.
- Takata K, Hirano H : Changes in soybean agglutinin (SBA) and peanut agglutinin (PNA) binding pattern in the epidermis of the developing chick embryo. Dev Growth Differ 25 : 299-305, 1983.
- Takenaka S, Furst G, Heilmann P, Heini A, Heinzeman U, Karg E, Murray AE, Ruprecht L, Heyder J : Morphologic effects of a sulfur (IV) aerosol on the nasal cavity of beagle dogs. Toxicol Lett 72 : 142-150, 1994.
- Thaete LG, Spicer SS, Spock A : Histology, ultrastructure, and carbohydrate cytochemistry of surface and glandular epithelium of human nasal mucosa. Am J Anat 162 : 243-263, 1981.
- Toppozada HH, Gaafar HA : Electron microscopy of the human nasal mixed glands. J Laryngol Otol 87 : 639-645, 1973.
- Trump BF, Jone RT : Diagnostic electron microscopy. New York, John WS, 1 : 1-88, 1978.
- Uriah LC, Maronpot RR : Normal histology of the nasal cavity and application of special techniques. Environ Health Perspectives 85 : 187-208. 1990.
- Wanner A : Clinical aspects of mucociliary transport. Am Rev Resp Dis, 116 : 73-125, 1978.
- Yoo JSH, Guengerich FP, Yang CS : Metabolism and activation of N-nitrosodiakylamines by human liver microsomes. Cancer Res 15 : 1499-1504, 1988.

Legends for Figures

Fig. 1. SBA binding pattern of the rat respiratory mucosa of the control and SO₂ exposed groups. ×400.

In the control group (1A), a few of goblet cells was weak to trace brown and inferior septal nasal gland was moderate or intense brown with SBA. In exposing for 1 hour to 25 ppm (1B) 6 hours to 25 ppm (1C) and 1 hour to 50 ppm (1D) SO₂ exposed groups the intensity reaction of intraepithelial mucous cells was increased according to concentrations of SO₂ was higher and exposure times was longer.

Fig. 2. PNA binding pattern to the rat respiratory mucosa of the control and SO₂ exposed groups. ×400.

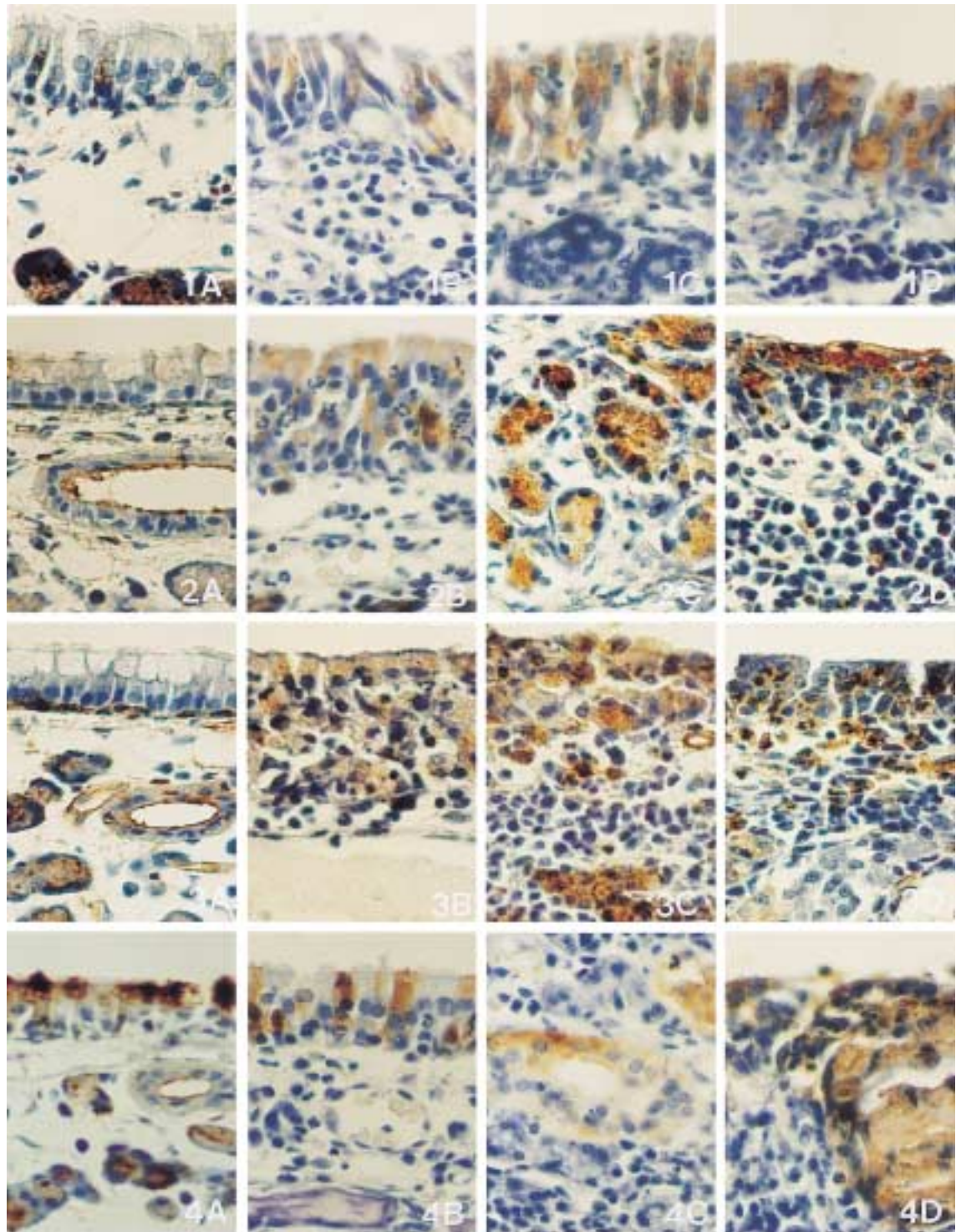
In the control group (2A), a few of goblet cells were trace and inferior septal nasal gland was trace and weak and brown with PNA. In 6 hours to 10 ppm (2B) PNA binding site of inferior septal nasal gland was remarkably increased than control group while those of 3 hours to 100 ppm SO₂ exposed group (2C) was remarkably decreased. The staining intensity of intraepithelial mucous cells in 6 hours to 10 ppm and 3 hours to 200 ppm (2D) SO₂ exposed groups, it was increased according to concentrations of SO₂ was higher and exposure times was longer.

Fig. 3. BSL-1 binding pattern to the rat respiratory mucosa of the control and SO₂ exposed groups. ×400.

In the control group (3A), goblet cells were fail to reaction with BSL-1, while superior septal nasal gland was trace and weak and ISA were moderate and weak brown and doct cells were trace and weak brown with BSL-1. In 3 hours to 100 ppm (3C) and 6 hours to 100 ppm (3D) SO₂ exposed groups, the staining intensity of inferior septal nasal gland was tend to decreased according to exposing time and intraepithelial mucous cells were appeared and increased in the 6 hours to 10 ppm (3B) and 6 hours to 100 ppm (3D) SO₂ exposed groups.

Fig. 4. UEA-1 binding pattern to the rat respiratory mucosa of the control and SO₂ exposed groups. ×400.

In the control group (4A), cilia were intense, goblet cells were intense or weak brown, ISA were weak and trace brown and, doct cells were weak and trace brown with UEA-1. In 6 hours to 10 ppm SO₂ exposed group (4B), the stainability of goblet cells was decreased but which of doct cells were increased than those of control group, 6 hours to 25 ppm SO₂ exposed group (4C), the stainability of doct cells were increased compared with control group. In 1 hour to 100 ppm SO₂ exposed group (4D), intraepithelial mucous glands was intense brown with UEA-1.



Abstract

SO₂ Effects on Glycoconjugates of the Respiratory Mucosa in Rat Nasal Cavity

Kwun-Soon Jung, Mal-Sook Hong, Gil-Nam Jung, Gi-Jin Jo, Un-Bock Jo

Department of Biology education, Pusan National University, Pusan, Korea

The experiments of this study was performed to investigate the effects of sulfur dioxide on the changes of glycoconjugates of respiratory system of the rat. Sprague-Dawley male rats weighing about 200~250g were divided into a control group and SO₂ exposed groups. Again SO₂ exposed groups were divided into 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm and 200 ppm subgroups according to concentrations of SO₂ and each SO₂ exposed groups were divided into 1, 3 and 6 hours groups. For the histological changes, H-E(hematoxylin-eosin) and PAS(periodic acid Schiff) staining were used and to investigate the change of sugar residues of glycoconjugates, biotinylated lectins(DBA, SBA, PNA, BSL-1, sWGA, UEA-1, LCA and Con A) were applied.

Generally, the effects of SO₂ on the rat nasal respiratory region were more serious at the high concentrations. Moreover, as the exposed time was longer even at the low concentrations, the effects of SO₂ were similar to those of high concentration. Compared with all SO₂ concentrations, the longer exposed time was, the more serious the effects of SO₂ were. In the SO₂ exposed groups the binding of PNA, RCA-1 and UEA-1 of cilia in the nasal septal respiratory epithelium tended to increase in the 10 ppm and 25 ppm SO₂ exposed groups but it tended to decrease in the 100 ppm and 200 ppm SO₂ exposed groups. In the cytoplasm of columnar cells of nasal septal respiratory epithelium, Con A binding increased in all the SO₂ exposed groups. In the goblet cells DBA, SBA, PNA, RCA-1 and UEA-1 binding increased remarkably in the 50 ppm SO₂ exposed groups but it decreased largely or disappeared in the 100 ppm and 200 ppm SO₂ exposed groups. The binding of SBA, PNA, BSL-1, UEA-1 and Con A in the intraepithelial mucous cells which were not detected in the control group, increased in the 25 ppm and 50 ppm SO₂ exposed groups while it tended to decrease in the 100 ppm and 200 ppm SO₂ exposed groups. The binding of sWGA increased according to the concentrations of SO₂ were higher and exposed times were longer. In the superior nasal septal gland, the binding of PNA increased in the 50 ppm and 100 ppm SO₂ exposed groups and that of Con A increased in the 25 ppm and 50 ppm SO₂ exposed groups. In the inferior nasal septal gland, except for LCA, the binding of the other lectins increased remarkably in the 25 ppm and 50 ppm SO₂ exposed groups but it tended to decrease in the 100 ppm and 200 ppm SO₂ groups. In the mucous duct cells, the reaction of PNA and RCA-1 increased compared with that of the control group. And the reaction of BSL-1 and UEA-1 increased in the lower concentrations of 50 ppm SO₂ exposed group but it decreased in the 100 ppm and 200 ppm SO₂ exposed groups. The binding of Con A increased in the 25 ppm and 50 ppm SO₂ exposed groups.

Consequently, from the results above mentioned that SO₂ affected serious changes on glycoconjugates metabolism in the nasal cavity.

Key words : SO₂, Glycoconjugates, Nasal mucosa, Rat