

담배잎 수확 및 가공 과정에서 공기 중 니코틴농도

박성준 · 김종석 · 김직수¹ · 이관[†] · 임현술

동국대학교 의과대학 예방의학교실, 진보엽연초생산협동조합¹

Airborne Nicotine Concentrations in Harvesting and the Processing of Tobacco Leaves

Sung-Jun Park · Jong-Seuk Kim · Jik-Su Kim¹ · Kwan Lee[†] · Hyun-Sul Lim

*Department of Preventive Medicine, Dongguk University College of Medicine,
Jinbo Tobacco Growers Cooperative Association¹*

Green tobacco sickness (GTS) is known as an occupational disease among tobacco harvesters, and a form of acute nicotine intoxication by the absorption of nicotine through the skin from the wet green tobacco plant. On the assumption that GTS may occur by inhalation as well as absorption of nicotine, we measured the airborne nicotine concentration in tobacco field and the processing room of tobacco leaves.

We measured the airborne nicotine concentrations in the tobacco field and processing room between 13 and 30 July 2008. All sampling and analyses of airborne nicotine were conducted according to the manual of analytic methods of NIOSH 2551, and we sampled 2 times at 11 points in the tobacco field by area sampling. The sampling in the processing room of tobacco leaves was conducted at 3 points, and early-morning dew was collected from the tobacco by wringing the moisture into specimen bottles.

The airborne nicotine concentration [geometric mean

(geometric standard deviation)] in the tobacco field in the P.M. was higher [49.2 mg/m³ (1.3)] than the A.M. concentration [43.4 mg/m³ (1.4)]. Similarly, the nicotine concentration in the processing room of tobacco leaves was 224.4 mg/m³ (1.2), and the concentration of nicotine in the dew was 64.7 mg/l (1.7). Based on our results, the airborne nicotine concentration in the tobacco field and the processing room of tobacco leaves were 100 and 400 times higher than the occupational recommended values (TLV-TWA of 0.5 mg/m³), respectively.

In the future, it is hoped that epidemiologic studies and environmental measurements will be conducted for GTS which occurs by inhalation of nicotine. If GTS is confirmed to occur by inhalation of nicotine, respiratory and dermal protective equipment must be distributed.

Key Words: Green tobacco sickness, Inhalation, Nicotine, Poisoning

I. 서론

담배잎농부병(green tobacco sickness, GTS)은 담배잎을 다루면서 니코틴이 피부를 통하여 흡수되어 생기는 급성 니코틴 중독이며(Boylan et al., 1993), 젖은 담배잎의 니코틴이 흡수되

어 생기는 직업성 질환이라고 할 수 있다(Ghosh et al., 1979). 땀이나 비 등으로 의복이나 담배잎이 젖은 상황에서 주로 발생하며, 주 증상은 어지러움, 구역, 구토이고, 심지어 경련을 일으킨 사례 보고도 있다(Ghosh et al., 1979; Ballard et al., 1995).

우리나라의 담배 재배 농가는 2009년 7,100여 가구로 경작

접수일: 2009년 11월 9일, 채택일: 2010년 3월 15일

[†] 교신저자: 이관(경주시 석장동 707번지 동국대학교 의과대학 예방의학교실,

Tel: 054-770-2436(017-274-0007), Fax: 054-770-2438, E-mail: kwaniya@dongguk.ac.kr)

이 논문은 2008년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2008-E00078)

면적은 약 7,000 ha에 약 17,000,000 kg이다. 가구당 2~3명이 함께 농사를 짓는 우리나라의 농촌 실정을 고려할 때 담배와 관련된 사람은 20,000명 이상으로 추산할 수 있다(엽연초생산협동조합중앙회, 2009). 이와 같이 우리나라에서도 담배를 재배하는 농부들이 많이 있어 니코틴 노출에 의한 담뱃잎농부병의 광범위한 발생이 충분히 의심되지만 노출실태에 관한 연구가 아직까지는 활발히 이루어지지 않고 있다. 우리나라에서는 임현술과 이관(2001)이 처음으로 담뱃잎농부병 사례를 보고한 바 있으며, 이후 국내 담뱃잎농부병 유병률, 발생률, 위험 요인 및 예방 방법에 대한 연구를 진행하여 왔다(임현술과 이관, 2002; 이관 등, 2004; 이주섭 등, 2004; 임현술 등, 2004; 이관과 임현술, 2005). 특히 장준혁 등의 연구(2003)에서는 호흡기를 통한 니코틴 노출 가능성을 보고한 바 있으나, 공기 중 니코틴 농도 측정을 하지 않았다.

이러한 국내외 연구들(Ghosh et al., 1991; NIOSH, 1992; D'Alessandro et al., 2001; Arcury et al., 2003; Onuki et al., 2003; Doctor et al., 2004; 최인자 et al., 2008)은 피부 흡수에 의해 발생한 담뱃잎농부병에 관한 연구였으며, 어떤 연구에서도 담배밭 또는 건조 후 정리 작업장 등의 작업환경에서의 공기 중 호흡기 노출에 대한 연구는 전 세계적으로 보고되지 않았다. 따라서 저자들은 담뱃잎을 재배하고, 정리하는 작업환경에서 공기 중 니코틴 농도를 측정하고자 하였으며, 이를 통하여 담뱃잎농부병 발생 경로를 파악하는데 기초자료로 이용하고, 이 질병을 예방하고자 연구를 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

경북 청송군에 위치한 담뱃잎 재배 농가를 대상으로 실시하였으며, 2008년 7월13일에는 담배밭의 공기와 이슬 중에서 니코틴을 측정하였으며, 7월 17일에는 건조 후 정리 작업장에서 같은 측정을 실시하였다.

2. 연구방법

1) 시료의 채취

공기 중 니코틴의 채취는 미국 NIOSH의 공정시험법 2551(1998)에 따라 XAD-4흡착관(80/40 mg, 226-93, SKC)을 개인시료채취기(Gilian, USA)에 연결하여 1 l/min의 유량으로 시료를 채취하였다. 개인시료채취기는 측정 전·후 유량보정계(Gilian, USA)를 이용하여 보정하였다. 시간대별 니코틴측정은 담배 밭 11개 지점에서 2회(06~12시, 12시~18시)에 걸쳐 지역 시료채취를 실시하였으며, 건조 후 정리 작업장의 경우 3개 지점에서 120분간 1회 측정을 실시하였으며, 이른 새벽 각각 다른 담뱃잎에서 이슬을 10 ml씩 2개의 샘플을 코니칼 튜브에 채취하였다. 채취된 시료는 빛에 노출되지 않게 호일로 싸서 냉장보관 하였다. 시료 채취 시 온도, 습도, 풍속은 오전 6시, 9시, 12시, 오후 3시에 각각 측정하였으며, 측정 장비

Table 1. Temperature, humidity, wind velocity in tobacco field

Conditions	06:00	9:00	12:00	15:00
Temperature (°C)	23.8	28.5	32	37.1
Humidity (%)	76.3	75.0	61.0	46.0
Wind Velocity (m/s)	0.2	0.1	0.2	0.2

Table 2. The operating conditions of gas chromatography

Descriptions	Conditions
Instrument	HP 5890 II series
Detector	Nitrogen Phosphorus Detector
Column	Rtx-5® Capillary column(30 m, x 0.32-mm ID, 1.0-μm film)
Temperature	Injection 200°C Detector 300°C Column 60°C hold at 2min to 200°C(5°C/min) ; hold at 200°C for 1 min
Carrier gas flow rate	He, 1 ml/min
Injection volume	1 μl
Split ratio	4:1

는 온도, 습도, 풍속을 함께 측정할 수 있는 VelociCALC Plus (TSI?, USA) 열선풍속계를 사용하였다. 담배 밭의 온도(°C), 습도(%), 풍속(m/s)의 변화는 Table 1과 같다.

2) 분석방법

니코틴의 분석은 미국 NIOSH의 공정시험법 2551에 따라 가스크로마토그래피(GC-NPD)를 이용하였으며, 흡착관을 1.8 ml 바이알에 앞층과 뒷층을 각각 분리하여 넣고 탈착용매(modified ethyl acetate)를 1 ml 가한 후 내부표준물질(quinoline)을 10 µl를 가하여, ultrasonic bath에서 30분간 탈착 후 시료 1 µl를 GC에 주입하여 분석을 시행하였다. 이슬의 분석은 마개달린 시험관에 이슬 3.0 ml를 넣고, modified ethyl acetate 2 ml를 가한 후 마개를 닫고 혼합한 후 3000rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액 1 ml을 취한 다음 시료 1 µl를 GC에 주입하여 분석을 시행하였다. 니코틴의 탈착용매로는 Triethylamine을 포함한 Ethyl Acetate를 이용하였으며, 내부표준물질은 quinoline을 이용하였다. 니코틴 분석에서 회기방정식은 $Y=10.67502X - 12.0759$ 이고 상관계수(R)는 0.99965 이었다. 탈착효율은 공기 중 니코틴을 채취 할 때 사용했던 XAD-4흡착관(80/40 mg, 226-93, SKC)을 사용하여 니코틴을 5, 10, 20, 50, 100 µg/ml의 농도범위에서 니코틴을 첨가하여 검정하였으며, 탈착효율은 평균값은 89.75%였다. 검출한계는 $3.3 \times SD$ 를 적용하여 0.1061 µg/ml 이었다. GC의 분석조건은 Table 2와 같다.

III. 연구결과

1. 담배 밭에서의 니코틴 측정결과

담배밭에서의 니코틴농도는 기하평균(기하표준편차)으로 46.2 mg/m³ (1.4) 이었으며, 시간대별로는 오전 43.4 mg/m³ (1.4), 오후 49.2 mg/m³ (1.3)로 측정되었다. 니코틴 농도의 범위는 오전 24.5-67.4 mg/m³, 오후 33.0-91.6 mg/m³으로 오후의 농도가 오전보다 높았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 3).

2. 건조 후 정리 작업장 및 이슬에서의 니코틴 측정결과

담배 건조 후 정리 작업장의 3개 지점에서 측정한 니코틴 농도는 1지점 158.2 mg/m³, 2지점 123.8 mg/m³, 3지점 577.3 mg/m³이었고, 3개 지점의 기하평균(기하표준편차) 농도는 224.4 (1.2) mg/m³이었다(Figure 1). 이른 새벽 2개의 담뱃잎에서 채취한 이슬에서의 니코틴 농도는 각각 72.1 mg/l, 58.0 mg/l 이었다.

IV. 고찰

우리나라는 1618년 조선시대 광해군 때 일본으로부터 담배가 전파되어 현재까지 약 400여년 가까이 담배를 재배하고 있다(전매청, 1980). 우리나라의 담배 재배 농가는 2003년 25,000여 가구 50,000여명에서 2009년 7,100여 가구 20,000여명으로 가파른 감소를 보이고 있으나 아직까지 그 수는 광범위하게 분포하고 있다(엽연초생산협동조합중앙회, 2009).

담뱃잎농부병은 담뱃잎을 수확하는 6월말에서 8월말까지 빈번하게 발생한다. 원인물질인 니코틴은 담뱃잎에 1~6%의 농도로 존재하는 액상 알칼로이드로 호흡, 심박동수, 혈압 증가를 초래한다. 독성 농도는 실험적으로 0.6 mg이며, 치명적인 농도는 50~60 mg, 허용농도로 8시간 시간가중평균치는 0.5 mg/m³이다(Ellenhorn et al., 1997; ACGIH, 2008). 담뱃잎농부병의 주증상인 두통, 어지러움, 구토 및 오심 등은 니코틴이

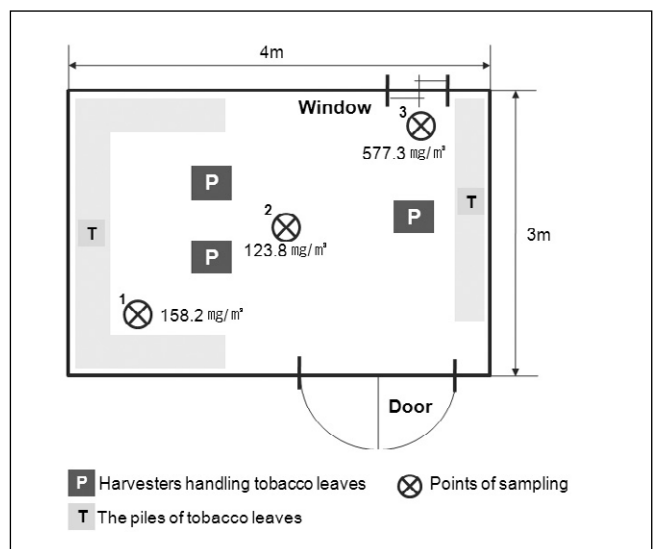


Figure 1. The cross-sectional diagram of processing room of tobacco leaves.

Table 3. The airborne nicotine concentrations in tobacco field

Nicotine concentrations	06:00~12:00 A.M. (N=11)	12:00~18:00 P.M. (N=11)
GM mg/m ³ (GSD)	43.4 (1.4)	49.2 (1.3)
Range (min. - max.) mg/m ³	24.5-67.4	33.0-91.6
Total	46.2 (1.4)	

흡수되어 뇌와 전신으로 확산되어, 구역반사를 일으키는 중추신경계에 직접 작용하여 발생한다(Pappano, 2001).

일반적으로 공기 중 니코틴 농도 측정은 오랫동안 작업환경 및 환경성담배연기(ETS)에서 만 한정되어온 것이 사실이나, 이 연구의 주요 대상인 담뱃잎이 재배, 건조되는 환경에서의 공기 중 니코틴 농도를 측정한 사례는 아직 알려져 있지 않다. 그래서 저자들은 제한적이거나 사무실, PC방 등의 환경성담배연기(ETS)에 대한 연구결과를 이 연구결과와 비교하였다. PC방 등에서의 흡연실 니코틴 농도는 남자와 여자가 각각 $148.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $113.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (박용선 등, 2002), 서울시 PC방의 니코틴 농도는 $38.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (황규석 등, 2003), 실내사무환경에서 흡연실 니코틴 농도는 $93.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (하권철 등, 2003), 그리고 김효철 등(2006)의 사업장 흡연구역 및 흡연실에서의 니코틴 농도는 $7.5\sim 8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 보고한 바 있다. 국외연구에서도 Gorini et al. (2005)은 이탈리아의 유흥업소에서 $4.8\sim 149.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Ellingsen et al. (2006)은 노르웨이의 음식점에서 $28.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (range 0.4-88.0), Stillman et al. (2007)은 중국의 식당 및 유흥업소 등에서 중앙값 $2.2\sim 7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 등의 결과를 보이고 있는 바, 이는 모두 흡연 및 흡연관련 정책에 따른 공중시설의 니코틴 농도의 변화량을 측정하는 것이다. 이에 반해 이 연구에서 측정한 담배밭의 공기 중 니코틴 농도는 $24.5\sim 91.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ 로 공중시설에서 측정한 니코틴 농도 수준에 비해 1,000배에 가까운 농도이며, 노출기준 $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ 의 약 100배 이상의 수준이다. 또한 건조 후 정리 작업장은 평균 $200 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이상으로 노출기준의 400배에 해당하는 고농도로 측정되었다. 특히, 건조 후 정리 작업장에서는 치명적이라고 알려져 있는 농도인 $50\sim 60 \text{ mg}/\text{m}^3$ 를 초과하는 수준에 노출되고 있었다. 작업장의 경우 그림 1에서 제시된 바와 같이 밀폐된 창고형 방에 건조된 담뱃잎을 정리하는 곳으로 측정 위치에 따라 니코틴 농도의 차이가 있었다. 가장 높은 농도를 보인 창문의 경우 1.5 m 전후의 높이에 위치하고 있었으며, 창문이 방안 공기의 배기 통로 역할을 하였기 때문으로 추정한다. 또한 이 연구에서 담배밭의 니코틴 농도 측정결과 통계적 유의성은 없었지만, 오후가 오전보다 높았다. 이는 오후로 갈수록 온도가 올라가며 이슬에서 높은 농도를 보이는 니코틴이 수증기와 함께 공기 중으로 증발한 것이 원인으로 추정된다(Higgins et al., 1931). 이상의 결과를 미루어볼 때 이러한 고농도의 니코틴에 노출됨에도 불구하고, 담배 재배농에서 두통, 어지러움, 오심, 구토 등의 일반적인 증상을 중심으로 하는 담뱃잎농부병은 흔하게 보고되고 있지만, 일부를 제외하고는 사망 등의 치명적인 재해는 거의 없다(Swinker and Meredith, 2000)는 것이 의문이다. 이러한 이유는 담배 농사의 경우 숙련된 기술이 필요하기 때문에 긴 작업력으로 인한 니코틴에 대한 내성의 증가, 개인의 감수성 차이, 흡연력 등의

여러 요인이 작용할 수 있다. 특히 담뱃잎을 수확하는 작업환경에서의 노출은 고농도임에는 틀림없으나, 열린 환경 즉 자연환경에서 작업이 이루어지고 있어 전반적인 노출은 적을 것으로 추정한다. 또한 이 연구에서 담배밭의 니코틴 농도 측정을 골을 따라 포집기를 배치하였는데, 흡착관이 위치하는 높이가 가장 높이 있는 담뱃잎을 초과하지 않았다. 그러나 실제 담뱃잎을 수확할 때 사람의 호흡기가 위치하는 곳은 가장 높이 있는 담뱃잎 보다 높은 곳에 그것도 열린 환경에 있기 때문에 실제 노출되는 니코틴 농도는 측정된 농도보다 낮을 것이라 생각한다. 그럼에도 불구하고 건조 후 정리 작업장 내의 높은 니코틴 농도는 담배밭보다 밀폐된 환경으로 환기가 부족하였기 때문으로 생각한다. 작업장의 특성에 따른 니코틴 농도를 측정하기 위해서 개인노출과 더불어 좀 더 많은 표본을 선정하여 작업장 안의 니코틴 농도를 측정할 필요가 있다고 생각한다. 담배 재배농의 건조후 정리 작업장의 규모는 대부분 이 연구에서처럼 좁은 공간을 이용하는 만큼 작업장 내의 환기상태에 따라 농도에 영향을 미칠 수 있는 소지가 많기 때문에 여러 작업장을 측정할 필요가 있다. 이러한 문제는 노출 농도와 건강영향에 관한 관련성과 더불어 연구의 한계점으로도 지적할 수 있다. 위의 관련성을 밝히기 위해서는 작업환경 측정 및 개인 시료(니코틴측정 및 코티닌 측정)의 측정을 병행할 수밖에 없다. 특히 공기 중 농도가 높은 상황에서 이루어지는 작업임에도 불구하고, 치명적인 건강장해를 보이지 않는 이유를 파악하기 위해서라도 개인노출 평가를 통해 실제 노출되는 니코틴의 농도를 측정하는 것이 중요하다. 그러나 이번 연구에서는 현실적으로 개인노출 및 대사산물 측정을 할 수 없었는데, 이는 국내 담배 재배농의 경우 고연령층이 많은데다 작업강도가 높고, 밭에서 일하는 전신적인 활동으로 대상자의 순응도가 낮아 연구를 수행할 수 없었는데, 향후 반드시 이러한 개인노출에 대한 평가가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

한편 일반적으로 담뱃잎농부병에서 니코틴 노출 경로는 피부흡수로 알려져 있으며, 이러한 피부흡수는 니코틴이 수용성이기 때문에 피부에 물기가 있는 상태에서 가중이 된다(D'Alessandro et al., 2001; Arcury et al., 2003). 담뱃잎 수확작업은 주로 기온이 상승하는 낮 시간대보다는 온도가 상대적으로 낮은 새벽 또는 아침에 이루어지기 때문에 이슬에 의해 의복이 젖을 확률이 높아, 피부를 통한 니코틴의 흡수가 증가한다. 그러나 담뱃잎 수확 과정에서 니코틴의 피부흡수는 물기가 있는 상태에서 증가될 뿐만 아니라, 이슬 자체에 포함되어 있는 니코틴에 의한 흡수도 높을 것이라 추정할 수 있다. 이러한 이유로 이 연구에서는 니코틴이 주로 흡수되는 경로인 피부흡수에 대한 요인을 파악하기 위해 이슬에서 니코틴 농도를 추가적으로 실시하였으며, 새벽시간대에 담뱃

앞에서 채취한 이슬의 니코틴 농도는 58.0~72.1 mg/l 로 이전의 Gehlbach et al. (1975)의 연구에서 보고한 33~84 mg/l 와 유사하였다.

V. 결 론

이 연구는 담뱃잎농부병에서 니코틴 흡수가 기존의 피부 이외에 호흡기로도 가능하다는 증거를 제시하고, 앞으로의 연구에 유용한 기초자료로 사용될 수 있다는데 의의가 있다. 실제 호흡기 노출에 대한 측정, 분석을 포함하는 연구가 앞으로 진행될 필요가 있다고 생각한다. 그렇게 하여 호흡기 노출에 대한 증거가 충분하다고 생각된다면 기존의 피부 흡수를 예방하는 보호의, 장갑 등에 추가하여 마스크 착용이 권고되어야 할 것으로 생각한다. 또한 국내 담뱃잎농부병의 유병률은 39.2~67.0%로 조사된 바 있듯이, 분명히 니코틴에 노출되어 고통을 받고 있는 농부가 존재하기 때문에 담배 재배농에 대한 교육과 홍보는 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 국내에서도 담뱃잎농부병에 대한 연구자들의 보다 많은 관심과 노력으로 체계적인 연구와 감시체계가 형성되기를 바라는 바이다.

VI. 감사의 글

이 연구를 수행하면서 측정 및 분석에 기술지원과 자문을 해주신 동국대학경주병원 작업환경측정실 이원호 선생님과 동아대학교의과대학 산업의학연구소 김인식 선생님께 감사드립니다.

REFERENCES

- 김효철, 백남원, 이경숙, 김경란, 김원. 공기 중 니코틴 포집에 있어 국산 확산포집기와 능동포집기의 비교 평가. 한국 환경보건학회지 2006;32(5):485-491
- 박용선, 노영만, 김치년. PC방에서의 간접흡연에 따른 요증 코티닌의 농도. 한국환경위생학회지 2002;28(1):11-20
- 엽연초생산협동조합중앙회. 2009년 잎담배 계약현황[cited 2010 Jan 7.]. Available from; URL:<http://yyc.nonghyupi.com/>
- 이관, 임현술. 2003년 일부 담배 재배농에서 담뱃잎 농부병의 유병률 및 위험요인. 한국역학회지 2005;27(1):129-139
- 이관, 임현술, 김현, 남시현. 담뱃잎농부병 환자의 요증 코티닌 농도. 대한산업의학학회지 2004;16(4):413-421
- 이주섭, 배성한, 임현술, 이관. 담배 재배농에서 담뱃잎농부병의 유병률 변화와 역학적 특성. 한국역학회지 2004;26(1):39-49
- 임현술, 이관. 담배 재배 농부에서 발생한 담뱃잎농부병 (green tobacco sickness) 증례. 한국농촌의학학회지 2001;26(2):7-14
- 임현술, 이관. 일부 담배 재배농의 담뱃잎농부병 실태. 한국역학회지 2002;24(1):29-36
- 임현술, 이관, 남시현. 일부 담배 재배농에서 담뱃잎농부병의 유병률 및 위험요인. 예방의학학회지 2004;37(1):37-43
- 장준혁, 임현술, 이관, 이주섭. 건조기를 통하여 발생이 추정되는 담뱃잎농부병(Green Tobacco Sickness) 3례. 동국의학 2003;10(1):129-138
- 전매청. 한국전매사. 서울: 고려서적주식회사; 1980. (27-23쪽)
- 최인자, 이운근, 김원, 우지훈, 선옥남 등. 담뱃잎 재배 농의 니코틴 노출평가. 한국산업위생학회 2008년도 동계학술대회 발표 자료집. 2008. (p116-118쪽.)
- 하권철, 백남원, 박동욱, 윤충식, 김원 등. 실내사무환경의 환경성담배연기(ETS)의 지표물질에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2003;13(2):152-159
- 황규석, 백남원, 하권철. 서울시내 PC방에서의 환경성담배연기(ETS) 농도에 관한 연구. 한국환경위생학회지 2003;29(3):33-49
- ACGIH. Nicotine; Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. 2008.
- Arcury TA, Quandt SA, Preisser JS, Bernert JT, Norton D et al. High levels of transdermal nicotine exposure produce green tobacco sickness in Latino farmworkers. Nicotine Tob Res 2003;5(3):315-321
- Ballard T, Ehlers J, Freund E, Auslander M, Brandt V, et al. Green tobacco sickness: occupational nicotine poisoning in tobacco workers. Arch Environ Health 1995;50(5):384-389
- Boylan BB, Brandt V, Muehlbauer J, Auslander M, Spurlock C et al. Green tobacco sickness in tobacco harvesters-Kentucky, 1992. MMWR 1993;42:237-240
- D' Alessandro A, Benowitz NL, Muzi G, Eisner MD, Filiberto S et al. Systemic nicotine exposure in tobacco harvesters. Arch Environ Health 2001;56(3):257-263
- Doctor PB, Gokani VN, Kulkarni PK, Parikh JR, Saiyed HN. Determination of nicotine and cotinine in tobacco harvesters' urine by solid-phase extraction and liquid chromatography. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci 2004;802(2):323-328
- Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J. Natural

- toxins. In; Ellenhorn MJ (eds.) Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997.
- Ellingsen DG, Fladseth G, Daae HL, Gj ø lstad M, Kjaerheim K et al. Airborne exposure and biological monitoring of bar and restaurant workers before and after the introduction of a smoking ban. *J Environ Monit* 2006;8(3):362-368
- Gehlbach SH, Perry LD, Williams WA, Freeman JI. Nicotine absorption by workers harvesting green tobacco. *Lancet* 1975;1(7905):478-480
- Ghosh SK, Parikh JR, Gokani VN, Kashyap SK, Chatterjee SK. Studies on occupational health problems during agricultural operation of Indian tobacco workers: a preliminary survey report. *J Occup Med* 1979;21(1):45-47
- Ghosh SK, Gokani VN, Doctor PB, Parikh JR. Intervention studies against "green symptoms" among Indian tobacco harvesters. *Arch Environ Health* 1991;46(5):316-317
- Gorini G, Gasparini A, Fondelli MC, Costantini AS, Centrich F et al. Environmental tobacco smoke (ETS) exposure in Florence hospitality venues before and after the smoking ban in Italy. *J Occup Environ Med* 2005;47:1208-1209
- Higgins J, Ewing PL, McGuigan HA. The effect of evaporation and radiation on nicotine solutions. *J Pharmacol Exp Ther* 1931;42(2):213-216
- National Institute for Occupational Safety and Health. HHE Report No. HETA-92-403-2329, Kentucky Cabinet for Human Resources. Kentucky: NIOSH; 1992.
- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). Manual of Analytical Methods. 4th. ed. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH; 1998.
- Onuki M, Yokoyama K, Kimura K, Sato H, Nordin RB et al. Assessment of urinary cotinine as a marker of nicotine absorption from tobacco leaves: A study on tobacco farmers in Malaysia. *J Occup Health* 2003;45(3):140-145
- Pappano AJ. Cholinoceptor-Activating & Cholinesterase-inhibiting drugs. In: Katzung BG eds. Basic & Clinical pharmacology. New York: McGraw-Hill; 2001.
- Stillman F, Navas-Acien A, Ma J, Ma S, Avila-Tang E et al. Second-hand tobacco smoke in public places in urban and rural China. *Tob Control* 2007;16(4):229-234
- Swinker M, Meredith JT. A seizure in the tobacco field. Green tobacco sickness. *N C Med J* 2000;61(1):390-392