
환경성 담배연기 (ETS)의 노출지표 개발

신호상

 공주대학교 환경교육과

Introduction

1. ETS란

환경성 담배연기로서 주로 공기 중 담배연기

2. 담배연기의 종류

- Mainstream smoke : 흡연자가 직접 흡입한 담배연기로 흡연자의 폐 속에서 어느 정도 여과되어 내놓어진 연기
- Sidestream smoke : 흡연자가 들고 있는 담배자체가 타면서 발생한 생담배 연기

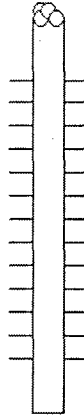
3. 간접흡연 (Passive Smoking)

간접흡연이란 비흡연자가 간접적으로 남이 피우는 담배 연기를 마시게 되는 상태 본인의 의사와 관계없이 남의 흡연행동에 의해서 담배연기를 마시기 때문에 수동적 흡연, 비자발적 흡연, 환경적 흡연이라고 부르기도 함

Introduction

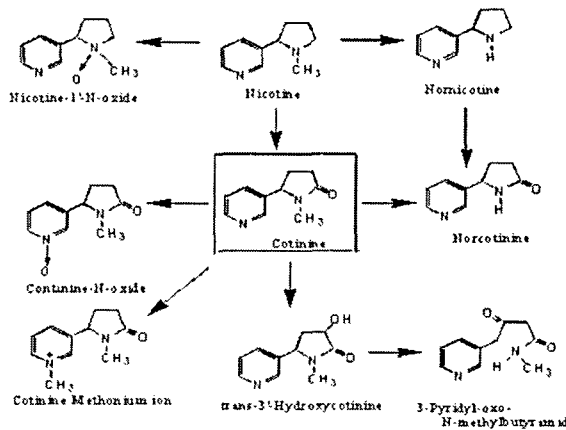
4. 담배연기 중 유해물질

CO-연탄가스 중독 주요인	Hydrogen Cyanide-청산가리 (시행가스실에서 사용되는 독극물)
Acetone-페인트 제거제	Toluidian
Formaldehyde-매운맛, 최루탄에 사용	Ammonia
Naphthylamine-방부제	Urethane-산업용 용제
Methanol-로켓연료	Arsenic-비소, 훈개미의 독
Pyrene-자동차배기중 발암물질	Dibenacridine
Dimethylnitrosamine-발암물질	Phenol-식탄산, 소독제
Naphthalene-종약	Butane-라이터원료 Polonium-210- 방사선
Nicotine-삼총제, 지초제, 마약	DDT-삼총제
Cadmium-자동차 배터리 사용	
Carbon Monoxide-자동차배기가스	
Benzopyrene-강력한 발암물질	
Vinyl Chloride-PVC원료	



Introduction

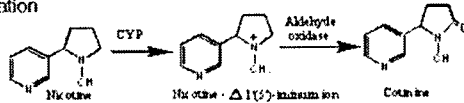
5. Nicotine Metabolism



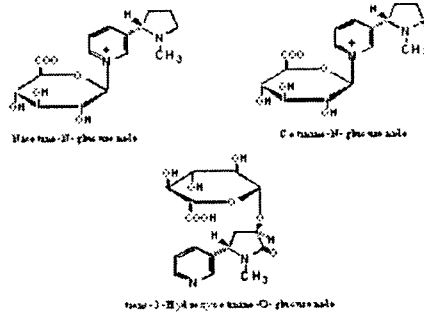
Introduction

5. Nicotine Metabolism (계속)

Demethylation



Conjugation



6. ETS 문제점

- 담배연기에는 발암물질 또는 발암물질로 추정되는 물질이 60종 이상 포함
- ETS는 심장질환이나 폐암 등에 원인
(U.S. EPA Document No 600/6-90-006F, 1992; Taylor et al., 1992; NRC, 1986; Glantz et al., 1991).
- ETS는 쉽게 피할 수 있고 제거가 쉽지 않아 폭넓게 노출이 될 수 있음
- ETS는 본인의 의사와 무관하게 노출

7. 외국의 규제

- US EPA (1992) : ETS를 사람의 확실한 폐암 유발물질로 규정 (Class A)
(EPA 600/6-90-006F)
- US OSHA (1994); NIOSH (1991) : 작업장에서 ETS 규제 법률제정

Introduction

8. 분석법

Authors	Extraction solvent	Column	Internal standard	Reagents	Limit of detection	Detection principle
Stehlik et al. (1982)	diethyl ether di chloromethane	Carbowax-20M capillary	nicotine nicotinic acid	urine plasma	nicotine 50ng/L cotinine 50ng/L	GC-MS
Dames et al. (1985)	di chloromethane	Carbowax-20M	3-methyl cotinine-d ₂	urine plasma	nicotine 10ng/L cotinine 10ng/L	GC-MS HPLC-U
Marinarva et al. (1988) Marinarva et al. (1989)	methyl acetate di chloromethane	OTS ion exchange capillary	2-phenyl nicotine-d ₂	plasma	nicotine 1ng/L cotinine 2ng/L	GC-MS
Feyerabend et al. (1990)	di chloromethane	HP-FFAP	5-methyl cotinine	urine plasma saliva	0.1ng/L	GC-MSD
Marinarva et al. (1991)	liquid-liquid solid-phase	SupelCosil LC-18 DB	2-phenyl nicotine-d ₂	urine	nicotine 1ng/L cotinine 1ng/L	HPLC-U
Jordan et al. (1992) Pichini et al. (1992)	toluene and 1-butanol solid-phase	HP-5 Eversand- phase	cotinine-d ₂ 3-methyl nicotinic acid	plasma 1.0ml serum	2ng/L 10ng/L	GC-MS HPLC-U
Pacific et al. (1994)	di chloromethane methanol methanol:MeOH	Supelchem LC8 DB	nicotinic acid	serum	5ng/L	HPLC-U HPLC-MS
McCro et al. (1995)	di chloromethane 1,2-dichloro- butanol	SupelCosil LC18 DB	3-phenyl nicotinic acid	serum 1.5ml	500ng/L	HPLC-U
Isidoro et al. (1996)	1,2-dichloro- butanol	HP-5	cotinine-d ₂	urine serum	nicotine 50ng/L cotinine 10ng/L	GC-MS

Introduction

8. 분석법 (계속)

Authors	Extraction solvent	Column	Internal standard	Reagents	Limit of detection	Detection principle
de et al. (1996)	methylenedichloride	SupelCosil C ₁₈	nicotine-methyl-d ₂ cotinine-methyl-d ₂	plasma 1.5ml	nicotine 10ng/L	LC-MS
Reagan et al. (1997)	diethyl ether	HP-1	cotinine-d ₂	urine 1ml serum	20ng/L	GC-MS
Bernat et al. (1997)	diethyl ether diethyl ether diethyl ether methylenedichloride	C ₁₈	cotinine-d ₂	urine 2ml serum	9.95ng/L	HPLC-APC-MS-MS
James et al. (1999)	diethyl ether	HP-1	cotinine-d ₂	urine 2ml serum	9.15ng/L	GC-MS
Ortega et al. (1999)	diethyl ether	L-bondapak C ₁₈	2-phenyl nicotinic acid	urine 10ml	nicotine 5ng/L cotinine 9.5ng/L	HPLC-U
Bentley et al. (1999)	solid-phase hexane 1,1,1-trichloro- ethane	OmniPac PD-100	cotinine-d ₂	saliva 1ml		HPLC-APC-MS-MS
Ji et al. (1999)	liquid-liquid solid-phase solid-phase	OD-S18	cotinine-d ₂	urine 1ml	20ng/L	GC-MS
Teoni et al. (1999)	di chloromethane 1,2-dichloro- butanol	L-bondapak C ₁₈	nicotinic acid	urine 1.5ml	nicotine 10ng/L	HPLC-APC-MS-MS
Cona et al. (2000)	di chloromethane	Symmetry C ₁₈ (100Å)	2-phenyl nicotinic acid	urine 5ml	5ng/L	HPLC-U
Marinarva et al. (2000)	di chloromethane	C ₁₈ UG120	nicotinic acid	plasma 0.5ml	10ng/L	HPLC-U

Research Contents

1. 분석법 개발

- 타액, 혈액 및 뇨 중 nicotine 및 cotinine 분석법 개발
- 타액, 혈액 및 뇨 중 nicotine 및 cotinine 분석법 정도관리

2. ETS 노출지표 개발

- 타액, 혈액 및 뇨 중 nicotine 상관성 분석
- 타액, 혈액 및 뇨 중 cotinine 상관성 분석.
- ETS는 지표 시료 및 물질 개발

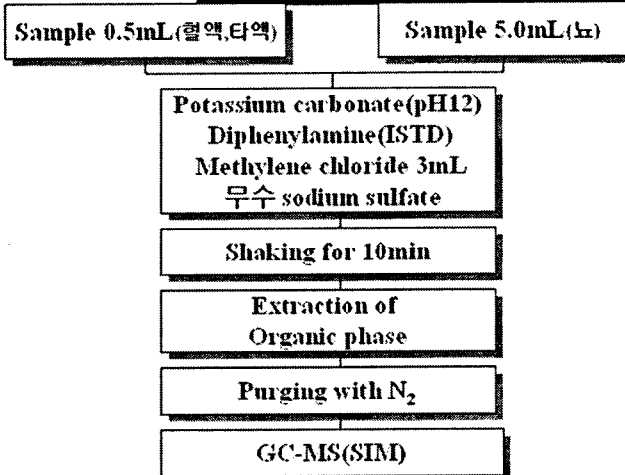
3. ETS 실태조사

- 학생조사
- 일반인 조사

4. 금연교육에 활용

Experimental Method

1. Sample Extraction



Experimental Method

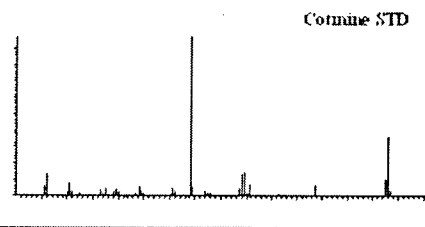
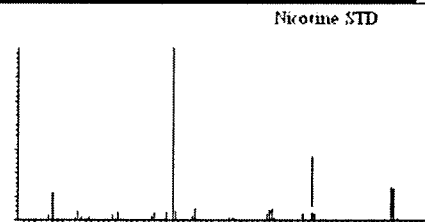
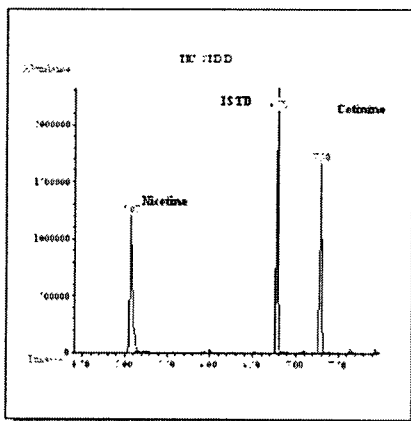
2. Operating conditions of Nicotine and Cotinine by GC-MS

Parameter	Conditions		
Column	HP-5MS(Cross-linked 5% phenylmethylsilicon 30m × 0.2mm I.D. × 0.33µm F.T.)		
Carrier gas	He at 0.9mL/min		
Injector Temp.	280°C		
Oven Temp	initial	rate	final
Program	80°C(0min)	20°C/min	300°C(5min)
Detector Temp.	280°C		
Selected Ion	Group	Start time(min)	Selected ions, m/z
Group	1	4.00	84, 133, 161
	2	6.00	168, 169
	3	6.80	98, 176

Results

1. 분석법 개발

1-1. Chromatogram과 mass spectra



Results

1-2. Recovery

(1) Recoveries of Nicotine and Cotinine from Saliva

Spiked Conc. (ng/mL)	Results (ng/mL), X ± SD (RSD)	
	Nicotine	Cotinine
100	90.8, 103.5, 100.4, 101.4, 94.8 98.2 ± 4.7 (4.8%)	97.2, 104.6, 96.7, 102.7, 97.9 99.8 ± 3.2 (3.2%)
500	85.5, 96.4, 86.6, 87.5, 89.6 89.1 ± 3.9 (4.4%)	99.5, 96.3, 97.4, 97.6, 94.5 97.1 ± 1.6 (1.7%)

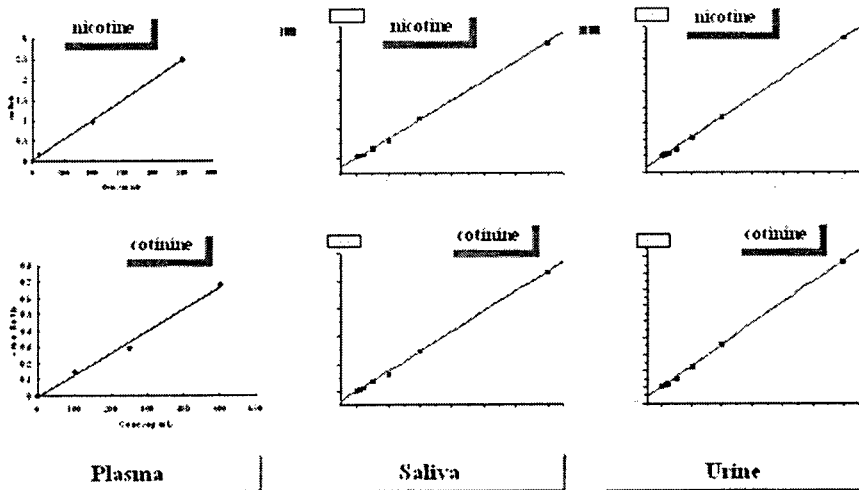
(2) Recoveries of Nicotine and Cotinine from Urine

Spiked Conc. (ng/mL)	Results (ng/mL), X ± SD (RSD)	
	Nicotine	Cotinine
100	98.7, 88.7, 88.8, 96.0 92.1 ± 4.7 (5.1%)	97.4, 99.0, 97.9, 96.3 98.2 ± 0.6 (0.6%)
500	99.2, 95.8, 97.6, 98.1 97.7 ± 1.2 (1.3%)	93.9, 99.1, 97.4, 94.7 96.3 ± 2.1 (2.2%)

X=mean value; SD=standard deviation; RSD=relative standard deviation

Results

1-3. Calibration Curve



Results

1-4. Precision and Accuracy

(1) Precision and Accuracy of Nicotine and Cotinine in Saliva

Spiked Conc. (ng/mL)	Nicotine		Cotinine	
	Founded Conc. (ng/mL)	Mean±SD(RSD*%)	Founded Conc. (ng/mL)	Mean±SD(RSD*%)
100	92, 91, 92, 92, 81	90 ± 4(4.8*%)	105, 105, 105, 103, 105	105 ± 1(0.8*%)
250	240, 253, 255, 235, 254	243 ± 8(3.5*%)	261, 253, 266, 242, 257	260 ± 10(4.0*%)
500	461, 411, 456, 445, 480	447 ± 23(5.2*%)	458, 433, 444, 505, 450	454 ± 27(6.0*%)

(2) Precision and Accuracy of Nicotine and Cotinine in Urine

Spiked Conc. (ng/mL)	Nicotine		Cotinine	
	Founded Conc. (ng/mL)	Mean±SD(RSD*%)	Founded Conc. (ng/mL)	Mean±SD(RSD*%)
100	102, 89, 95, 89	90 ± 4(4.8*%)	99, 99, 93, 92	96 ± 3(3.4*%)
250	201, 204, 201, 217	203 ± 8(3.5*%)	217, 207, 220, 209	213 ± 5(2.5*%)
500	517, 465, 502, 500, 509	499 ± 18(3.6*%)	491, 489, 518, 524, 474	499 ± 19(3.8*%)

Results

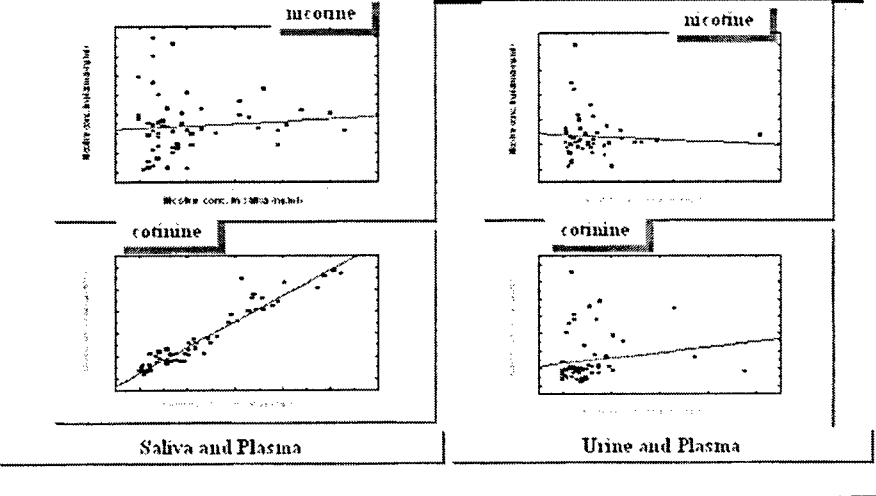
1-5. Method detection limits(MDL)

Samples	MDL(ng/mL)
Plasma	1.0
Saliva	1.0
Urine	0.1

Results

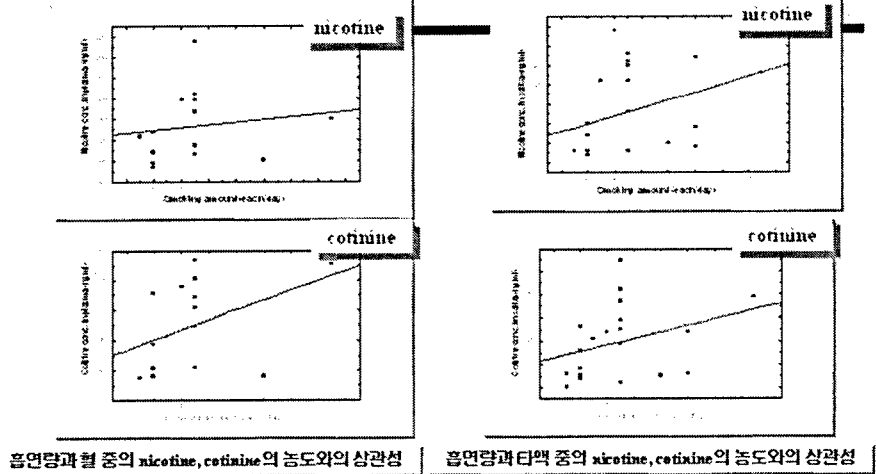
2. ETS 노출지표 개발

2-1. 상관성 분석 (n=344, girl student)



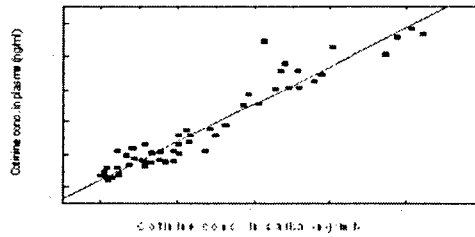
Results

2-1. 상관성 분석 (계속)



Results

2-2. ETS 지표 물질



Salivary cotinine

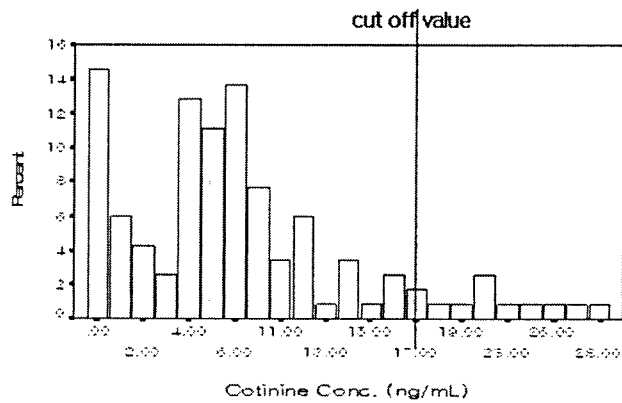
$$Y = 2.31X + 4.76$$

x : 타액에서의 cotinine의 농도
y : 혈중 cotinine의 농도

Results

3. ETS 실태조사

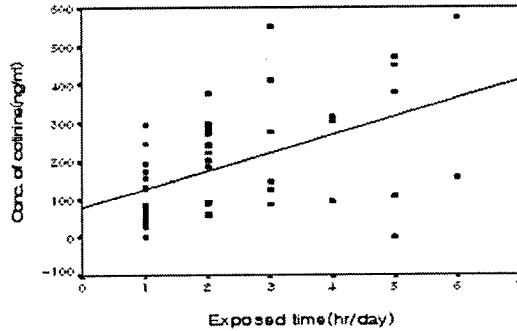
3-1. Distribution of salivary cotinine concentrations from passive students (n=344)



90%를 간접흡연자의 cut off value로 보았을 때 상한 값은 17ng/mL

Results

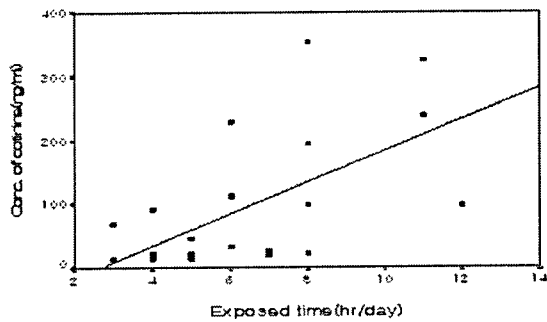
3-2. Correlation of exposure time-saliva cotinine concentration from passive smoker in housekeeping



Parameter	Exposed time (hr/day)	Cotinine (ng/ml)
Pearson Correlation	1	.476
Sig. (2-tailed)		.0
N	56	56

Results

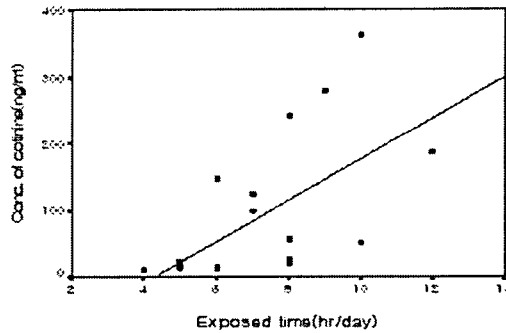
3-3. Correlation of exposure time-saliva cotinine concentration from passive smoker in PC-entertainment hall



Parameter	Exposed time (hr/day)	Cotinine conc. (ng/ml)
Pearson Correlation	1	.610
Sig. (2-tailed)		0.001
N	25	25

Results

3-4. Correlation of exposure time-saliva cotinine concentration from passive smoker in Beer-house



Parameter	Exposed time(hr/day)	Cotinine conc. (ng/ml)
Pearson Correlation	1	.636
Sig. (2-tailed)		0.001
N	22	22

Results

4. 금연교육에 활용

4-1. Self-diagnostic ability for health of smoker and non-smoker

흡연상태	건강상태	자가건강진단결과*			
		1	2	3	4
흡연자 + 5년이상 흡연자	정상	16명 (36%)	16명 (16%)	7명 (16%)	5명 (12%)
	비정상	8명 (57%)	5명 (36%)	1명 (7%)	0명 (0%)
비흡연자	정상	22명 (52%)	16명 (38%)	2명 (5%)	2명 (5%)
	비정상	0 (0%)	3명 (75%)	0명 (0%)	1명 (25%)

Results

4. 금연교육에 활용

4-2. 금연교육에 활용

설문지와 코티닌 분석에 따른 흡연 여부 비교

구분		흡연자(명)			비흡연자(명)			총계(41명)	
		남자	여자	소계	남자	여자	소계	남자	여자
설문지	명	8	0	8	21	12	33	29	12
	%	19.5	0	19.5	51.3	29.2	80.5	70.7	29.2
코티닌	명	13	2	15	16	10	26		
	%	31.7	4.8	36.6	39	24.4	63.4		

교육 및 면담 후 흡연여부 확인

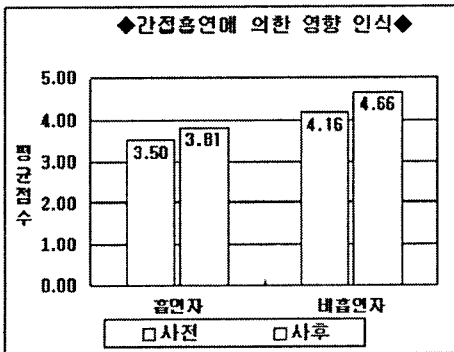
구분		흡연자(명)			강한 간접흡연자(명)			간접흡연자(명)		
		남자	여자	코티닌 (ng/ml)	남자	여자	코티닌 (ng/ml)	남자	여자	코티닌 (ng/ml)
소계	명	11	1	코티닌	2	1	코티닌	16	10	코티닌
	%	26.8	2.5	55-1317	4.8	2.5	13-16	39	24.4	0-10
총계		12(29.3)			3(7.3)			26(63.4)		

Results

4. 금연교육에 활용

4-2. 금연교육에 활용 (계속)

문항별로 5단계식 리커트 척도



금연교육 전후 코티닌 분석결과

구분	측정수(41명)	
	평균(ng/ml)	표준편차
사전검사	138.61	347.19
사후검사	21.98	42.27
paired t-test	t=2.129, df=40, p=0.039	

Conclusion

1. ETS의 노출지표로 타액 중 Cotinine이 적합하다.
2. 이 분석법은 ETS로 인한 피해를 모니터링하고, 예측하고, 예방하는데 유용하게 사용될 수 있다.
3. 전체 340명의 여고생을 대상으로 하여 간접흡연자의 빈도수 중 90%선의 농도를 간접흡연자의 cut off value로 정할 때 직접 흡연자와 간접 흡연자의 기준값은 17ng/mL이다.
4. 설문조사방법과 타액 중 코티닌 분석법이 병행하여 기초조사가 수행되어야 한다.
5. 국내에도 ETS가 규제되어야 한다.