전자 담배는 안전한 담배인가? – 안전성과 금연 효과를 중심으로

박정래¹ · 김은지² · 이철민^{3*}

¹베데스다 삼성병원,

²한국금연운동협의회,

³서울대학교병원 헬스케어시스템
강남센터

접수일 : 2011년 5월 17일

수정일 : 2011년 7월 25일

승인일 : 2011년 7월 29일

*교신저자 : 이철민

서울대학교병원 헬스케어시스템

강남센터

서울시 강남구 역삼1동 737번지

☎ 135-984

Tel: 02-2112-5668

Fax: 02-2112-5635

E-mail: bigbangx@snuh.org

Are Electronic Cigarettes Safer Cigarettes?

Jung-Rae Park¹, Eun Ji Kim², Cheol Min Lee^{3*}

¹Bethesda Samsung General Hospital, ²Korean Association of Smoking and Health, ³Healthcare System
Gangnam Center Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Electronic cigarettes developed by Hon Lik, Chinese pharmacist, intended to reduce concentrations of toxic compounds in mainstream and side stream smoke and to help smokers give up. They are battery powered devices that mimic tobacco cigarettes by vaporizing nicotine and other chemicals into an inhalable vapor. World Health Organization named this as electronic nicotine delivery system (ENDS), and recommended that ENDS products should be regulated as combination drugs and medical devices and not as tobacco products. Because of the fact that ENDS might facilitate and perpetuate nicotine addiction, claims that ENDS assist smoking cessation should be prohibited, unless the efficacy of these devices, when used as intended, is scientifically proven to the satisfaction of regulatory authorities. More rigorous chemical analyses are needed, followed by extensive research involving animal studies and, finally clinical trials in humans. Until these crucial implementation stages are completed, physicians and other healthcare professionals must inform consumers of the probable risk of the claims of manufactures of electronic cigarettes.

Key Words: Electronic cigarette; Smoking cessation; Effectiveness; Safety

Copyright © 2011 by Journal of the Korean Society for Research on Nicotine and Tobacco.

서 론

전자 담배는 2003년 중국의 Hon Lik에 의해 개발된 뒤 불과 수년 만에 유럽과 미국을 거쳐 전 세계에서 널리 유통되고 있다. 국내에서는 2007년 처음 언론을 통해 소개된 뒤, 2008년부터 본격적으로 판매되고 있으며, 많은 흡연자들 사이에서 금연을 위한 목적으로 사용되고 있다.(1)

전자담배는 일반 궐련의 연소과정을 거치지 않고 니코틴 용액을 기화시켜 인체로 흡입하게 하는 전자 기구이며, 이에 따라 판매 측에서는 타르 등 발암물질이 없으므로 일반 담배

에 비해 훨씬 안전하다고 홍보하고 있지만, 이에 대한 안전성과 금연 효과에 대한 논란은 끊이지 않으며,(2,3) 그럼에도 불구하고 여전히 국내에서는 금연 보조제로 사용되고 있는 실정이다.

전자 담배에 대한 안전성 논란은 세계보건기구(World Health Organization: WHO)와 미국 식품의약국(US Food and Drug Administration: FDA)에 의해 2009년 촉발되었다. 세계보건기구는 전자 담배를 전자식 니코틴 전달 장치(electronic nicotine delivery system: ENDS)로 정의하고, 이에 대해 경고하였으며, 적절한 근거가 나올 때까지 금연을

Figure 1. Structure of electronic cigarette (A: LED light cover, B: battery, C: atomizer, D: cartridge) (http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_cigarette)

목적으로 한 전자 담배의 사용을 금지하고 이에 대한 관리를 니코틴 의약품 수준이나 적어도 담배에 대한 규정 내에서 하도록 권고하였다.(4) 한편 미국 식품의약국도 전자 담배 샘플에 대한 분석을 통해 전자 담배의 품질관리가 영성하고, 일부 발암물질과 독성 물질이 발견되었다는 것에 근거해 이에 대한 엄격한 관리를 주장하였다.(5)

이번 글은 전자담배의 역사와 국내 현황을 살펴보고, 전자담배의 금연 효과에 대한 연구와 안전성에 대한 분석결과를 소개하여 향후 전자담배의 선택에 있어 적절한 시각을 제공하고, 전자담배 관리 체계 수립에 근거를 마련하는 데 그 목적이 있다.

본 론

1. 전자 담배의 개념과 역사

1) 전자 담배의 개발

전자담배는 2000년부터 니코틴을 기화하여 기기로 흡입하게 한다는 아이디어를 가지고 있던 중국인 Hon Lik에 의해 2003년 개발되었다. Ruyan사(社)는 이를 상용화하여 2004년 중국에서 최초로 판매하였으며, 곧 미국과 유럽 등으로 수출되었다. 2007년에는 로이터에서 제조 회사를 방문하여 기사화함으로써 이슈가 되었으며, 유럽에서만 2009년도에 사용자가 30만 명에 이르는 것으로 알려져 있다.

2) 전자 담배의 구조

전자 담배는 크게 세 가지 요소로 구성되어 있다.(6) 우선 카트리지가 또는 마우스피스라고 하는 것이 있고, 여기에는 니코틴 용액을 포함한 튜브가 들어가게 된다(그림 1). 이 카트

리지는 분무기(atomizer) 또는 가열 요소(heating element)라고 하는 기구에 끼워지고, 이 안에서 니코틴 용액은 기화되어 흡입 시 인체로 들어오게 된다. 마지막으로 열을 발생시키는 배터리가 있는데, 1회용 또는 충전식 건전지가 들어가 있어 용액을 기화시키는 수단으로 이용된다. 대개 배터리 끝에 LED 등이 달려있고, 자동식 기계에서는 사용자가 흡입하는 순간 이를 자동으로 감지해 불이 들어와 마치 담뱃불이 붙은 듯한 효과를 주게 된다.

니코틴 용액(Nicotine solution)은 분무기(atomizer)와 더불어 전자 담배의 특성을 갖게 하는 중요한 요소이다. 분무기가 연소과정 없이 니코틴을 인체에 공급하는 역할을 한다면, 니코틴 용액은 특정 용매(대개 프로필렌 글라이콜)에 니코틴을 용해시켜 사용자가 흡입하게 함으로써, 니코틴에 의한 중독 작용이 일어나도록 하는 핵심 요소가 된다. 니코틴 용액은 'e-liquid' 또는 'e-juice'라고 불리며, 용매로 쓰이는 프로필렌 글라이콜(propylene glycol)은 식품 첨가제로 흔히 사용되는 물질이지만, 이를 장기간 흡입했을 때의 안정성에 대해서는 논란의 여지가 있다.(7) 일반 담배와 마찬가지로 니코틴 용액도 과일 향, 바닐라 향, 카라멜 향, 커피 향 등 다양한 향을 첨가하여 사용자의 만족도를 높이고, 특정 담배 브랜드와 비슷한 향을 내도록 개발된 것도 있다. 또한 일반 담배나 멘솔 담배와 같은 전통적인 담배와 유사하게 제작되는 제품도 있다.

니코틴 용액은 1회용으로 제작되어 사용 후 다시 교체할 수 있는 형태로 되어 있으며, 일부 제품에는 과량의 니코틴이 포함되어 있어 니코틴 독성에 대한 우려를 일으키기도 한다. 니코틴 함유량 분류에 대한 국제적 표준은 없는 상태이다.

3) 전자담배의 논란

2011년 3월 전자담배에 대한 심포지엄에서 전자담배 연구와 관련된 체계적 문헌 고찰 결과가 제시되었다.(8) 2011년 3월 8일 현재 346건의 논문이 검색되었으며, 최종적으로 16편의 논문이 관련이 있었고, 2007년에 1편, 특히 16편이 2010년에 집중적으로 출판된 것으로 원저 7편, 비체계적 종설 1편, letter 5편, editorial 2편, ideas and opinions 1편이라고 하였다. 이 중 최초로 전자 담배에 대한 논란을 제기했던 것은 2007년 Tobacco Control에 게재되었던 ‘Tobacco-free electronic cigarettes and cigars deliver nicotine and generate concern’이라는 제목의 원고이다.(9) 이 글에서 저자들은 새롭게 나타난 전자 담배를 주목하고, 안전성이 확립되지 않은 니코틴 전달 기기에 의문점을 제기하였다. 이들의 문제 제기를 요약하면,

- 전자 담배는 금연 목적으로 사용하기에 안전하고 효과적인가?
- 승인받지 않은 전자 담배가 소비자에게 건강상의 문제를 야기하진 않는가?
- 제작자의 요구를 입증할 과학적인 근거가 존재하는가?
- 전자 담배가 소비자로부터 궤련 등 담배의 내용물로 간주되어도 문제가 없는가?
- 근거가 없는 상품을 금연 목적으로 사용하다 실패했을 때 이에 대한 기회 비용은 어떻게 되는가 - 지속적인 흡연으로 질병과 사망위험이 증가하는 것은 아닌가?

한편 2009년 세계보건기구에서는 전자식 니코틴 전달기구(ENDS)와 연기 없는 담배를 묶어 보고서를 제출하였다.(4) 40여 쪽으로 구성되어 있는 보고서 중 실제 절반 정도가 전자 담배에 대한 내용이며, 이 보고서에서는 전자 담배를 ENDS로 처음 규정하였고, 여기에서 전자 담배의 규제와 관리가 다른 니코틴 전달 의약품과 동일해야 한다는 의미를

엿볼 수 있다. 여기에서 규정한 ENDS의 정의를 살펴보면 아래와 같다.

“ENDS는 플라스틱 또는 금속 재질로 된 실린더 한 끝이 입안으로 위치하고, 궤련(cigarette)이나 씨가(cigar) 형태로 생겼으며, 공기와 니코틴의 혼합물을 기기로부터 호흡기로 전달하도록 고안된 상품의 한 형태이다”

이 보고서에서는 당시까지의 근거를 종합해 다음과 같이 권고하고 있다.

- 현재 전자 담배는 안전성이나 금연에 대한 효과가 입증되어 있지 않은 상태이다.
- 전 세계적으로 이에 대한 적절한 규제는 없으며, 니코틴 대체제와 마찬가지로 적절히 규제되어야 하지만, 이것이 불가능하다면 적어도 담배를 규제하는 법률 내에서 조절되도록 WHO 회원국에게 권고한다.
- 전자 담배는 금연 구역에서 니코틴 흡입을 가능하게 함으로써 니코틴 중독을 유지하게 할 가능성이 있고, 적절한 약물 치료 대신 이를 사용함으로써 인해 흡연관련 질병의 위험을 증가시킬 가능성이 있다.
- WHO가 전자담배를 금연 목적으로 허가했다고 광고하는 것을 금지하도록 권유한다.

2. 전자 담배의 국내외 현황

1) 국내 관리 현황

우리나라는 현재 전자담배를 니코틴이 들어있는 제품(전자담배)과 니코틴이 들어있지 않은 제품(의약외품 허가 금연보조제)으로 나누어 관리하고 있다. 즉 니코틴이 함유된 전자담배는 기획재정부의 관리를, 니코틴이 함유되지 않은 제품은 식품의약품안전청의 관리를 받고 있다(표 1). 전자담배(니코틴 함유)는 주로 기획재정부에서 담배사업법에 의하여 관리하고 있으나, 그 외 관세청, 방송통신심의위원회, 식품의약품안전청, 경찰청 등이 관리를 하고 있는데 구체적인 업무는 표 2와 같다.

Table 1. Classification of electronic cigarette in Korea.

구 분	전자담배	의약외품 허가 금연보조제
카트리지(필터) 관련 법	니코틴 함유 필터, 전자장치 기기 담배사업법	니코틴 미 함유 필터, 전자장치 기기 약사법
판매 등 제한	담배와 동일한 적용 (미성년자 판매, 광고 등 제한)	식약청 허가: 2개 제품(2011. 4월 현재)

Table 2. Legal regulation of electronic cigarette in Korea.

관리 기구	업 무
기획재정부	담배사업법에 의거하여 전자담배의 전반적인 관리를 함
관세청	불법수입업체에 대하여 관세법, 대외무역법, 외국환거래법 등에 의거하여 관리를 하며 2009년에는 7개 업체, 범칙시가 4억5천만원 적발함(적발수량: 402,265개)
방송통신심의위원회	2007년부터 인터넷사이트를 통한 담배제품 불법 통신판매 행위 등에 대한 단속 실시
식품의약품안전청	니코틴이 미 함유된 금연보조제품의 불법 유통 등을 단속
경찰청	지정소매인 외 판매 행위에 대한 신고 시 단속

Table 3. Distribution of electronic cigarettes in Korea.

제조사(수입사)	제품 종류	니코틴 용량 / 구분	액상(맛)의 종류
(주)한국전자담배(수입)	루엔 위담 등 총 6종(출시예정 2종)	6/12/18 (mg)	5종 (멘솔, 등)
잔티 코리아	오벨 이고 등 총 6종	0/6/11/16 (mg)*	15종
에바코(제조)	스틴 등 총 16종(국내기술제품 포함)	0.01/0.3/0.6/0.9 (mg)	10여 종*
전자담배코리아 데캉(수입)	데캉 302 등 총 5종	18 mg (H/ M/ L)*	13 종
아바테(수입)	슈퍼포콜로, 노블레스 등 총 2종	0.3/0.5/16/20 (mg)*	8종(바이오일 제품)
에이스플러스(수입)	하임(HEIM) 8종 + 수입대행 9종	11 mg*	케마이어 코리아 제품
저스트포그(수입)	포그10 등 총 3종	H/M/L/N*	멘솔, 카멜 등 4종
전자담배 라미야(수입)	R1-650 등 총 4종	24/16/11 (mg)	10종
라쿤(수입)	Via 등 총 5종	11/16 (mg)*	RY4 등 8종
헬씨 시가 전자담배(수입)	노바 등 총 6종	H/M*	10종*
제시코리아(제조)	프라임 등 총 5종	20 mg*	15종*
FEEL (제조/수입)	Soul 등 총 4종(출시예정 2종)	11/16 (mg) (M/H)	14종(바이오일 제품)
전자담배 서포트	Xenon 등 총 3종	-	15종*
카토 전자담배프라자	아폴로 등 총 4종	-	5종*
제론 코리아	IERON 등 총 6종	11/16 (mg) (M/H)	10종
노블 초이스	가비엠, 그린시그 등 총 8종	6/11/16 (mg) (L/M/H)	8종
전자담배 닷컴	903 등 총 9종	-	-
리바코	퀸스 등 총 5종	-	-
스팀쇼크	steamshock Boom 등 총 5종	-	10여 종
차르코리아	ANIMA 1종	-	-
럭서리	ZEUS 등 총 3종	-	-
후모 전자담배	매난국죽 등 총 4종	-	12종
로빈스 오일	로빈스 몽크 등 총 3종	-	13종
오투 전자담배	02-401 등 총 9종	-	9종
폴킹 코리아	PK1 등 총 4종	11/16 (mg) (M/H)	10종
시바 전자담배	CIVA 505 등 총 2종	6/12/18 (mg) (상/중/하)	6종
노바코	RIVA 블랙 등 총 2종	-	바이오일 말보루
코틴	캡틴 등 총 5종	-	10종

*2010년 12월 26일 기준.

2) 국내 유통 현황

전자담배의 유통 단위는 카트리지와 흡입장치가 함께 구성된 세트제품과 카트리지, 흡입장치 등으로 분리된 제품으로 유통되고 있으며, 카트리지의 리필을 위한 전자담배 액상만 따로 구입할 수도 있다. 처음에는 ‘전자담배 액상(니코틴

농축액)이 들어 있는 필터와 니코틴을 흡입할 수 있게 하는 전자장치로 구성된 것’을 담배로 적용하려고 하였으나, 규제 현실성 등을 감안하여 현재는 ‘전자담배 액상이 포함된 카트리지도 담배로 적용하고 있으며, 리필용 전자담배 액상(병으로 판매)도 담배로 적용하고 있다.

전자담배로 구분되는 제품, 즉 니코틴이 함유된 제품을 판매하는 업체는 총 28개이며, 모두 152개 제품을 판매하고 있다(2011년 3월 현재). 또한 각 업체에서는 적게는 4종에서

많게는 15종의 전자담배 액상을 판매하고 있어, 시중에서 판매되고 있는 전자담배 액상의 종류는 온라인상에서 확인 되는 것만 200종이 넘는다(표 3).

Table 4. Current status of legal regulation on electronic cigarettes among major countries or organization.

분류	국가	정의 및 분류	관리법	관리현황
사용 금지 또는 연구결과 확정 까지 일시적 사용 금지	WHO	전자식 니코틴 전달장치(Electronic Nicotine Delivery System)		- 금연보조제로서 WHO가 사용을 지지했다는 주장에 대해 제조업자의 광고 내용을 경고(08.09.19.) - 적법한 금연장치로 인정하기에는 아직 충분한 과학적 근거가 없음 - 판매와 마케팅에 앞서 규제 당국에서 마련한 유효성, 안전성 기준을 충족하여야 함
	캐나다	니코틴 전달물질/ 신중약물로 분류 전자 전달 시스템	식의약품법 의료기기법	- 안전성, 질, 효능이 충분하게 평가되지 않았고, 판매용으로 승인 받지 않았으므로 즉시 수입, 광고, 판매 중지하도록 경고 - 현재 보건부에서 관련 연구 진행 중
	미국	최근 담배와 동일하게 규정하기로 결정(11.04.25.)	식의약품법 담배관리법	- 디에틸렌글리콜 같은 발암물질과 독성물질이 함유되어 있다는 실험 결과를 발표(09.07.22.) - 미국 FDA가 전자담배를 담배제품과 동일하게 규정할 계획임을 발표(2011.04.25.)*
	덴마크	니코틴 전달물질		- 전자담배는 합법이나 니코틴을 함유한 경우는 보건부의 연구결과가 나올 때까지 한시적 금지
	홍콩	니코틴 전달물질		- 전부 사용 금지
	핀란드	니코틴 전달물질		- 판매, 구입 금지
	브라질	니코틴 전달물질		- 보건부에서 전면 금지
	싱가포르	담배		- 담배로 분류하나 수입, 판매, 구입 금지
	일본	의약품 성분이 포함된 전자담배	약사법	- 카트리지에 니코틴 등 의약품 성분 함유, 또는 의약품 성분이 없더라도 금연보조 목적으로 효능 및 효과를 표방한 것만 허용 - 승인, 허가 필요하나 의약품 승인 사례는 없음 - 니코틴 미 포함 경우는 기호품으로 유통 - 약사법 기준에 해당되지 않는 전자담배는 경제산업성이 관리
	호주	니코틴 전달물질	의약품 관리	- 니코틴이 함유된 경우 판매 금지
허용	뉴질랜드	니코틴이 함유된 의약품	의약품 관리	- 허가된 경우 외에는 금지
	오스트리아		의약품 및 의료기기법	- 관련법에 의해 승인 받아야 함
	말레이시아		의약품 및 의료기기법	- 처방 필요
	영국**	의약품 및 담배대용 품으로 구분하여 관리	보건의료제품 관리법	- 금연 보조 장치로 판매되는 경우 의약품관리국(MHRA)의 관리 받음 - 담배 대용품(대체품)의 안전성에 대해서는 화학제품관리규정2002(CHIP)의 관리 받음
	체코			- 광고, 판매에 대한 규제 없음
	네덜란드			- 합법이나 광고는 금지

*최근 보도 자료(아시아투데이 2011. 04. 26.) 참고.

**www.ashscotland.org.uk/ash/.../E-cigs%20April%202010.pdf.

전자담배는 보통 담배 한 갑 분량을 니코틴이 들어있는 카트리지와 전자장치기기를 판매하며, 카트리지 안에는 니코틴이 함유된 전자담배 액상이 들어있다. 이 전자담배 액상은 리필을 위하여 병으로도 판매되며, 맛 또는 향에 따라 다양한 액상이 개발되어 있다. 전자담배 액상은 니코틴 함유량에 따라 Low, Medium, High로 구분하는 것이 일반적이나 각각의 함량이 얼마인지 정확하지 않다. 즉 니코틴 함유량이 표시되어 있는 제품이 있는가 하면 아무 표시 없는 제품도 있고, 니코틴 함유량이 표시된 제품의 경우 같은 Low 혹은 High로 표시된 제품인데도 판매업체에 따라 그 정도에 차이가 있다.

3) 세계 주요 국가의 관리 현황

전자담배에 대해서는 국제적으로 공통된 관리 기준이 없어, 각국의 규제 기준에 따라 사용금지, 의약품으로 관리, 별도의 규제 없이 유통 등 세 가지 유형으로 관리하고 있다.

미국 식품의약국은 2009년부터 담배제품을 규제할 권한을 부여 받았으며, ‘니코틴, 향, 기타 화학물질이 포함된 카트리지를 포함한 배터리로 작동되는 기기’라고 정의하고 전자담배를 약물 전달 기구로 분류하여 사전 승인을 받도록 해왔다(The Food, Drug, and Cosmetic Act, FDCA). 그러다 2011년 4월 25일 미국정부는 최종 소송결과 전자담배를 의약품이 아닌 담배제품으로 규제할 계획이라고 밝혔으며, 미국 FDA는 웹사이트를 통해 전자담배를 심사요구대상이 아닌 담배제품으로 규정하기로 했다고 발표했다.(10) 캐나다 보건성은 전자흡연물품을 니코틴 액과 관련 물질을 담은 카트리지뿐 아니라 전자담배, 쉘렌, 엽쉘렌, 파이프를 포함한 니코틴 흡입을 위한 기화 조절 전자장치로 정의하였으며, 안전성, 질, 효능이 충분하게 평가되지 않았고 판매용으로 승인 받지 않았으므로 수입, 광고, 판매를 중지하도록 경고하였다. 구체적인 관리 방안에 대해서는 현재 보건성에서 연구 중인 것으로 알려져 있다.

싱가포르는 전자담배의 판매와 수입을 불법이라고 규정하였으며, 브라질도 전자담배의 판매, 수입, 광고를 금지하고 있다.

의약품으로 관리하는 나라로는 뉴질랜드, 호주, 덴마크 등이 있다.

뉴질랜드는 전자담배의 증기에서 tobacco-specific nitrosamine (TSNA)가 검출되었다는 연구 발표가 있었는

데, 그 주요 내용은 발암물질과 독성물질이 유해한 수준 이하라는 것이었다. 즉 전자담배를 ‘흡연을 하기에 안전한 대체품’ 정도로 결론지었다.(11) 그러나 허가된 경우를 제외하고는 판매를 금지하고 있으며, ‘약사법’에 근거한 허가 기준에 따라 승인을 하고 있다.

호주는 니코틴 전달물질을 의약품으로 관리하고 있으며, 니코틴이 함유된 전자담배의 판매를 불법이라고 규정하였다. 덴마크 역시 니코틴을 함유한 전자담배를 의약품으로 규정(Danish Medicine Agency)하고, 보건부의 연구 결과 나오 때까지 한시적으로 판매와 수입, 구입 등을 금지하고 있다. 일본은 의약품 성분이 포함된 전자담배로 규정하고 약사법으로 관리하고 있다. 즉 카트리지에 니코틴 등 의약품 성분을 함유하거나 의약품 성분이 없더라도 금연보조 목적인 경우에는 의약품으로 관리하나 승인 사례는 없는 것으로 알려져 있다.

기타 특별한 규제가 없거나 허용하고 있는 나라로는 체코, 네덜란드 등이 있다.

3. 전자 담배의 안전성 평가 (또는 독성학적 평가)

지난 2009년 한국소비자안전센터 식의약 안전팀은 시중에 유통 중인 7개의 전자담배 제품을 대상으로 한 실태조사를 통해 품질관리차원의 안전기준을 마련하고, 제품성분에 대한 분석시험검사를 통해 유해물질의 검출여부 및 검출된 화학물질의 독성학적 평가를 실시하였다.(12) 식의약안전팀 시험검사국은 니코틴 함량을 ‘HIGH, LOW, NO’로 표시한 3개 판매자의 6개 카트리지 제품들을 분석한 결과에서 카트리지 1개당 니코틴 함량이 ‘최고 (HIGH)’ 제품 군에서 3.39–12.59 mg, ‘최저 (LOW/NO)’ 제품 군에서 0–6.30 mg으로 나타났고, 니코틴 함량이 동일하거나 유사한 것으로 표시된 제품 군에서도 실제 검출된 니코틴 함량에는 상당한 차이가 있는 것으로 보고하였다. 또한 니코틴이 함유되지 않은 것으로 표기한 6개의 제품 중 3개 제품에서 0.3–0.7 mg의 니코틴이 검출되었고, 일부 니코틴 함유량의 표기자체가 없는 제품에서도 2.94 mg의 니코틴이 검출되었음을 보고하였다. 이는 현재 니코틴 함유량 여부에 따라 약사법과 담배사업법이 구분되어 적용되는 이원화된 관리방식에 허점이 있음을 시사한다. 한편 8개제품의 카트리지 용액에서 인체발암물질인 포름알데히드가 5.2–13 ppm의 농도로 검출되었다. 포름알데히드(formaldehyde)는 자극성 냄새를 가진 가연성

을 가진 기체이다. 이 물질은 일반인에게는 대표적인 새집증후군의 유발물질로도 널리 알려져 있으며, 간접흡연에 민감한 사람의 경우 눈물, 기침, 재채기, 피부 따끔거림 등의 자극 증상을 호소하게 된다. 이 물질은 담배에 맛과 향을 내기 위해 첨가하는 감미료가 연소되면서 발생하는 것으로 알려져 있다. 전자담배의 증기성분에서 검출되는 포름알데히드의 수준에 대한 연구가 뒤따라야 하지만, 포름알데히드의 검출 사실은 간접흡연 노출에 대한 부담이 없다는 업계의 주장과는 일정하게 배치되는 결과로 간주된다. 본 연구결과는 시중에 유통되고 있는 전자담배의 제품표시와 실제 검출된 니코틴 함량이 다르며, 제품에 표시된 용량과 용법에 대한 의학 적 근거가 없고, 제품의 안전관리 기준이 미흡하여 제품의 품질관리 결함이나 사용자의 오남용에 따른 니코틴의 과다 흡입의 가능성이 우려되는 것으로 결론을 내리고 있다.

한편 비슷한 시기인 2009년 5월경 미국의 식품의약국에서도 시판 중인 두 가지의 대표적인 전자담배 브랜드 샘플 19종을 분석한 결과를 소개하였다.(13) 이 보고서에서도 똑 같은 니코틴 함량이 표기된 세 가지 제품에서 니코틴의 실제 검출량은 상당한 차이가 나타난 것으로 소개되고 있다. 세 가지 제품에 대해 100 mL의 흡입 시 검출된 니코틴 함량을 서로 비교한 결과 26.8-43.2 ug의 편차가 나타난 것이다. 또한 니코틴이 함유되지 않은 것으로 표기한 제품들 모두에서 니코틴 액이 검출되었으며, 고농도의 니코틴 함유제품을 흡입 시 수증기에서 검출된 니코틴 함량이 금연보조제로 시판 중인 니코틴 흡입제(nicotine inhaler)의 경우보다 2배 이상 높게 나타났다. 또한 일반적인 담배제품에 포함되어 있는 TSNA라는 강력한 발암물질이 실험대상 제품의 절반 정도에서 검출되었음을 밝히고 있다. 또한 디에틸렌 글리콜이라는 폐에 유해한 독성을 가진 물질이 특정회사 상품의 카트리 지 액에서 1% 농도로 검출되었으며, 그 외 일반적인 담배제품에 포함되는 해로운 불순물인 아나바신(anabasine), 미오스민(myosmine), 베타-니코티린(beta-nicotyrine) 등의 물질이 대부분의 제품에서 검출되었음을 밝히고 있다. 이러한 분석시험결과를 놓고 미국 식품의약국에서는 전자담배 제조업체의 품질관리공정이 존재하지 않거나 신뢰하기 어렵다고 결론짓고 있다.

미국 식품의약국의 연구결과가 발표된 후 전자담배 제조 업체인 NJOY는 자사에서 진행한 연구에서 자사제품의 수 증기 성분에서는 발암물질인 N-nitrosamine 이 검출되지

않았음을 보고하였다.(14)

또 다른 전자담배 제조업체인 루엔(Ruyan)의 경우 뉴질랜드의 사설기업연구소인 Health New Zealand (HNZ)에 직접 의뢰하여 실시한 독성학적 분석실험결과를 내세우고 있다.(11) 이 보고서는 니코틴 함유량이 서로 다르게 표기된 상품에서 실제적인 니코틴 함유량도 그에 상응하는 차이를 나타낸 것으로 알려지고 있다. 이 결과보고서는 전자담배의 주요한 성분인 프로필렌 글리콜(propylene glycol)의 안전성을 강조하는 동시에 전자담배가 일반적인 담배제품의 건강 위해 정도와 비교할 때 상대적으로 많은 이점을 가지고 있다는 점을 강조하고 있다.

한편 세계보건기구(WHO)에서는 분석결과에 대한 객관성과 신뢰성을 확보하기 위하여 담배연기분석기관이 담배 제조사로부터 어떠한 연구비의 지원도 받아서는 안된다는 입장을 밝히고 있다. 이외에도 그리스의 공공연구기관인 Demokritos 등에서 실시한 연구결과에서는 N-nitrosamine, PAH (polycyclic aromatic hydrocarbon) 등의 발암 물질이 검출되지 않았고, 아세트알데히드(acetaldehyde), 수은(mercury) 등의 물질도 검출되지 않은 것으로 보고되고 있다.(3)

흥미로운 사실은 이상의 기관들에서 시행한 분석결과는 일부 유해물질의 검출여부에 따른 차이이상으로 그에 대한 평가내용에서도 각 기관들 간의 상당한 입장차이를 보인다는 것이다. 미국 식품의약국에서는 전자담배의 잠재적인 건강 위해의 가능성을 적극적으로 부각시키는 입장을 취하고 있고 그리스의 공영기관인 Demokritos의 경우는 중립적인 입장을 취하면서 실험결과를 밝히는 것으로 머무는 반면, 사설기업연구소인 HNZ는 일반적인 담배제품의 건강 위해 정도와 비교하여 전자담배의 이점을 강조하는 입장을 취하고 있다.

한편 유사한 작용기전으로 인해 전자담배의 독성과 비교되고 있는 니코틴 흡입제(nicotine inhaler)의 경우 실제적으로 폐로 흡입되는 니코틴의 함량은 5% 미만인 것으로 밝혀져 있다.(15) 그러나 전자담배의 경우는 이용자의 폐로 흡입되는 니코틴의 함량이 어느 정도인지 아직 밝혀진 바가 없다. 이는 니코틴이나 디에틸렌 글리콜(diethylene glycol) 등의 인체의 폐에 독성을 가진 물질이 장기간 전자담배를 이용하는 사람들에게 어떤 영향을 미칠지 예견하기 어렵게 하는 부분이기도 하다.

Table 5. Summary of reports on electronic cigarette.

No	Author	Journal	Date	Main results
1	Eissenberg	Tobacco control	2010. 2	E-cigs do not deliver nicotine effectively and suppress craving less effectively
2	Bullen	Tobacco control	2010. 4	E-cigs alleviated desire to smoke and was well tolerated
3	Vanisickel	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev	2010. 7	Suppression of abstinence symptoms, but no measurable levels of nicotine or CO
4	Trichounian	Nicotine Tob Res	2010. 7	E-cig required stronger vacuums
5	Hadwiger	J Chromatogr A	2010. 10	Adulteration required
6	Siegel	Am J Prev Med	2011. 4	31% of 6 month point abstinence rate in E-cig user

이상이 전자담배의 독성과 안전성에 대해 판단할 수 있는 공식적인 정보의 대부분으로 전자담배의 급속한 판매량 증대에도 불구하고 현재까지 제품의 독성과 안전성에 대해 평가할 수 있는 근거 있는 자료가 거의 없다는 사실은 왜 미국 식약청이 그 동안 전자담배업체를 상대로 과히 전쟁이라고 불릴 정도의 강경한 대응조치로 일관해 왔는지를 잘 설명해 주고 있다.

최근 연구에서는 전자담배의 니코틴전달이 원활치 않아서 돌발적인 흡연충동을 해소하기 어렵다는 보고도 있다.(16) 또한 전자담배를 지속적으로 흡입하기 위해서는 보다 강한 흡입력이 요구되는데, 이는 첫 10번의 흡입이 이뤄진 후에는 분무량의 농도가 감소하기 때문에 이후로는 보다 강한 흡입력을 필요로 하기 때문이다.(17) 이처럼 불충분한 니코틴의 흡입은 이용자들이 배터리가 다하거나 카트리지가 액이 마를 때까지 계속 몰아서 흡입하는 흡연양상을 보이게 한다. 평소 담배를 끝까지 피우고 콩초를 버리는 습관에 익숙한 흡연자에게서 더욱 이런 양상이 자주 나타나는데, 니코틴이나 각종 유해물질의 과다흡입과 폐로의 보다 깊은 흡수로 인해 초래될 부작용이 더욱 우려되는 부분이다. 이처럼 분무량의 점차적인 감소에 따른 강력한 흡입효과가 인체에 어떠한 영향을 미칠 지에 대해 평가하기에는 아직 이른 감이 있지만 이러한 보상적인 흡연행위는 우리가 이전에 겪었던 순한 담배의 유해성 논란을 다시 불러 일으킬 것으로 우려되는 부분이다.

전자담배의 리필방식 역시도 안전성 논란을 부추기는 원인이 되고 있다. 대략적인 인터넷 상의 조사를 하더라도 리필제품의 니코틴 용량이 제조사마다 상당한 차이를 보이고 있다. 일부 국내제품의 경우 카트리지가 액에 포함된 니코틴 함량이 최고 12.59 mg으로 알려져 있는데 이는 어린이의 치사량을 웃도는 수준이다. 전자담배의 리필용기에 어린이들

의 접근을 막을 수 있는 안전마개부착 또는 니코틴 급성중독의 경고문 표기 등과 같은 보호조치가 시급히 요구된다.

전자담배 이용자가 흡입한 후에 내뿜는 잔여 수증기성분을 통해 니코틴, 프로필렌 글리콜, 발암물질과 여타의 유해성 화학물질 등이 주변의 대기로 배출될 수 있다. 이러한 수증기 성분은 육안으로 관찰되며 향을 맡을 수도 있으나 그 성분에 대한 연구는 아직 충분히 이뤄지지 않았기에 안전성 논란에 대해 답하기엔 아직 이르다.(2)

4. 전자 담배의 연구 현황

1) 금연 효과 평가

WHO에서 2009년에 전자 담배의 금연 효과에 대한 우려를 표명하였지만, 그 이후에도 금연 효과에 대한 연구는 아직 활발하지 않은 상태이다.(18) 연구비 수혜기관에 따른 편차가 존재하고, 무작위 대조군 연구를 통해 단기간 또는 장기간의 연구 결과가 나오지 않은 상태이다(표 5). 이 중 일부를 소개하면 다음과 같다.

Bullen 등(19)이 40명의 흡연자를 대상으로 전자 담배와 니코틴 흡입기, 일반 담배를 비교한 연구에 따르면, 전자 담배는(16 mg) 일반 담배에 비해 떨어지지만 니코틴 흡입기만큼 흡연 욕구를 줄이고, 반면 부작용은 적은 것으로 보고하였다. 한편, 비슷한 시기 Eissenberg(16)는 2종의 전자 담배와 일반 담배, 가짜 담배를 비교한 연구를 시행하였는데 일부 전자 담배의 니코틴 농도는 가짜 담배와 차이가 없고, 흡연 욕구를 줄이는 데에도 부족한 것으로 보고하였다.

Bullen 등(19)의 연구가 뉴질랜드에서 Ruyan사의 후원을 받아 시행된 데 비해, Eissenberg(16)의 연구는 미국에서 국립보건원(NIH)의 지원을 받아 시행된 것도 눈여겨볼 필요가 있다. 금연 후 즉각적인 효과를 본 앞서 2개의 논문 외, 전자담배의 장단기 금연 성공율을 본 연구는 전무한 상태에

서, Siegel 등이 216명의 전자담배 사용자들을 이메일로 조사한 제한적인 연구가 발표되었다.(20) 이 연구에서 6개월 시점 금연율 (point abstinence)이 31%로 조사되었으며 비교적 장기간의 금연 성공률을 조사한 첫 보고서이나, 무작위 대조군 연구가 아니므로 연구 결과의 객관화와 일반화에는 무리가 따른다.

2) 기타

Etter는 4개국 81명의 전자담배 사용자들을 대상으로 한 인터넷 설문조사에서 전자 담배는 주로 금연 목적으로 사용되고 있으나, 일부 사용자들은 잠재적 독성에 우려를 가지고 있음을 보고하였고,(1) 연무(aerosol)을 만드는데 필요한 압력과 시간에 따른 연무의 밀도를 측정함으로써 8종의 일반 담배와 4종의 전자담배의 흡연특성을 보고한 연구에 따르면 전자담배가 일반담배보다 더 강한 압력이 필요하여 인체에 해로울 수 있음을 보고하기도 하였다.(17) Hadwiger 등(21)은 고압 액상 크로마토그래피 법으로 전자담배의 성분을 분석한 결과를 발표하였는데, 성분이 표기와 다르고, 니코틴이 없다고 광고하는 전자담배에서 니코틴이 발견되어 사용자는 자신도 모르게 니코틴에 중독될 가능성이 있음을 시사하였다. Ayers 등(22)은 2008년부터 2010년까지 Google 검색을 통해 검색된 단어를 조사되었다. 전자담배와 금연보조 약물(니코틴 대체요법, 챔픽스 등)의 검색빈도를 시계열적으로 분석하여, 여러 국가에서 전자담배에 대한 관심이 급격하게 증가하고 있다는 것을 기술하였으며 전자담배에 대한 관심은 금연정책이 강하게 추진되는 국가일수록 증가하는데, 전자담배의 실내 사용에 대한 적절성이 입증되지 않은 상태에서 더 큰 논란을 야기할 가능성이 있다고 하였다.

결 론

국내의 전자담배 관리 체계는 그 보급속도를 전혀 따라가지 못하고 있다. 온라인과 오프라인을 통해 전자담배는 성인은 물론 청소년들에게까지 광범위하게 퍼져가고 있으며, 그 주된 사용 목적이 담배를 끊는 것이라는 것은 문제의 심각성을 보여주고 있다. 그에 비해 국내에서는 일부 청소년과 대학생들을 대상으로 한 설문 조사 외에 체계적인 사용 실태와 부작용에 대한 조사가 이뤄지지 않았고, 니코틴 함량에 따라 담배사업법과 약사법의 관리를 받는 비효율적인 이중 체계

를 가지고 있다. 전자담배의 안전성과 금연 효과에 대한 논란이 지속되는 한, 보건 당국에서는 정확한 사용 실태 조사는 물론 부작용에 대한 지속적인 파악을 해야 하고, 전자담배 사용자들에 대해서도 전자담배에 대한 정확한 사실을 제공하여, 담배를 끊을 수 있는 기회를 놓치지 않도록 해야 한다.(23) 전자담배가 필터 없는 담배나 순한 담배처럼 흡연자들을 기만하는 전철을 밟을지, 아니면 덜 해로운 담배로서 새로운 길을 열 수 있을지,(24) 금연 운동가 사이에서도 논란이 벌어지고 있다. 하지만 분명한 것은, 전자담배를 금연 목적으로 권하는 것은 적절하지 않으며, 전자담배의 안전성을 평가하기 위한 노력이 시급하다는 것이다.

요 약

2003년 중국인 Hon Lik에 의해 개발된 전자담배는 담배의 연소과정에서 발생하는 독성물질을 줄이고, 흡연자의 금연에 도움을 주기 위한 목적으로 개발되었다고 알려져 있다. 충전된 배터리에 의해 작동하는 전자담배는 액상 니코틴을 기화시켜 흡입하게 한다. 세계보건기구에서는 전자담배를 전자식 니코틴 전달기구(ENDS)로 정의하였고, 담배보다는 약물을 전달하는 기구로서 관리하기를 권고하였다. 전자담배는 니코틴 중독을 심화시킬 가능성이 있기 때문에 적절한 연구 성과가 나오기 전까지는 금연을 위한 목적으로 사용되어서는 안 된다. 전자담배에 대해서는 동물연구 및 인체를 대상으로 보다 충분한 연구가 필요한 상태이며, 이러한 연구가 완료되기 전까지, 의사와 보건 의료전문가들은 전자담배에 대해 객관적으로 문제점을 알리고, 오류를 바로잡는 노력을 해야 할 필요가 있다.

중심단어: 전자담배; 금연 전자식 니코틴 전달기구; 효과; 안전성

참 고 문 헌

1. Etter JF. Electronic cigarettes: a survey of users. BMC Public Health 2010; 10: 231.
2. Henningfield JE, Zaatari GS. Electronic nicotine delivery systems: emerging science foundation for policy. Tob Control 2010; 19: 89-90.
3. Flouris AD, Oikonomou DN. Electronic cigarettes: miracle or menace? BMJ 2010; 340: c311.

4. Report on the scientific basis of tobacco product regulation: third report of a WHO study group. Geneva: World Health Organization 2009.
5. Administration UFaD. Evaluation of E-cigarettes. 2009.
6. Wikipedia. Electronic cigarette. 2011 [cited 2011 March 10]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_cigarette.
7. Cobb NK, Byron MJ, Abrams DB, Shields PG. Novel nicotine delivery systems and public health: the rise of the "e-cigarette". *Am J Public Health* 2010; 100: 2340-2.
8. Myung SK. An update on the effectiveness and safety of electronic cigarettes. Symposium on E-cig; 2011; Korea Seoul. 2011.
9. Pauly J, Li Q, Barry MB. Tobacco-free electronic cigarettes and cigars deliver nicotine and generate concern. *Tob Control* 2007; 16: 357.
10. Heeyoung C. Report on E-cig from FDA. AsiaToday. [Internet]. 2011 April 26, 2011. [cited 2011 April 26]; Available from: <http://www.asiatoday.co.kr/news/view.asp?seq=474411>
11. Laugesen M. Safety report on the Ruyan E-cigarette cartridge and inhaled aerosol. Christchurch: Health New Zealand Ltd. 2008.
12. Actual condition survey on electronic cigarette. Seoul: Korean Consumer Safety Center. 2009.
13. US Food and Drug Administration. Evaluation of e-cigarettes. 2009. [cited 2009 Oct 15]; Available from: <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/ScienceResearch/UCM173250.pdf>
14. Lindsay J C. Technical review and analysis of FDA report: "Evaluation of e-cigarettes". Exponent, Inc. 2009.
15. Lunell E, Molander L, Ekberg K, Wahren J. Site of nicotine absorption from a vapour inhaler-comparison with cigarette smoking. *Eur J Clin Pharmacol* 2000; 55: 737-41.
16. Eissenberg T. Electronic nicotine delivery devices: ineffective nicotine delivery and craving suppression after acute administration. *Tob Control* 2010; 19: 87-8.
17. Trtchounian A, Williams M, Talbot P. Conventional and electronic cigarettes (e-cigarettes) have different smoking characteristics. *Nicotine Tob Res* 2010; 12: 905-12.
18. Vansickel AR, Cobb CO, Weaver MF, Eissenberg TE. A clinical laboratory model for evaluating the acute effects of electronic "cigarettes": nicotine delivery profile and cardiovascular and subjective effects. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010; 19: 1945-53.
19. Bullen C, McRobbie H, Thornley S, Glover M, Lin R, Laugesen M. Effect of an electronic nicotine delivery device (e cigarette) on desire to smoke and withdrawal, user preferences and nicotine delivery: randomised cross-over trial. *Tob Control* 2010; 19: 98-103.
20. Siegel MB, Tanwar KL, Wood KS. Electronic cigarettes as a smoking-cessation: tool results from an online survey. *Am J Prev Med* 2011; 40: 472-5.
21. Hadwiger ME, Trehy ML, Ye W, Moore T, Allgire J, Westenberger B. Identification of amino-tadalafil and rimonabant in electronic cigarette products using high pressure liquid chromatography with diode array and tandem mass spectrometric detection. *J Chromatogr A* 2010; 1217: 7547-55.
22. Ayers JW, Ribisl KM, Brownstein JS. Tracking the rise in popularity of electronic nicotine delivery systems (electronic cigarettes) using search query surveillance. *Am J Prev Med* 2011; 40: 448-53.
23. Yamin CK, Bitton A, Bates DW. E-cigarettes: a rapidly growing Internet phenomenon. *Ann Intern Med* 2010; 153: 607-9.
24. Cahn Z, Siegel M. Electronic cigarettes as a harm reduction strategy for tobacco control: a step forward or a repeat of past mistakes? *J Public Health Policy* 2011; 32: 16-31.