

◀ 총 설 ▶

전 자 담 배

김삼곤* · 한정호 · 이태경 · 남상진 · 진선진
KT&G

(2015년 11월 25일 접수 ; 2015년 12월 11일 수정 ; 2015년 12월 15일 승인)

Electronic cigarettes

Sam-Kon Kim*, Jung-Ho Han, Tae-Kyoung Lee, Sang-Jin Nam and Sun-Jin Jin

KT&G Research Institute

(Received Nov 25, 2015 ; Revised Dec 11, 2015 ; Accepted Dec 15, 2015)

전자담배(electronic cigarettes)는 발생된 에어로졸을 사용자가 흡입하는 담배모양의 배터리 구동 전자기기이다. 국제적으로는 E-cigarettes, E-cigs, Electronic Nicotine Delivery Systems(ENDS), 그 외에도 vapes, vape pens, vape pipes, e-hookahs, hookah pens 등 다양한 명칭으로 통용되고 있다. 전자담배는 흡연의 경험을 대신함으로써 주로 연초담배 흡연자에 의해 혼용 되거나 전용되고 있다. 연초담배와 달리 연소는 없지만 연기가 아닌 증기를 흡입하고 니코틴은 담배로부터 유래하지만 실제 담배원료를 함유하지는 않는다.

전자담배의 에어로졸은 수동(버튼 스위치) 또는 사용자가 기기를 통해 공기를 흡입할 때(흡입센서) 작동하는 전기적 발열체에 의해서 생성된다. 발열체는 '액상('e-liquid' 또는 'e-juice)'이라는 액체조성물을 증기화 하고 증기는 응축되어 에어로졸을 생성한다. 일반적으로 액상은 프로필렌 글리콜, 글리세롤, 니코틴과 향료로 이루어져 있으며 액상저장부(카트리지)에 담겨져 있다. 대부분의 전자담배는 흡연을 모사하기 위해 기기가 작동(puffing)할 때 끝단의 컬러 LED가 점등된다.

한편, 2003년 중국의 약사인 Hon Lik에 의해서

전자담배 상용제품이 처음으로 발명되어 2004년 중국에서 최초로 출시되었으며, 2007년경 우리나라를 비롯해 유럽 등 전 세계로 널리 확산된 것으로 알려지고 있다. 초기의 정형화된 디자인으로부터 사용자의 니즈 등에 따라 다양한 길이나 원주를 가진 쉘 형태의 기기외에도 완전히 다른 형태의 기기가 개발되어 판매되고 있으며 액상 또한 선호하는 향이나, 선호하는 니코틴 함량에 따라 선택의 폭이 매우 다양할 뿐만 아니라 발열온도를 증가시키거나 대용량의 배터리, 전압 임의 조절 또는 대용량 액상 카트리지 등의 기기 변형을 통해 계속 진화를 거듭하고 있다. 아울러, 2014년 영국의 옥스퍼드대 출판국이 전자담배 혹은 '전자담배를 피우다'라는 뜻을 가진 영어단어 'vape'를 올해의 단어로 선정할 정도로 최근 빠른 속도로 대중화 되고 있다. 관련 시장 또한 초기 중소기업의 전자담배 전문업체들을 통해 형성되어 유지 되었으나 2013년 이후 글로벌 다국적 담배회사들이 전자담배 시장에 진입하면서 새로운 국면을 맞고 있다.

본 총설에서는 빠르게 성장하고 있는 전자담배에 대해 2013년 2월 구성된 CORESTA E-cigarette TF에서 발간한 두 개의 보고서(Garner C. et al.,

*연락처 : 34118, 대전광역시 유성구 가정로 30, KT&G연구원

*Corresponding author : 30, KT&G Research Institute, 30 Gajeong-ro Yuseong-gu, Daejeon 305-345, Korea
(phone: 82-42-866-5585; fax: 82-42-866-5426; e-mail: samson@ktng.com)

2014; Stevens R., 2014) 및 British American Tobacco사의 인터넷 자료(www.bat-science.com)를 바탕으로 전자담배의 역사, 작동, 성분 분석, 시장 및 각국의 규제현황에 대해서 개략적으로 정리하고자 한다.

전자담배의 역사적 개요

전자담배에 대한 소비재로서의 인식은 2000년대 중반 중국에 도입된 이후 매우 증가하고 있는 중이다. 비록 최초의 전자담배 특허는 1963년 Herbert A Gilbert에 의해 미국에서 출원되었지만(Gilbert HA, 1963), 최초로 상용화된 전자담배는 2003년 중국에서 약사인 Hon Lik에 의해 발명되었다. Hon Lik은 Ruyan의 전신인 Golden Dragon Holdings에서 일했다. 현대의 전자담배는 2004년 처음으로 중국에서 출시되고 수출되었다. 최초의 국제특허는 2007년 Ruyan에 의해서 등록되었다(Hon Lik, 2007). 전자담배는 이후 전세계적으로 사용할 수 있게 되었다(Etter J. F., 2013).

초기에는 발열체를 작동시키기 위한 배터리의 성능과 자동 스위치의 안정성이 사용자의 기대에 미치지 못하였다. 2008년 Screwdriver style의 전자담배로 알려진 배터리부가 커지고 수동스위치가 장착된 제품이 소비자에 의해서 개발되었다. 이러한 발명은 제조자로 하여금 배터리, 발열부/무화부(atomizers)와 액상 저장부(cartridge) 등 사용자가 선택할 수 있는 부품이 탑재된 전자담배 개발을 이끌었다. 2009년 510 atomizer와 eGo 배터리가 개발되었으며, 이는 Screwdriver 모델과 버튼식 수동스위치를 이용한 전원공급 방법을 대중시장으로 가져왔다. 510 eGo 전자담배 모델은 부품 호환성을 위해 7 mm x 0.5 mm 나사피치를 사용한다. 510 eGo 전자담배는 220 mAh ~ 1,100 mAh를 가진 약 3.2 ~ 4.8 V 직류전류 범위에서 사용가능한 배터리를 가진 가장 인기있는 모델중의 하나로 보인다. Atomizer의 저항값은 보통 약 1.5 ~ 2.2 Ω범위이다. 2010년까지 대부분의 전자담배는 액상이 미리 채워진 카트리지를 사용하였다. 2010년 eGo 배터리와 리필이 가능한 액상 저장소 또는 Tank를 가진 기기로 디자인된 510 atomizer가 통합된

eGo-T atomizer가 도입되었다. 2012년 초반이후 소위 말하는 Clearomizers - atomizer와 단일 투명 플라스틱 부품으로 이루어진 Tank -를 적용한 기기와 eGo 배터리는 고객에 입맛에 맞춘 전자담배 시장에서 가장 많이 판매되는 제품이 되었다.

전자담배의 작동 (Operation of e-cigarettes)







앞에서 언급한 바와 같이, 전자담배는 배터리로 전원을 공급하여 연소가 일어나지 않으면서 제어된 발열 과정을 통해 액체를 증기화 하여 흡입할 수 있는 에어로졸을 발생하도록 설계된 발열기이다.

1. 구성

어떤 제품은 다양한 길이와 둘레를 가진 쉘런담배와 같은 유형의 제품도 있지만, 쉘런담배와는 완전히 다른 모양을 가진 제품 등 수많은 기기 디자인이 있다. 일반적인 기기의 구성은 1-, 2-, 3-piece 제품이다. 2-piece 제품들은 배터리와 카토마이저(Cartomizer, 카트리지와 atomizer(무화기) 일체형)으로 구성되고, 3-piece 제품들은 카트리지와 atomizer가 분리되어 있다. 기기는 1회용(disposable)과 충전용 배터리, 리필이 가능한(refillable) 카트리지를 또는 저 장부를 가진 재사용 가능한 유형으로 나눌 수 있다. 전자담배 기기의 보편적인 형태와 특성을 Table 1에 나타내었다.

하나의 요소로 구성된 제품은 보통 일회용(disposable)이다. 두개의 요소를 가진 제품에서 한 요소는 보통 마우스피스, 발열체와 액상 카트리지로 구성되어 있으며, 다른 한 요소는 충전식 배터리, 제어회로, 표시등(LED)과 스위치를 포함하고 있다. 세 개의 요소로 이루어진 전자담배는 이 구성에서 발열체와 액상 저장부가 분리되어 있다. 카트리지와 카토마이저(Cartomizer)의 액상은 기질(흡착물질)에 흡착되어 있는 반면, tank 시스템에는 액체 상태로 저장되어 있다. 액체 저장부는 일회용(disposable) 또는 리필 가능(refillable) 하다. 저항 금속 발열체(resistive metal heater)는 액상을 가열하여 증기화 한다. 배터리는 보통 리튬 이온 배터리이다. 제어 회로는 발열 코일로의 전류공급과 충

Table 1. Characteristics of commonly used E-cigarette formats

Type of device	Construction	Voltage	Comments
Disposable	Single piece 	Fixed voltage	Not rechargeable Automatic switch
Rechargeable	Two- or three-piece device 	Fixed voltage	Three-piece version uses separate heater and cartridge Automatic switch
Rechargeable with refillable or replaceable cartridge	Multiple components 	Fixed voltage	
Tank based	Multiple components 	Fixed voltage	Tank enables larger amounts of e-liquid to be used Manual switch
eGo	Multiple components 	Fixed or variable voltage as well as variable battery capacities	Some allow user control of voltage Manual Switch
Cigars	Multiple components 	Fixed voltage	Large battery

자료 : Garner C. et al, (2014) CORESTA E-cig. TF Reference Report

전을 제어하며, puff가 너무 잦거나 오랫동안 이루어져 온도가 높이 올라가면 작동하는 전기차단 안전장치 등이 포함될 수 있다. 표시등은 보통 사용 중 켜지고, 전력이 부족하거나 배터리를 충전할 필요가 있을 때 깜박임으로 신호를 보낸다. 기기는 자동 센서(예, 압력, 공기흐름)에 의하거나 또는 수동 버튼 스위치에 의해서 작동이 시작될 수 있다. 이 과정을 Fig 1.에 도식화 하였다.

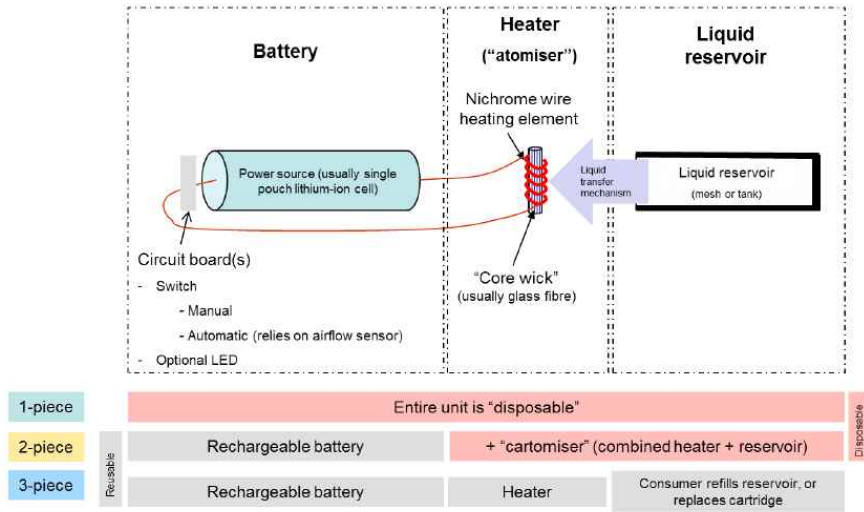
사용자가 기기를 통해 흡입을 시작하면, 액상이 모세관 작용에 의해 유리섬유/세라믹 코어에 감겨 있는 발열 코일인 증기화기구로 끌어 당겨지게 된다.

발열코일에 전류가 인가되면 발열 코일은 액상을 증기화(기기와 배터리 전력에 따라 다르지만 실제 온도인 약 150 ℃에서)시키고, 증기화된 액상은 주위공기에서 응축되어 사용자가 흡입할 수 있는 에어로졸을 생성한다.

2. 액상(E-liquids)

기기의 많은 다양한 유형뿐만 아니라, 광범위한 향료와 다양한 니코틴 농도(니코틴을 함유하고 있지 않는 경우도 포함)가 적용된 액상이 리필 가능한 기기에 사용하도록 시판되고 있다. 별도로 구성 요소(부품)과 액상을 구입할 수 있는 옵션은 사용

자 담 배



자료 : Garner C. et al, (2014) CORESTA E-cig. TF Reference Report

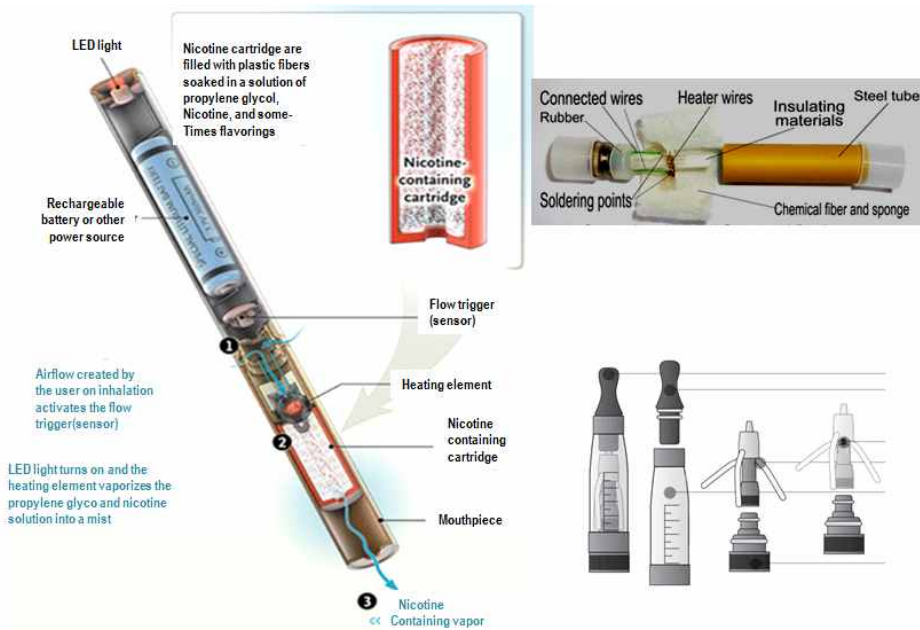


Fig. 1. Common components of an E-cigarette and principles of operation

자가 개인 기호에 맞게 기기를 구성할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

대부분의 액상은 첨가제 / Carrier / 용매 (프로필렌 글리콜 및 / 또는 글리세롤), 니코틴과 향료로 구성된다. 액상의 일반적인 구성은 Table 2.와 같다.

Table 2. Typical constituent levels in E-liquids

Nicotine	Glycerol	PG	Water	Flavors
0-5%	0-95%	0-95%	0~5%	<0.5%

액상의 모든 니코틴은 담배로부터 추출되며, 이

프로세스는 또한 nornicotine, anatabine 및 anabasine 같은 담배에서 다른 마이너 알칼로이드가 추출될 수 있으며, 이는 β -nicotyrine, 코티닌 및 니코틴 N-oxide 같은 불순물의 형성을 유발할 수 있다. 불순물은 바람직하지 않지만, 유럽 약전에서는 약품등급의 니코틴내 낮은 수준의 불순물을 허용한다 (일부 특정 불순물 각각 최대 0.3%, 불특정 불순물 각각 0.1% 이하를 포함하여 최대 0.8%)(European Pharmacopeia 7.0, 2012). 액상 범위에 대한 최근의 분석은 단지 시험액상의 절반정도가 허용 수준의 불순물을 포함하고 있다고 결론을 내렸다(Etter et al., 2013). 이 분석은 또한 액상내 측정 니코틴의 함량은 라벨에 표시된 함량에 비해 85~121% 범위임을 알았다.

프로필렌 글리콜 (PG)과 글리세롤은 액상에서 니코틴과 향료들에 대한 carrier (부형제) 로 사용되며, 가열 및 냉각 과정 동안 형성된 에어로졸의 대부분을 이루고 있다. PG와 글리세롤 모두 제약, 화장품 및 식품 산업에 널리 사용되며, 미국 FDA에 의해 '일반적으로 안전하다고 인정하는 물질 (GRAS: 경구 또는 경피용)'로 지정되어있다. PG 및 글리세롤은 또한 기존의 전통형 쉐련담배 블렌드에 보습제로 사용되고 있다. PG(JECFA, 2003; Suber et al., 1989)와 글리세롤(JECFA, 2002; Renne et al., 1992) 흡입 노출에 대한 연구문헌들에 의하면 전신조직병리학적(혈액학적) 영향은 없지만, PG와 글리세롤의 흡입이 폐에 미치는 영향을 평가하기 위해서는 좀 더 연구가 필요하다.

또한, 대부분의 상업용 액상은 매우 다양한 향료 물질들이 가향되어진다. 액상에서 가장 자주 사용되는 향료는 tobacco-like, 민트, 멘톨, 과일, 커피, 바닐라, 초콜릿 등이다(Etter et al., 2011). 향료물질은 주로 쉐련담배에 사용하는 향과 성분들이 주로 적용되고 있다.

3. 액상의 증기화 (Vaporization of E-liquid)

전자담배의 에어로졸 생성은 기기(배터리, 코일 저항, 액상)와 흡입 행태(puffing behaviour)간의 작용(function)이다. 증기화 과정은 액상의 각 성분과 발열 코일에 의해서 이루어지는 온도에 대한 기본 속성(증기압)에 의존한다. 최종 생성되는 증기의

조성은 주어진 압력과 온도에서 액상의 각 성분들에 대한 증기압에 의해서 결정된다. 따라서, 액상의 특성은 최종 증기압은 각 성분들의 부분 압력의 합과 같다는 라울의 법칙에 의해서 근사화될 수 있다.

다중성분의 용액이 가열될 때 각 성분의 증기압은 증가한다. 총 증기압이 주변 액체의 증기압과 같을 때, 용액이 끓고 액체는 용액 전체를 통해 증기로 변한다. 만약, 용액의 성분이 상호간에 잘 용해되면 용액은 하나의 끓는점을 가질 것이며, 가벼운 성분(즉, 높은 부분압력을 가진 성분)은 증기상에서 응축될 것이다. 전자담배에서 액상은 다양한 양에서 열복사, 열대류, 열전도의 세 개 메커니즘에 의해 가열되어진다. 열복사는 일반적으로 적외선 에너지 전달에서 관측되는 전자기 에너지 전달을 통해서 열이 전달된다. 열대류는 발열코일 주변의 공기의 유동으로부터 기인하는 확산, 이류(advection) 및 강제 대류에 의해서 일어난다. 열전도는 용액의 직접 접촉 또는 액상을 머금고 있는 심지로부터의 열전달 과정이다.

전자담배에서 발열코일의 온도는 코일의 저항값과 인가전압에 의해서 결정된다. 전자담배 발열코일의 일반적인 최고온도는 180 ~ 220 °C이다.

코일의 저항값은 저항율과 길이를 표면적으로 나눈 값과의 곱으로 나타내며, 저항율은 조성(보통 니켈크롬 합금), 온도에 의존한다. 금속에 대해서 일반적으로 저항율은 온도에 따라 증가한다. 발열코일로부터 액상으로 전달되는 열은 액체의 열-의존적 증류와 용액중의 개별 성분들의 부분 압력에 의해서 증기화 정도와 최종 에어로졸의 조성을 결정한다.

4. 에어로졸의 발생과 특성

전자담배에 의해서 발생하는 에어로졸은 액상의 조성이 과포화된 증기상 으로부터 발열코일의 응축상(phase) downstream으로 상(phase)이 변한 후에 형성되는 액적(droplets) 덩어리이다. 마우스피스를 떠난 후 에어로졸 액적들은 역동적인 방식(dynamic manner)으로 계속해서 응축, 응집에 의해서 크기가 증가하고 또한 성분의 증발에 의해 수축하는 등 크기 변화가 계속 일어난다.

에어로졸의 특성은 발열 코일에 인가되는 전력,

액상 제형의 물리적 특성들 (점도, 습윤성 등)과 제형의 비열에 의해 주로 영향을 받는다. 또한, 흡인 저항, 공기유동량과 에어로졸 밀도는 기기시간과 기기 내에서도 다양할 수 있다(Williams et al., 2011; Trtchounian et al., 2010).

킬런담배의 연기 에어졸을 연구하기 위해 개발된 기술들이 전자 담배 에어로졸에도 적용될 수 있다. 전자담배 에어로졸의 입자 직경과 농도는 각각 270 ~ 460 nm(평균 질량의 직경) 범위와 $1.6 \sim 3.7 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 로 보고되고 있다(Ingebretsen et al., 2012).

전자담배의 성분과 분석

전통적인 킬런담배에 대한 수많은 표준화된 분석 방법과 심지어 제조사, 사용과 유통을 통제하는 정부의 규제는 확실히 자리를 잡고 있는 반면, 시판 전자담배 제품에 대한 공개된 분석 데이터는 상대적으로 적다.

2013년 CORESTA에서는 E-cigarette TF를 구성하고 제품 테스트에 대한 권장된 분석방법을 정립할 목적으로 2013년 11월 1일 전세계적으로 공개된 전자담배 분석과 관련된 논문, 학회 발표, 포스터 등의 문헌을 모아 검토하고 그중 55편의 유효한 문헌에 대해 요약 정리한 보고서 "Assessment of Analytical Literature from 55 Studies Published Worldwide prior to November 2013 on Commercial E-cigarettes"를 2014년 발간하였다.

확인된 55개의 문헌들을 5개의 주요 분야로 분류하면 아래와 같다.

1. 흡연 조건과 흡연행태 연구(Smoking regimes and topography studies)
 - 흡연변수 설정, 에어로졸 포집 방법과 흡연자 흡연변수
2. 분석 성분, 기존 데이터 및 보고 단위(Analytes of interest, existing data and reporting units)
 - 액상, 에어로졸 그리고 환경 배출물들
3. 분석 방법, 시료채취 변수, 에어로졸 입자 크기 그리고 핑거프린팅
(Analytical methods, sampling parameters, aerosol particle size and "fingerprinting")

- 사용 기기와 방법
4. 액상이 함유된 기기의 디자인(Design of the device containing the e-liquid)
 - 1세대 : 분리 카트리지와 무화기(atomizer)
 - 2세대 : 카토마이저(Cartomizer) 혹은 1회용
 - 3세대 : 액상 저장부(Tank)
 5. 액상과 에어로졸 분석용 표준 물질(Reference materials for e-liquid and aerosol analysis)
 - 표준 액상 또는 표준화된 제품 디자인

1. 흡연 조건 및 흡연 행태 연구

(Smoking regimes and topography studies)

에어로졸 포집량 데이터는 다양한 흡연 조건과 포집 방법들이 사용되고 있다. 흡연변수는 흡연부피 20 ~ 200 mL, 흡연시간 1.8 ~ 10.0 초 그리고 흡연간격 5 ~ 60 초로 넓은 범위에 걸쳐 있다. 에어로졸 포집 총 puff수 또한 1 ~ 300 puff 범위가 사용되었다. hand syringe 펌프, 연동(peristaltic) 펌프, 압축 에어와 프로그램 변경식, 킬런 흡연 장치 기기가 에어로졸 생성을 위해서 사용되었다.

소비자 흡연변수 데이터, 또는 행태는 우발성 관측, 비디오테이핑 시각 분석, 그리고 원래 전통형 킬런용으로 디자인된 변형된 시판 행태 기록 장치를 포함해 다양한 기법에 의해 수집되었다.

현재 받아들일 수 있는 표준화된 흡연 기기, 체제 및 조건은 없다. 그러나 전자담배에 대한 표준화된 흡연 체제가 제안되고 있다. 더 균일한 증기 생성을 위한 방법으로 Square wave puff shape 가 제안되고 있다. 몇몇 연구자들은 현재의 킬런 흡연장치와 다른 고유의 전자담배 제품을 위한 디자인을 주장하고 있다. 예를 들면, 일부 제품들은 전통 킬런 담배 패드홀더(pad holder)의 삼입구에 맞지 않을 것이며, 일부 제품들은 흡연하는 동안 손으로 배터리를 활성화하는 것이 필요하다. 흡연 장치에서 분석물질의 전달은 전통 킬런 담배와 전자담배 모두가 사용할 수 있는 방법을 보고하고 있다. 또 다른 몇몇 연구자들은 일부 제품들은 ISO 흡연조건과 유사한 조건하에서 흡연했을 때 신뢰성 있게 에어로졸이 이행되지 않을 것이라고 주장하고 있다.

2 분석성분들(Analytes)

액상, 에어로졸 그리고 환경 배출물 연구에서 분석성분들은 전자담배에 대해서 인정된 성분들은 없지만 FDA HPHC와 Health Canada 리스트에 대한 많은 성분들을 포함한 연구들이 현재 인정되고 있다. 전통 쉐련담배의 주 분석성분인 이산화탄소는 전자담배에서 주목할만한 수준까지 보고되고 있지 않다. 주요 발표논문들에서 수행한 시험분석 성분들과 특성들은 아래와 같다.

<액상>

- Nicotine
- Glycerine
- PG
- Water
- Carbonyls
- Phenolics
- TSNA
- VOC
- PAH
- Metals
- Flavors
- Total Organic Compds. (TOC)
- Diethylene Glycol (DEG)
- Ethylene Glycol(EG)
- Ethanol

<Aerosol>

- Nicotine
- CO
- CO₂
- Glycerine
- PG
- Water
- Carbonyls
- Phenolics
- TSNA
- VOC
- PAH
- Metals
- Flavors
- TOC
- DEG
- EG
- TPM
- Absorbance
- Particle Size
- Particle Count
- TSP
- Particulate Matter

<Environmental>

- Nicotine
- CO
- CO₂
- Glycerine
- PG
- Water
- Carbonyls
- Phenolics
- TSNA
- VOC
- PAH
- Metals
- Flavors
- TOC
- DEG
- EG
- TPM
- Absorbance
- Particle Size
- Particle Count

일반적으로 전자담배에서는 이들 분석항목들이 전통 쉐련담배 연기에 비해서 검출되지 않거나 더 낮은 자리수로 분석되었다. puff 당 니코틴 이행량

은 전통 쉐련담배에 비해 훨씬 낮다. 몇 종의 카보닐화합물(acetaldehyde, acrolein, formaldehyde)과 TSNA가 전통 쉐련담배 연기 중에 비해 훨씬 낮지만 확인되고 있다. 예시 데이터(Lauterbach et al., 2012; McAuley et al., 2012; Goniewicz et al., 2012; Goniewicz et al., 2013; Sobczak et al., 2013; Goniewicz et al., 2013)를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Example data of E-cigarette aerosols

Analyte	Units	Conventional Cigarette	e-Cigarette
Nicotine	ug/puff	150 - 260	1.7 - 51
Total Carbonyls	ug/L	11.4 - 31.9	0.3 - 1.1
Formaldehyde	ug	1.6 - 11.9	0.2 - 5.6
Acetaldehyde	ug	52 - 601	0.15 - 1.4
Acrolein	ug	2.4 - 62	<LOQ - 4.2
NNN	ng	5 - 190	0.08 - 0.43
NAT	ng	27 - 140	0.14
NAB	ng	3 - 27	<LOQ
NNK	ng	12 -110	0.11 - 2.8

자료 : Stevens R. (2014) CORESTA E-cig. TF Report

정상적으로 작동되면 전자담배는 단순히 액상 제형의 구성성분이 흡입 에어로졸로 이행되어야한다. 그러나, 존재하는 임의의 불순물이 이행될 수 있으며, 기기가 정상적으로 작동하지 않으면 다른 물질이 형성될 수 있다. 예를 들면, 발열코일이 너무 가열되거나 액상의 구성성분 또는 전자담배의 구성요소의 열분해가 일어나거나 혹은 성분들과 분해산물들간의 반응이 일어나는 경우이다. 일부 잠재적인 불순물과 분해/반응 산물은 유해성분이다.

다수의 카트리지와 리필액상(Goniewicz, 2013)에 대한 조사에서, 액상들이 사용자 흡연 프로파일로부터 유도된 흡연변수를 사용해서 16개 기기를 시험하였다. 이행된 니코틴 함량은 $(0.3 \pm 0.2) \text{ mg} \sim (8.7 \pm 1.0) \text{ mg}$ (150 puff에서)과 $(0.5 \pm 0.1) \text{ mg}$

~ (15.4 ± 2.1) mg(300 puff에서) 이었다.

또 다른 연구(Taylor, 2012)에서 2종류의 흡연변수와 3종류의 흡연시간에서 10 puff의 이행량을 분석하였다. ISO 흡연조건보다 강화된 흡연조건에서 입자상 물질(PM)과 니코틴 이행량이 약 50% 증가하는 것으로 조사되었다. 이 결과는 전통 쉐련담배에서의 대략 세배가까이 증가하는 것보다는 증가폭이 훨씬 적지만 흡연시간에 대한 민감도 측면에서 다른 기기들간의 유의한 차이가 있었다.

최근 분석 결과의 경우 알칼로이드류와 다른 분해 생성물은 니코틴 함량이 0에서 4.4 %로 존재할 수 있지만, 시험 시료의 대부분은 니코틴이 1 ~ 2%로 분석되었다(Etter et al., 2013).

전자담배에서 생성된 에어로졸중에 카보닐 화합물(formaldehyde, acetaldehyde, acrolein 및 o-methylbenzaldehyde), 휘발성 유기 화합물(toluene 및 p-, m-xylene), TSNA (NNN 및 NNK) 그리고 특정 중금속(cadmium, nickel, lead)이 검출되었다고 보고되고 있으나 쉐련 담배 연기의 일반적인 수준보다 9 ~ 450 배 낮은 수준이었다(Goniewicz, 2013).

3. 분석 방법 및 시료채취

(Analytical methods and sampling parameters)

액상과 에어로졸 및 환경배출물 연구들에 대한 분석 방법들은 전통 쉐련담배에 적용되고 있는 방법들이 이용되고 있다.

연구자들은 전자담배 에어로졸을 포집하기 위해 냉각 액체 트랩과 필터 패드 등 전통 쉐련담배 연기와 가스상 포집 방법을 이용하고 있다. 한 연구자 그룹은 전자담배 에어로졸에 대해 열탈착 포집 방법(thermal desorption collection)을 제안하고 있다. 문헌에서 되풀이 되어 논의 되고 있는 주제는 현재의 분석방법에 대한 액상 중 분석성분이 낮거나 미검출 수준에 대한 부분이다. 일부 연구자들에 의해서 전자담배 에어로졸에서 검출할 수 있는 수준으로 분석성분의 함량을 높이려는 의도로 많은 총 puff 수를 이용하고 있기도 하다.

선정된 시판 전자담배 에어로졸과 전통 쉐련담배 연기의 입자크기는 관찰된 전통 쉐련담배 연기에비

해 전자담배가 더 낮은 농도를 보였지만 유사할 수 있다. 액상 중 향료성분들은 특정 향료 성분들에 대해 반-정량적인 데이터가 제한적으로 보고 되고 있다. 에어로졸 중 향료성분들에 대한 자세한 핑거프린팅 또는 정량은 보고되고 있지 않다. 일반적으로 전자담배 분석방법에 대한 유효성 및 검증에 대해서도 보고되지 않았다.

4. 표준 재료 또는 제품

(Reference materials or products)

현재 표준담배(Kentucky reference cigarette) 또는 CORESTA 모니터링 제품(monitor cigarette)과 같은 표준화된 대조구를 이용하는 전통 쉐련담배와는 달리 일반적으로 수용되는 양성 대조구 또는 표준화된 기기 구성은 없다. 우선적으로 분석해야 할 성분들에 대해 양성 대조구와 수용되고 있는 절차가 없는 것은 전자담배 분석 결과에 대한 품질측정치를 정립하는 것을 어렵게 하고 있다. 덧붙여 수동으로 전원을 공급하는 전자담배를 자동화된 흡연장치에 맞게 제작한 사례는 아직까지 보고되고 있지 않다.

5. 분석방법 표준화

CORESTA E-cig TF를 통해서 액상과 에어로졸의 표준화된 분석방법(CORESTA Recommended Method, CRM) 개발이 진행되고 있다. 현재까지 쉐련담배의 분석방법을 쉽게 적용할 수 있는 쉐련형 전자담배의 에어로졸 생성과 포집에 대한 정의와 표준조건이 CRM 81로 개발 완료되었다. CRM 81에서의 에어로졸 포집을 위한 흡연 조건은 흡연부피 55 mL, 흡연시간 3 s, 흡연간격 30s이며 퍼프 프로파일(puff profile)은 square wave이다. 시험환경조건(Test atmosphere variability)는 온도 ± 2 °C, 상대습도 ± 5% 이다.

아울러, TF에서는 액상과 에어로졸 중 니코틴, 글리세린, PG와 수분에 대한 공동연구를 통해 CRM 개발이 현재 진행되고 있다. 향후 계속해서 제품 취급과 시료준비에 대한 가이드라인 및 탱크형 등 쉐련형 이외 제품들의 에어로졸 포집과 분석 전략에 대한 부분이 다루어질 것으로 예상된다.

전자담배 시장 현황

전자담배 글로벌 시장규모는 2013년 약 US \$ 21억 (€ 15억)(European Parliament, 2013), 2014년 약 US \$ 35억 로 추정된다(Euromonitor International, 2014). 2013년을 기준으로 유럽시장은 € 4 ~ 5억(약 5.5 ~ 7억 US \$), 미국은 거의 \$ 10억(약 € 7억) 추정되고 있다. 일부 보고서에 의하면 연평균 성장률(CAGR)이 27.3%로 예측되고 있으며, 이를 기준으로 하면 2024년에는 약 US \$ 600억 규모의 시장으로 성장할 것으로 추정하고 있다(BIS Research, 2014).

대부분의 제조시설은 중국에 있지만, 액상(e-liquid)은 유럽과 미국에서 제조가 증가하고 있는 중이다. 초기의 전자담배 시장은 2004년 “Ruyan”이 중국에서 처음으로 출시 되었고, 2007년 유럽을 필두로 전세계에 도입된 이후 글로벌 담배회사에 비해 훨씬 작은규모의 전자담배 전문회사들을 통해 초기의 시장이 형성되었다. 이후 2012년 2월 미국 Lorillard Tobacco사가 Blu eCig사를 인수하면서 본격적으로 글로벌 담배회사들이 전자담배 사업에 진출하고 있다. 글로벌 담배회사의 전자담배 시장 진출 현황을 Table 4에 나타내었다. Table 4에서 보는 바와 같이 글로벌 담배회사들은 비전통형 제품 개발과 상용화를 위해 별도의 자회사를 설립하고, 이들 자회사를 통해 일정규모 이상의 기존 전자담배 전문회사를 인수합병 하는 형태로 시장에 진입하고 있다. 글로벌 담배회사의 전자담배 사업 진출은 그간의 전자담배 제품의 신뢰성에 대한 소비자의 인식을 바꾸고 혁신 기술개발에 대한 기대를 일으키는 효과를 가져오는 것으로 보인다. 이러한 효과는 기존 전자담배 시장의 재편과 함께 시장의 성장을 견인하고 있는 것으로 추정된다.

국내 전자담배 시장 규모는 중소규모의 전자담배 회사를 통해 대부분 중국에서 수입되어 유통되고 있는 특성상 정확한 통계를 확인하기 어려운 상황이다. 국내 시장은 2007년경 전자담배의 첫 도입에 의해 형성된 것으로 추정되고 있으며, 2010년 대용량 제품인 eGO 제품의 국내 출시에 따라 가파른 성장세를 보였으나 그 이후 금연정책 등 쉐어링담배

규제 등의 사회적 이슈에 따라 정체, 하락과 성장을 반복 하고 있는 것으로 보인다. 2015년 관세청에서 발표한 2012년부터 2014년까지의 최근 3년간 국내 전자담배 수입동향을 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 보는 바와 같이 2014년 국내 전자담배와 액상의 총 수입액은 \$ 14,577천 규모이다. 이는 2012년 \$ 1,467천에서 3년간 약 10배 증가한 것으로, 특히 2014년 담배 조세 인상 후 수입물량이 급격히 증가한 것으로 나타나고 있다.

보건복지부의 2015년 흡연실태 수시 조사에 의하면 국내 성인 남성 5.1%, 여성 0.7%, 전체 인구의 2.9%가 전자담배를 사용하고 있으며, 이는 2013년 국민건강영양조사와 비교할 때 약 2배가 증가한 것이다. 이 조사에 의하면 20대 남성 10명 중 1명이 현재 사용 중이며 현재 사용자 5명 중 4명이 쉐어링담배 흡연자로 전자담배를 혼용하고 있는 것으로 파악되고 있다.

한편, 많은 나라에서 전자담배 유통 및 제조자들에 의해서 동업조합이 결성되고 있으며, 이런 움직임은 계속될 것으로 예상된다. 영국의 예를 들면, Electronic Cigarette Industry Trade Association (ECITA)에 20 개이상의 전자담배 회사들이 가입하고 있다. ECITA는 유럽연합의 지침, 규제, 법령에 근거해 액상의 시험, 어린이 보호(열 수 없게 만든) 시험과 계량 등을 포함하는 산업 표준을 개발하고 있다. Tobacco Vapour Electronic Cigarettes Association(TVECA)는 유럽과 북미에서 30개 이상의 회원사가 가입하고 있다. 독일에서는 Verband des eZigarettenhandels(VdeH)이 2011년에 형성되어 약 100여개 회사가 가입되어 있다.

규제 개요

상대적으로 새로운 유형의 제품으로서 전자담배는 지역(다른 관할구역)에 따라 다른 규제 체계의 대상이며, 그 상황은 빠르게 전개되고 있다.

1. EU국가

유럽연합 회원국내에서의 규제는 나라별로 다양하다(European Commission, 2012). 아일랜드와

자 담 배

Table 4. The E-cigarette business status of major global tobacco companies


회사	브랜드	출시	주요시장	비고
Imperial Tobacco	[blu] 	2012년 2월	미국	Lorillard Tobacco 사업인수
	[puritane] 	2014년 2월	영국	자회사 Fontem Ventures ※ Dragonite(Ruyan) 사업 인수
RJ Reynolds Tobacco	[VUSE] 	2013년 6월	미국	자회사 RJ Reynolds Vapor - 제품, 자동공정 자체 개발
BAT	[vype] 	2013년 7월	영국	자회사 Nicoventures - CN Creative사 인수
Altria	[Mark Ten] 	2013년 8월	미국	자회사 Nu Mark
	[Green smoke] 	2014년 2월	미국	Green Smoke사 인수
PM International	[nicolites] 	2014년 6월	영국	Nicocig사 인수
JT International	[E-lites] 	2014년 6월	영국	Zandera사 인수

Table 5. The domestic trend of E-cigarette imports(Korea Customs Service)

구분	중량(톤)			금액(천\$)		
	2012년	2013년	2014년	2012년	2013년	2014년
전자담배	13	31	138	1,007	2,295	10,144
액 상	8	17	66	460	997	4,433
합 계	21	48	204	1,467	3,292	14,577

같은 일부 나라들은 아직까지 전자담배를 규제하지 않고 있는 반면 핀란드와 같은 나라들은 더 이상 잎담배와 니코틴이 함유된 새로운 제품은 시장에서 판매할 수 없다. 이러한 상이한 규제는 전자담배의 범주에 대해서 규제당국의 어려움을 초래한다. 전자담배는 소비재, 담배 제품, 의료용 기기 또는 의료용 제품 등으로 분류될 수 있다. 이들 각 선택권은 하나 이상의 회원국에서 채택되고 있지만, 가장 흔하게는 특별히 제품에 니코틴을 포함하고 있거나, 금연 또는 니코틴 중독 치료 등을 증진시킨다면 의료용 제품으로 분류한다. 전자담배가 의료용 제품으로의 승인을 위해서 요구되는 평가를 거치지 않고 있기 때문에 이들 나라들은 특수시장 내에서 금지하고 있다.

유럽연합 집행위원회는 2001년에 채택된 담배 제품 규제 지침(Tobacco Products Directives (2001/37/EC))를 개정 하였다(European Commission, 2014). 전자담배에 대한 주요 내용은 향료들과 같은 구성 성분조성 및 니코틴 함량의 제한이다. 개정된 규칙은 전자담배의 담배 또는 의약 제품으로의 분류, 니코틴 농도 그리고 총 니코틴 함량과 니코틴 이행의 약동학(pharmacokinetic)적 성능 등의 세가지 판단기준의 사용을 포함하고 있다. 니코틴 함량 20 mg/mL이하를 함유한 전자담배는 전통 쥘련담배와 유사한 수준으로 TPD 범위내에서 non-tobacco product로 규제하며, 20 mg/mL이상의 니코틴을 함유한 전자담배는 허가가 필요한 의약용 제품으로 규제 될 것이다. 개정된 TPD는 각 회원국이 2016년 5월 까지 자국 상황에 맞게 법제화를 거쳐 시행될 예정이며, 회원국에 따라 2017년 5월까지 1년간의 유예기간을 줄 수 있다. 현재 가

장 많이 판매되고 있는 전자담배 브랜드들은 의약품 규제의 대상이 될 것이다. 그러나, 영국과 같은 일부 회원국들은 전자담배를 의약품으로 규제하는 것을 독립적으로 결정하였으며, 유럽연합내에서 이러한 접근을 지지할 것이다(MHRA).

2. 미주지역

캐나다 : 캐나다 보건부의 2009년 공고에 따라 “전자 흡연 제품들은 식품과 의약 법률의 범위에 포함된다. . . . 이들 제품들은 캐나다내에서 수입, 광고 또는 판매되기 전에 허가가 필요하다. . . . 후원자(sponsor)에 의해서 제공되는 근거가 없는 경우 니코틴이 이행되는 전자 흡연 제품은 새로운 약물로 규제된다”(Health Canada). 추가적으로 니코틴을 포함하고 있는 전자 흡연 키트 내에서 이행 시스템은 의료 기기 규제의 요구조건을 충족하여야 한다. 주입단위(dosing unit) 당 4 mg 이하의 니코틴을 함유하고 있는 전자담배의 상업화는 캐나다 보건부의 입장에 따라 다른 금연보조제들과 유사하게 천연건강기능식품(natural health product)으로 간주할 것이다(Justice Laws Website). 그러나 지금까지 위 가이드라인들하에 허가를 받은 니코틴을 함유하고 있는 전자담배는 없다.

미국 : 2009년 FDA는 식품, 의약품 및 화장품 뿐만 아니라, 담배제품을 규제할 수 있는 권한을 부여 받았다(US Food and Drug Administration. Tobacco Control Act). 2010년 까지 전자담배는 미승인 의료기기 병용 제품(drug-device combination products)으로 규제되었으며, 수입이 허가되지 않았다. 제조회사들의 법적 소송에 따라 대법원은 전자

담배가 치료 목적으로 판매하지 않는 한 담배제품으로 규제되어야 한다고 판결하였다(United States Court of Appeals, District of Columbia Circuit,

2010). 이후 FDA는 식품, 의약품 및 화장품 법률의 일부인 “가족 흡연 방지 및 담배 규제 법”의 규제 범위내에서 담배 제품의 다른 카테고리 전자

Table 6. Summary of national approaches to sales of e-cigarettes in the Asia-Pacific region

Countires	Current access status*	Observations
Australia	Restricted	New poisons legislation applies to the sale of e-Juice or cartridges containing nicotine
Brunei	Banned	Sales prohibited because of imitation of tobacco products; a fine of \$10,000 can be imposed
China	Permitted	No Regulations
Hong Kong	Banned	Sale and possession of e-cigarettes is currently prohibited in Hong Kong
India	Permitted	No Regulations
Indonesia	Banned	Imports banned, as deemed dangerous by the national Drug Agency
Japan	Restricted	Nicotine containing versions considered as medical products under the Pharmaceutical Act.
Malaysia	Restricted	Nicotine a regulated poison under 1952 Poison Act.
New Zealand	Restricted	Regulated under the Medicines Act and cannot be sold except as a registered medicinal products.
Philippines	Restricted	Considered as health products, but none registered before or since the 2009 Food and Drug Administration Act.
Singapore	Banned	No sales allowed of confectionary, food products, toys or any other articles that resemble tobacco products or related packaging
South Korea	Permitted	Products containing nicotine are regulated as tobacco product. Products without nicotine are regulated as pharmaceutical products
Taiwan	Banned	No import or sale allowed
Vietnam	Banned	No manufacturing, buying, selling, importing, storing or transportation of articles that resemble tobacco products or related packaging allowed

*Banned = sales and/or import of e-cigarettes is banned

*Restricted = e-cigarettes fall under medicinal device, food or tobacco regulation, dependent on function, possible use of tobacco and claims, which means the nicotine content or delivery can be regulated separately, which might mean that sales, import, product design or a combination of are restricted by the requirement of approvals and/or registrations of materials, deliveries, claims etc.

*Permitted = sales and/or import of e-cigarettes is permitted by law, unregulated or not controlled according to the sources currently used.

자료 : Stevens R. (2014) CORESTA E-cig. TF Reference Report

담배 규제를 공포할 것이라고 언급하고 있다(US Food and Drug Administration, 2011). 새로운 규제의 범위는 아직 명확하지 않지만 2011년 이해당사자들에게 보낸 서신에서 “추가되는 담배제품 카테고리는 등록, 제품 리스트, 성분 리스트, 우수제조관리기준(GMP)의 요건, 어떠한 제품에 대한 수익자 부담금, 그리고 혼입 및 잘못된 제품명(misbranding)의 공급, 뿐만아니라 새로운 담배제품들에 대한 시판전 검토 요구 사항들과 같은 일반적인 규제의 대상이 될것이다.”라고 명시했다(US Food and Drug Administration, 2011).

남아메리카 : 브라질에서 전자담배의 수입, 판매와 사용이 금지되고 있다.

3. 아시아-태평양 지역 및 국내

아시아-태평양 지역 또한 규제 상황은 국가별로 상이 하며, 주요 국가의 규제 현황을 Table 6.에 나타내었다.

국내에 전자담배를 담배로 규정하고 담배사업법으로 규제하고 있다. 2008년 11월 전자담배를 담배로 간주한다는 법제처의 유권해석과 함께 2010년 7월 지방세법에서 니코틴 용액 1 mL당 400원의 세금을 부과하였으며, 2011년 국민건강증진법의 개정을 통해 니코틴 용액 1 mL당 221원을 국민건강증진기금으로 부과하여 왔다. 2013년 담배의 정의에 “증기로 흡입”항목을 추가한 담배사업법 개정안이 처리되어 시행되고 있다. 2014년 담배 조세 인상에 따라 전자담배 또한 니코틴 용액 1 mL당 약 1800원(부가세 제외)으로 인상되었다. 아울러, 보건복지부에서는 전자담배 건강위해성 분석 및 이용실태에 따른 관리방안 마련을 위한 연구를 진행 중으로 향후 보다 더 적극적인 비가격적인 규제방안을 마련할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

BIS Research (2014) Global Electronic Cigarette and E-vapor Market Report
British American Tobacco http://www.bat-science.com/groupms/sites/BAT_9GVJXS.nsf/vwPagesWebLive/DO9BWCDDH?opendocument

ECITA <http://www.ecita.org.uk/index.html>

Etter J. F., Bullen, C. (2011) Electronic cigarette: users profile, utilization, satisfaction and perceived efficacy. *Addiction* 106(11): 2017-2028.

Etter J. F. (2013) The electronic cigarette: an alternative to tobacco? Scotts Valley, CA: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Etter J. F., Zäther E. and Svensson, S. (2013) Analysis of refill liquids for electronic cigarettes. *Addiction*, 108(9): 1671-1679.

Euromonitor International (2014) eCigarette-A Global Overview

European Commission (2012) Commission staff working document: impact assessment, part 1. (http://ec.europa.eu/health/tobacco/docs/com2012_788_ia_en.pdf)

European Commission (2014) Directive 2014/40/EU of the european parliament and of the council for April 2014 on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States concerning the manufacture, presentation and sale of tobacco and related products and repealing Directive 2001/37/EC (http://ec.europa.eu/health/tobacco/docs/dir_201440_en.pdf)

European Directorate for the Quality of Medicines and Healthcare (2012) *European Pharmacopeia 7.0. European Directorate for the Quality of Medicines and Healthcare*

Food and Drugs Regulations. (http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/index.html)

Garner C., Stevens R. (2014) A brief description of history, operation and regulation. *CORESTA E-cigarette Task Force Reference Report*

Gilbert H. A. (1963) Smokeless non-tobacco cigarette. *US Patent* 3200819

- Goniewicz M. L., Kuma T., Gawron M., Knysak J., Kosmider L. (2013) Nicotine levels in electronic cigarettes *Nicotine & Tob Res* 15(1): 158-66.
- Goniewicz M. L., Knysak J., Gawron M., Kosmider L., Sobczak A., Kurek J., Prokopowicz A., Jablonska-Czapla M., Rosik-Dulewska C., Havel C., Jacob P. 3rd, Benowitz N. (2013) Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tob Control* 23(2): 133-139
- Goniewicz M. L., Knysak J., Kosmider L., Zaciera M., Kurek J., Sobczak A., Jacob P. III and Benowitz N. (2013) Assessment of electronic cigarettes as a source of exposure to acrolein. Poster Presented at the Society for Research on Nicotine and tobacco(SRNT) conference March 2013 Boston
- Health Canada. Notice-to all persons interested in importing, advertising or selling electronic smoking products in Canada. (http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodpharma/applic-dem/ande/pol/notice_avis_e-cig-eng.php)
- Hon Lik. (2007) Electronic atomization cigarette. *USP* 2007267031
- ICRP (1994) Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. *ICRP Publication 66. Ann. ICRP* 24: 1-3
- Ingebretsen B. J., Cole S. K., Alderman S. L. (2012) Electronic cigarette aerosol particle size distribution measurements. *Inhalation Toxicology* 24(14): 976-984
- JECFA (2002) Safety evaluation of certain food additives and contaminants Prepared by the 57th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *WHO Food Additive Series 48*. WHO, Geneva.
- JECFA (2003) Safety evaluation of certain food additives *WHO Food Additives Series 50*. Prepared by the 59th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Justice Laws Website. Natural Health Products Regulations (SOR/2003-16) (<http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2003-196>)
- Lauterbach J. H., Laugesen M. (2012) "Comparison of toxicant levels in mainstream aerosols. Generated by Ruyan electronic nicotine delivery systems (ENDS) and conventional cigarette products" SOT San Francisco CA, March 10-16
- Library of the European Parliament (2013). Library briefing: electronic cigarettes. (<http://www.europarl.europa.eu/eplibrary/Electronic-cigarettes.pdf>)
- McAuley T. R., Hopke P. K., Zhao J. and Babaian S. (2012) Comparison of the effects of e-cigarette vapor and cigarette smoke on indoor air quality. *Inhalation Toxicology* 24(12): 850-857
- MHRA. Press release: UK moves towards safe and effective electronic cigarettes and other nicotine-containing products. (<http://www.mhra.gov.uk/NewsCentre/Pressrelease/CON286855>)
- OECD (2001) 1,2-Dihydroxypropane: Initial Assessment Report for 11th SIAM, USA 23-26
- OECD (2002) Screening information dataset (SIDS): Glycerol SIDS Initial Assessment Report for SIAM 14.
- Renne R. A., Wehner A. P., Greenspan B. J., Deford H. S., Ragan H. A., Westerberg R. B., Buschbom R.L., Burger G. T., Hayes A. W., Suber R. L. and Mosberg A. T (1992) 2-week and 13-week inhalation studies of aerosolized glycerol in rats. *Inhalation Toxicology*. 4(2): 95-111.
- Stevens R. (2014) Assessments of analytical literature from 55 studies published worldwide prior to November 2013 on

- commercial e-cigarettes. *CORESTA E-cigarette Task Force Reference Report*
- Suber R. L., Deskin R., Nikiforov I., Fouillet X. and Coggins C. R. E. (1989) Subchronic nose-only inhalation study of propylene glycol in Sprague-Dawley rats *Food and Chemical Toxicology* 27(9): 573-583.
- Taylor M. (2012) Effect of puff duration and volume on the yields of e-cigarettes e-cigarettes *CORESTA Congress*, Sapporo, Smoke Science/Product Technology Groups.
- Trtchounian A., Williams M. and Talbot P. (2010) Conventional and Electronic cigarettes (e-cigarettes) have different smoking characteristics *Nicotine & Tobacco Research* 12(9): 905-912.
- Tupakan esilläpitokielto voimaan-Sähkö tupakan mainonta lainvastaista. http://www.valvira.fi/valvira/ajankohtaista/tupakan_esillapitokielto_voimann-sahkotupakan_mainonta_lainvastaista
- US Food and Drug Administration. Tobacco Control Act. (<http://www.fda.gov/TobaccoProducts/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/ucm298595.htm>)
- United States Court of Appeals, District of Columbia Circuit (2010). *Sottera, Inc., doing business as NJOY, appellee, v. Food & Drug Administration, et al., appellants.* 627 F.3d891.
- US Food and Drug Administration (2011) FDA Center for Tobacco Products update (January 16, 2011-April 30, 2011). (<http://www.fda.gov/TobaccoProducts/NewsEvents/ucm253996.htm>)
- US Food and Drug Administration (2011). Regulation of e-cigarettes and other tobacco products, 25 April 2011. (<http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm252360.htm>)
- TVECA (<http://www.tveca.com/?q=node/1>)
- VdeH (<http://www.vd-eh.de/de>)
- Williams M. and Talbot P. (2011) Variability among Electronic Cigarettes in the pressure drop, airflow rate and aerosol production *Nicotine & Tobacco Research*, 13(12): 1276-1283