

Fumo di sigaretta, vapore di e-cig e "fumo freddo": un confronto tra le emissioni di sostanze nocive

Cigarette smoke, e-cig vapor and "heat-not-burn": a comparison between the emissions of toxic compound

Chiara Veronese, Ario Alberto Ruprecht, Cinzia De Marco, Anna Chiara Ogliari, Flavio Allegri, Elena Munarini, Giorgia Angellotti, Roberto Mazza, Roberto Boffi

Riassunto

Introduzione: Nel corso degli ultimi anni la crescente popolarità delle Sigarette Elettroniche (EC) e, più recentemente, dei nuovi prodotti del tabacco "heat-not-burn" (iQOS) come alternativa alle sigarette tradizionali (CC), ha reso necessari ulteriori studi e ricerche sulla composizione di tali emissioni e sul potenziale rapporto rischio/beneficio sulla salute. A tal proposito, in un recente studio, abbiamo confrontato l'esposizione di seconda mano al particolato (PM), ai metalli pesanti e ai composti organici provenienti da CC e EC, conducendo misure in un ambiente confinato e calcolandone i fattori di emissione.

Metodo: In questo nuovo studio abbiamo utilizzato un approccio simile al precedente, ampliando però le nostre analisi e comparando l'inquinamento ambientale generato da CC, EC con quello generato dal nuovo dispositivo iQOS.

Risultati: I risultati delle analisi del fumo prodotto da iQOS hanno evidenziato la significativa presenza di sostanze organiche differenti rispetto agli altri dispositivi studiati.

Conclusioni: La presenza di alcuni composti organici suggerisce cautela nell'utilizzo di questi dispositivi, specialmente indoor e nei luoghi pubblici.

Parole chiave: iQOS, sigarette elettroniche, composti organici, metalli, aldeidi.

Abstract

Introduction: In recent years, the growing popularity of electronic cigarettes (EC) and, more recently, the novel tobacco products "heat-not-burn" (iQOS) as an alternative to traditional cigarettes (CC), needed further studies and research on the composition of the emissions and the potential risk/benefit on health. In a recent study we compared the exposure to second hand particulate (PM), heavy metals and organic compounds from EC and CC, conducting measurements in a confined environment and calculating the emission factors.

Method: Given the growing advertising for these new products and the lack of scientific evidence about their effects on health, in this new study we used an approach similar to the previous one, broadening, however, our analysis comparing the environmental pollution generated by EC, CC with the one generated by the new iQOS devices.

Results: The results of the analysis of the smoke generated from iQOS showed significantly different presence of organic substances than the other devices studied.

Conclusions: The presence of some organic compounds suggests caution in the use of these devices, especially in public places.

Keywords: iQOS, Electronic cigarettes, organic compounds, metals, aldehydes.

Introduzione

Il consumo di tabacco continua a essere definito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come la prin-

cipale causa di morbilità e mortalità evitabile nel mondo [1]. Numerosi studi passati e recenti documentano gli effetti negativi sulla salute del fumo di tabacco am-

bientale (Environmental Tobacco Smoke, ETS). A seguito del miglioramento delle misure che regolamentano il consumo di tabacco nei luoghi pubblici, l'industria del

tabacco ha avviato importanti investimenti per lo sviluppo di nuovi prodotti nel tentativo di rilanciare il business attraverso la promozione e la commercializzazione di nuovi dispositivi (spesso non regolamentati) per i consumatori. Queste iniziative sono state spesso dissimulate in prodotti alternativi e meno dannosi come le cosiddette sigarette "leggere", nonostante molti medici ricercatori, già dal 1970, avessero sempre sconsigliato la promozione di tali prodotti come alternativa sana per fumatori [2]. Infatti, 12 anni dopo la commercializzazione e l'ampio uso di sigarette "leggere", indagini scientifiche hanno concluso che questi prodotti rappresentano un rischio per la salute ancora più elevato rispetto alle sigarette con una concentrazione maggiore di catrame [3,4]. Ciò mostra l'importanza della ricerca scientifica indipendente sul monitoraggio della salute pubblica prima di rilasciare nuovi dispositivi non regolamentati per i fumatori. Le Sigarette Elettroniche (EC) sono dispositivi alimentati a batteria che producono un aerosol contenente una miscela di sostanze quali nicotina, glicerina, glicole propilenico e aromatizzanti chimici, a concentrazioni diverse a seconda della marca in commercio. Da quando, nel 2006, questi dispositivi sono apparsi sul mercato vi è stata una costante crescita nelle vendite. L'introduzione di EC aveva come scopo il ridurre i rischi dei danni da fumo ma, parte della comunità scientifica è stata da subito riluttante nell'incoraggiare i fumatori al loro utilizzo giustificando tale scelta con la mancanza di prove sull'efficacia nella smoking cessation e sulla sicurezza d'uso a lungo termine [5,6]. La maggior parte degli studi condotti in questi anni ha concluso che, nonostante questi prodotti non siano ancora del tutto innocui, possono comunque essere considerati "sicuri" rispetto alle sigarette tradizionali (CC) e probabilmente, se regolamentati e monitorati, diventare un metodo valido per liberarsi dalla dipendenza tabagica, in particolare per quei fumatori con

una precedente storia di tentativi falliti. Nonostante queste affermazioni, le prove scientifiche a riguardo sono ancora limitate, soprattutto per gli aspetti riguardanti l'esposizione di seconda mano ad alcune sostanze chimiche (ad esempio nicotina e metalli pesanti) che non sono ancora state sufficientemente indagate. Inoltre, è stato suggerito che le sigarette elettroniche possono alterare la percezione epidemiologica del fumo, e probabilmente promuovere l'iniziazione degli adolescenti alla dipendenza tabagica [7].

Recentemente, la Philip Morris International (PMI) è entrata nel mercato delle sigarette elettroniche lanciando un prodotto chiamato "iQOS", una sigaretta "heat-not-burn", che è stata presentata come un ibrido tra una sigaretta tradizionale ed una elettronica, dichiarando che si tratta di un prodotto a rischio ridotto per la salute [8]. La iQOS appare molto simile ad un vaporizzatore di seconda generazione, ma, in termini di funzionalità, è molto diversa dalle moderne sigarette elettroniche. Questo nuovo dispositivo, prodotto con il marchio Marlboro, utilizza ricariche contenenti tabacco (vere e proprie mini-sigarette chiamate heatstick) con o senza mentolo, che, invece di bruciare il tabacco, lo riscalda fino a 350 °C (le sigarette tradizionali bruciano a circa 800 °C) per produrre un aerosol aromatizzato al tabacco e quindi più simile al fumo tradizionale rispetto al vapore prodotto dalle EC.

Obiettivi

Data la crescente popolarità di tale dispositivo, la ricerca da parte dei fumatori di prodotti alternativi meno dannosi e la scarsità di prove scientifiche riguardanti i loro effetti sulla salute, si è reso necessario confrontare l'inquinamento ambientale generato dalle sigarette tradizionali, dalle sigarette elettroniche e dalle iQOS in un ambiente interno standardizzato, caratterizzare le sostanze prodotte e calcolarne i fattori di emissione.

Metodi

Descrizione del sito di campionamento

Il campionamento è stato effettuato in una stanza di 48 m³ frequentata da fumatori abituali.

Durante gli esperimenti, nella stanza, erano sempre presenti almeno due persone: un fumatore e una/due persone addette al controllo della strumentazione. Tale strumentazione consisteva in analizzatori, campionatori e tre ventilatori funzionanti in continuo allo scopo di garantire una ottimale miscelazione dell'aria ambiente.

Misurazioni in tempo reale e analisi chimiche

Il Black Carbon (BC) è stato misurato a 2 lunghezze d'onda (880 nm e 370 nm), utilizzando un Etalometro (modello AE31) e riportato in microgrammi per m³ (mcg/m³). Mentre il BC standard misurato a 880 nm rappresenta carbonio elementare (cioè "soot"), l'assorbimento di luce associata a lunghezze d'onda minori (cioè il BC UV) prevede approfondimenti su eventuali composti organici presenti nel campione d'aria.

La concentrazione di PM in termini numerici (particelle per litro) è stata monitorata utilizzando un contatore di particelle Met One a due canali ($d > 1,0$ micron e $d > 0,3$ micron). Inoltre, le particelle sub-micron (da 10 a 1000 nm di dimensione) sono state misurate in particelle per cc, utilizzando un Contatore di Particelle a nuclei di Condensa (CPC modello 3007, TSI Inc.). Il numero di particelle in base alla loro massa (in mcg/m³) è stata misurata secondo tre ordini di grandezza, vale a dire PM₁, PM_{2.5} e PM₁₀, utilizzando una Met One mass monitor (modello Aerocet 531).

Metalli e composti organici sono stati misurati in tempo reale da campionatori di PM, seguiti da estrazione e analisi chimica. I substrati sono stati poi analizzati mediante Spettrometria di Massa-Gascromatografia (GC-MS). Oltre alle misure riguardanti la fase particellare, le aldeidi in fase gassosa sono state raccolte in flaconi di silice

attivati con DNPH ed analizzati secondo il metodo EPA TO-11A-1999 [9]. È importante notare che le concentrazioni e i fattori di emissione di metalli e di sostanze organiche prodotte da EC e CC sono stati misurati e calcolati utilizzando esattamente lo stesso metodo riportato in un precedente studio [10]. Pertanto, in questo studio le analisi sono state eseguite solo sui campioni iQOS ed i risultati sono stati comparati con i dati ottenuti in precedenza.

Protocollo

In questo esperimento sono state testate tre diverse tipologie di sigarette, tutte consumate da fumatori volontari e "sani":

- Sigarette Elettroniche (EC): modello "Elips Serie C" (Ovale Europe Srl), caricato con cartucce contenenti 16mg/mL di nicotina. Ogni sessione di "vaping" è du-

rata circa 2 o 3 ore al fine di accumulare sufficiente particolato sui filtri del campionatore.

- Sigarette heat-not-burn (iQOS): sono state testate un totale di 10 iQOS aromatizzate al mentolo e 14 senza mentolo. Durante ogni sessione, durata circa 3 ore, i dispositivi sono stati utilizzati in cicli da 7 minuti per fumatore, seguiti da una breve pausa di 3 minuti per cambiare HeatStick.
- Sigarette tradizionali (CC): durante ogni sessione sono state fumate un totale di 9 sigarette tradizionali, ciascuna per circa 7 minuti e seguita da 3 minuti di pausa.

Risultati e discussioni

Concentrazioni di inquinanti nell'aria

Black Carbon (BC): le sigarette tradizionali hanno mostrato il più alto livello di concentrazione di BC,

con una media di 78,00 e 2,30 mcg/m³ rispettivamente a 370 nm UV e 880 nm IR, come mostrato in **Tabella 1**. I livelli di BC associati alle sessioni dei fumatori che fumavano CC hanno mostrato un rapido aumento rispetto al background con una differenza statisticamente significativa ($p < 0,05$). Durante il consumo di iQOS la produzione di BC è stata meno rilevante, ma ancora misurabile, con un aumento statisticamente significativo rispetto il livello basale ($p < 0,05$). A differenza di iQOS e delle sigarette tradizionali, le concentrazioni di BC durante l'utilizzo di EC non ha mostrato alcuna differenza rispetto al livello di fondo, in linea con i risultati ottenuti in uno studio precedente [10].

Concentrazione di PM in base al numero di particelle: il numero di particelle è stato misurato in base alle tre diverse classi dimensionali,

Tabella 1 Inquinamento ambientale associato al consumo di CC, EC e iQOS [17].

Sostanza inquinante	CC media ± dev.st	EC media ± dev.st	EC come % di CC (min-max)	iQOS media ± dev.st	iQOS come % di CC (min-max)
370 nm UV BC (µg/m ³)	78,00 (27,00)	N.D.	N.D.	0,57 (0,26)	0,73-0,79
880 nm Standard BC (µg/m ³)	2,30 (1,10)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PM > 0,3 (particelle/cm ³)	1'012 (153)	N.D.	N.D.	24,00 (9,2)	2,80-7,30
PM > 1,0 (particelle/cm ³)	1,10 (0,79)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PM nm (particelle/cm ³)	122'672 (37'327)	8'657 (560)	5,70-7,00	27'745 (10'299)	22,00-24,00
PM 1 (µg/m ³)	151 (33)	N.D.	N.D.	1,40 (0,49)	0,92-1,00
PM 2.5 (µg/m ³)	500 (128)	N.D.	N.D.	6,50 (2,90)	1,30-1,50
PM 10 (µg/m ³)	529 (127)	N.D.	N.D.	8,10 (2,90)	1,50-1,70
Acroleina (µg/m ³)	4,60 (3,20)	N.D.	N.D.	0,11 (0,03)	1,80-2,30
Acetaldeide (µg/m ³)	71,00 (14,00)	0,17 (0,10)	0,23-0,29	3,50 (1,40)	5,00-5,90
Formaldeide (µg/m ³)	40,00 (6,50)	1,2 (0,50)	3,10-3,70	2,70 (0,57)	6,90-7,10

N.D. rappresenta valori non rilevabili.

ossia $PM > 1,0$ (vale a dire le particelle più grandi di 1,0 micron), $PM > 0,3$ (cioè particelle più grandi di 0,3 micron) e PM_{nm} (cioè particelle tra 10 e 1000 nm).

Durante il consumo di CC sono stati rilevati picchi di concentrazioni di PM statisticamente significative ($p < 0,05$), con medie di 1,01 e 1,10 particelle/cm³ per quanto riguarda rispettivamente il $PM > 0,3$ e $PM > 1,0$, come riportato nella **Tabella 1**. Il $PM > 0,3$ e $PM > 1,0$ durante le sessioni di "vaping" di EC sono stati praticamente irrilevanti rispetto a quelli rilevati per le CC, senza mostrare una differenza statisticamente significativa ($p > 0,05$). È importante comunque notare che i picchi ben visibili nelle misurazioni in tempo reale, anche se di piccola entità, indicano la possibile presenza di PM generata durante l'utilizzo di EC. Il $PM > 0,3$ e il $PM > 1,0$ correlati a iQOS sono stati caratterizzati da picchi temporanei, ma molto elevati rispetto ai dispositivi precedenti e sono stati statisticamente significativi solo per il $PM > 0,3$ ($p > 0,05$). L'aumento della concentrazione di particelle con dimensioni nanometriche era notevolmente più pronunciato rispetto al $PM > 0,3$ e $PM > 1,0$. Il PM ultrafine ha mostrato un consistente aumento rispetto al livello di fondo sia per le EC che per iQOS, anche se l'aumento è stato comunque considerevolmente più basso rispetto alle concentrazioni prodotte durante le sessioni in cui i fumatori consumavano sigarette tradizionali (5,7-7,0% e 22,0-24,0% rispettivamente per EC e per iQOS), come evidenziato sempre nella **Tabella 1**.

Concentrazione di PM in base alla massa: la concentrazione di PM durante l'utilizzo di CC è stata significativamente più alta rispetto al background, con livelli medi di 151 µg/m³ per il PM₁, 500 per il PM_{2.5} e 529 per il PM₁₀. Tutte e tre le classi granulometriche sono aumentate in maniera costante durante le sessioni in cui si utilizzava iQOS, anche se il livello è nettamente inferiore rispetto a CC (meno del 2% del CC, per tutti e tre le classi granulometriche). Le concen-

trazioni di PM durante il "vaping" di EC, a differenza di iQOS e CC, non hanno mostrato un aumento statisticamente significativo ($p > 0,05$).

Aldeidi: le concentrazioni delle tre diverse aldeidi considerate, vale a dire acroleina, acetaldeide e formaldeide sono state misurate contemporaneamente sia nella stanza che all'aperto (**Tabella 1**). Tutte queste specie hanno mostrato un aumento statisticamente significativo delle concentrazioni al chiuso rispetto all'aperto durante il consumo iQOS e con concentrazioni indoor equivalenti all'1,8-2,3%, 5,0-5,8% e 6,9-7,1% per acroleina, acetaldeide e formaldeide rispetto a quelle generate dal consumo di sigarette tradizionali. Durante le sessioni di "vaping" con EC, le concentrazioni in ambiente chiuso di acetaldeide e formaldeide hanno mostrato un lieve incremento (significativo con $p < 0,05$) rispetto alle concentrazioni esterne, anche se questi livelli sono ancora molto piccoli rispetto a quelli associati alle CC (meno dell'1%); la concentrazione di acroleina rilevata indoor invece non ha mostrato alcun aumento sostanziale.

Metalli e sostanze organiche: le concentrazioni indoor e outdoor di

metalli e sostanze organiche, tra cui idrocarburi policiclici aromatici (IPA), alcani, acidi organici e levoglucosano durante il consumo di iQOS sono indicati nella **Figura 1**. Le concentrazioni dei metalli sono state complessivamente più alte per le iQOS aromatizzate al mentolo rispetto a quelle senza mentolo, anche se non è stata riscontrata alcuna differenza statisticamente significativa tra i livelli indoor e outdoor per entrambe le tipologie. Il motivo alla base del quale le concentrazioni di metalli sono superiori nelle iQOS al mentolo non è chiaro e necessita di ulteriori indagini. Gli IPA e le altre molecole policicliche organiche non sono state rilevate al chiuso, indicando che iQOS non è una fonte di emissione di questi gruppi di molecole organiche. Alcani, acidi organici e levoglucosano, tuttavia, hanno mostrato elevate concentrazioni in ambienti chiusi rispetto all'aperto durante il consumo delle iQOS (circa 2 ordini di grandezza più elevati per gli acidi organici e n-alcani, e 8-20 volte superiore per levoglucosano), con livelli comparabili per iQOS con e senza mentolo. Diversamente da iQOS, le concentrazioni indoor durante il consumo di EC erano inferiori o paragonabile

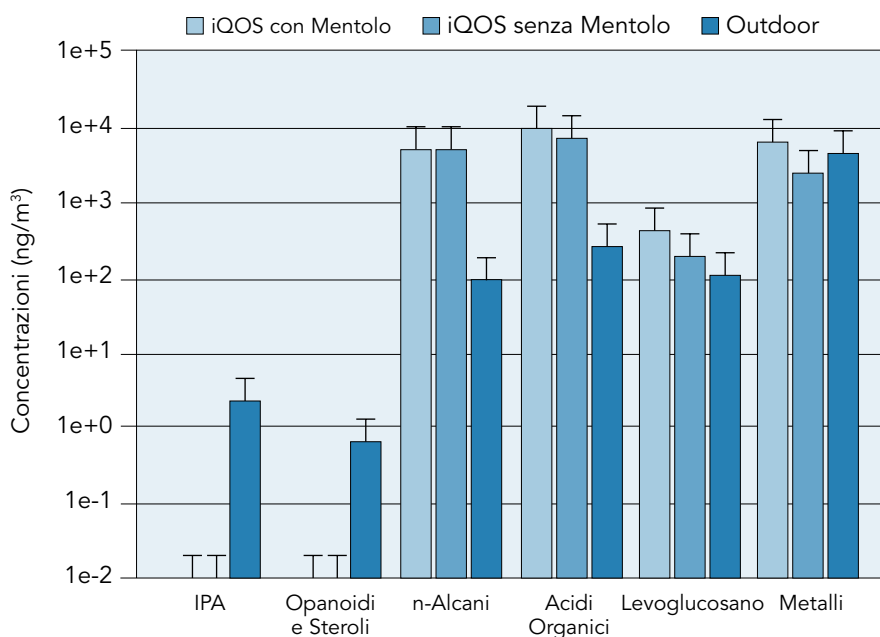


Figura 1 Concentrazione di composti organici e metalli pesanti prodotti durante il consumo di iQOS [17].

ai livelli outdoor (come mostrato in uno studio precedente [10], indicando quindi che iQOS è, nel complesso, più incline a rilasciare particolato organico.

Fattori di emissione degli inquinanti

Carbon Black (BC): le emissioni di BC associate a IQOS sono significativamente inferiori (meno dell'1% di CC per BC 370 nm UV e non rilevabili per 880 nm). BC non è stato rilevato nelle emissioni prodotte dalle EC. I nostri risultati indicano che, mentre le emissioni delle EC sono abbastanza pulite in termini di emissioni di particolato organico, iQOS invece, rilascia, in una certa misura, composti organici. Questi composti organici sono principalmente costituiti da alcani ed acidi organici e diversamente da CC, il contenuto di IPA nelle emissioni di iQOS è trascurabile (**Tabella 2**).

Concentrazione PM in base al numero: le sigarette tradizionali sono una fonte significativa di PM di tutte e tre le classi dimensionali misurate, PM > 0,3, PM > 1.0 e PM nm. Il numero di particelle emesse dalle EC era non rilevabile per quanto riguarda il PM > 0,3 e PM > 1.0, mentre variava entro 5,7-8,0% per il PM nm rispetto alle CC. Le emissioni delle iQOS in numero di particelle non erano rilevabili per PM > 1.0 e PM > 0.3, ma sono state pari al 38-41% delle CC per il particolato ultrafine. È interessante notare che nel caso delle EC, le emissioni di PM riscontrate (**Tabella 2**) potrebbero essere dovute alla possibile fuoriuscita di particelle dell'e-liquid presente della cartuccia del dispositivo, oppure dall'aerosol di glicerina/glicole propilenico non completamente evaporato nonostante i ventilatori oppure ancora da metalli rilasciati dal riscal-

datore. Ulteriori analisi sono necessarie per chiarire l'origine di queste particelle.

Concentrazione PM in base alla massa: come mostrato nella **Tabella 2**, i fattori di emissione di massa sia da EC che da iQOS erano irrilevanti, con valori che erano o non rilevabili o equivalenti a meno del 2% rispetto a quelli prodotti dalla CC.

Aldeidi: i fattori di emissione di iQOS riconducibili ad acroleina, acetaldeide e formaldeide sono stati notevolmente inferiori, rispettivamente pari a circa il 1,0%, 3,5% e il 4,5% rispetto alle CC. Per quanto riguarda le EC i fattori di emissione della formaldeide erano pari a circa 1,9-2,3% delle CC, mentre i fattori di emissione degli altri due composti misurati (cioè acroleina e acetaldeide) sono risultati insignificanti (meno dell'1%). Nonostante queste aldeidi

Tabella 2 Fattori di emissione degli inquinanti ambientali di CC, EC e iQOS [17].

Sostanza inquinante	CC media ± dev.st	EC media ± dev.st	EC come % di CC (min-max)	iQOS media ± dev.st	iQOS come % di CC (min-max)
370 nm UV BC (ng/min)	231'986 (74'418)	N.D.	N.D.	2'345 (277)	0,86-1,00
880 nm Standard BC (ng/min)	6'045 (2'316)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PM > 0,3 mm (particelle/min.)	8,40 E+08 (2,00 E+08)	N.D.	N.D.	21,00 E+06 (4,60 E+06)	2,10-5,70
PM > 1,0 (particelle/min.)	2,60 E+06 (1,90 E+06)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PM nm (particelle/min.)	1,30 E+11 (7,70 E+10)	1,10 E+10 (1,70 E+09)	5,80-8,10	5,30 E+10 (2,70 E+10)	38,00-41,00
PM 1 (µg/min.)	320 (132)	N.D.	N.D.	2,80 (1,30)	0,87-0,91
PM 2.5 (µg/min.)	1'481 (571)	N.D.	N.D.	15 (8,70)	1,00-1,20
PM 10 (µg/min.)	1'535 (570)	N.D.	N.D.	19,97 (10,00)	1,30-1,50
Acroleina (µg/min.)	6,50 (4,50)	N.D.	N.D.	0,09 (0,03)	1,20-1,40
Acetaldeide (µg/min.)	101,00 (20,00)	0,15 (0,07)	0,14-0,18	3,20 (1,40)	3,10-3,80
Formaldeide (µg/min.)	58,00 (9,10)	1,10 (0,39)	1,90-2,30	2,40 (0,57)	4,30-4,50

N.D. rappresenta valori non rilevabili.

Tabella 3 Fattori di emissione di metalli pesanti e oligoelementi durante l'utilizzo di iQOS, EC e CC [17].

Specie	iQOS mentolo media \pm dev.st (ng/hr)	iQOS senza mentolo media \pm dev.st (ng/hr)	EC media \pm dev.st (ng/hr)	CC media \pm dev.st (ng/hr)
Mg	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Al	1'505 (\pm 626)	N.D.	N.D.	N.D.
S	3'729 (\pm 880)	N.D.	N.D.	34'540 (\pm 1'580)
K	2'382 (\pm 471)	N.D.	7'765 (\pm 560,30)	297'500 (\pm 7'044)
Ca	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ti	130 (\pm 41)	N.D.	N.D.	N.D.
V	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cr	N.D.	N.D.	28,10 (\pm 13,64)	N.D.
Mn	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Fe	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Co	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ni	N.D.	N.D.	130,50 (\pm 15,73)	36,39 (\pm 10,42)
Cu	N.D.	N.D.	N.D.	1'029 (\pm 113,80)
Zn	N.D.	N.D.	1'142 (\pm 143,80)	8'252 (\pm 332,30)
Rb	N.D.	1 (\pm 1)	N.D.	200,10 (\pm 6,45)
Sr	1 (\pm 3)	N.D.	N.D.	N.D.
Mo	5 (\pm 1)	N.D.	N.D.	N.D.
Ag	1 (\pm 0)	N.D.	20,91 (\pm 0,73)	14,65 (\pm 0,90)
Cd	1 (\pm 0)	N.D.	N.D.	657,30 (\pm 15,10)
Sn	18'832 (\pm 2'128)	5'668 (\pm 980)	N.D.	N.D.
Sb	3 (\pm 1)	N.D.	N.D.	N.D.
La	N.D.	N.D.	3,21 (\pm 0,69)	1'846 (\pm 45,36)
W	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pb	N.D.	N.D.	96,16 (\pm 29,93)	1'012 (\pm 248,70)

N.D. rappresenta valori non rilevabili.

vengano emesse da iQOS ed EC a livelli molto più bassi rispetto ai tradizionali prodotti del tabacco, questo fatto risulta comunque un dato allarmante, poiché tali sostanze organiche sono ampiamente riconosciute come agenti cancerogeni [11,12]. La presenza di formaldeide e acetaldeide delle emissioni EC è stata riportata anche in diversi di studi antecedenti [13-15].

Metalli: i fattori di emissione indoor

dei metalli calcolati per iQOS con e senza mentolo sono presentati nella **Tabella 3**. Inoltre, i dati sono stati confrontati con i fattori di emissione di un precedente studio su rilevazioni eseguite per CC ed EC, calcolati utilizzando un set up simile [10]. Lo Stagno (Sn) è risultato essere l'unico metallo con notevoli tassi di emissione in entrambe le tipologie di iQOS.

Composti organici: nel complesso, i fattori di emissioni di composti

organici prodotti da iQOS sono sostanzialmente più elevati rispetto alle EC, anche se sono ancora ben al di sotto dei fattori di emissione associati con il fumo tradizionale [10]. A differenza delle sigarette elettroniche, il levoglucosano (un forte indicatore di combustione di biomasse) [16] è stato rilevato nel fumo di iQOS, anche se in concentrazioni di 2 ordini di grandezza inferiori a quelli per le CC.

Conclusioni

I risultati del nostro studio indicano che i dispositivi iQOS, pur avendo, per quanto riguarda la maggior parte dei composti tossici, emissioni inferiori rispetto ai tradizionali prodotti del tabacco, non sono comunque definibili innocui e privi di fattori di rischio. La presenza di metalli nell'aerosol emesso da iQOS, ad eccezione dello stagno, sembra essere trascurabile, sia rispetto alle sigarette tradizionali che a quelle elettroniche. Le emissioni invece riguardanti i composti organici, in particolare formaldeide, acetaldeide e acroleina, anche se inferiori a quelle delle CC, giustificano una particolare cautela nell'utilizzo di questi nuovi prodotti non regolamentati, soprattutto in spazi pub-

blici nei quali altre persone potrebbero essere esposte al fumo passivo. È necessario precisare che, fatta eccezione per le aldeidi, tutti gli altri composti organici descritti nel nostro studio riguardano la fase particellare; una vasta gamma di emissioni di altre sostanze potrebbe però probabilmente essere dispersa nella fase gassosa, fase che non abbiamo analizzato. Tale nota è uno dei limiti del nostro studio, che necessiterà di ulteriori indagini. Inoltre, i dati qui presentati corrispondono alle specifiche marche di EC e iQOS sopraccitate e potrebbero non essere applicabili ad altre marche.

In conclusione, considerando i risultati di questa nostra ricerca condotta in collaborazione con importanti centri di ricerca americani

[17], nonché di altri lavori da noi pubblicati precedentemente in letteratura, è nostra opinione l'opportunità di porre il divieto assoluto di utilizzare tutti questi dispositivi al chiuso, in ambienti lavorativi e in luoghi pubblici, al fine di salvaguardare la salute pubblica.

[*Tabaccologia* 2017; 1:17-23]

C. Veronese, A.A. Ruprecht, C. De Marco, A.C. Ogliari, F. Allegri, E. Munarini, G. Angellotti, R. Mazza, R. Boffi
Tobacco Control Unit, Istituto Nazionale dei Tumori, Milano

► *Disclosure: gli autori dichiarano l'assenza di conflitto d'interessi.*

Bibliografia

1. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2008.
2. TCPGT Panel; A Clinical Practice Guideline for Treating Tobacco Use and Dependence: 2008 Update, 2008. *Am J Prev Med* 35, 158-176. doi:10.1016/j.amepre.2008.04.009.
3. Harris JE, Thun MJ, Mondul AM, Calle EE, 2004. Cigarette tar yields in relation to mortality from lung cancer in the cancer prevention study II prospective cohort, 1982-8. *BMJ* 328, 72. doi:10.1136/bmj.328.7431.72.
4. Rigotti NA, Tindle HA, 2004. The fallacy of "light" cigarettes. *BMJ* 328, E278-E279. doi:10.1136/bmj.328.7440.E278.
5. Franck C, Filion KB, Kimmelman J, Grad R, Eisenberg MJ, 2016. Ethical considerations of e-cigarette use for tobacco harm reduction. *Respir Res* 17, 53. doi:10.1186/s12931-016-0370-3.
6. Wasowicz A, Feleszko W, Goniewicz ML, 2015. E-Cigarette use among children and young people: the need for regulation. *Expert Rev Respir Med* 9, 507-509. doi:10.1586/17476348.2015.1077120.
7. Barrington-Trimis JL, Urman R, Berhane K, Unger JB, Cruz TB, Pentz MA, Samet JM, Leventhal AM, McConnell R, 2016. E-Cigarettes and Future Cigarette Use. *Pediatrics* 138, e20160379. doi:10.1542/peds.2016-0379.
8. Caputi TL, 2016. Industry watch: heat-not-burn tobacco products are about to reach their boiling point. *Tob. Control tobaccocontrol-2016-053264*. doi:10.1136/tobaccocontrol-2016-053264.
9. US-EPA, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air Second Edition Compendium Method TO-11A. 1999.
10. Saffari A, Daher N, Ruprecht A, De Marco C, Pozzi P, Boffi R, Hamad SH, Shafer MM, Schauer JJ, Westerdahl D, Sioutas C, 2014. Particulate metals and organic compounds from electronic and tobacco-containing cigarettes: comparison of emission rates and secondhand exposure. *Environ. Sci. Process. Impacts* 16, 2259-2267. doi:10.1039/C4EM00415A.
11. Feron VJ, Til HP, de Vrijer F, Woutersen RA, Cassee FR, van Bladeren PJ, 1991. Aldehydes: occurrence, carcinogenic potential, mechanism of action and risk assessment. *Mutat Res Toxicol* 259, 363-385. doi:10.1016/0165-1218(91)90128-9.
12. Lindahl R, 1992. Aldehyde Dehydrogenases and Their Role in Carcinogenesis. *Crit. Rev. Biochem. Mol Biol* 27, 283-335. doi:10.3109/10409239209082565.
13. Gillman IG, Kistler KA, Stewart EW, Paolantonio AR, 2016. Effect of variable power levels on the yield of total aerosol mass and formation of aldehydes in e-cigarette aerosols. *Regul Toxicol Pharmacol* 75, 58-65. doi:10.1016/j.yrtph.2015.12.019.
14. Jensen RP, Luo W, Pankow JF, Strongin RM, Peyton DH, 2015. Hidden Formaldehyde in E-Cigarette Aerosols. *N Engl J Med* 372, 392-394. doi:10.1056/NEJMc1413069.
15. Sleiman M, Logue JM, Montesinos VN, Russell ML, Litter MI, Gundel LA, Destailats H, 2016. Emissions from Electronic Cigarettes: Key Parameters Affecting the Release of Harmful Chemicals. *Environ Sci Technol* 50, 9644-9651. doi:10.1021/acs.est.6b01741.
16. Simoneit BR, Schauer JJ, Nolte CG, Oros DR, Elias VO, Fraser MP, Rogge WF, Cass GR, 1999. Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning and atmospheric particles. *Atmos Environ* 33, 173-182.
17. Ruprecht AA, De Marco C, Saffari A, Pozzi P, Mazza R, Veronese C, Angellotti G, Munarini E, Ogliari AC, Westerdahl D, Hasheminassab S, Shafer MM, Schauer JJ, Repace J, Sioutas C & Boffi R (2017): Environmental pollution and emission factors of electronic cigarettes, heat-not-burn tobacco products and conventional cigarettes, *Aerosol Science and Technology*. <http://dx.doi.org/10.1080/02786826.2017.1300231>.