

# Generalità

## La composizione del fumo di tabacco

Claudio F. Donner

*Dipartimento di Medicina Riabilitativa Pneumologica, Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Veruno (NO)*

(Ital Heart J 2001; 2 (Suppl 1): 22-24)

© 2001 CEPI Srl

*Per la corrispondenza:*

Dr. Claudio F. Donner

*Dipartimento di Medicina  
Riabilitativa Pneumologica  
Fondazione Salvatore  
Maugeri, IRCCS  
Via per Revislate, 13  
28010 Veruno (NO)  
E-mail: cdonner@fsm.it*

Il tabacco è una pianta appartenente alla famiglia delle Solanacee (come la patata, la melanzana, il peperone, la petunia, ecc.), originaria del Sud America ed importata in Europa dopo la scoperta del Nuovo Mondo.

La composizione chimica del fumo di tabacco dipende da vari fattori come la varietà della pianta, i metodi di coltivazione (fertilizzanti e pesticidi) e le lavorazioni successive alla raccolta.

In generale con la combustione del tabacco e della carta che lo avvolge, che raggiunge temperature intorno agli 800°C, si genera una miscela di più di 4000 sostanze, tutte ritenute nocive per la salute umana, convenzionalmente suddivise in componenti gassosi ed in componenti corpuscolati (Tab. I). Oltre all'azoto, all'ossigeno ed all'anidride carbonica, la componente gassosa comprende il monossido di carbonio in concentrazione significativa (circa il 4% in volume) e minori ma significativamente nocive, quantità di ossidi di azoto, ammoniaca, nitrosamine, acido cianidrico, nitrili, idrocarburi volatili, acetaldeidi, formaldeide e acroleina. La componente corpuscolata consiste di un aerosol di particelle di catrame/nicotina (diametro da 0.1 a 1.0 µm, diametro medio 0.2 µm). Il catrame è la sostanza residua appiccicosa di colore marrone lasciata dopo la rimozione della nicotina e dell'umidità dalla componente corpuscolata (compreso nella dizione "condensato totale" utilizzato dai Monopoli di Stato): è composto da una complessa miscela di idrocarburi aromatici polinucleari che comprendono sostanze carcinogenetiche come le nitrosamine non volatili, le amine aromatiche ed il benzopirene. Nel catrame sono inoltre presenti alcuni elementi radioattivi come il polonio-210. L'uso di additivi volti a migliorare il gusto nelle sigarette può costituire un'ulteriore fonte di rischio<sup>1</sup>.

In relazione all'effetto fisiopatologico questi composti sono suddivisi in classi: 1) sostanze irritanti e ossidanti; 2) cancerogeni e cocancerogeni; 3) monossido di carbonio; 4) nicotina.

Nel fumo di sigaretta sono presenti sotto forma di polveri e gas, più di una decina di sostanze irritanti (acroleina, acetaldeide, formaldeide, acido cianidrico, biossido di azoto, fenolo, ecc.) responsabili di alterazioni delle mucose respiratorie e della congiuntiva. Ad esse è in particolare da ascrivere la compromissione della funzione mucociliare e lo sviluppo di bronchite cronica. In questo gruppo sono compresi anche i radicali liberi, contenuti nel fumo in quantità impressionante: 10<sup>14</sup>/puff nella fase solida e 10<sup>15</sup>/puff nella fase gassosa. I radicali liberi contribuiscono al danno dell'apparato respiratorio, favorendo la progressione della bronchite cronica verso l'enfisema<sup>2</sup>, e al danno cardiovascolare, in primo luogo alterando la funzione endoteliale. La marcata carenza di vitamine antiossidanti, in particolare di vitamina C, nei fumatori testimonia il tentativo dell'organismo di opporsi al danno ossidativo<sup>3</sup>.

Le sostanze cancerogene presenti nel fumo agiscono sia come iniziatori o carcinogeni, provocando lo sviluppo del tumore, che come promotori o cocarcinogeni, stimolandone l'accrescimento<sup>4</sup>. I cancerogeni più importanti sono gli idrocarburi policiclici, le nitrosamine, le amine aromatiche; fenoli e radicali liberi svolgono funzioni di promotori<sup>5</sup>. Nel fumo sono inoltre presenti sostanze radioattive derivate anche dai fertilizzanti usati nelle piantagioni. Particolare menzione merita il polonio-210 che, divenuto volatile alle temperature di 800°C, aderisce tenacemente alle particelle di fumo e con esse penetra profondamente nell'albero bronchiale, dove le radiazioni alfa danneggiano

**Tabella I.** Distribuzione di alcune sostanze tossiche selezionate nel flusso principale di fumo di sigaretta (*main stream* - MS) e nel flusso collaterale di fumo (*side stream* - SS) di sigarette senza filtro.

Sostanza	MS	SS
Componente gassosa		
Monossido di carbonio (mg)	10-23	2.5-4.7
Anidride carbonica (mg)	20-60	8.41
Formaldeide ( $\mu\text{g}$ )	70-100	0.1-0.50
Acroleina ( $\mu\text{g}$ )	60-100	8.15
Acetone ( $\mu\text{g}$ )	100-250	2-5
Piridina ( $\mu\text{g}$ )	20-40	10-20
3-vinil piridina ( $\mu\text{g}$ )	15-30	20-40
Acido cianidrico ( $\mu\text{g}$ )	400-500	0.1-0.25
Ossidi di azoto ( $\mu\text{g}$ )	100-600	4-10
Ammoniaca ( $\mu\text{g}$ )	50-130	4-130
N-nitrosodimetilamina (ng)	10-40	20-100
N-nitrosopirrolidina (ng)	6-30	6-30
Componente corpuscolata		
Materiale corpuscolato (mg)	15-40	1.3-1.9
Nicotina (mg)	1-2.3	2.6-3.3
Fenolo ( $\mu\text{g}$ )	60-120	2.0-3.0
Catecolo ( $\mu\text{g}$ )	100-280	0.6-0.9
Anilina (ng)	360	30
2-toluidina (ng)	160	19
2-naftilamina (ng)	1.7	30
Benzoantracene (ng)	2.0-7.0	2-4
Benzoalpirene (ng)	20-40	2.5-3.5
Chinolina (ng)	500-2000	8-11
N-nitrosomonocotina ( $\mu\text{g}$ )	200-3000	0.5-3
N-nitrosodietanolamina (ng)	20-70	1.2
Nickel (ng)	20-80	13-30
Polonio-210 (pCi)	0.03-0.5	?

Il catrame è convenzionalmente considerato composto dalla fase corpuscolata meno la nicotina e l'acqua. L'emissione di composti del fumo dipende sia dalle caratteristiche della sigaretta e dal tipo di tabacco che dall'aggiunta di filtri e dalla forza con la quale ciascun individuo aspira la sigaretta.

il DNA delle cellule bronchiali favorendo lo sviluppo del tumore. L'effetto combinato dell'esposizione al polonio-210 ed agli idrocarburi policiclici è molto potente, superiore al semplice effetto additivo dei due tossici. Anche gli aromatizzanti, aggiunti al tabacco per migliorarne il sapore, altrimenti sgradevole ed irritante, si trasformano, in seguito alla combustione, in sostanze cancerogene.

Il monossido di carbonio liberato e inspirato durante il fumo di una sigaretta è di circa 20 mg e non viene trattenuto dal filtro. Assorbito attraverso i polmoni si lega all'emoglobina, con un'affinità 200 volte superiore a quella dell'ossigeno: il contenuto di carbossiemoglobina nel sangue di un fumatore è circa 10 volte superiore a quello di un non fumatore (chi abita al centro di una grande città ha un tasso 3-4 volte superiore di chi vive in campagna, un vigile che dirige il traffico al centro di Roma ha un tasso di 7-9 volte più alto). Oltre alla compromissione del trasporto e dell'utilizzazione mitocondriale dell'ossigeno, gli effetti tossici si esercitano anche sulle fibre muscolari soprattutto cardiache (effetto pro-aritmico) e sulle cellule endoteliali.

La nicotina è un alcaloide (come la morfina, l'eroina, la codeina, ecc.). Può essere assorbita attraverso diverse vie: mucosa orale, mucosa respiratoria, cute e la quantità dipende dal pH. Il fumo di sigaretta contiene nicotina in una forma meno assorbibile, ma data l'enorme superficie dell'apparato respiratorio, il 95% della nicotina presente nel fumo raggiunge la circolazione sanguigna del fumatore che aspira. Se il fumatore non inala invece assorbe una quantità pari a circa la metà (il resto rimane nell'ambiente). La nicotina è responsabile del fenomeno della dipendenza dal fumo di tabacco. Dal punto di vista della tossicità risulta particolarmente dannosa per l'apparato cardiovascolare sia per gli effetti di stimolazione del sistema adrenergico (effetti acuti) che per l'interferenza con la funzione endoteliale (effetti cronici).

Nella tabella II sono riassunti, a titolo esemplificativo, i contenuti di nicotina e di residuo catramoso nelle sigarette più diffuse sul mercato nazionale. I dati sono per la maggior parte tratti da "UNC/Notizie", agenzia giornalistica quotidiana dell'Unione Nazionale Consumatori.

L'industria del tabacco ha sviluppato tentativi volti a ridurre il contenuto di questi componenti tossici cercando tuttavia di preservare il gusto ed il sapore. Per esempio, per le sigarette prodotte in Gran Bretagna tra il 1934 ed il 1979, il contenuto medio di catrame è diminuito del 49%, quello di nicotina del 31% e quello di monossido di carbonio dell'11%. Questi risultati sono stati raggiunti per mezzo di modificazioni sia dei ceppi genetici delle piante di tabacco che dell'uso di fertilizzanti, del tempo e delle modalità del raccolto, dell'immagazzinamento e stagionatura delle foglie e delle tecniche di lavorazione. Le caratteristiche delle sigarette sono poi cambiate in termini di densità di impaccettamento, di lunghezza, di porosità della carta, di ventilazione e di efficienza di filtrazione del filtro. Sono state incontrate maggiori difficoltà nella riduzione del contenuto di monossido di carbonio in quanto questo composto non può essere ridotto né da un'analogia diminuzione dei livelli di tabacco precombusto né può essere trattenuto dai filtri in quanto la molecola è di dimensioni troppo ridotte. Il monossido di carbonio è prodotto nella porzione di sigaretta in fase di combustione e nella zona immediatamente prossima di pirolisi da alta temperatura del tabacco. Si è cercato di mettere in atto metodiche di costruzione della sigaretta tali da modificare l'entità della combustione e la temperatura del tabacco, in modo da favorire la diffusione laterale dalla barra di tabacco attraverso la carta e mediante fori di ventilazione nel filtro. Quest'ultima modalità porta inoltre ad una diluizione del fumo e ad una riduzione degli altri componenti tossici del fumo.

Tuttavia, come si è detto, il modo nel quale la sigaretta viene fumata influenza in maniera critica le quantità emesse di tabacco, nicotina e monossido di carbonio. Semplificando il più possibile, la barra di tabacco agisce come una colonna di frazionamento concen-

**Tabella II.** Contenuti di nicotina e residuo catramoso (TAR) di 58 marche di sigarette, tra le più diffuse sul mercato italiano.

Marca	TAR (mg/sig)	Nicotina (mg/sig)	Marca	TAR (mg/sig)	Nicotina (mg/sig)
1. Ph. Morris One	1.0	0.1	30. MS Blu	15.5	0.9
2. Ultra R6	3.0	0.3	31. St. Moritz	16.1	1.2
3. Ph. Morris S.L.	4	0.4	32. HB	16.2	1.0
4. Futura	7.5	0.5	33. Peter Stuyvesan	16.2	1.0
5. Muratti E. Mild	7.5	0.5	34. Marlboro Soft	16.3	1.1
6. Merit	8.0	0.6	35. Nazionali F.	16.4	0.8
7. Vantage	8.0	0.6	36. MS	16.7	1.0
8. Dunhil S. Mild	8.0	0.7	37. Marlboro Box	16.7	1.2
9. R6	8.6	0.5	38. Dunhill Kaf	16.7	1.4
10. Marlboro Light	10.4	0.7	39. Marlboro 100	16.8	1.3
11. Gallant Box	10.6	0.5	40. Camel Box	16.9	1.0
12. Rothmans légère	10.6	0.9	41. Dunhill International	17.3	1.3
13. Lord E.	10.9	0.5	42. Rothmans International	17.8	1.4
14. Mercedes S. Mild	11.0	0.7	43. Mercedes	17.9	1.1
15. MS Intern. Blu	11.0	0.7	44. Peer Export	18.2	1.1
16. Gallant Box	11.2	0.6	45. Benson & Hedges	18.3	1.4
17. Cartier L. Mild	11.2	0.8	46. N80	18.8	0.8
18. Gala	12.0	0.5	47. Rothmans Ksf	19.4	1.5
19. Mild Sorte	12.2	0.5	48. Windsor	19.6	1.1
20. Kim	12.4	0.7	49. Lido	19.8	1.1
21. Lido E. Mild	13.2	0.7	50. Super Filtro	20.0	1.0
22. Muratti Ambassador	13.4	0.8	51. MS International	20.5	1.4
23. Diana S. Mild	13.9	0.8	52. Diana	20.7	1.1
24. Mild Sorte 100	14.0	0.5	53. Nazionali	22.8	1.3
25. Kent	14.1	0.9	54. Stop	23.2	1.5
26. Perkis	14.3	1.1	55. Gauloises	24.0	1.5
27. Multifilter	14.8	0.9	56. Super senza filtro	24.3	1.1
28. Ente 23	15.1	0.8	57. Esportazione	25.6	1.2
29. Camel	15.3	0.9	58. Alfa	27.7	1.6

Gruppo a bassissimo contenuto di catrame (da 1 a 5 mg per sigaretta): da 1 a 3; gruppo a basso contenuto di catrame (da 5 a 9 mg per sigaretta): da 4 a 9; gruppo a medio contenuto di catrame (da 10 a 15 mg per sigaretta): da 10 a 27; gruppo ad alto contenuto di catrame (oltre i 15 mg per sigaretta): da 28 a 58. La differenza in quattro categorie sulla base della presenza di catrame, rende più facile al lettore l'individuazione del gruppo di sigarette meno nocive. Attenzione però, fumare sigarette con 1 mg di catrame anziché con 20 mg non vuol dire ridurre di 20 volte il pericolo di cancro, ma diminuire del 20-30% gli effetti nocivi.

Fonte: elaborazione su dati Mario Negri e Istituto Herzfeld di Basilea. Analisi del British Laboratory of the Government. I dati delle sigarette straniere sono ottenuti da campioni acquistati sul mercato internazionale. Le sigarette vendute in Italia possono essere leggermente diverse.

trando i componenti verso il fondo. La componente corpuscolata viene prodotta a concentrazioni molto più elevate (fino a 2 volte) verso il termine della sigaretta: da ciò viene il suggerimento di lasciare mozziconi il più lunghi possibile. La quantità di nicotina assorbita dipende dalla profondità dell'aspirazione: per questo motivo il fumatore che passa a sigarette più leggere non modifica sostanzialmente il suo tasso di nicotina in quanto tende, in genere, ad inalare più profondamente.

## Bibliografia

- Hoffman D, Wynder EL. Chemical constituent and bioactivity of tobacco smoke. LARC - Tobacco: a major international health hazard. Lyon: LARC Scientific Publications, Peto Ed, 1986; 74: 145-65.
- Camilli AE, Burrows B, Knudson RF, Lyle SK, Lebowitz MD. Longitudinal changes in FEV<sub>1</sub> in adults: effects of smoking and smoking cessation. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 794-9.
- Di Stefano A, Lusuardi M, Capelli A, Donner CF. Meccanismi biologici e molecolari dell'impatto del fumo sull'apparato respiratorio. In: Nardini S, Donner CF, eds. *L'epidemia di fumo in Italia*. Pisa: EDI-AIPO Scientifica, 2000: 31-41.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals man. Tobacco smoking. Lyon: World Health Organization, 1986: 38.
- Brunnemann KD, Hoffmann D. Chemical studies on tobacco smoke. LIX. Analysis of volatile nitrosamines in tobacco smoke and polluted indoor environments. In: Walker EA, Grieciute L, Castegnaro M, Lyle RE, Davis W, eds. *Environmental aspects of N-nitroso compounds*. Lyon: IARC Publication, International Agency for Research on Cancer, 1978; 19: 343-56.