

I RISCHI PER LA SALUTE NELL'INDUSTRIA DI PRODUZIONE DI PNEUMATICI

di G. Maina, F. Rossi

Dipartimento di Traumatologia Ortopedia e Medicina del Lavoro. Università di Torino
SCDU Tossicologia ed Epidemiologia Industriale

I rischi occupazionali presenti nella produzione di pneumatici sono di complessa definizione a causa della contraddittorietà dei risultati delle indagini epidemiologiche e delle ricerche igienistico-industriali condotte nei passati decenni. Il rischio da agenti chimici è stato ed è al centro dell'interesse della valutazione del rischio per la salute in questo settore produttivo sin dal 1982 quando la IARC pubblicava la monografia n° 28 dedicata al rischio oncogeno da esposizioni complesse nell'industria della gomma. L'esistenza di tale rischio è sospettabile sia per l'elevata varietà di sostanze chimiche, spesso ricche di impurezze, impiegate nei cicli lavorativi, sia per le complesse interazioni tra composti che si verificano durante le lavorazioni a caldo con conseguente formazione di nuove sostanze conosciute e non.

Innumerevoli sono gli agenti chimici utilizzati, la loro percentuale è variabile nella ricetta e l'esposizione dipende dalle temperature di lavorazione e dall'eventuale legame/ reazione con altre sostanze. Un esempio di agenti chimici utilizzati per migliorare le lavorabilità e la qualità del prodotto è riportato nella tabella 1.

Tabella 1

Acceleranti, Vulcanizzanti, Ritardanti, Antiossidanti	Fraasi R	N° CAS
Monosolfuro di tetrametilurame	R 22 – 43 - 51/53	97-74-5
Disolfuro di tetrametilurame	R 36/37 - 43 - 68	137-26-8
Tetrabuttiluramedisolfuro		1634-02-2
Dibenzotiaziledisolfuro (MBTS)		120-78-5
4,4? Ditiomorfolina		103-34-4
Zolfo eleato		7704-34-9
2-mercaptobenzotiazolo	R 43 – 50/53	149-30-4
2-metilmercaptobenzimidazolo		53988-10-6
Benzotiazolo-2-cicloesilsulfenamide		95-33-0
Etilentiourea	R 61 -22	96-45-7
N-isopropil-N'fenil-p-fenilendiammina	R 22 - 43	101-72-4
Miscela di diaril-p-fenilendiammina	R 43 – 52/53	68953-84-4
2,2,4 trimetil 1,1 diidrochinolina		67780-96-1
Difenilammina diottilata		101-67-7
Difenilammina alchilata		68411-46-1
Esametilentetrammina	R 11 – 42/43	100-97-00

Uno studio condotto nel 1987 dal NIOSH non ha osservato un aumento significativo di pneumoconiosi in 987 soggetti occupati in 9 stabilimenti di fabbricazione di pneumatici; altri studi (Alexandersson et al, 1986) hanno identificato nel naftalene-diisocianato (NDI) la causa della patologia respiratoria tra gli occupati di uno stabilimento di pneumatici in Svezia.

Il contributo dell'esposizione occupazionale alla patologia respiratoria non neoplastica (bronchite, enfisema, asma bronchiale) è stato analizzato in un recente studio di coorte olandese (Tabella 2, Tabella 3)

Tabella 2

Industry	Asthma symptoms OR (95% CI)	Bronchitis symptoms OR (95% CI)
Agriculture, forestry, fishing	0,24 (0,07 – 2,38)	0,58(0,14 – 2,43)
Construction	1,27 (0,28 – 5,81)	3,38(1,02 – 11,27)*
Paper and wood	1,01 (0,28 – 3,67)	0,78(0,24 – 2,57)
Glass, clay and stone	NC	NC
Metal	2,95 (2,77 – 11,23)#	3,17 (0,98 – 10,28)#
Machinery	0,99 (0,25 – 3,94)	1,58 (0,52 – 4,86)
Shipbuilding, motor vehicles, aircraft and other transportation methods	0,45 (0,08 – 2,53)	0,70 (0,20 – 2,40)
Food and Tobacco	0,79 (0,24 – 2,55)	1,08 (0,41 -2,84)
Textiles	0,51 (0,14 – 1,78)	1,02 (0,40 – 2,60)
Chemicals, druggs and paints	0,41(0,04 – 4,03)	0,57 (0,12 – 2,64)
Rubber, plastics and synthetics	4,44 (0,69 – 28,59)	6,52 (1,26 – 53,80)*
Fuel	1,01 (0,08 – 13,19)	1,11 (0,14 – 9,07)
Leather	1,08 (0,17 – 7,04)	0,51 (0,08 – 3,35)
Medicine and science	0,81 (0,31 – 2,08)	0,73 (0,35 – 1,52)
Entertainment and recreation	0,82 (0,16 – 4,25)	1,26 (0,32 – 4,96)
Printing	1,30 (0,15 – 11,32)	3,96 (0,85 – 18,48)*

Legenda # : 0,05 < p < 0,10

* : p < 0,05

Vermeulen et al. Environmental Health:2002; 1:5-16

Tabella 3

Industry	Classification	Asthma symptoms OR (95% CI)	Bronchitis symptoms OR (95% CI)
Construction	Duration <=20yrs	0,75 (0,15 – 3,75)	1,84 (0,56 – 6,55)
	Duration >=20yrs	1,43 (0,34 – 6,09)	2,25 (0,69 – 7,38)
	Time since first employment < 18 yrs	0,71 (0,15- 3,34)	1,56(0,47 – 5,23)
	Time since first employment > 18 yrs	1,65 (0,36 – 7,52)	2,86(0,78 – 10,51)
Metal	Duration <=20yrs	0,65(0,18 – 2,40)	0,53 (0,18 – 1,59)
	Duration >=20yrs	3,85 (0,98 – 15,13)#	5,28 (1,53 – 18,25)**
	Time since first employment < 18 yrs	0,95 (0,25 – 3,66)	0,80 (0,25 – 2,55)
	Time since first employment > 18 yrs	2,03 (0,55 – 7,55)	2,54 (0,80 – 8,05)
Rubber, plastics and synthetics	Duration <=20yrs	2,01 (0,31 – 13,21)	1,57 (0,28 – 8,98)
	Duration >=20yrs	5,81 (1,13 – 29,78)	6,401 (1,51 – 27,20)*
	Time since first employment < 18 yrs	3,71 (0,74 – 8,61)	2,92 (0,65 – 13,14)
	Time since first employment > 18 yrs	3,80 (0,36 -25,73)	5,21 (1,02 – 26,51)
Printing	Duration <=20yrs	1,14 (0,23 – 5,38)	1,47 (0,44 – 4,96)
	Duration >=20yrs	1,17 (0,19 – 7,11)	2,38 (0,62 – 9,05)
	Time since first employment < 18 yrs	0,83 (0,14- 5,11)	1,44 (0,38 – 5,50)
	Time since first employment > 18 yrs	1,57 (0,27-8,95)	2,66 (0,76 – 9,27)

Legenda # : 0,05 < p 0,10

* : p 0,05

** : p 0,01

Vermeulen et all. Enviromental Health:2002; 1:5-16

L'eccesso di patologia respiratoria non neoplastica è stata ricondotta all'esposizione ai fumi di gomma calda che si liberano nelle lavorazioni a caldo della miscela di gomma. Le lavorazioni nelle quali la miscela di gomma si riscalda per azione di frizione dovuta alla lavorazione stessa (le temperature massime raggiunte non superano i 110°C, essendo mediamente pari a 60 - 80 °C) sono:

- le varie fasi relative alla preparazione e ripresa delle mescole nei mescolatori chiusi (Banbury);
- la trafilatura (o estrusione);
- la calandratura;

- le varie fasi di taglio dei semilavorati (fogliette di gomma, tele gommate, trafilati, profilati).
- le lavorazioni di vulcanizzazione (le temperature sono mediamente di 140 - 160°C, massimo 220°C con apporto di calore esterno): sono particolarmente critiche le fasi di apertura degli stampi e di allontanamento dei pezzi già vulcanizzati ma ancora caldi e “fumanti”.

La composizione dei fumi di gomma calda è caratterizzata da una grande complessità e da una grande varietà di sostanze presenti, variando in rapporto alla formulazione della miscela e/o al processo di produzione e/o alla temperatura raggiunta.

I fumi di cottura e/o di gomma calda sono costituiti da due componenti: una frazione facilmente condensabile, che si ritrova sotto forma particellare o aerosolica insieme alle polveri inorganiche, ed una frazione volatile non condensabile presente quindi allo stato di vapore.

La frazione condensabile comprende due componenti:

a) una parte inorganica comprendente particolato minerale (es. ossido di zinco, ossido di ferro, ossido di magnesio), polveri ambientali, stearato;

b) una parte organica comprendente: zolfo, prodotti vari provenienti dagli elastomeri (bassi polimeri degli elastomeri), idrocarburi policiclici aromatici (IPA adsorbiti al particolato) di varia provenienza, alcuni additivi della gomma come gli antiossidanti (es. IPPD), gli acceleranti, i vulcanizzanti.

La frazione volatile di tipo vapore comprende costituenti ed impurità delle mescole, prodotti di degradazione termica o di ricombinazione (es. prodotti vari provenienti dagli elastomeri, in particolare monomeri come acrilonitrile estirene), oligomeri della gomma residui della polimerizzazione o prodotti della degradazione termica di alcuni elastomeri (es. dimeri dell'isoprene, isomeri del triisobutilene), solventi aromatici (toluene, etilbenzene, isopropilbenzene), zolfo, frazioni bassobollenti degli oli plastificanti da C8 a C14 (di tipo paraffinico o aromatico), IPA a basso PM (2-4 anelli aromatici) in fase vapore, additivi volatili o prodotti di decomposizione degli stessi.

Gli effetti sull'uomo dei fumi di gomma calda sono a tutt'oggi oggetto di studio. L'azione irritante dei fumi di gomma calda sull'apparato respiratorio sarebbe documentata dall'aumentata incidenza di sintomi di tipo respiratorio (tosse, escreato, episodi bronchitici) e di alterazioni della funzionalità polmonare (ostruzione moderata delle vie respiratorie con riduzione dei flussi e volumi polmonari conservati) osservata in soggetti professionalmente esposti ai fumi di gomma calda. In generale gli effetti dell'abitudine al fumo di sigaretta e

dell'esposizione lavorativa ai fumi di gomma calda appaiono essere additivi. Gli studi sperimentali di mutagenesi, ad oggi condotti, hanno evidenziato risultati variabili a seconda delle materie prime utilizzate nella produzione delle mescole di gomma e del livello delle misure di prevenzione ambientale adottate (aspirazioni localizzate, ricambi d'aria, automazione degli impianti, ecc.).

L'azione cancerogena dei fumi di gomma calda è oggetto di vari studi epidemiologici: ad es. è controversa la questione se l'esposizione lavorativa ai fumi di gomma calda possa costituire un aumento del rischio di neoplasie dell'apparato respiratorio (laringe e polmone).

Non esiste un valore limite di esposizione ai fumi di gomma calda come tali. I vari componenti dei fumi di gomma calda sono presenti nei fumi a livello di concentrazione molto basse variabili dai nanogrammi ai microgrammi per metro cubo d'aria campionata. Confrontando i valori rilevati per le sostanze per le quali è previsto un valore di TLV (ACGIH, OEL, OSHA, ecc.), si osserva che i valori rilevati nelle indagini di Igiene Industriale sono di gran lunga inferiori al più restrittivo dei limiti indicati. In assenza di un valore limite ambientale, per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai fumi di gomma calda si può ricorrere all'analisi puntuale delle diverse sostanze contenute nei fumi di gomma calda, come gli idrocarburi policiclici aromatici, gli antiossidanti, le ammine.

Bibliografia

Vermeulen R, Hederik D, Kromhout H, Smit HA. Respiratory symptoms and occupation: a cross-sectional study of the general population. *Env Health* 2002;1:5-16.

Alexandersson R, Gustafsson P, hedenstierma G, Rosen F. Exposure to naphthalene-diisocyanate in a rubber plant: symptoms and lung function. *Arch Environ Health* 1986;41:85-89.

International Agency for Research on Cancer. The rubber industry. Lion: IARC, 1982; IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol 28.