

Laura Campo¹, Roberto Calisti^c, Elisa Polledri¹, Francesco Barretta¹, Roberta Stopponi¹, Stefania Massacesi¹, PierAlberto Bertazzi¹, Silvia Fustinoni¹

Monitoraggio biologico dell'esposizione a IPA negli asfaltatori

¹ Dipartimento di Medicina del Lavoro e dell'Ambiente, Università degli Studi di Milano e Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, Via S. Barnaba, 8 - 20122 Milano, Italy

² Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro (SPreSAL), ASUR MARCHE - zona territoriale n. 8, Via Ginocchi 1/a - 62012 Civitanova Marche, Italy

RIASSUNTO. Obiettivo di questo lavoro è la valutazione dell'esposizione a idrocarburi policiclici aromatici (IPA) negli asfaltatori mediante misura di 1-idrossipirene urinario (1-OHPyr). L'escrezione mediana di 1-OHPyr negli asfaltatori è risultata superiore a quella dei soggetti di controllo (184 e <20 ng/L, $p < 0.001$). I fattori determinanti l'esposizione sono risultati il fumo di sigaretta, il numero di giornate consecutive al lavoro e la mansione lavorativa; 1-OHPyr è risultato associato anche alla creatinina urinaria. Si suggerisce la misura di 1-OHPyr alla fine della settimana lavorativa come indicatore di esposizione occupazionale a bassi livelli di IPA nei fumi di bitume.

ABSTRACT. BIOLOGICAL MONITORING OF PAH EXPOSURE AMONG ASPHALT WORKERS. Aim of this work was the assessment of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by urinary 1-hydroxypyrene (1-OHPyr) in asphalt workers. Median levels of 1-OHPyr resulted higher in asphalt workers than in controls (184 vs. <20 ng/L, $p < 0.001$). The determinants of exposure of 1-OHPyr resulted smoking habit, the number of consecutive days at work and the job task; 1-OHPyr was also associated to urinary creatinine. End of work week 1-OHPyr is suggested as an useful indicator of occupational exposure to PAHs in bitumen fumes.

Key words: asphalt workers, 1-hydroxypyrene, biological monitoring.

Introduzione

Il bitume è un materiale di origine naturale utilizzato in miscela con materiali inerti per produrre asfalto impiegato nelle opere di pavimentazione stradale. Il bitume contiene in piccole quantità idrocarburi policiclici aromatici (IPA), e perciò nell'attività di asfaltatura c'è un potenziale rischio di esposizione a questi composti organici. Mentre i fumi di bitume sono classificati dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) nel gruppo 3 (evidenze inadeguate di cancerogenicità per l'uomo), alcuni IPA sono invece classificati nel gruppo 1, 2A o 2B (certi, possibili o probabili cancerogeni per l'uomo) (1).

Gli IPA si originano dalla combustione incompleta di materiali organici e per questo motivo sono presenti come inquinanti sia degli ambienti di vita che di lavoro. L'esposizione a IPA può avvenire per via inalatoria, dermica (per contatto con materiali sporchi o per deposizione aerea) o gastrointestinale. Dato che le sorgenti e le vie di esposizione a IPA sono molteplici, il monitoraggio biologico è lo strumento più adatto per valutare l'esposizione complessiva. A tal fine viene utilizzata da alcuni anni la misura del metabolita urinario del pirene, 1-idrossipirene (2).

Scopo di questo lavoro è stato la valutazione dell'esposizione a IPA in addetti ad opere di asfaltatura in ambito autostradale, mediante misura di 1-OHPyr. Inoltre è stata valutata l'influenza di alcuni fattori lavorativi e/o personali sull'escrezione di 1-OHPyr.

Materiali e Metodi

Sono stati indagati 22 asfaltatori impiegati in ambito autostradale e 5 soggetti di controllo non esposti professionalmente a IPA. Per ciascun soggetto sono stati raccolti campioni estemporanei di urina alla fine del turno mattutino, dopo circa 5 ore di attività lavorativa. Tramite questionario sono stati raccolti dati relativi a età, abitudine al fumo e mansioni lavorative. Tutti i partecipanti hanno fornito il proprio consenso scritto. La misura di 1-OHPyr è stata effettuata mediante cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa con rivelatore a triplo quadrupolo (LC/MS/MS) accoppiato con sistema di purificazione. Il limite di rilevabilità (LOD) del metodo è 20 ng/L.

L'abitudine al fumo di sigaretta è stata misurata tramite analisi della cotinina urinaria, metabolita della nicotina. La quantificazione è avvenuta tramite LC/MS/MS. Il LOD è 10 µg/L. I soggetti con cotinina inferiore a 50 µg/L sono stati classificati come non fumatori, mentre i soggetti con cotinina maggiore o uguale a 50 µg/L sono stati classificati come fumatori (3).

Per l'analisi statistica i dati sono stati trasformati nei corrispondenti logaritmi decimali per ottenere una distribuzione normale. Dato che alcuni soggetti hanno fornito più di un campione di urina in giornate diverse, è stata calcolata la media geometrica di 1-OHPyr delle misure ripetute di 1-OHPyr come descrittore statistico dell'esposizione individuale. È stato utilizzato un modello multivariato per misure ripetute per valutare l'effetto di alcune variabili lavorative (numero di giornate consecutive di lavoro, numero di giornate anche non consecutive di lavoro negli ultimi sette giorni, ditta, data di campionamento, mansione) e personali (abitudine al fumo di sigaretta, creatinina urinaria, età) sull'escrezione di 1-OHPyr negli asfaltatori. Un valore di $p \leq 0,05$ è stato considerato significativo.

Risultati

I soggetti erano tutti di sesso maschile, l'età media era di 40 anni negli asfaltatori e di 46 nei controlli; 14 asfaltatori e 1 controllo sono risultati fumatori. Alcuni soggetti hanno partecipato allo studio in più giornate, quindi in totale sono stati raccolti 45 campioni dagli asfaltatori e 10 dai controlli. Gli asfaltatori hanno lavorato in media per 2.2 (min 1- max 4) giorni consecutivi nella stessa settimana, stendendo un manto di asfalto drenante in un intervallo di temperatura compreso tra 140° e 180°C. Gli asfaltatori avevano le seguenti mansioni: addetti alla stesa dell'asfalto (9 soggetti), conducenti di macchina finitrice (n=5), conducenti di rullo compattatore (n=4) e conducenti di camion (n=4).

La concentrazione mediana di 1-OHPyr negli asfaltatori è risultata pari a 184 (min 55-max 417) ng/L, mentre nei soggetti di controllo è risultata inferiore a 20 (<20-53) ng/L ($p < 0.001$). Negli asfaltatori, sono stati osservati valori significativamente più elevati di 1-OHPyr nei fumatori rispetto ai non fumatori (208 vs. 129 ng/L).

L'analisi di regressione multipla ha mostrato che 1-OHPyr era statisticamente associato all'abitudine al fumo di sigaretta, al numero di giornate consecutive al lavoro, alla mansione svolta e alla creatinina urinaria. Per quanto riguarda la mansione, i livelli di 1-OHPyr negli addetti alla stesa dell'asfalto e nei conducenti di macchina finitrice sono risultati più elevati dei livelli nei conducenti di camion considerati come gruppo di riferimento; i livelli di 1-OHPyr negli addetti al rullo compattatore non sono risultati diversi dal gruppo di riferimento.

Discussione

La misura dell'esposizione a IPA negli asfaltatori è di notevole rilevanza, dato che studi epidemiologici hanno

mostrato un aumento di mortalità per cancro in questi lavoratori, anche se la possibile influenza dell'esposizione a catrame e a fumo di sigaretta potrebbero aver avuto un ruolo nel determinare tale risultato (4,5). Sono quindi necessari altri studi per meglio caratterizzare l'esposizione e i fattori che la determinano.

I valori di 1-OHPyr misurati in questo gruppo di asfaltatori sono risultati più bassi di quelli riportati in altri studi recenti italiani (6, 7) o europei (8), e anche inferiori ai valori di riferimento indicati per la popolazione generale italiana (9), tuttavia sono risultati circa un ordine di grandezza superiore a quelli riscontrati nei soggetti di controllo, evidenziando quindi una esposizione professionale a IPA.

L'applicazione di modelli di regressione multipla ha consentito di evidenziare alcuni fattori che hanno determinato l'esposizione di questo gruppo di asfaltatori e cioè l'abitudine al fumo, il numero di giornate consecutive al lavoro e la mansione effettuata.

Dato che gli IPA si originano dalla combustione di materiali inorganici, il fumo di sigaretta costituisce una nota fonte di esposizione a IPA (1) e infatti l'abitudine al fumo di sigaretta è uno dei fattori confondenti la misura di 1-OHPyr. I risultati del nostro studio confermano precedenti studi (6,7).

Tra i fattori occupazionali considerati, la positiva associazione tra l'escrezione di 1-OHPyr e il numero di giornate consecutive al lavoro è indicativa di un accumulo di questo metabolita. Tale accumulo è dovuto certamente a più fattori tra i quali la lenta cinetica di eliminazione di 1-OHPyr, e l'esposizione cutanea che determina un assorbimento di IPA anche parecchie ore dopo la fine dell'esposizione inalatoria (10, 11).

Per quanto riguarda la mansione lavorativa, gli addetti alla posa di asfalto e all'utilizzo della macchina finitrice sono risultati più esposti a IPA degli altri componenti della squadra di asfaltatori, probabilmente per la maggiore vicinanza di questi lavoratori al bitume posato a caldo e quindi alla fonte principale di emissione (12).

L'escrezione di 1-OHPyr è risultata fortemente associata anche alla creatinina urinaria, suggerendo quindi che i valori di 1-OHPyr siano da correggersi per creatinina per la corretta valutazione di questo metabolita.

In conclusione, i risultati di questo studio hanno mostrato l'importanza di valutare l'esposizione professionale a IPA tramite monitoraggio biologico per tenere conto delle molteplici sorgenti di esposizione e l'adeguatezza di 1-OHPyr nel misurare l'esposizione a IPA anche a bassi livelli. Inoltre si raccomanda di raccogliere i campioni urinari alla fine della settimana lavorativa e di correggere i valori di 1-OHPyr per creatinina urinaria.

Bibliografia

- 1) International Agency for Research on Cancer: Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related industrial exposures. Lyon: IARC, 2010 (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans no 92).
- 2) Hansen AM, Mathiesen L, Pedersen M, Knudsen LE. Urinary 1-hydroxypyrene (1-HP) in environmental occupational studies - A review. *Int J Hyg. Environ Health* 2008; 211: 471-503.

- 3) Haufroid V, Lison D. Urinary cotinine as a tobacco-smoke exposure index: a minireview. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 162-68.
- 4) Boffetta P, Burstyn I, Partanen T, Kromhout H, Svane O, Langård S, Järholm B, Frentzel-Beyme R, Kauppinen T, Stücker I, Shaham J, Heederik D, Ahrens W, Bergdahl IA, Cené S, Ferro G, Heikkilä P, Hooiveld M, Johansen C, Randem BG, Schill W. Cancer mortality among European asphalt workers: An international Epidemiological study. I. Results of the analysis based on job titles. *Am J Ind Med* 2003; 43: 18-27.
- 5) Boffetta P, Burstyn I, Partanen T, Kromhout H, Svane O, Langård S, Järholm B, Frentzel-Beyme R, Kauppinen T, Stücker I, Shaham J, Heederik D, Ahrens W, Bergdahl IA, Cené S, Ferro G, Heikkilä P, Hooiveld M, Johansen C, Randem BG, Schill W. Cancer mortality among European asphalt workers: An international Epidemiological study. II. Exposure to bitumen fume and other agents. *Am J Ind Med* 2003; 43: 28-39.
- 6) Campo L, Buratti M, Fustinoni F, Cirila PE, Martinotti I, Longhi O, Cavallo D, Foà V Evaluation of Exposure to PAHs in Asphalt Workers by Environmental and Biological Monitoring. *Ann NY Acad Sci* 2006; 1076: 405-420.
- 7) Garattini S, Sarnico M, Benvenuti A, Barbieri PG. Monitoraggio biologico dell'esposizione ad idrocarburi policiclici aromatici in un gruppo di asfaltatori. *Med Lav* 2010; 101: 110-117.
- 8) Pesch B, Spickenheuer A, Kendzia B, Schindler BK, Welge P, Marczyński B, Rihs HP, Raulf-Heimsoth M, Angerer J, Brüning T. Urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in workers exposed to vapours and aerosols of bitumen. *Arch Toxicol* 2011; 85.
- 9) Sciarra G: Valori di riferimento ambientali e biologici degli idrocarburi policiclici aromatici. *G Ital Med Lav Erg* 2003; 25: 83-93.
- 10) Fustinoni S, Campo L, Cirila PE, Martinotti I, Buratti M, Longhi O, Foà V, Bertazzi P. Dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in asphalt workers. *Occup Environ Med* 2010; 67: 456-463.
- 11) Sobus JR, Mcclean MD, Herrick RF, Waidyanatha S, Nylander-French LA, Kupper LL, Rappaport SM. Comparing urinary biomarkers of airborne and dermal exposure to polycyclic aromatic compounds in asphalt-exposed workers. *Ann Occup Hyg* 2009a; 53: 561-571.
- 12) Sobus JR, Mcclean MD, Herrick RF, Waidyanatha S, Onyemauwa F, Kupper LL, Rappaport SM. Investigation of PAH biomarkers in the urine of workers exposed to hot asphalt. *Ann Occup Hyg* 2009b; 53: 551-560.

Richiesta estratti: *Laura Campo, Dipartimento di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Milano e Fondazione "Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli e Regina Elena" (IRCCS), Via S. Barnaba, 8, 20122 Milano, Italy, Tel. 02-50320116, Fax: 02-50320111, E-mail: laura.campo@unimi.it*