

MONITORAGGIO BIOLOGICO MEDIANTE 1-IDROSSIPIRENE URINARIO IN ASFALTATORI: CONFRONTO TRA LAVORAZIONI IN ESTERNO E IN AMBIENTE CONFINATO

BIOLOGICAL MONITORING OF ASPHALT WORKERS BY URINARY 1-HYDROXYPYRENE: COMPARISON BETWEEN OUTDOOR AND INDOOR PAVING

Battaglia Andrea ¹, Battaglia Alberto ²

¹ Unità Operativa di Medicina del Lavoro, Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Istituto Scientifico di Pavia

² Associazione dei Medici del Lavoro della Provincia di Varese (AMLAV)

 ¹ Operative Unit of Occupational Medicine, Salvatore Maugeri Foundation, IRCCS, Scientific Institute of Pavia, Italy

² Association of Occupational Physicians of Varese, Italy

Citation: Battaglia Andrea, Battaglia Alberto. Monitoraggio biologico mediante 1-idrossipirene urinario in asfaltatori: confronto tra lavorazioni in esterno e in ambiente confinato. Prevent Res 2012; 2 (1): 80-87

Parole chiave: asfaltatura, bitume, IPA, rischio oncogeno, prevenzione

 **Key words:** asphaltting, bitumen, PAH, oncogenic risk, prevention

Abstract

Introduzione: Lo studio valuta l'escrezione urinaria di 1-idrossipirene (1-OHP) in 108 lavoratori dell'asfalto che svolgevano la loro attività attenendosi scrupolosamente a criteri di carattere preventivo e protettivo coerenti con le specifiche indicazioni della Regione Lombardia.

Obiettivi: Valutare la sensibilità del dosaggio dell'idrossipirene urinario come descrittore dell'esposizione a idrocarburi policiclici aromatici e valutare il contributo del fumo sull'escrezione urinaria dell'1-OHP.

Metodi: Sono stati confrontati valori rilevati dopo 2 giorni di asfaltatura con valori dopo 2 giorni di inattività. Sono stati inoltre eseguiti confronti tra fumatori e non fumatori, e tra realizzazioni di pavimentazioni stradali all'aperto e asfaltatura in luoghi confinati.

Risultati: Sono state riscontrate differenze non statisticamente significative nel dosaggio dell'1-OHP dopo asfaltatura rispetto all'1-OHP dopo inattività, eseguito nei medesimi soggetti. Tali differenze assumono invece significatività nel gruppo che ha svolto attività in ambiente confinato. Anche il confronto tra fumatori e non fumatori ha rilevato differenze non statisticamente significative.

Conclusioni: L'1-OHP urinario è un indicatore che correla meglio con l'esposizione a fumi di bitume quando questa è particolarmente elevata, come avviene durante le operazioni di asfaltatura in luoghi confinati, mentre in caso di esposizioni molto basse, gli incrementi nella escrezione urinaria dell'indicatore, pur presenti, possono non assumere significatività statistica. Il fumo di sigaretta, noto per la sua interferenza con l'indicatore di esposizione esaminato, potrebbe averne limitato la specificità, ma non ha prodotto alterazioni significative nei test eseguiti in assenza di esposizione.

Abstract

Introduction: This study investigates urinary excretion of 1-hydroxypyrene (1-OHP) in 108 asphalt workers, who carried out daily activities adhering scrupulously to the preventive and protective policies laid down by "Regione Lombardia".

Objectives: We want to evaluate the sensitivity of the assay of urinary hydroxypyrene as a descriptor of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and evaluate the contribution of smoking on urinary 1-OHP.

Methods: Values found after two days of asphalt working and values after two days of inactivity were compared. Readings were also compared between smokers and non-smokers, and between outdoor and indoor paving.

Results: Differences of urinary 1-OHP values measured in the same workers after 2 days of inactivity, and values after two days spent in asphaltting were not statistically significant, while a significant association between the two readings emerged in case of indoor asphaltting. No significant differences between smokers and non-smokers were found.

Conclusions: Urinary 1-OHP is a biomarker that better correlates with exposure to fumes of bitumen, but only when exposure is high, as it happens during indoor asphaltting; in cases of low exposure, increase in the urinary excretion of the marker can not be statistically significant. Cigarette smoking, known for interfering with this indicator of exposure, could limit specificity, but did not significantly contribute in tests done in absence of occupational exposure.

Introduzione

La realizzazione di pavimentazioni stradali mediante l'utilizzo di conglomerati bituminosi comporta un'esposizione lavorativa variabile nel tempo e in funzione dei compiti lavorativi svolti. La variabilità è più rilevante sotto il profilo della dimensione che per la qualità delle sostanze chimiche pericolose. Queste sostanze, costituite prevalentemente, ma non esclusivamente, da Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), possono rappresentare un rischio attraverso varie vie di penetrazione (1, 2, 3, 4).

Il bitume, che svolge l'attività di legante nel conglomerato utilizzato per pavimentazioni stradali, è residuo non volatile della raffinazione del petrolio greggio.

A causa del basso livello degli aromatici contenuti, il bitume non è classificato dall'Unione Europea come cancerogeno, contrariamente al catrame, materiale con analoghe utilizzazioni ma derivante dalla raffinazione del carbone.

La caratteristica del bitume, dalla quale deriva la sua utilità nell'edilizia stradale, dipende dal fatto che questo materiale è solido a temperatura ambiente ma fluido/liquido a temperature più elevate, motivo per il quale viene utilizzato, in genere, tra i 150/180°.

Le temperature di utilizzo sono decisamente inferiori alle temperature di ebollizione dei singoli IPA. Di seguito vengono riportate le temperature di fusione ed ebollizione degli IPA più rappresentativi tra quelli contenuti nel bitume.

Molecola	Fusione (°C)	Ebollizione (°C)
Acenaftene	95	279
Acenaftilene	91,8	275
Antracene	217	340
Benzo(a)antracene	162	436,7
Benzo(a)pirene	177	495
Benzo(b)fluorantene	168	481
Benzo(g,h,i)perilene	278	500
Benzo(k)fluorantene	215	480
Crisene	254	448
Dibenzo(a,h)antracene	266	524
Fenantrene	96	340
Fluorantene	109	384
Fluorene	116	295
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	164	497
Naftalene	79	218
Pirene	145	404

Dalla tabella è possibile rilevare che il naftalene, IPA non cancerogeno, ha la temperatura di ebollizione più bassa, che è però di almeno 40°C superiore a quella di utilizzo del bitume.

Un massivo passaggio di stato degli IPA da liquido (o in alcuni casi da solido) a gassoso non è quindi possibile nelle abituali operazioni di pavimentazione stradale.

Certamente una modesta quota di questi aromatici transita nella fase gassosa ma i valori attesi sono talmente bassi da essere difficilmente differenziabili da analoghe molecole derivanti da altre fonti, tra le quali prevalgono il traffico autoveicolare (anche correlato alla mansione specifica) ed il riscaldamento domestico.

Il fenomeno è descritto in questi termini nel "Vademecum per il Miglioramento della Sicurezza e della Salute di Lavoratori nelle Opere di Asfaltatura" distribuito da Regione Lombardia nel giugno 2006 ed aggiornato nel 2011; nello stesso documento, infatti, si consiglia a chi vuole misurare gli IPA aerodispersi di adottare un metodo analitico tanto sensibile da permettere una espressione dei risultati in ng.

L'incremento di temperatura necessario alla lavorazione, comporta un incremento nella aerodispersione di idrocarburi policiclici aromatici.

Dalla rilevanza di questa aerodispersione e dal rapporto tra questa e i lavoratori deriva il fatto che gli IPA possano costituire un rischio per gli asfaltatori (5, 6, 7).

L'esposizione per via respiratoria in condizioni normali non è quindi particolarmente rilevante ma vi sono situazioni lavorative nelle quali gli IPA, pur aerodispersi in quantità modesta, possono accumularsi quando l'attività avviene in luoghi con scarsa ventilazione quali tunnel e luoghi chiusi.

La via respiratoria non è però l'unica attraverso la quale gli IPA possono costituire un rischio; infatti durante le attività lavorative è possibile il contatto cutaneo con il bitume favorito dall'utilizzo di utensili sporchi e più ancora da abiti da lavoro o da DPI contaminati (8, 9).

Dato che il rilievo della contaminazione attraverso queste vie non viene misurato mediante le determinazioni ambientali, è logico l'utilizzo di un indicatore biologico di esposizione in rapporto con il rischio costituito dal bitume in senso lato (10).

L'idrossipirene urinario (1-OHP) è un metabolita del pirene, che è uno degli IPA che, pur non essendo un cancerogeno, deve la sua importanza al fatto che la sua presenza tra gli IPA contenuti nel bitume è pressoché costante con gli IPA totali (11, 12, 13).

Per questo motivo la ACGIH ritiene che l'1-OHP, dosato nelle urine di fine turno lavorativo alla fine della settimana lavorativa, sia un indicatore biologico di esposizione agli idrocarburi policiclici aromatici (14).

La stessa ACGIH classifica però questo indicatore come NQ, cioè non quantitativo, verosimilmente a causa dell'assenza di una elevata correlazione tra l'entità dell'esposizione lavorativa e l'escrezione del metabolita (15).

Obiettivi

Valutare la sensibilità del dosaggio dell'idrossipirene urinario quale descrittore dell'esposizione a idrocarburi policiclici aromatici, in condizioni standard ed in condizioni di elevato rischio a causa del lavoro in ambienti confinati.

Collateralmente, data la presenza in letteratura di lavori riportanti fattori di interferenza con l'affidabilità dell'indicatore 1-OHP, tra i quali il fumo di sigaretta, si è ritenuto opportuno valutare e dimensionare il contributo del fumo sull'escrezione urinaria dell'1-OHP.

Metodi

Sono stati considerati in totale 108 lavoratori dell'asfalto occupati in diverse mansioni, tutte con esposizione a fumi di bitume aerodisperso e a contatto cutaneo con il bitume. Le mansioni erano: addetto alla stesura manuale, addetto alla vibrofinitrice, addetto al rullo, addetto polivalente.

L'attività di asfaltatura ha riguardato sia pavimentazioni stradali all'aperto che in tunnel.

I lavoratori hanno svolto la loro attività attenendosi scrupolosamente a indicazioni di carattere preventivo e protettivo in coerenza con le indicazioni della Regione Lombardia desunte dal "Vademecum per il Miglioramento della Sicurezza e della Salute di Lavoratori nelle Opere di Asfaltatura" e di seguito descritte nelle linee essenziali.

Norme di igiene personale e del lavoro

- Evitare il contatto con apparecchiature sporche e con l'emulsione bituminosa, con olio lubrificante, gasolio e grassi, in particolare durante la pulizia e la manutenzione degli automezzi.
- Tenere la cute pulita ed asciutta.
- Frequente lavaggio delle mani e del viso.
- Lavaggio delle mani dopo l'uso della toiletta.
- Fare la doccia dopo interventi manutentivi straordinari.
- Curare la pulizia dei propri vestiti.
- Non indossare indumenti di lavoro sporchi o contaminati: prevedere il loro lavaggio periodicamente.
- Sostituire periodicamente le tute e indumenti da lavoro.
- Non porre a contatto i propri vestiti con le tute e indumenti da lavoro.
- Non mangiare cibi e bevande e non fumare durante la produzione e messa in opera di conglomerato bituminoso.

Indumenti protettivi

- Tute da lavoro complete, oppure pantaloni lunghi con maglietta o camicia a maniche lunghe, che devono assicurare una idonea protezione dagli agenti atmosferici (giubbotto).

DPI e loro criteri d'uso

- Guanti resistenti al calore.
- Calzature con soles anticalore.
- Tuta monouso in tyvek in caso di spruzzatura manuale di emulsione bituminosa.
- Occhiali con protezione anche laterale in caso di spruzzatura manuale di emulsione bituminosa.
- Facciale filtrante antipolvere di classe 2 con filtro in carbone attivo (FFP2SL) in caso di stesa di asfalto su strade in particolari situazioni (gallerie, ecc.) o stesa di asfalto su marciapiedi in particolari situazioni (sottopassi, ecc.).
- Organizzare un programma di pulizia, manutenzione e verifica dell'efficienza dei DPI con appropriati controlli periodici ed al termine di ogni utilizzo, assicurando l'immediata sostituzione ove necessario.
- Messa a disposizione per ogni lavoratore di contenitori individuali ove riporre la propria dotazione di DPI.

I lavoratori sono stati classificati in categorie in funzione dell'attività lavorativa svolta nei due giorni precedenti la determinazione urinaria dell'1-OHP ed in funzione del numero di sigarette fumate.

Da tutti i lavoratori è stato raccolto un campione urinario al lunedì mattina, dopo 2 giorni di inattività lavorativa e a fine turno nel corso della settimana, dopo 2 giorni di attività lavorativa svolta interamente in cantiere stradale standard oppure dedicata per entrambi i giorni ad asfaltatura in tunnel.

È stato successivamente eseguito un confronto tra i valori dell'idrossipirene urinario secondo il seguente schema.

RIF	GRUPPO	CONTROLLO
1	Test dopo 2 giorni di inattività 108 casi	Test dopo 2 giorni di attività 108 casi
2	Test dopo 2 giorni di inattività Non fumatori 41 casi	Test dopo 2 giorni di inattività Fumatori 67 casi
3	Test dopo 2 giorni di attività standard 90 casi	Test dopo 2 giorni di a. tunnel 18 casi
4	Test dopo 2 giorni di inattività 18 casi	Test dopo 2 giorni di a. tunnel 18 casi

I dosaggi di 1-OHP urinario sono espressi in µg/gr creatinina.

Il confronto statistico è stato eseguito mediante test t di Student per dati appaiati o confronto tra medie, ove appropriato.

Risultati

1. Dosaggio urinario di 1-OHT dopo 2 giorni di inattività versus medesimo esame, alle stesse persone, dopo 2 giorni di attività in cantiere stradale o in tunnel: numero osservazioni 108, media del primo campione 0,35, media del secondo campione 0,65, differenza media 0,30, valori di t (1,92) di poco non significativi ($p < 0,05$ se $t > 1,96$).

2. Dosaggio urinario di 1-OHT dopo 2 giorni di inattività in non fumatori versus fumatori.

1° campione:	Numero osservazioni	41	Media	0,29
2° campione:	Numero osservazioni	67	Media	0,39
Differenza media		0,1		

Valori di t non significativi

3. Dosaggio urinario di 1-OHT dopo 2 giorni di attività standard versus medesimo esame, dopo 2 giorni di attività in tunnel.

1° campione:	Numero osservazioni	18	Media	1,75
2° campione:	Numero osservazioni	90	Media	0,46
Differenza media		1,29		

Valori di t significativi, $p < 0,05$

4. Dosaggio urinario di 1-OHT dopo 2 giorni di inattività versus medesimo esame, alle stesse persone, dopo 2 giorni di attività in tunnel. Numero osservazioni 18, media del primo campione 0,34, media del secondo campione 1,75, differenza media 1,41, valori di t significativi ($p < 0,05$).

Conclusioni

L'analisi dei risultati confortata dall'analisi statistica ha permesso di rilevare differenze nel dosaggio urinario dell'1-OHP dopo asfaltatura rispetto al valore dopo inattività (0,65 vs 0,35). Tale differenza non risulta statisticamente significativa, anche se il valore si avvicina molto al limite della significatività; alla perdita di significatività statistica dell'incremento osservato potrebbe aver contribuito la scrupolosa adozione dei criteri di prevenzione descritti.

Anche il confronto tra il gruppo dei fumatori e il gruppo dei non fumatori, eseguito misurando l'1-OHP dopo inattività di 2 giorni, ha permesso di rilevare differenze non significative (0,29 vs 0,39).

Il confronto tra il dosaggio dell'1-OHP dopo asfaltatura in luoghi confinati ha permesso invece di rilevare una differenza significativa rispetto al gruppo degli asfaltatori in campo aperto (1,75 vs 0,46).

Anche il confronto tra l'1-OHP dopo asfaltatura in luoghi confinati e l'1-OHP dopo 2 giorni di inattività ha permesso di rilevare differenze significative (0,34 vs 1,75) con $P < 0,05$.

Tali risultati indicano che, quando vengono adottate misure di prevenzione scrupolose, il dosaggio dell'1-OHP urinario correla con l'esposizione a fumi di bitume solo in caso di operazioni di asfaltatura in luoghi confinati; quando invece si mettono in atto scrupolose norme tese a contenere l'esposizione, i valori di escrezione urinaria possono non assumere significatività statistica nel caso dei cantieri stradali.

Il fumo di sigaretta non sembra interferire con la specificità dell'indicatore.

Ulteriori prospettive di studio potrebbero essere costituite dalla ricerca di una correlazione tra valori ambientali di IPA durante l'asfaltatura in luoghi confinati e 1-OHP urinario.

Bibliografia

1. Boffetta P, Burstyn I. Cancer mortality among european asphalt workers: selected papers from a study of cancer risk in the european asphalt industry coordinated by the International Agency for Research on Cancer. *Am J Ind Med* 2003; 43: 40-48.
2. International Agency for Research on Cancer. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related industrial exposures. (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans no 92). Lyon: IARC, 2010.
3. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human. Polynuclear aromatic compounds. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans vol. 35) IARC, 1985.
4. National Institute for Occupational Safety and Health. Asphalt fume exposures during the manufacture of asphalt roofing products: current practices for reducing exposure. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. Cincinnati: DHHS (NIOSH), 2001, 127.
5. Campo L, Buratti M, Fustinoni F, et al. Evaluation of Exposure to PAHs in Asphalt Workers by Environmental and Biological Monitoring. *Ann NY AcadSci* 2006; 1076: 405-420.
6. Haufroid V, Lison D. Urinary cotinine as a tobacco-smoke exposure index: a minireview. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 162-68.
7. Minoia C, Magnaghi S, Micoli G, et al. Determination of environmental reference concentration of six PAHs in urban areas (Pavia, Italy). *SciTotal Environ* 1997; 198: 33-41.
8. Fustinoni S, Campo L, Cirila PE, et al. Dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in asphalt workers. *OccupEnvironMed* 2010; 67: 456-463.
9. Sancini A, De Sio S, Ciarrocca M, et al. Estimated risk assessment of the exposed to asbestos. *Prevent Res* 2011; 1 (1): 60-71.
10. Garattini S, Sarnico M, Benvenuti A, Barbieri PG. Monitoraggio biologico dell'esposizione ad idrocarburi policiclici aromatici in un gruppo di asfaltatori. *MedLav* 2010; 101: 110-117.
11. Pavanello S, Genova A, Foà V, Clonfero E. Valutazione dell'esposizione professionale ad idrocarburi policiclici aromatici mediante l'analisi dei livelli urinari di 1-pirenolo. *MedLav* 2000; 91: 192-205.
12. Pesch B, Spickenheuer A, Kendzia B, et al. Urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in workers exposed to vapours and aerosols of bitumen. *Arch Toxicol* 2011; 85 (Suppl) 1: 29-39.
13. Roggi C, Minoia C, Sciarpa GF, et al. Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group. *Sci Total Environ* 1997; 199: 247-254.
14. Hansen AM, Mathiesen L, Pedersen M, Knudsen LE. Urinary 1-hydroxypyrene (1-HP) in environmental occupational studies - A review. *Int J Hyg. EnvironHealth* 2008; 211: 471-503.
15. Sciarra G. Valori di riferimento ambientali e biologici degli idrocarburi policiclici aromatici. *G ItalMedLav Erg* 2003; 25: 83-93.

Autore di riferimento: Alberto Battaglia

Associazione dei Medici del Lavoro della Provincia di Varese (AMLAV)

Via Cola di Rienzo 2 – 21100 Varese – Italia

e-mail: info@preventionandresearch.com



Corresponding Author: Alberto Battaglia

Association of Occupational Physicians of Varese

Via Cola di Rienzo 2 – 21100 Varese – Italy

e-mail: info@preventionandresearch.com