

**PREMESSA**

Il termine "Monitoraggio" traduce il verbo inglese *monitor* "controllare", mentre "Biologico" deriva da *bios*, "vita" in greco antico. Un equivoco frequente è ritenere che si tratti della valutazione della presenza di microrganismi nell'aria, definita invece monitoraggio dei *bioaerosol*. Viene talvolta chiamato monitoraggio biologico anche il monitoraggio dell'inquinamento ambientale realizzato sfruttando la ipersensibilità di piante o batteri, "controlli viventi". Il significato esatto di monitoraggio biologico è "controllo degli esseri viventi": si tratta di uno strumento utilizzato per la valutazione del rischio nei luoghi di lavoro a complemento, o in alternativa, al monitoraggio ambientale, che è la misura dei livelli di contaminazione dell'aria e il confronto con i valori limite (TLV). L'esposizione esterna tuttavia non riflette la dose assorbita da singoli individui a causa della variabilità di fattori come peso corporeo, ventilazione polmonare, effetti della diversa pesantezza delle mansioni o di un assorbimento non inalatorio (cutaneo o digerente). Il monitoraggio biologico dell'esposizione valuta il rischio misurando i livelli di esposizione interna (indicatori biologici di dose) e li confronta con valori biologici limite o di riferimento (ove noti). Il monitoraggio biologico degli effetti valuta la presenza nei lavoratori di sintomi precoci o situazioni disfunzionali reversibili con il miglioramento delle situazioni espositive (indicatori biologici di effetto). Gli indicatori biologici di suscettibilità segnalano differenze interindividuali nella risposta tossica, causate da differenze genetiche inapparenti in assenza di sollecitazioni. Il monitoraggio biologico è raccomandato per le sostanze assorbibili attraverso la pelle, che possono produrre effetti sistemici per la prevenzione dei quali il solo monitoraggio ambientale non è adeguato, in particolare alle basse dosi.

**VALORI LIMITE BIOLOGICI**

Nel Capo I, Titolo IX (sostanze pericolose) del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. sono definiti sia gli indicatori biologici che i valori limite, e il monitoraggio biologico è reso obbligatorio e parte integrante della sorveglianza sanitaria per quelle sostanze per cui tali valori limite siano stati fissati (art. 229). Il valore limite biologico è "il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico; un primo elenco di tali valori è riportato nell'allegato XXXIX". Attualmente in tale allegato esiste un valore limite solo per il piombo e suoi composti ionici, ma è lecito aspettarsi che la lista si allunghi. L'allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. contiene infatti valori limite di esposizione professionale per 96 sostanze pericolose, ed è istituito un comitato consultivo per la determinazione e l'aggiornamento di tali valori e dei relativi valori limite biologici. Per tutte le sostanze

non contemplate nella legislazione citata o per le quali non è stato stabilito un valore limite biologico, in molti contratti di lavoro italiani si fa riferimento ai limiti pubblicati dalla Conferenza degli Igienisti Industriali Governativi Americani (ACGIH), che stabilisce valori limite biologici (BEI) per circa 40 sostanze o gruppi di sostanze. I BEI sono stabiliti da un comitato che esamina studi pubblicati delle principali riviste scientifiche, riguardanti esposizioni controllate in laboratorio o in ambienti di lavoro e la correlazione con gli effetti sulla salute, ma anche studi di farmacocinetica e su animali. Le basi scientifiche per la definizione dei BEI sono raccolte e commentate nella *Documentation of TLVs and BEIs* pubblicata dalla stessa ACGIH e le raccomandazioni sono confermate o modificate annualmente. Il criterio generale con cui sono stati fissati i BEI è che essi rappresentino i valori dell'indicatore che è probabile riscontrare nei fluidi biologici di lavoratori sani, esposti per otto ore, per cinque giorni alla settimana, ad una concentrazione di una sostanza pari al valore limite nell'aria (TLV-TWA). Essi possono essere applicati anche a schemi di lavoro diversi con buona approssimazione. I BEI sono quindi indicatori di dose interna per una esposizione inalatoria. Tuttavia per alcune sostanze, per le quali vi è una probabilità significativa di assorbimento cutaneo, i BEI rispondono al criterio di prevenire effetti sistemici e possono corrispondere ad una dose interna diversa da quella derivante dalla sola inalazione. Nelle liste dei valori limite di esposizione occupazionale è prevista una segnalazione ("S" per *skin*, pelle o epidermide, nella normativa italiana). La lista dei TLV dell'ACGIH del 2007 riporta la notazione *skin* per 202 sostanze, 11 delle quali rientrano nel gruppo di 34 segnalate dalla Commissione europea e recepite nel D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. I BEI indicano la concentrazione al di sotto della quale la maggior parte dei lavoratori non dovrebbe subire effetti negativi per la salute, ma non rappresentano un confine netto fra esposizione pericolosa e non. Non è stato previsto che siano utilizzati come misura di effetti avversi o per la diagnosi di malattia professionale e non sono applicabili per esposizioni non professionali.

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Molte delle sostanze cui i lavoratori sono esposti sono inquinanti diffusi: diventa allora necessario distinguere l'esposizione lavorativa da quella derivante da altre fonti (aria, acqua, alimenti, farmaci, cosmetici, fumo, ecc.). I valori di riferimento biologici rappresentano una stima, eseguita sulla popolazione non professionalmente esposta, della concentrazione di una determinata sostanza riscontrabile nei liquidi biologici. Il valore di riferimento, determinato in situazioni per le quali è stata esclusa una specifica esposizione lavorativa, consente

di verificare se l'esposizione del lavoratore è superiore rispetto a quella della popolazione generale. La conoscenza dei valori di riferimento è importante nel definire il limite inferiore cui si deve tendere quando si propongono misure preventive in un luogo di lavoro, e diventa fondamentale nel caso di sostanze per le quali non è scientificamente corretto definire un valore soglia di tossicità, quali sostanze teratogene, mutagene o cancerogene. Nel caso di lavoratori che utilizzano sostanze a tossicità non nota, il lavoro non deve comportare alcun rischio aggiuntivo rispetto a quello derivante dall'esposizione ambientale e dalle abitudini di vita. La Società Italiana Valori di Riferimento (SIVR) si occupa della produzione ed impiego dei Valori di Ri-

ferimento (VR) e nel 2005 ha pubblicato la prima lista per diversi elementi metallici e sostanze organiche. In assenza di questo dato è necessario associare la determinazione degli indicatori biologici in un gruppo di lavoratori a quella di una popolazione di controllo confrontabile per numerosità, sesso, età, zona di residenza, fumo, ecc.

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.Lgs. 81/2008. Attuazione dell'art. 1 della Legge 123/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Tabella 1 DIFFERENZE CONCETTUALI FRA VALORI LIMITE E DI RIFERIMENTO		
PARAMETRO CONSIDERATO	VALORE LIMITE BIOLOGICO	VALORE DI RIFERIMENTO
Modalità di definizione	Estrapolazione	Misurazione
Metodo di calcolo	Correlazione con limite ambientale	Statistico (media ± DS)
Fattori di sicurezza	Presenti	Assenti
Esposizione occupazionale	Presente	Assente
Popolazione cui si riferisce	Lavoratori esposti	Popolazione generale
Significato ai fini della prevenzione	Gestione del rischio	Valutazione del rischio

(Convegno ADII, 2009. Modifica INAIL, Dipartimento di Medicina del Lavoro)

#### PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Link utili: [www.biolind.it](http://www.biolind.it); [www.acgi.org](http://www.acgi.org); [www.valoridiriferimento.it](http://www.valoridiriferimento.it)

Contatti: [g.tranfo@inail.it](mailto:g.tranfo@inail.it)

#### BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

BOLT, H.M., THIER, R. "Biological Monitoring and Biological Limit Values (BLV): the Strategy of the European Union". *Toxicology letters*, n. 162 (2006):119-124.

MUTTI, A., et al. *Linee Guida per il monitoraggio biologico*. Vol. 18. SIMLII, 2006.

ACGIH. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Cincinnati: ACGIH, 2007.

ANGERER, J., EWERSB, U., WILHELM, M. "Human Biomonitoring: State of the Art". *Int. J. Hyg. Environ. Health*, n. 210 (2007): 201-228.

MANNO, M. "Valori limite e valori di riferimento: il contributo del tossicologo". *Atti del convegno AIDII II Incontri Mediterranei di Igiene industriale. Valori limite e valori di riferimento: il contributo dell'Igiene industriale*. Lamezia Terme, 2009.

#### PAROLE CHIAVE

Agenti chimici; Indicatori di esposizione; Indicatori di effetto; Valore limite biologico; Suscettibilità individuale.