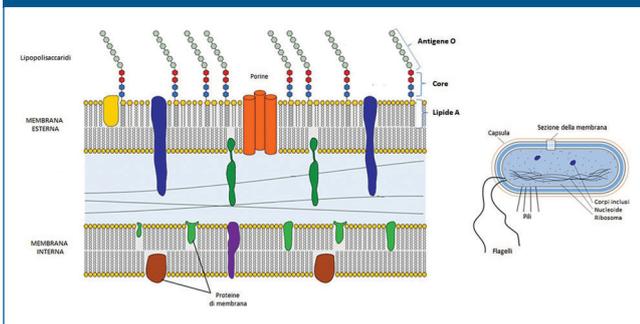


2022

PREMESSA

Le endotossine sono sostanze tossiche localizzate nella membrana esterna dei batteri Gram-negativi (Figura 1) che vengono rilasciate nell'ambiente durante lo sviluppo vegetativo ma soprattutto dopo disgregazione cellulare per autolisi, lisi esterna o digestione fagocitaria. Chimicamente, sono lipopolisaccaridi costituiti da una catena polisaccaridica variabile (antigene O) che fornisce la specificità sierologica ai diversi siero-tipi di Gram-negativi, da una regione polisaccaridica strutturalmente simile tra le varie specie batteriche (*Core*) e da una regione glicolipidica altamente conservata e ancorata alla membrana (lipide A), responsabile della tossicità del complesso.

Figura 1 Parete cellulare dei batteri Gram-negativi



Wikimedia

RISCHIO BIOLOGICO OCCUPAZIONALE

L'esposizione a endotossine aerodisperse è stata annoverata dall'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (Eu-Osha) tra i primi 10 rischi biologici emergenti a seguito dell'ampliamento della popolazione a rischio e della segnalazione di effetti clinici più severi. Tali indicazioni hanno spinto, negli ultimi anni, la comunità scientifica ad approfondire la problematica attraverso ricerche mirate e indagini ambientali, soprattutto per le categorie a maggior rischio espositivo, al fine di poter pianificare attività di prevenzione sistematiche. L'inalazione di endotossine può indurre reazioni infiammatorie e tossiche a carico dell'apparato respiratorio causando febbre, tosse e alterazioni delle funzioni polmonari con complicanze respiratorie quali respiro affannoso e insufficienza toracica. In particolare, sono stati segnalati vari effetti avversi sulla salute e, tra questi, la sindrome tossica da polvere organica (ODTS), diminuzione del volume espiratorio forzato in 1s (FEV1), aumento dei sintomi asmatici. Esposizioni prolungate possono avere effetti a lungo termine (es. bronco-pneumopatia cronica ostruttiva - BPCO) ed effetti letali conseguenti a shock settico e insufficienza funzionale di alcuni organi.

SETTORI LAVORATIVI A RISCHIO DI ESPOSIZIONE

Data la natura ubiquitaria dei batteri Gram-negativi, le endotossine possono essere riscontrate in tutti i settori occupazionali, ma soprattutto in quelli caratterizzati dalla presenza di ingenti quantità di materiale biologico la cui manipolazione contribuisce allo sviluppo di polveri organiche, di cui le endotossine risultano essere una componente biologicamente attiva (Tabella 1).

Figura 2

Ambienti lavorativi a rischio



(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI

Ad oggi non sono disponibili procedure di rilevamento standardizzate e universalmente condivise. In quest'ottica, l'European Committee for Standardization ha elaborato la norma tecnica EN 14031:2021 che definisce i metodi per la determinazione di endotossine aerodisperse e indica i requisiti generali per il campionamento, trasporto, stoccaggio e analisi dei campioni.

In breve, la metodica di campionamento prevede il prelievo, durante il turno lavorativo, della frazione inalabile di bioaerosol su membrane filtranti e frazionatori di particelle posizionati in prossimità dell'area respiratoria (naso-bocca) o del processo lavorativo (posizione stazionaria). La determinazione quantitativa viene comunemente effettuata mediante LAL test, nella versione cinetico-cromogenica. Trattasi di un saggio funzionale altamente

Tabella 1 Esempi di settori lavorativi a rischio di esposizione a endotossine aerodisperse

Settori Lavorativi	Attività
Trattamento rifiuti solidi urbani (domestici, vegetali)	Raccolta, trasporto Riciclo Attività in discarica Compostaggio
Trattamento acque reflue	Attività in fogne Attività presso impianti di depurazione
Agricoltura	Coltivazioni in serra (colture a foglia larga) Utilizzo di compost Coltivazione e raccolta di cereali (es. grano); attività successive alla raccolta (pulitura e cernita)
Zootecnica	Allevamento di animali (pollame, suini, cavalli, ecc.)
Stabulazione di roditori (ratti, topi)	Manipolazione delle lettiere
Industrie alimentari	Attività di macellazione Lavorazione di cereali (es. molitura del grano) Produzione di mangimi e farine
Industrie tessili	Preparazione e filatura di cotone, lana, canapa
Industrie del legno (falegnamerie)	Taglio e piallatura

sensibile che si basa sull'attivazione di un enzima della coagulazione presente nel lisato dell'emolinfa del *Limulus polyphemus*, artropode chelicerato il cui sistema immunitario è in grado di riconoscere il polisaccaride dei batteri Gram-negativi. I risultati vengono espressi in EU/m³ (Unità Endotossine/m³ di aria campionata). Tale metodica risente, tuttavia, di fenomeni di inibizione e/o attivazione da parte di altri contaminanti ambientali (es. β-glucani) che possono interferire con la reazione enzimatica del test. Metodiche analitiche alternative (rFC test, HPLC/MS-MS, GC-MS) si sono rivelate in grado di superare tale problematica, sebbene non siano utilizzate routinariamente.

LIMITI DI ESPOSIZIONE OCCUPAZIONALE

Attualmente non si dispone di limiti di esposizione, ma di valori di riferimento riportati in letteratura. Il Dutch Expert Committee on Occupational Safety (DECOS) raccomanda un limite basato sulla salute (*Health-based recommended occupational exposure limit* - HBROEL) di 90 EU/m³ nelle 8 ore lavorative [1]. Altri studi epidemiologici dimostrano che concentrazioni > 100 EU/m³ possono causare infiammazioni delle vie aeree, e concentrazioni > 1.000 EU/m³ sono in grado di provocare effetti acuti con sintomi respiratori e sistemici (ODTS). In Germania, sono state emanate linee guida [2] che, sulla base del confronto con le concentrazioni dell'aria ambiente, classificano i livelli di contaminazione da endotossine negli ambienti lavorativi in:

- Livelli di esposizione aumentati: 10² - 10³ EU/m³;
- Livelli di esposizione alti: 10³ - 10⁴ EU/m³;
- Livelli di esposizione molto alti: superiori a 10⁴ EU/m³.

MISURE DI PREVENZIONE E CONTROLLO

Il d.lgs. 81/2008 e s.m.i. definisce le misure collettive e

individuali che devono essere messe in atto per eliminare o ridurre il rischio di esposizione ad agenti biologici correlato all'attività lavorativa.

In ambienti confinati, le misure tecniche devono essere prioritariamente finalizzate a contenere i livelli di polveri organiche aerodisperse attraverso idonei ricambi d'aria (es. in serra) e/o sistemi di trattamento ed eventualmente di ventilazione forzata (es. in allevamenti) e aspirazioni dell'aria localizzate in punti critici (es. falegnamerie). Tali sistemi devono essere adeguatamente progettati e sottoposti a manutenzioni periodiche.

Superfici ambientali, mezzi di trasporto e attrezzature di lavoro devono essere sottoposti quotidianamente a pulizia e disinfezione. Nel contesto di attività ad alto rischio espositivo è auspicabile ridurre, ove possibile, il numero dei lavoratori addetti, i tempi di permanenza, prediligere l'automazione dei processi di lavoro (es. distribuzione automatica dei mangimi) e l'utilizzo di barriere o veicoli cabinati. In ambienti lavorativi altamente contaminati, quali le stalle, prevedere ulteriori misure di contenimento quali, ad esempio, l'utilizzo di griglie di drenaggio della pavimentazione e di lettiere prive di polvere (es. paglia). È di fondamentale importanza l'elaborazione e applicazione di idonee procedure per la manipolazione, il trasporto e lo smaltimento in sicurezza di materiale potenzialmente contaminato nonché di misure igieniche generali.

Le attività di formazione e informazione rappresentano un altro strumento fondamentale di prevenzione volto ad aumentare le conoscenze dei lavoratori sui rischi correlati alla loro attività, sull'importanza dell'utilizzo corretto di dispositivi di protezione delle vie respiratorie (facciali filtranti) e sui piani di emergenza. Tali attività devono essere fruibili anche ai lavoratori stranieri e devono prevedere programmi specifici per i lavoratori vulnerabili.

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: e.paba@inail.it; an.gioffre@inail.it

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA ESSENZIALE

- [1] Health Council of the Netherlands. Endotoxins. Health-based recommended occupational exposure limit. Publication no. 2010/04OSH. 010. 2010.
- [2] TRBA 400 Guideline for Risk Assessment and for the Instruction of Employees regarding Activities involving Biological Agents, Committee for Biological Agents (ABAS), 2018.
Url: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports> [consultato settembre 2022].
Url: <https://www.uni.com> [consultato settembre 2022].

PAROLE CHIAVE

Endotossine, Inalazione, Esposizione occupazionale, Misure di prevenzione e controllo