

EFFETTI SULLA SALUTE ED ESPOSIZIONE ALIMENTARE

Quando si parla di BTEX — benzene, toluene, etilbenzene e xileni — è essenziale distinguere tre domande: che cosa può provocare una sostanza nell'organismo, attraverso quale via vi entra e a quale dose una persona è realmente esposta. Una sostanza pericolosa non comporta necessariamente lo stesso rischio in ogni situazione. Allo stesso modo, una concentrazione modesta misurata in un singolo alimento non è sufficiente per descrivere l'esposizione complessiva di una persona.

PERICOLO, ESPOSIZIONE E RISCHIO NON SONO SINONIMI

Il pericolo indica la capacità intrinseca di una sostanza di provocare effetti nocivi. L'esposizione descrive invece la quantità con cui l'organismo entra in contatto, la frequenza e la durata del contatto e la via di ingresso. Il rischio dipende dall'incontro tra queste caratteristiche, tenendo conto delle proprietà tossicologiche della sostanza e delle incertezze delle conoscenze disponibili.

Per un contaminante alimentare, la valutazione richiede almeno la sua concentrazione nell'alimento, le quantità effettivamente consumate e l'eventuale contributo di altri alimenti e dell'acqua. Per i BTEX occorre considerare anche l'aria: si tratta infatti di sostanze volatili, spesso studiate soprattutto in ambienti di lavoro o in prossimità di fonti di emissione. I risultati ottenuti per esposizioni professionali elevate non possono essere applicati direttamente a una persona che ingerisca tracce di una sostanza attraverso il cibo.



LE DIVERSE VIE DI ESPOSIZIONE

L'inalazione è una via importante per i BTEX, perché queste sostanze possono essere presenti nell'aria in seguito a emissioni di combustibili, solventi e attività industriali. L'ingestione può riguardare acqua e alimenti contaminati; il contatto cutaneo è possibile soprattutto in specifiche condizioni lavorative. Una volta assorbiti, i composti sono distribuiti e metabolizzati con modalità differenti, e una parte può essere eliminata attraverso aria espirata o urine.

La volatilità rende inoltre rilevanti le condizioni di preparazione e conservazione dei campioni: una perdita della sostanza prima dell'analisi può portare a sottostimare la concentrazione iniziale. Questo aspetto è importante anche per la ricerca negli alimenti, ma non significa che la semplice evaporazione durante la preparazione domestica costituisca un metodo affidabile per rendere sicuro un prodotto contaminato.

IL BENZENE: EFFETTI SUL SANGUE E CANCEROGENICITÀ

Il benzene è il componente della famiglia BTEX che presenta le evidenze più solide di cancerogenicità nell'uomo. La IARC lo classifica nel Gruppo 1, cioè tra gli agenti cancerogeni per l'essere umano. Le associazioni più consolidate riguardano tumori del sistema ematopoietico, in particolare la leucemia mieloide acuta. Il benzene e alcuni suoi metaboliti possono danneggiare il midollo osseo e alterare la produzione delle cellule del sangue.

Gran parte delle prove epidemiologiche deriva da esposizioni per inalazione, soprattutto occupazionali. Esistono anche studi tossicologici su animali che documentano effetti cancerogeni dopo somministrazione orale: sarebbe quindi scorretto considerare l'ingestione una via innocua. È però altrettanto scorretto dedurre da una classificazione di pericolo il rischio numerico generato da qualunque traccia rilevabile in un alimento. Per stimarlo servono dati sull'esposizione alimentare effettiva e modelli appropriati.

Per una sostanza cancerogena genotossica come il benzene, non è opportuno presentare una generica «soglia di sicurezza» valida per qualsiasi esposizione. Le valutazioni adottano approcci prudenziali e, quando disponibili, stime del rischio legate alla dose. I valori guida stabiliti per l'acqua potabile si riferiscono a quella matrice e non sono automaticamente limiti legali per cibi o bevande di altra natura.

TOLUENE: PREVALGONO GLI EFFETTI NEUROLOGICI

Per il toluene, gli effetti meglio documentati a esposizioni sufficientemente elevate interessano il sistema nervoso centrale: possono comparire vertigini, sonnolenza, alterazioni dell'attenzione e della coordinazione. Gli studi su lavoratori e gli esperimenti

animali hanno contribuito alla conoscenza degli effetti di esposizioni ripetute. Intensità e probabilità degli effetti dipendono dalla dose e dalle circostanze.

Il toluene può essere assorbito anche attraverso il tratto gastrointestinale e viene metabolizzato prevalentemente nel fegato. Nonostante ciò, i dati disponibili non consentono di assumere che le concentrazioni osservate in un particolare alimento determinino gli stessi effetti descritti in contesti di abuso di solventi o di esposizione lavorativa. Questi scenari differiscono profondamente per dosi e modalità di contatto.

ETILBENZENE E XILENI: CHE COSA MOSTRANO GLI STUDI

L'etilbenzene è stato studiato principalmente per inalazione. A livelli di esposizione elevati sono stati descritti effetti neurologici e altri effetti sistemici negli animali da esperimento. La IARC lo ha classificato nel Gruppo 2B («possibilmente cancerogeno per l'uomo»): questa categoria descrive la forza delle prove di cancerogenicità, non il rischio associato a una particolare concentrazione alimentare. Il profilo delle evidenze non è sovrapponibile a quello del benzene.

Gli xileni comprendono tre isomeri — orto-, meta- e para-xilene — e sono spesso presenti in miscele tecniche. Le esposizioni elevate possono provocare effetti sul sistema nervoso centrale e irritazione; in studi sperimentali, in relazione alle dosi e alle modalità di somministrazione, sono stati osservati anche effetti su fegato e reni. Le prove specifiche su esposizioni alimentari croniche a basse concentrazioni sono molto meno estese di quelle disponibili per l'esposizione per inalazione.

ESPOSIZIONE COMBINATA: CHE COSA SI PUÒ E NON SI PUÒ CONCLUDERE

Nella realtà le sostanze non sono sempre presenti isolatamente. BTEX e altri composti organici possono coesistere in ambienti o matrici contaminati. L'ATSDR ha pubblicato una valutazione specifica delle possibili interazioni tossicologiche della miscela BTEX, riconoscendo che i singoli componenti possono influire sull'assorbimento o sul metabolismo reciproco.

La semplice presenza simultanea di più sostanze non dimostra tuttavia che vi sia un effetto sinergico. Per valutare additività, antagonismo o interazioni occorrono dati sperimentali idonei, informazioni sulle dosi e una chiara identificazione degli effetti sanitari considerati. Sommare indiscriminatamente le concentrazioni di benzene, toluene, etilbenzene e xileni come se avessero uguale potenza tossica può condurre a interpretazioni sbagliate.

I LIMITI DELLE EVIDENZE ALIMENTARI

Una difficoltà centrale è che le grandi banche di dati tossicologici sui BTEX derivano spesso da esposizioni ambientali, professionali o sperimentali. Per molte combinazioni di sostanza e alimento mancano invece serie ampie, comparabili e rappresentative di misure. Le concentrazioni riscontrate in un campione locale o in seguito a un incidente non consentono di descrivere automaticamente i livelli presenti nei prodotti normalmente in commercio.

Inoltre, la stima della dose assunta dipende dai consumi alimentari reali, dalla frequenza e dalle diverse fonti di esposizione. Per questo è necessario distinguere la rilevazione analitica, l'esposizione stimata e la caratterizzazione del rischio. Un risultato «non quantificabile» significa soltanto che, con quel metodo e in quelle condizioni, il composto non è stato misurato al di sopra del limite di quantificazione; non prova che la sostanza sia totalmente assente.

COME INTERPRETARE RESPONSABILMENTE UN RISULTATO

Una lettura scientificamente solida di un dato sui BTEX dovrebbe riportare l'identità delle sostanze ricercate, la matrice, l'unità di misura, il metodo analitico e i suoi limiti, oltre all'eventuale riferimento normativo applicabile. Solo successivamente si può discutere il significato sanitario, quando esistano dati appropriati sull'esposizione e sulla relazione dose-risposta.

Il messaggio conclusivo è duplice: il benzene merita particolare attenzione per la cancerogenicità dimostrata, mentre gli altri BTEX hanno profili tossicologici differenti e non intercambiabili. Allo stesso tempo, nessuna valutazione seria può fermarsi alla dicitura «sostanza presente»: la tutela della salute richiede di comprendere quanto se ne assume, come e per quanto tempo.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI

1. [IARC \(2018\), Benzene, IARC Monographs, Volume 120](#)
2. [OMS, Chemical fact sheets: Benzene – Guidelines for Drinking-water Quality](#)
3. [OMS, Exposure to benzene: a major public health concern](#)
4. [ATSDR \(2004\), Interaction Profile for Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes](#)
5. [ATSDR, Toxicological Profile for Toluene – Health Effects](#)
6. [ATSDR, Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons, incl. oral BTEX assessment](#)