

PATOLOGIA AMBIENTALE

Si occupa dello studio di tutti i fattori ambientali, agenti patogeni, che costituiscono fattori di rischio per la salute degli esseri viventi. Alla base, dello studio, vi è un'analisi dei meccanismi con i quali questi agenti inducono la comparsa di condizioni patologiche. Questi patogeni possono essere costantemente presenti nell'ambiente (freddo, caldo, umidità, radiazioni, elettricità) oppure possono essere prodotti dall'uomo e si accumulano nell'ambiente a causa del loro mancato smaltimento. Come si è già visto, il nostro organismo in risposta ad un cambiamento ambientale, instaura una risposta adattativa in virtù del mantenimento di stato di omeostasi. Se la risposta risulta poco adatta, l'organismo andrà in contro ad uno stress.

Patologie da trasferimento di energia termica

Due sono le condizioni nelle quali avvengono:

➤ Alte temperature

- Ustioni o scottature: lesione provocata dal trasferimento di energia termica da una sorgente di calore ad un distretto delimitato dell'organismo (azione locale del calore). Si possono anche avere degli effetti sistemici a tutto l'organismo. La temperatura dell'area colpita supera i 40-45 gradi. Dipende da diversi fattori: l'estensione e la profondità della lesione (strati della pelle), quantità di calore trasferita, la durata del contatto e trasferimento di calore (il calore umido è più pericoloso rispetto a quello secco in quanto blocca la termodispersione), la natura stessa dei tessuti (epitelio dei palmi è più resistente perché vi è lo stato corneo).

I tre strati della cute: strato più esterno, epitelio (epidermide); al di sotto vi è uno strato costituito da tessuto connettivo (derma); strato più profondo costituito di tessuto adiposo sottocutaneo.

Le ustioni possono essere classificate in gradi: 1. Interessa l'epidermide, sono caratterizzate da vasodilatazione (maggiore apporto di sangue, iperemia attiva), lesione: eritema, arrossamento della pelle; 2. Interessano l'epidermide e il derma con rispettivi annessi cutanei, sono caratterizzati da infiammazione. Dove vi è infiammazione vi è edema con formazione di bolle o flittene; 3. La lesione interessa tutti e tre gli strati. La zona è completamente insensibile, il tessuto va incontro a necrosi (secca o umida) e presenza di escare o crosta; 4. I tessuti sono gli stessi del 3, ma si arriva completa combustione con carbonizzazione di tessuti.

Complicanze:

1. Shock ipovolemico: ustioni maggiori del 20% della superficie, si osserva un rapido spostamento di fluidi corporei verso i compartimenti interstiziali, per la presenza di edema. L'edema non si forma solo a livello del sito, ma anche a livello sistemico. Ad un certo punto per aumentata permeabilità, le proteine plasmatiche escono negli spazi interstiziali favorendo la formazione di edema generalizzato.
 2. Danno alle vie respiratorie ed i polmoni: a causa di inalazione di sostanze tossiche e diretto calore, possono danneggiare la bocca, il naso e le vie aeree superiori fino ai polmoni.
 3. Infezioni secondarie: il siero e i detriti cellulari rappresentano un substrato fertile che favorisce la crescita di microorganismi.
- Colpo di sole o insolazione: la causa è l'esposizione ai raggi solari a capo scoperto. Sintomi come cefalea, alterazioni psichiche e innalzamento della temperatura. Effetti principali: flogosi meningea (infiammazione) con conseguente edema cerebrale fino a come e casi più gravi come la morte. Terapia: bisogna subito provvedere a un rapido raffreddamento del corpo. Prevenzione: coprirsi il capo con materiale isolante.
 - Colpo di calore: la causa principale è l'esposizione ad un'elevata temperatura ambientale con elevato grado di umidità. Questo può succedere ai tropici (colpo di calore tropicale), si può trovare anche in locali chiusi (colpo di calore comune, meno grave). In entrambi i casi il rischio di andare in contro a un colpo di calore ha come fattore l'attività fisica, in quando aumenta la produzione endogena. Sintomi: temperatura corporea che può arrivare fino a 44 gradi, nausea, vomito e alterazioni psichiche (irritabilità, convulsioni). Vi è un'alterazione dell'equilibrio idro-salino, dovuto ad un'elevata sudorazione che conduce a ipovolemia con conseguente ipotensione, perdita di coscienza e coma. Terapia: rapido abbassamento dalla temperatura corporea, facilitata da uno spostamento in un ambiente fresco e idratazione. Prevenzione: mediante acclimatamento, adattamento graduale alla condizione ambientale

- Basse temperature: in questo caso ipotermie che sono delle manifestazioni patologiche, conseguenti a esposizione per un periodo prolungato a basse temperature. Meno di 37 gradi la temperatura corporea. L'individuo risponde con una serie di atti riflessi come vasocostrizione, pelle d'oca e assunzione di pozione raggomitolata (per evitare dispersione di calore). Le contrazioni involontarie dei muscoli scheletrici (brividi) incrementano la termogenesi.
 - Congelamento: fenomeno locale con effetto locale. Insieme di alterazioni che conseguono all'esposizione di una parte del corpo ad una temperatura molto bassa. Le zone più colpite sono le estremità del corpo: mani piedi, orecchie e naso. La gravità del congelamento varia in seguito a due fattori principali quali l'intensità del freddo e la durata dell'esposizione. Ci sono diversi gradi:
 1. Congelamento di 1° grado o Gelone: la zona colpita impallidisce per vasocostrizione riflessa, poi arrossisce a causa di vaso paralisi con stasi sanguigna (iperemia passiva, sangue fermo e il tessuto diventa cianotico, assume un colore bluastrò per difetto di ossigenazione). Si instaura flogosi con formazione di edema. Sintomi: prurito, bruciore, formicolio e intorpidimento.
 2. Congelamento di 2° grado: con aumento dell'edema e formazione di flogosi. La perdita di sensibilità caratterizza questo grado.
 3. Congelamento di 3° grado: caratterizzato da necrosi
 4. Congelamento di 4° grado: si parla di Gangrena e si rende necessaria l'amputazione dell'arto
 - Assideramento: fenomeno generale con effetti sistemici. La permanenza di lunga durata in un ambiente di bassa temperatura produce diversi effetti sul corpo. Tutte queste alterazioni sono causate dall'insufficienza dei meccanismi termoregolatori con conseguenza di abbassamento della temperatura. Se la temperatura si abbassa al di sotto dei 37° vi è un rallentamento iniziale delle funzioni biologiche; se scende ancora di più può trasformare in una soppressione di tutte le attività metaboliche e della funzione cardiocircolatoria. Temperatura a 32° narcosi da freddo, la frequenza respiratoria, ritmo cardiaco e della pressione sanguigna si riducono e portano ad apatia e sonnolenza. 28° l'organismo è completamente incapace di reagire e si parla di paralisi motoria. 25° si arriva in un punto di non ritorno, con morte. La terapia: corpo riscaldato lentamente per evitare una vasodilatazione generalizzata → ipotensione o shock

Patologie da variazioni della pressione atmosferica

La pressione atmosferica risulta la somma delle pressioni parziali esercitate dai gas presenti nell'aria. L'aria è costituita da 21% di ossigeno, 78% azoto e 1% da altri gas.

Il valore assunto a livello del mare è 760 mmHg diminuisce progressivamente con l'aumentare dell'altitudine. Piccole variazioni di atmosfera, sia in positivo che negativo, non recano alcun danno all'organismo. Quando le variazioni risultano brusche ed elevate si manifestano alcune patologie

IPERBAROPATIE

Si manifesta uno stato morboso dovuto all'esposizione ad una aumentata pressione atmosferica. Durante le immersioni.

La legge di Henry, a temperatura costante la concentrazione di gas disciolta in un dato volume di liquido è proporzionale alla pressione del gas sul liquido. All'aumentare della pressione atmosferica aumenta la solubilità dei gas presenti nell'aria inspirata. Non interessa l'ossigeno però, ma interessa l'azoto.

L'azoto non si fissa come l'ossigeno a nessun contenuto ematico, ma si scioglie tutto nel sangue, la presenza di azoto nel sangue diventa pericolosa nel sangue se la risalita durante l'immersione avviene rapidamente. Con la riduzione brusca della pressione atmosferica, l'azoto nel sangue ritorna allo stato aeriforme formando piccole bolle di gas che vengono trasportate nel torrente circolatorio, il rischio è l'embolia gassosa. Queste bolle si possono poi fermare in corrispondenza dei capillari determinando l'occlusione del vaso, con possibile ischemia.

Sintomo: determinano fortissimi dolori alle articolazioni, non permettendone attività. Sensazione di ebbrezza, sonnolenza e stato confusionale. Oltre i 75 mt di profondità si parla di narcosi da azoto, subentra un gravissimo stato confusionale e di sonnolenza (come succede quando si è ubriachi).

Il rischio è stato ridotto modificando l'aria inspirata, ossigeno + elio (perché meno solubile). Si può prevenire se l'emersione avviene in modo graduale e la terapia avviene grazie all'utilizzo della camera iperbarica.

Camera iperbarica → il soggetto è sottoposto ad un aumento di pressione atmosferica che fa risolubilizzare l'azoto presente allo stato gassoso. Segue poi una graduale decompressione. Possibilità di eliminazione dell'azoto mediante respirazione.

IPOBAROPATIE

La causa è l'esposizione del soggetto ad una ridotta pressione atmosferica (es. durante i voli in aereo non pressurizzati o passeggiate in montagna). Con l'aumentare dell'altitudine diminuisce la pressione atmosferica. Allo stesso tempo diminuiscono le pressioni parziali dei gas presenti a livello degli alveoli polmonari. A differenza delle iperbaropatie, non ha fenomeni sull'azoto ma sull'ossigeno.

La riduzione della pressione parziale dell'ossigeno induce una riduzione di saturazione dell'ossigeno dell'emoglobina. A livello del mare, la pressione parziale dell'ossigeno negli alveoli, PO₂ alveolare, è 104 mmHg, si raggiunge una percentuale di saturazione pari al 98%. A 3000 mt, la Po₂ scende a 77 mmHg, ma a questo livello la saturazione si mantiene alta 90%. La riduzione della PO₂ fino a 3000 mt non determina effetti patologici all'organismo.

Passando questa linea di demarcazione, oltre i 3000 mt di altitudine la saturazione ha un calo molto brusco, 20%. Cosa vuol dire? Ridotta cessione di ossigeno ai tessuti quindi stato di → Ipossia ipossica si parla di mal di montagna .

Sintomi: vertigini, stanchezza, sonnolenza, nausea e cefalea. Effetti: la reazione omeostatica di risposta dell'organismo quando la Po₂ alveolare si abbassa a 50 mmHg. Stimolerà i centri nervosi ad aumentare la frequenza e l'ampiezza degli atti respiratori (iperventilazione), meccanismo adattativo con aumento della frequenza cardiaca. Se vi è una persistenza della condizione di ipossia ipossica induce la stimolazione dell'eritropoiesi, attraverso il rilascio di eritropoietina. Grazie alla stimolazione dell'eritropoiesi, un maggior numero di eritrociti ripassa più frequentemente, anche per effetto della tachicardia, a livello dei capillari polmonari facilitando così l'ossigenazione dell'emoglobina. Il perdurare ancora dello stato ipossico può portare a edema cerebrale e polmonare con comparsa di coma e morte per insufficienza cardiaca.

Terapia: rapido trasporto del soggetto a bassa quota. Anche respirare ossigeno puro consente di mantenere lo stato di emoglobina intorno all'90%. Il miglior metodo di prevenzione è l'acclimatazione.

Mal di montagna acuto → colpisce i soggetti con acclimatati, che raggiungono alte quote senza alcun esercizio, ci soggiornano per qualche giorno e facendo attività fisica. Il rischio è la morte per insufficienza cardiaca e il soggetto non viene trasportato subito a bassa quota.

Mal di montagna cronico → colpisce i soggetti acclimatati, abituati a vivere ad alte quote. Il risultato finale è morte per insufficienza cardiaca, ma subentra per una causa diversa dall'acuta. La causa è l'aumento della viscosità del sangue, aumenta perché c'è aumento di eritrociti (storia dell'ipossia ipossica)

Patologie da trasferimento di energia radiante

Radiazioni rappresentano il trasferimento di energia da un punto all'altro della materia. Si formano per variazioni di energia nell'ambito dell'atomo sia a livello del nucleo che a livello dell'orbita elettronica. Le radiazioni sono definite come "energia in movimento".

Gli esseri viventi sono stati esposti fin dalla loro comparsa sulla terra a quella che prende nome di "radioattività di base" cioè variazioni spontanee di energia all'interno dell'atomo.

Sulla base della loro origine possono essere classificate in:

- Radiazioni naturali: sono le radiazioni cosmiche, radiazioni terrestri (decadimento di diversi minerali radioattivi presenti nella crosta terrestre), le radiazioni provengono anche dagli esseri viventi stessi (isotopi radioattivi)
- Radiazioni artificiali: sono prodotte dall'uomo

Sulla base della velocità di movimento e dell'assenza o presenza di massa le radiazioni sono suddivise in:

- Radiazioni elettromagnetiche: prive di massa e velocità di propagazione uguale a quella della luce
- Radiazioni corpuscolate: hanno massa variabile e velocità inferiore a quella della luce.

Nella condivisione con la materia le radiazioni cedono tutta o parte dell'energia alle molecole e gli atomi che le assorbono. Con conseguenze che variano a seconda della quantità di energia da esse ceduta e assorbita dalle molecole bersaglio o atomi bersaglio. Sulla base dell'energia di cui sono fornite le radiazioni sono suddivise in:

- Eccitanti con un'energia inferiore a 10 eV
- Ionizzanti con energia superiore a 10 eV

Nel momento in cui le radiazioni sono con energia minore di 10 eV (eccitanti), sono in grado di eccitare l'atomo o la molecola bersaglio. Questo vuol dire che uno elettrone viene spostato da un orbitale più interno a energia minore, a un orbitale esterno con energia maggiore quindi l'atomo si trova in uno stato di stabilità.

Le radiazioni ionizzanti hanno un'energia ionizzante maggiore delle eccitanti, quindi sono in grado di provocare l'espulsione di un elettrone.

Le radiazioni elettromagnetiche possono essere sia eccitanti (onde radio, microonde, infrarosse, luminose, UV) che ionizzanti (raggi X e gamma); le radiazioni corpuscolate sono solo ionizzanti (raggi alfa e beta, neutroni e protoni accelerati).

Cosa si intende per: *Energia posseduta da una radiazione*? L'energia è il potere di penetrazione delle radiazioni nei tessuti biologici. Al decresce della lunghezza d'onda della radiazione aumenta l'energia della radiazione (e vice), tra le radiazioni eccitanti a radiazione maggiore sono le UV e poi tutte le radiazioni ionizzanti (raggi X e gamma). L'effetto biologico delle radiazioni dipende dalla dose, quantità di energia ceduta da una radiazione all'unità di volume o di massa del tessuto; natura e dimensione dei bersagli.

RADIAZIONI ECCITANTI

Le radiazioni ultraviolette (lunghezza d'onda tra 400-100 nm) sono le più pericolose perché dotate di maggiore energia e quindi più penetranti. Rappresentano circa il 3-5% delle radiazioni solari che arrivano sulla terra.

Sono classificate in UV-A, UV-B e UV-C. B e C sono quelle a lunghezza d'onda minore, le più penetranti e a proteggerci da queste radiazioni è l'ozono. L'ozono assorbe le c e parzialmente le b.

Le creme e i filtri solari sono utili come protezione per bloccare le a e b.

Le radiazioni uv esercitano la loro azione patogena tramite effetti diretti, sono preferenzialmente assorbite da acidi nucleici e proteine; ed effetti indiretti, l'azione patogena può essere amplificata dalla presenza di sostanze ad azione fotodinamica, sia di origine endogena (porfirine) o esogena (chinine, idrocarburi, essenza di bergamotto). Le molecole dell'organismo colpite da radiazioni uv sono DNA e proteine.

Nei soggetti normali i siti colpiti di DNA vengono rimossi e sostituiti con frammenti di DNA di nuova sintesi (riparazione di DNA), se l'esposizione è di lunga durata i meccanismi riparatori non sempre ce la fanno, si accumulano mutazioni che possono portare a insorgenza di neoplasia. I soggetti più a rischio sono quelli affetti da determinate malattie genetiche che portano a dei mutamenti ai meccanismi di riparazione del DNA (es. sindrome di Bloom).

Effetti molecolari dei raggi UV:

A livello del genoma si possono formare dimeri di basi azotate (T-T e T-C), se non vengono rimossi e sostituiti, queste mutazioni si accumulano e vengono poi tramandate alle generazioni future.

Le proteine vanno incontro a ossidazione dei gruppi ossidrilici e denaturazione delle proteine con alterazioni strutturali e funzionali.

Gli acidi grassi polinsaturi delle membrane vanno incontro a per-ossidazione con rottura della membrana stessa e morte cellulare associata a produzione di ROS con azione ossidante su tutta la catena.

L'infiammazione è l'effetto immediato dopo l'esposizione ai raggi UV, soprattutto a livello della mucosa congiuntivale.

Vi sono poi degli effetti a causa di un'esposizione prolungata (effetti tardivi). A livello della cute arrossamento con eritema e comparsa di flittene, necrosi, ipercheratosi (ossidazione della cheratina) e iperpigmentazione (assorbimento dei raggi da parte della melanina). A livello oculare: congiuntivite, nei casi più gravi cataratta, ulcerazioni della cornea fino a lesioni della retina.

A livello della cute possono insorgere tumori tra cui: epiteloma basocellulare e spinocellulare, melanoma.

RADIAZIONI IONIZZANTI

Costituiscono tutte le radiazioni corpuscolate e una parte delle elettromagnetiche. L'energia posseduta è maggiore di quelle eccitanti e sono più penetranti. Le radiazioni contengono energia maggiore rispetto a quella che contengono le molecole bersaglio infatti queste ultime vanno incontro a rottura. Le molecole cellulari più colpite sono: acqua, DNA e proteine.

Sulle molecole hanno due tipi di molecole le radiazioni: effetti diretti, subentrano per diretto trasferimento di energia alle molecole cellulari e gli atomi subiscono il processo di ionizzazione. Il risultato è la formazione di radicali liberi che danno via a reazioni di ossido-riduzione portando così ad alterazioni strutturali e funzionali (prevenuti sono dalla schermatura di materiali di piombo); effetti indiretti, subentrano dalla cessione di energia da parte di radiazioni o elettroni espulsi all'acqua (processi di ionizzazione). Si formano radicali liberi (ossidrilici) che sono responsabili dell'alterazione e del danneggiamento della funzione delle altre molecole cellulari. Tutti questi effetti sono direttamente proporzionali alla dose di radiazioni assorbita.

Effetti molecolari delle radiazioni ionizzanti: sono simili per le proteine e acidi grassi a quelli dei raggi UV. Nel DNA si può osservare la apertura di anelli imidazolici delle purine, con formazione di idroperossidi delle pirimidine e rottura delle catene nucleotidiche.

L'estensione e la gravità dipendono da dose di radiazioni assorbita. L'unità di misura è il Grey. Anche la durata dell'esposizione e la radiosensibilità (delle cellule alle radiazioni). Le cellule labili sono le più radiosensibili, per questo le radiazioni ionizzanti vengono utilizzate come terapia nei tumori maligni (portano a morte cellulare le cellule neoplastiche che si moltiplicano rapidamente)

L'esposizione ad alte dosi induce *effetti somatici precoci*: ad esempio la gente che sta vicino ad ordigni nucleari che scoppiano, muoiono immediatamente a causa della temperatura.

Alte dosi tra 6-120 Grey determinano morte per rapida caduta della pressione sanguigna ed insufficienza cardiaca. Vi è una liberazione massiccia di molecole vasoattive, dovuta alla risposta infiammatoria, queste molecole sono in grado di indurre perdita di liquidi ed elettroliti (shock ipovolemico → ipotensione). A queste dosi precedentemente ad eventuale morte e insufficienza cardiaca si osservano alterazioni neurologiche e psichiche.

Dosi tra 3-6 Grey inducono gravi danni alle mucose causate dalla distruzione degli epitelii di rivestimento → quindi stomatite, diarrea e alopecia.

Dose tra 0.5-2 Grey portano ad alterazioni ematologiche di vario tipo come anemia, leucopenia, piastrinopenia per danno delle cellule staminali del midollo osseo. Il soggetto è più sensibile alle infezioni batteriche a causa di un danno immunologico importante.

Effetti somatici tardivi: esposizione ripetuta a basse dosi. La dose è inferiore di 0.5 Grey, si manifestano radiodermiti cioè lesioni infiammatorie di varia gravità, che vanno dall'eritema fino alla necrosi con formazione di ulcere che difficilmente guariscono.

Uno dei principali effetti tardivi è rappresentato dall'insorgenza di neoplasie (carcinomi e leucemie) a causa del danno subito dalle cellule staminali dello strato basale degli epitelii e a causa del danno subito dalle cellule dell'apparato emopoietico.

Visto che le gonadi sono molto radiosensibili, vi è una soppressione della gametogenesi e conseguente sterilità. Le cellule labili sono molto radiosensibili si assiste a una disepitelizzazione del tratto gastroenterico con formazione di ulcere. Nelle aree cutanee interessate con il tempo possono svilupparsi epitelomi di tipo squamoso. Un altro effetto della radiosensibilità delle gonadi ci può essere delle mutazioni della linea germinale che poi possono essere trasmesse alla prole.