



## **Organizzazione del Lavoro:**

### SICUREZZA E ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

#### A CURA DELLA

Dr. ssa Loredana Bellocchi

ASUR- Zona territoriale n.4, Senigallia - Ancona

#### Finalità:

Conoscere le problematiche di sicurezza connesse alla organizzazione del lavoro

#### Obiettivi:

1. Conoscere Ruoli, Azioni e Responsabilità in materia di sicurezza in ambito aziendale: Datore di lavoro, dirigenti , preposti, Servizio di Prevenzione e Protezione, Medico Competente, RLS, lavoratori
2. Conoscere le modalità di affidamento dei lavori all'interno dell'azienda, ovvero dell'unità produttiva ad imprese appaltatrici o a lavoratori autonomi in conformità all' art.26 del T.U.81/08
3. Acquisire conoscenze e competenze in materia di sicurezza a tutto il personale ed in particolare ai nuovi assunti attraverso un percorso di tutoring
4. Conoscere le misure di tutela della sicurezza e della salute delle lavoratrici madri previste dalla normativa vigente

### RUOLI, AZIONI E RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SICUREZZA

Il lavoratore deve essere informato in merito al regolamento aziendale di sicurezza e conoscerne i contenuti inerenti l'organizzazione della sicurezza negli ambienti di lavoro.

Il T.U.81/08 rappresenta la prosecuzione del modo nuovo di affrontare il problema della sicurezza nei luoghi di lavoro, in quanto si predilige l'aspetto preventivo rispetto a quello repressivo. Vengono definite le procedure che si devono mettere in campo per rendere gli ambienti di lavoro sempre più sicuri e realizzare l'ambizioso progetto di innovare la qualità piuttosto che la quantità degli obblighi di sicurezza. A tal fine deve essere avviato un percorso di informazione, formazione, e di pianificazione della sicurezza il cui obiettivo è quello di organizzare un sistema aziendale di gestione della Sicurezza che indichi chiaramente i ruoli, i compiti e le responsabilità assegnati alle diverse funzioni aziendali e le rispettive procedure operative, istituire ed organizzare in tal modo un Sistema di Gestione della Sicurezza che applica i criteri della prevenzione, autocontrollo, miglioramento continuo, impegno consapevole e responsabile di tutti i dipendenti. Tutti gli "attori" aziendali sono impegnati sia a livello programmatico, che a livello gestionale in quanto dalla sinergia, partecipazione e collaborazione reciproca deriva il buon funzionamento di tutto il sistema. Punto di forza di questo Sistema è la forte sensibilizzazione alle problematiche della sicurezza di parti importanti dell'organizzazione aziendale, in particolare dei Dirigenti Responsabili e dei Preposti nelle singole Unità Operative. Il Datore di Lavoro ed i dirigenti si devono fare promotori di interventi migliorativi, passando da una fase in cui eventuali carenze di sicurezza erano subite passivamente, ad una fase fortemente propositiva e di impegno nella ricerca di proposte risolutive e compatibili con le risorse economiche aziendali. L'SPP assume il ruolo di interfaccia tra la Direzione Generale ed il resto dell'azienda, con la duplice funzione sia di supervisore dell'operato di tutte le linee aziendali, sia di loro consulente speciale per tutto quanto concerne la sicurezza ed igiene sul lavoro.

I soggetti dell'81/08 - compiti e funzioni delle figure aziendali

## Il Lavoratore



E' chi presta la propria opera con rapporto di lavoro subordinato anche temporaneo, speciale, solo per apprendere un mestiere o una professione con o senza retribuzione ( borsisti, tirocinanti, volontari ecc.) Per il D.Lgs. 626/94 la definizione di lavoratore si allarga a più soggetti, legati all'azienda da istituti contrattuali differenti e anche se privi di retribuzione. Al lavoratore, comunque venga definito, spettano precisi diritti e doveri, esplicitamente richiamati dalla norma.

Ogni lavoratore ha quindi diritto di:

- ricevere i dispositivi di protezione individuale adatti e commisurati ai rischi a cui è esposto
- abbandonare il posto di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato e di non riprenderlo se il pericolo persiste
- ricevere compiti commisurati alle proprie capacità e stato di salute
- verificare, attraverso gli RLS, l'applicazione delle misure di sicurezza
- ricevere una adeguata formazione e informazione

Per contro, i lavoratori sono vincolati a precisi comportamenti nei confronti degli altri lavoratori e del datore di Lavoro:

- osservare le disposizioni ricevute dai superiori in materia di sicurezza, sotto forma di procedure, disposizioni di servizio o ordini verbali
- utilizzare correttamente e non manomettere macchine, impianti, dispositivi di sicurezza e di allarme
- segnalare al preposto e al proprio Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza tutti i pericoli e le inefficienze dei sistemi di prevenzione che rileva nel proprio posto di lavoro e nelle procedure operative
- non rimuovere o modificare segnalazioni o dispositivi di sicurezza
- sottoporsi ai controlli sanitari stabiliti dal medico competente

## Il Datore di Lavoro

il datore di lavoro e' la figura titolare del rapporto di lavoro e che all'interno della gerarchia aziendale detiene i poteri decisionali e di spesa; per gli aspetti di sicurezza, il Datore di Lavoro ha l'obbligo di :

**NOMINARE** : il Responsabile del SPP - **OBBLIGO NON DELEGABILE**

**NOMINARE**: il Medico Competente e i lavoratori addetti alla squadra di emergenza

**ADOTTARE**: il Piano di emergenza ed evacuazione

**PROVVEDERE**: alla Valutazione dei rischi - **OBBLIGO NON DELEGABILE**

**INFORMARE E CONSULTARE**: i Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza

**FORMARE E INFORMARE**: i lavoratori sui rischi presenti negli ambienti di lavoro

**AGGIORNARE**: le misure di prevenzione destinate a contenere i rischi nei luoghi di lavoro

**COLLABORARE**: con le ditte appaltatrici alla gestione della sicurezza comune  
Dirigenti e Preposti

Dirigenti e Preposti sono figure, così come il Datore di Lavoro, già esistenti prima della emanazione del T.U.81/08, ma che vedono nel Decreto una più precisa puntualizzazione dei propri compiti e dei propri doveri nei confronti della sicurezza dei lavoratori a loro sottoposti; nella giurisprudenza si è arrivati a investire del ruolo di preposto anche il lavoratore anziano quando impartisca ordini ed indicazioni operative ad altri lavoratori.

Compiti e funzioni di Dirigenti e preposti si differenziano per il diverso rapporto che tengono rispettivamente col Datore di Lavoro e con i Lavoratori.



### Il Dirigente:

- organizza le misure di prevenzione disposte dal datore di lavoro
- vigila sul rispetto delle disposizioni di sicurezza
- comunica al datore di lavoro ogni informazione che acquisisce sui rischi e sui sistemi di prevenzione



### Il Preposto:

- attiva concretamente le misure disposte dal datore di lavoro e dal dirigente
- controlla e vigila che i lavoratori rispettino le disposizioni di sicurezza
- comunica al dirigente ogni informazione sui rischi e sui sistemi di prevenzione

### Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS)

In tema di sicurezza, rappresenta i lavoratori, dai quali è eletto, nei confronti del datore di lavoro; come figura eletta dai lavoratori, il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) è una figura peculiare, depositaria di diritti e di un ruolo ben preciso nella gestione dei rischi e della sicurezza all'interno dell'azienda.

Ogni RLS ha infatti diritto a:

- una formazione tecnico giuridica in tema di sicurezza,
- avere accesso ai documenti aziendali, con la possibilità di prendere visione dei registri infortuni, delle informazioni tecniche su sostanze ed apparecchiature, ecc.
- avere accesso ai luoghi di lavoro, mediante sopralluoghi, ad avere contatti e colloqui con i lavoratori
- ricevere informazioni sulla valutazione dei rischi, sulla organizzazione aziendale, sugli accertamenti sanitari del Medico Competente (in forma anonima) e sui provvedimenti dell'Organo di Vigilanza

Il T.U.81/08 assegna agli RLS assieme al loro ruolo, anche gli strumenti coi quali potervi adempiere:

- tempo retribuito, stabilito come livello minimo da accordi di categoria e perfezionato da trattative aziendali, per lo svolgimento dei propri compiti
- possibilità di rivolgersi direttamente alla Magistratura o agli Organi di vigilanza per verificare le condizioni di lavoro
- una tutela personale tale da non poter ricevere alcun pregiudizio o discriminazione nella retribuzione, nella carriera e nell'assegnazione di compiti, dallo svolgimento delle sue funzioni

### Il Medico Competente

È un medico con i requisiti professionali specifici richiesti dalla normativa, che si cura dello stato di salute dei lavoratori e segue gli aspetti di carattere più strettamente medico della prevenzione; come ogni figura medica il Medico Competente è tenuto al rispetto del segreto professionale sulle informazioni riservate e personali che acquisisce nello svolgimento dei suoi compiti:

- collabora col Datore di Lavoro ed il Servizio di Prevenzione e Protezione alla valutazione dei rischi e alla attuazione delle misure di sicurezza
- effettua gli accertamenti sanitari sui lavoratori secondo appositi protocolli sanitari correlati alle mansioni
- istituisce e aggiorna la cartella sanitaria di ogni lavoratore in cui elenca l'esito degli accertamenti sanitari susseguitisi nel tempo
- informa i lavoratori sul significato e sull'esito degli accertamenti sanitari
- esprime giudizi sulla idoneità alla mansione dei lavoratori ed effettua visite sanitarie all'atto dell'assunzione di nuovi lavoratori
- visita congiuntamente al Servizio di Prevenzione e Protezione, i luoghi e gli ambienti di lavoro

## Il Servizio Prevenzione e Protezione

Come organo di consulenza del Datore di Lavoro, il Servizio di Prevenzione e Protezione ha il compito di occuparsi degli aspetti più strettamente tecnici e giuridici della prevenzione:

- individua i fattori di rischio, e collabora alla stesura del documento di Valutazione dei Rischi che verrà firmato dal Datore di Lavoro,
- elabora le procedure di sicurezza ed integra, per la parte relativa alla sicurezza, le procedure redatte da altri organi aziendali,
- ispeziona i luoghi di lavoro, esamina i processi e le lavorazioni, le materie prime e gli impianti,
- rilascia pareri in materia di sicurezza al Datore di Lavoro ed ai Lavoratori; verifica le segnalazioni sulla presenza o l'insorgenza di situazioni di pericolo,
- organizza e contribuisce alla formazione dei lavoratori sulla sicurezza del lavoro.

## AFFIDAMENTO DI LAVORI ALL'INTERNO DELL'AZIENDA AD IMPRESE APPALTATRICI O A LAVORATORI AUTONOMI - Art.26 del T.U.81/08

Questo articolo disciplina la tutela dell'integrità psicofisica dei lavoratori, in caso di appalti di Servizi e contratti d'opera.

Restano in carico al soggetto appaltante l'onere di tutela della salute dei lavoratori e le conseguenti responsabilità, per cui il datore di lavoro, in caso di affidamento dei lavori all'interno dell'azienda, ovvero dell'unità produttiva, ad imprese appaltatrici o a lavoratori autonomi deve verificare, anche attraverso l'iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato, l'idoneità tecnico-professionale delle imprese appaltatrici o dei lavoratori autonomi in relazione ai lavori da affidare in appalto o contratto d'opera; deve inoltre fornire agli stessi soggetti dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui sono destinati ad operare e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività. Il soggetto appaltante deve inoltre attivare procedure che garantiscano la cooperazione ed il coordinamento all'attuazione delle misure di prevenzione e protezione dai rischi tra il datore appaltatore ed il datore committente. Tale obbligo non si estende ai rischi specifici propri dell'attività delle imprese appaltatrici o dei singoli lavoratori autonomi. Il datore di lavoro coomittente, nei casi di esternalizzazione di alcune fasi del processo produttivo, ha l'obbligo di accertare i rischi per qualsiasi motivo conseguenti all'affidamento dei lavori commissionati a soggetti terzi, al fine di rendere edotti i propri dipendenti della sussistenza di situazioni di pericolo e di munirli degli idonei dispositivi di sicurezza.

Vige, pertanto, anche per gli appalti di servizi e forniture aventi natura pubblica il principio secondo cui debitore di sicurezza verso i lavoratori non è solo il datore di lavoro appaltatore ma anche il soggetto committente. Da ciò consegue che eventuali clausole di trasferimento del rischio dal soggetto appaltante al datore appaltatore, tese ad esonerare il primo da ogni onere di tutela della salute dei lavoratori e dalle conseguenti responsabilità, non hanno alcun effetto.

Il lavoratore che riscontri eventuali rischi derivanti dalle attività svolte dalla ditta appaltatrice, casi di imminente pericolo e/o situazioni che possono compromettere l'incolumità delle persone o la sicurezza delle installazioni, deve farne immediata segnalazione al preposto, che si attiverà di conseguenza.

In generale al fine del rispetto dell'autonomia gestionale delle Ditte esterne ed allo scopo di evitare l'indebita assunzione di responsabilità si devono evitare ingerenze con il personale della ditta esterna, in particolare non deve essere esercitata nessuna influenza sullo svolgimento delle attività lavorative della ditta stessa, neppure per richiamare misure comportamentali di natura prevenzionistica.

Il lavoratore quindi non deve concedere in uso utensili, apparecchiature o attrezzature, né dispositivi di protezione ambientale o individuale di proprietà dell'azienda sanitaria, che gli vengano richiesti in prestito dai lavoratori della ditta appaltatrice, escluso il caso in cui ciò sia regolarmente formalizzato da un contratto di comodato d'uso.

## TUTORING DEL NUOVO ASSUNTO

Il T.U.81/08 considera l'informazione e la formazione come fattori strategici di

notevole importanza per ridurre gli infortuni e malattie professionali.

Infatti ogni operatore necessita di una formazione specifica e mirata in occasione di assunzione, trasferimento o cambio mansione. In questo contesto il Tutor per la sicurezza svolge un ruolo strategico a garanzia della sicurezza della prestazione sanitaria sia per il lavoratore che per il paziente.

Gli obblighi formativi imposti dal T.U.81/08 proseguono l'affronto le problematiche di sicurezza sul lavoro in parallelo ai concetti tecnico scientifici della formazione tradizionale già introdotti nelle normative precedenti.

Per adempiere a tale obbligo, sarebbe opportuno istituire una Rete di Tutori per la Sicurezza, composta da Tutor appositamente formati assegnati ad ogni U.O.

Il TUTOR, per fornire un sostegno alla crescita professionale autonoma del lavoratore, deve essere fortemente motivato e possedere competenze pertinenti alle aree di attività da presidiare e alla sicurezza sul lavoro.

Il Tutor informa il lavoratore circa i valori aziendali, le consuetudini e le regole formali ed informali rispettate nell'organizzazione; sviluppa alcuni punti di riferimento rispetto al lavoro, al settore di inserimento e ai responsabili con cui dialogare; facilita l'integrazione nel contesto relazionale, agevolando il sintonizzarsi delle aspettative del lavoratore con le richieste del lavoro; colma lacune esistenti tra le conoscenze e capacità già possedute dal lavoratore e le competenze da acquisire; crea le condizioni favorevoli alla formazione attraverso dimostrazioni pratiche, riflessioni ecc.; effettua la verifica dei risultati dell'apprendimento e la valutazione finale delle competenze acquisite.

Per svolgere le funzioni a lui affidate deve possedere conoscenze specifiche: conoscere il funzionamento e l'organizzazione dell'azienda; conoscere le procedure di sicurezza da adottare e le tecniche specifiche proprie del profilo professionale di appartenenza e del settore di attività ed avere inoltre conoscenze adeguate sulle procedure di sicurezza da adottare; conoscere tecniche per creare un ambiente di apprendimento efficace.

#### MISURE DI TUTELA DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE DELLE LAVORATRICI MADRI - 1° livello di approfondimento

La normativa vigente in materia prescrive che il datore di lavoro, valuti preventivamente i rischi per la sicurezza e la salute delle lavoratrici gestanti, puerpere e in allattamento, in particolare i rischi di esposizione ad agenti fisici, chimici o biologici, nonché i processi o le condizioni di lavoro, individuando le misure di prevenzione e protezione da adottare.

Detta valutazione preventiva consente al datore di lavoro di informare le lavoratrici, prima ancora che sopraggiunga una gravidanza, dei rischi esistenti in azienda, delle misure di prevenzione e protezione che egli ritiene di dover adottare in tal caso e, quindi, dell'importanza che le dipendenti gli comunichino tempestivamente il proprio stato, in modo che possano essere valutati con immediatezza i rischi specifici e adottate le conseguenti misure di tutela, ivi comprese eventuali modifiche di orario e condizioni di lavoro e lo spostamento ad una mansione non a rischio .

#### ANALISI DEI PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO PER LA SALUTE DELLA DONNA E DEL BAMBINO

Negli schemi seguenti sono riportati i principali fattori di rischio per la salute della lavoratrice madre e del bambino; per ognuno di essi vengono riportati i principali effetti su gravidanza e lattazione segnalati dalla letteratura scientifica e i riferimenti legislativi in base ai quali l'esposizione allo specifico fattore di rischio è vietata durante la gravidanza ed eventualmente fino a sette mesi dopo il parto.

Si sottolinea che al di là dei riferimenti legislativi specifici per i singoli fattori di rischio l'Organo di Vigilanza ha la facoltà di disporre l'allontanamento delle lavoratrici madri da condizioni di lavoro o ambientali ritenute pregiudizievoli per la salute della donna o del bambino.

L'Organo di Vigilanza può ritenere inoltre che sussistano condizioni ambientali sfavorevoli anche quando vi siano pericoli di contagio derivanti alla lavoratrice dai contatti di lavoro con particolari strati di popolazione, specie in periodi di epidemia.

Si ricorda infine che alcuni lavori che si ritengono pregiudizievoli in relazione all'avanzato stato di gravidanza sono vietati negli ultimi tre mesi di gestazione.

Elenco di alcuni dei Fattori di rischio presenti nelle strutture sanitarie e dei loro effetti su gestazione e lattazione

PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO	PRINCIPALI EFFETTI SU GESTAZIONE E LATTAZIONE	LEGISLAZIONE ITALIANA DI RIFERIMENTO E RELATIVI PROVVEDIMENTI
	<b>ASPETTI ERGONOMICI</b>	
ATTIVITÀ IN POSTURA ERETTA PROLUNGATA	Mutamenti fisiologici in corso di gravidanza (maggiore volume sanguigno e aumento delle pulsazioni cardiache, dilatazione generale dei vasi sanguigni e possibile compressione delle vene addominali o pelviche ) favoriscono la congestione periferica durante la postura eretta. La compressione delle vene può ridurre il ritorno venoso con conseguente accelerazione compensativa del battito cardiaco materno e il manifestarsi di contrazioni uterine. Se la compensazione è insufficiente ne possono derivare vertigini e perdita di coscienza. Periodi prolungati in piedi durante la giornata lavorativa determinano per le donne un maggior rischio di parto prematuro.	D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.G (lavori che comportano una stazione in piedi per più di metà dell'orario di lavoro) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA</b>
POSTURE INCONGRUE	E' potenzialmente pericoloso lavorare in posti di lavoro ristretti o in postazioni non sufficientemente adattabili per tenere conto del crescente volume addominale, in particolare nelle ultime fasi della gravidanza. Ciò può determinare stiramenti o strappi muscolari. La destrezza, l'agilità, il coordinamento, la velocità dei movimenti e l'equilibrio possono essere anch'essi limitati e ne può derivare un rischio accresciuto d'infortunio.	D.Lgs 151/01 art. 7 all. A lett G (lavori che obbligano ad una postazione particolarmente affaticante). <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA</b>
LAVORO IN POSTAZIONI ELEVATE (SCALE,PIATTAFORME,	E' potenzialmente pericoloso per le lavoratrici gestanti lavorare in postazioni sopraelevate per esempio scale,	D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.E <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA</b>

IMPALCATURE)	piattaforme, per il rischio di cadute dall'alto.	
LAVORO NOTTURNO	Il lavoro notturno può avere ripercussioni sulla salute delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento. L'affaticamento mentale e psichico, aumenta durante la gravidanza e nel periodo post-natale a causa dei diversi cambiamenti, fisiologici e non, che intervengono.	D.Lgs. 151/01 art. 53 comma 1 (è vietato adibire la donna al lavoro dalle ore 24 alle ore 6, dall'accertamento dello stato di gravidanza fino al compimento di un anno di età del bambino). D.Lgs. 532/99 (Disposizioni in materia di lavoro notturno) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA E FINO A UN ANNO DI VITA DEL BAMBINO</b>
MOVIMENTAZIONE MANUALE CARICHI	La movimentazione manuale dei carichi pesanti è ritenuta pericolosa in gravidanza in quanto può determinare lesioni al feto e un parto prematuro. Con il progredire della gravidanza la lavoratrice è esposta ad un maggior rischio di lesioni causato dal rilassamento ormonale dei legamenti e dai problemi posturali ingenerati dalla gravidanza	D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.F (lavori di manovalanza pesante ) D.Lgs 151/01 art 11 all.C lett.A,1,b (rischio da movimentazione manuale di carichi pesanti evidenziato dalla valutazione dei rischi) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA</b>
	<b>AGENTI FISICI</b>	
RADIAZIONI IONIZZANTI	Una esposizione a radiazioni ionizzanti comporta dei rischi per il nascituro. Se una lavoratrice che allatta opera con liquidi o polveri radioattivi ciò può determinare un'esposizione del bambino in particolare a seguito della contaminazione della pelle della madre. Sostanze contaminanti radioattive inalate o digerite dalla madre possono passare attraverso la placenta al nascituro e, attraverso il latte, al neonato.	D.Lgs 151/01 art.8 D.Lgs 151/01 art 7 all.A lett.D (lavori che espongono a radiazioni ionizzanti vietati durante la gestazione e fino a sette mesi dopo il parto). D.Lgs 151/01 art 7 all.A lett.C (malattie professionali ) D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.B (rischi per i quali vige l'obbligo delle visite mediche preventive e periodiche) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA E FINO A SETTE MESI DOPO IL PARTO</b>
RADIAZIONI NON IONIZZANTI (RNI)	Al momento attuale non esistono dati certi sugli effetti provocati sulla gravidanza o sulla lattazione dalle radiazioni non ionizzanti. Non si può escludere che esposizioni a campi elettromagnetici intensi, come ad esempio quelli associati a fisioterapie (marconiterapia, radarterapia) possano	D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.C (malattie professionali di cui all.4 al decreto 1124/65 e successive modifiche) D.Lgs 151/01 art 11 all.C lett.A,1,e (rischio da radiazioni non ionizzanti evidenziato dalla valutazione dei rischi ) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA per</b>

	determinare un rischio accresciuto per il nascituro. Sulla base degli studi epidemiologici effettuati, il lavoro al videoterminale non espone a RNI in grado di interferire con la normale evoluzione della gravidanza.	esposizioni superiori a quelle ammesse per la popolazione generale* *Rif. Leg. DM 10/09/1998 n. 381 Livelli di riferimento ICNIRP
	<b>AGENTI BIOLOGICI</b>	
<b>AGENTI BIOLOGICI DEI GRUPPI DI RISCHIO 2,3,4</b>	Molti agenti biologici appartenenti ai gruppi di rischio 2,3,4 possono interessare il nascituro in caso di infezione della madre durante la gravidanza. Essi possono giungere al bambino per via placentare oppure durante e dopo il parto, in caso di allattamento o a seguito dello stretto contatto fisico tra madre e bambino. Agenti che possono infettare il bambino in uno di questi modi sono ad esempio i virus dell'epatite B, C, rosolia, l' HIV, il bacillo della tubercolosi, quello della sifilide, la salmonella del tifo e il toxoplasma.	D.Lgs 151/01 art 7 all.A lett.A (lavori vietati ai minori ai sensi dei DD.lgss. 345/99 e 262/00) D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett B ( rischi per i quali vige l'obbligo delle visite mediche preventive e periodiche). D.Lgs 151/01 art 7 all. B lett. A punto 1 lett b (per virus rosolia e toxoplasma in assenza di comprovata immunizzazione) D.Lgs 151/01 art 11 all.C lett.A,2 (rischio di esposizione ad agenti biologici evidenziato dalla valutazione dei rischi) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA E FINO A SETTE MESI DOPO IL PARTO</b>
	<b>AGENTI CHIMICI</b>	
<b>SOSTANZE O PREPARATI CLASSIFICATI COME PERICOLOSI (TOSSICI, NOCIVI, CORROSIVI, IRRITANTI)</b>	L'effettivo rischio per la salute costituito dalle singole sostanze può essere determinato esclusivamente a seguito di una valutazione del rischio. Una esposizione occupazionale prevede spesso la presenza di una combinazione di più sostanze, e in questi casi non è sempre possibile conoscere le conseguenze delle interazioni fra le diverse sostanze ed i possibili effetti sinergici che le associazioni chimiche possono produrre. Alcuni agenti chimici possono penetrare attraverso la pelle integra ed essere assorbiti dal corpo con ripercussioni negative sulla salute. Molte sostanze possono passare nel latte materno e per questa via contaminare il bambino.	D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.A (lavori vietati ai minori ai sensi dei DD.lgss. 345/99 e 262/00) D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.C (malattie professionali) D.Lgs 151/01 art 11 all.C lett,A punto 3 lett. a,b,c,d,e,f, e lett B (esposizione ad agenti chimici pericolosi evidenziata dalla valutazione dei rischi) <b>DIVIETO IN GRAVIDANZA E FINO A SETTE MESI DOPO IL PARTO</b> Può essere consentito l'uso di sostanze o preparati classificati esclusivamente irritanti per la pelle e con frase di rischio "può provocare sensibilizzazione per contatto

	<p>Tra gli effetti degli agenti chimici sulla gravidanza molti studi hanno evidenziato il verificarsi di aborti spontanei correlati ad una esposizione occupazionale a numerose sostanze, tra cui solventi organici, gas anestetici e farmaci antiproliferativi, anche per bassi livelli di esposizione.</p>	<p>con la pelle" (R43), a condizione che il rischio sia evitabile con l'uso dei DPI D.Lgs 151/01 art.7 all.A lett.A</p>
--	--	---



## Rischio Elettrico:

**Autore: Mauro Marchesotti**

### Collaboratori:

Marchese, Maio, D'Addio, Nicorelli, Pronzato, Rossi

### Scopo

Fornire ai dipendenti neo assunti le principali conoscenze sul corretto utilizzo delle principali apparecchiature elettriche in utilizzo in ambiente sanitario.

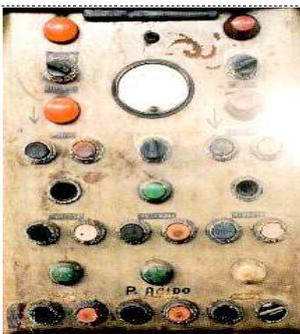
### Obiettivo:

conoscere i rischi delle principali apparecchiature elettriche

L'energia elettrica, vista la sua versatilità, è molto utilizzata in ambiente sanitario e come nei normali ambienti di vita la sua presenza è spesso un fatto scontato.

Tale atteggiamento può essere di per sé una fonte di rischio e, se il tutto viene inserito in aziende complesse come quelle del settore sanitario, nasce spontanea, al di là delle prescrizioni normative, la necessità di fornire sufficienti informazioni a tutti i neoassunti e comunque a tutti coloro che a qualunque titolo vengano inseriti nel ciclo lavorativo.

In tutte le aziende che producono beni e servizi normalmente gli interlocutori sono il datore di lavoro e gli operatori mentre nel settore sanitario oltre ai due precedenti attori sono presenti anche i pazienti che possono essere destinatari di rischi e vanno comunque tutelati. Statisticamente dall'esame dei registri infortuni gli eventi dovuti al rischio elettrico a carico degli operatori della sanità sono quasi inesistenti, mentre gli impianti e le apparecchiature sono riconosciute come una delle principali cause di incendio nelle strutture sanitarie, in sinergia con la presenza di grandi quantità di materiali infiammabili, gas combustibili o comburenti.



**esempio di cortocircuito su pannello di comando**



**triangolo del fuoco**

## Gli impianti elettrici

Le soluzioni tecniche per la progettazione degli impianti devono definire in genere:

- La struttura della rete di distribuzione
- L'organizzazione del sistema di protezione
- L'individuazione dei componenti e dei materiali da utilizzare

Gli obiettivi rispetto ai quali deve essere orientata la scelta delle soluzioni possono riassumersi in:

- Conseguimento della sicurezza per le persone
- Affidabilità e continuità di esercizio
- Razionalizzazione ed unificazione dei componenti del sistema distributivo
- Flessibilità ed espansibilità
- Facilità di gestione e manutenzione

### Gli impianti elettrici nei locali ad uso medico

La fornitura di energia elettrica inizia nella cabina di distribuzione in media tensione a 15 kV (vedi schema a pag. 4).

All'interno della cabina viene trasformata in bassa tensione a 380 V.

Il Quadro Generale a valle del trasformatore ha almeno due sezionatori, uno per la forza motrice, l'altro per le utenze generali.

All'interno della struttura sanitaria vi sono altri quadri, contenenti interruttori che abilitano/disabilitano (on/off) le utenze.

CLASSIFICAZIONE DELLE UTENZE ELETTRICHE NEGLI OSPEDALI	
<b>UTILIZZATORI ORDINARI</b>	
Illuminazione normale degli interni in cui non si svolgono attività specifiche: locali di degenza, corridoi, sale di soggiorno, servizi di lavanderia, impianti di riscaldamento e di condizionamento generale, e per il trattamento degli effluenti come acque di scarico, fumi ecc.	
Illuminazione generale degli esterni.	
Per tali utilizzatori è tollerata la mancanza di alimentazione anche per tempi lunghi (nell'ordine delle ore).	
<b>UTILIZZATORI ESSENZIALI</b>	
Sono quelli che condizionano il regolare funzionamento dei principali servizi dell'ospedale: illuminazione dei passaggi e delle scale necessari per il movimento, montalettighe ascensori, frigoriferi, cucine, locali operativi, luci di riserva, carica batterie, pompe del vuoto, impianti di illuminazione ridotta delle camere, sistemi di comunicazione e di allarme, sistemi di condizionamento e di riscaldamento di particolari locali di cura e di degenza (sale operatorie, rianimazione o di visita).	
Per tali utilizzazioni è richiesto il ripristino dell'alimentazione con commutazione su sorgente autonoma di energia.	
<b>UTILIZZATORI PRIVILEGIATI E VITALI</b>	
Da tali utilizzatori dipende la salvaguardia della vita umana e quindi sopportano solo brevi interruzioni della alimentazione elettrica ed in alcuni casi richiedono la continuità assoluta.	
Utenze PRIVILEGIATE:	
Illuminazione di sicurezza (scale, uscite, ascensori, montalettighe, cabine elettriche), calcolatori raccolta dati, impianti di telecomunicazione, impianti di allarme e sorveglianza.	
Utenze VITALI:	
Lampada scialitica., apparecchi per il mantenimento delle funzioni vitali, apparecchi di anestesia, elettrobisturi e calcolatori privi di dispositivi a memoria permanente.	

CLASSIFICAZIONE DELL'ALIMENTAZIONE DI SICUREZZA NEI LOCALI AD USO MEDICO	
<b>Classe 0 (di continuità)</b>	Alimentazione automatica disponibile senza interruzioni
<b>Classe 0,15 (ad interruzione brevissima)</b>	Alimentazione automatica disponibile in un tempo inferiore o uguale a 0,15 sec.
<b>Classe 0,5 (ad interruzione breve)</b>	Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,15 sec. ma non

	superiore a 0,5 sec.
<b>Classe 15 (ad interruzione media)</b>	Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,5 sec. ma non superiore a 15 sec.
<b>Classe &gt; 15 (ad interruzione lunga)</b>	Alimentazione automatica disponibile in più di 15 sec.

Generalmente non è necessario prevedere una alimentazione senza interruzione per apparecchi elettromedicali. Certi apparecchi comandati da microprocessori tuttavia possono richiedere tale alimentazione.

Si raccomanda che l'alimentazione di sicurezza prevista per locali richiedenti classificazioni differenti sia della classe che dà la più elevata garanzia di alimentazione.

In base alle mansioni svolte dai singoli operatori possono essere individuati tre livelli di attenzione con i relativi codici colore e ad ogni livello vengono collegati dei link con approfondimenti scritti dai vari autori.

In relazione alla mansione i colori consiglieranno gli argomenti di interesse e il grado di approfondimento (ciò comunque non impedisce all'operatore di approfondire tutti gli argomenti).

### Descrizione delle attività

- Utilizzo di apparecchiature portatili (anche per tempi prolungati) e non;
- Manutenzione ordinaria e straordinaria di strutture murarie, impianti elettrici e apparecchiature;
- Verifica visiva in cabina elettrica, apertura/chiusura di sezionatori, necessità di proteggersi con DPI date le elevate tensioni in cabina o la possibilità di contatti diretti con la BT nel caso di manutenzione.

### Manutenzione

#### Check list

- La presa è integra?
- La spina dell'apparecchiatura è integra
- È connessa in modo adeguato alla presa (inserita correttamente e senza adattatori)?
- Il cavo di alimentazione è integro?
- È connesso in modo adeguato all'apparecchiatura?
- È disposto in modo da evitare inavvertitamente una sollecitazione meccanica (urto, compressione, taglio ecc.)?
- L'involucro è integro?
- l'apparecchiatura da utilizzare è adeguata alla destinazione d'uso del locale?
- La presa sopporta il carico dell'apparecchiatura che andrà ad alimentare?
- Il numero di prese è sufficiente ad alimentare le apparecchiature in uso?
- La disposizione del piano di lavoro o della zona paziente è sistemata adeguatamente vicino alle prese di alimentazione, cioè è possibile alimentare le apparecchiature senza l'ausilio di prolunghe, adattatori e spine multiple?



prima di aprire l'involucro dell'apparecchiatura è stata disinserita la spina dalla presa per evitare il contatto con le parti attive (in tensione)?

- prima di accedere a parti in tensione dell'impianto è stata tolta l'alimentazione nel quadro da cui è servito (altrimenti se il quadro è condiviso, in accordo con gli altri utenti si è staccato il quadro di reparto)?
- Sono a disposizione gli idonei DPI?
- Si è a conoscenza delle procedure da seguire se si lavora in cabina elettrica (MT) o se

- si esegue una manutenzione (BT)?
- Nel caso di intervento di più operatori compresi artigiani o più ditte appaltatrici, tutti sono a conoscenza dei rischi e delle interferenze che si possono verificare durante lo svolgimento dei lavori (Art.26 T.U. 81/08)?
- Ok, si può accedere agli impianti e/o alle parti interne delle apparecchiature!



*ricordarsi che i DPI sono a tempo: si usano e non mantengono lo stesso potere dielettrico*



*interno di cabina elettrica sprovvisto di segregazione delle parti in tensione*



*attrezzature all'interno della cabina ( fioretto- estintore)*

## L'Emergenza nelle Strutture Sanitarie



### **EMERGENZE IN AZIENDA U.L.S.S. 16 PADOVA: indicazioni specifiche segnalazione al 1616**

#### **Che cos'è un'emergenza**

Una situazione di pericolo, un fatto o una circostanza imprevista rappresentano un'emergenza.

Un'emergenza costringe quanti la osservano e quanti eventualmente la subiscono, a mettere in atto misure di reazione a quanto accade, dirette alla riduzione dei danni possibili e alla salvaguardia delle persone. L'emergenza impone a lavoratori o ospiti di essere attenti e consapevoli che i limiti della sicurezza propria, altrui, e/o delle cose, stanno per essere superati e che occorre agire per impedire il diffondersi del danno.

#### **Cause dell'emergenza**

Le cause dell'emergenza possono essere interne all'area aziendale o esterne. In linea di principio fra le possibili **cause interne** si possono ipotizzare :

- Incendio
- Scoppio
- Fuga di gas pericolosi (infiammabili, tossici, asfissianti, ecc.)
- Fuoriuscita e spargimento di liquidi, caduta di sostanze solide, emissioni di sostanze pericolose (tossiche, radioattive, ecc.)
- Altre condizioni di pericolosità derivanti da fatti e situazioni accidentali e non prevedibili.

Fra le possibili **cause esterne** si possono ipotizzare:

- Fatti del tipo indicati per le cause interne, ma dovuti a cause esterne quali ad esempio automezzi in transito
- Fatti avvenuti in insediamenti vicini
- Fatti naturali (ad esempio terremoti, trombe d'aria, ecc.)
- Annuncio di ordigni esplosivi

Presso le strutture appartenenti all'Azienda U.L.S.S. 16 di Padova la gestione delle emergenze avviene sulla base di un piano di emergenza aziendale. Per quel che concerne l'area ospedaliera, la segnalazione di un'emergenza prevede l'attivazione di un servizio di sicurezza antincendio e per altre emergenze composto da personale specificatamente addestrato alla gestione delle situazioni di emergenza. Questo servizio è organizzato in due squadre:

- a) SQUADRA DI PRONTO INTERVENTO: composta da operatori tecnici turnisti appartenenti al Servizio Tecnico con compiti protettivi per le operazioni di primo intervento per spegnimento incendi, sezionamento impianti, messa in sicurezza di apparecchiature ed ambienti;
- b) SQUADRA DI PRONTA EVACUAZIONE: composta da 10 operatori sanitari turnisti appartenenti a reparti/sevizi aziendali vari ( es. ps centrale, obitorio, dialisi, trasporto malati, ecc...), con il compito di effettuare le prime attività di evacuazione di pazienti non deambulanti, eventuali feriti e/o attività di evacuazione di materiali ritenuti pericolosi nell'evoluzione dell'emergenza.

## Sala Operativa 1616

Il centro di controllo che dirige e sovrintende le operazioni di emergenza inerenti le strutture di competenza dell'Azienda U.L.S.S. 16 di Padova è la **SALA OPERATIVA 2525** ubicata presso l'Azienda Ospedaliera di Padova - edificio Giustiniano.

**La Sala Operativa è presidiata ed attiva 24 ore su 24 e ad essa pervengono le segnalazioni degli allarmi automatici e delle chiamate telefoniche di emergenza provenienti dai reparti/servizi/sedi aziendali.**

**IL NUMERO TELEFONICO DELLA SALA OPERATIVA PER LE COMUNICAZIONI DI EMERGENZA RIGUARDANTI ESCLUSIVAMENTE LE STRUTTURE DI APPARTENENZA ALL'AZIENDA U.L.S.S. 16 DI PADOVA**

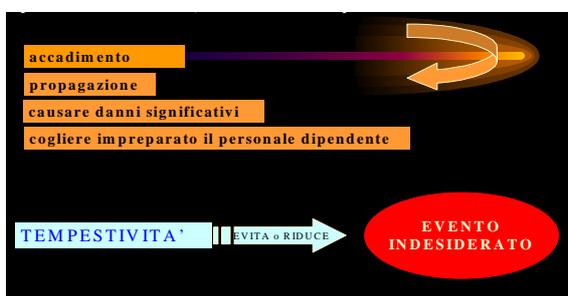
☐ linea interna **1 6 1 6**  
(per esterno **0 4 9 / 8 2 1 1 6 1 6**)

## Compiti del personale

**OGNI OPERATORE AZIENDALE, NEL CASO DI UN'EMERGENZA IN ATTO CHE COINVOLGA ESCLUSIVAMENTE STRUTTURE DELL'AZIENDA U.L.S.S.16 DI PADOVA, PRIMA DI INTRAPRENDERE QUALSIASI ALTRA AZIONE, È TENUTO A COMUNICARE QUANTO STÀ ACCADENDO ALL'OPERATORE DI PRESIDIO DELLA SALA OPERATIVA COMPONENDO IL NUMERO TELEFONICO **1616** PER LE EMERGENZE E SEGUIRE LE INDICAZIONI FORNITE.**

Ogni operatore è tenuto, durante l'attività lavorativa quotidiana, oltre all'adozione delle cautele relative alla sicurezza ed igiene del lavoro, a vigilare per cogliere ogni segnale di un eventuale insorgere dell'emergenza e a collaborare attivamente al fine di contenere i danni che potrebbero derivarne.

## Nelle strutture sanitarie



TRA LE EMERGENZE IPOTIZZATE L'INCENDIO È QUELLA PIU' TEMIBILE

ED IL COMPITO DI TUTTI GLI OPERATORI È DI PREVENIRLA E, NEL CASO CHE SI REALIZZI DI INTERVENIRE TEMPESTIVAMENTE.

CHE COS'E' UN INCENDIO ?



L'INCENDIO E' LA MANIFESTAZIONE VISIBILE DI UNA REAZIONE CHIMICA CHE AVVIENE TRA DUE ELEMENTI DIVERSI, **COMBUSTIBILE** E **COMBURENTE**, IN DETERMINATE CONDIZIONI ED IN UN LUOGO ADATTO AL SUO SVILUPPO

Per le strutture Sanitarie è stato di promulgato un Decreto del Ministero dell'Interno

che rende l'applicazione di tali Norme ancora più stringente e severo nell'interesse degli utenti e degli operatori (**D.M. 18 Settembre 2002**).

La prevenzione incendi



Disciplina tecnica che studia ed applica i mezzi e le modalità che tendono ad impedire le cause che possono determinare pericolo originando incendio

**i** strutture sanitarie

Quando si descrive tecnicamente il fuoco, si utilizza la figura di un triangolo formato dagli elementi che devono essere tutti contemporaneamente presenti perché il fuoco si sviluppi e si diffonda.



E' importante ricordare che è necessaria la presenza contemporanea di tutti e tre gli elementi per lo sviluppo della combustione; la mancanza di uno solo di questi è infatti sufficiente a fermare la combustione, ed è proprio su questo che si basano sia i sistemi di spegnimento degli incendi che le pratiche di prevenzione

L'ossigeno è il più comune dei comburenti, è contenuto nell'atmosfera (21%) ed è presente ovunque vi siano attività umane.

Vi sono però altre sostanze considerate

comburenti ed etichettate come tali, presenti in particolare nei laboratori analisi, che possono invece essere tenute sotto controllo.

Nelle strutture sanitarie esistono inoltre zone e locali in cui possibili disfunzioni nella somministrazione di Ossigeno ai pazienti possono causarne un aumento di concentrazione, con un corrispondente aumento del rischio di incendio.

## COMBUSTIBILI

Tutte le attività umane si svolgono in ambienti in cui la presenza di combustibili è rilevante (arredi, materiale cartaceo, liquidi o gas utilizzati per riscaldamento o come carburanti).

E' indispensabile quindi adottare tutte le cautele e precauzioni perché dalla presenza di combustibili non scaturisca il rischio di incendio.

La gestione dei materiali combustibili negli ambienti di lavoro può essere seguita osservando le seguenti precauzioni generali:

- Non accumulare negli ambienti di lavoro quantità eccessive di materie prime combustibili.
- Si deve assicurare la separazione del combustibile dalle possibili fonti di innesco.
- Le sostanze infiammabili (vale a dire i combustibili liquidi o gassosi) sono accompagnate, come tutte le sostanze chimiche pericolose, da schede tecniche in cui sono indicate le migliori condizioni di stoccaggio e manipolazione, che vanno seguite scrupolosamente.

## INNESCHI

Dovuti a cause di origine elettrica:

- **SOVRACCARICO DEGLI IMPIANTI:** ad esempio quando si sovraccarica una presa con diverse multiple o con l'applicazione di macchine ad alto assorbimento, il passaggio di corrente produce calore che può innescare la combustione dei componenti dell'impianto

- o dei materiali vicini.
- **SURRISCALDAMENTO DELLE APPARECCHIATURE:** ad esempio la chiusura dall'esterno delle griglie di ventilazione delle apparecchiature elettriche, appoggiandovi sopra oggetti, carte o accostando troppo le apparecchiature, comporta l'accumulo di calore che può provocare l'accensione di parti all'interno della macchina.
- I CORTI CIRCUITI.

Altre fonti d'innescio:

- UTILIZZO DI FIAMME LIBERE: nelle cucine, in operazioni di saldatura, nella pratica di laboratorio
- FIAMMIFERI O MOZZICONI DI SIGARETTE: se spenti senza attenzione o gettati nei cestini della carta
- PRODUZIONE DI SCINTILLE: nella saldatura, nell'attrito tra metalli
- SURRISCALDAMENTO DA ATTRITO: nelle macchine utensili, negli impianti, nelle parti metalliche in movimento
- GRIGLIE DI VENTILAZIONE OSTRUITE.



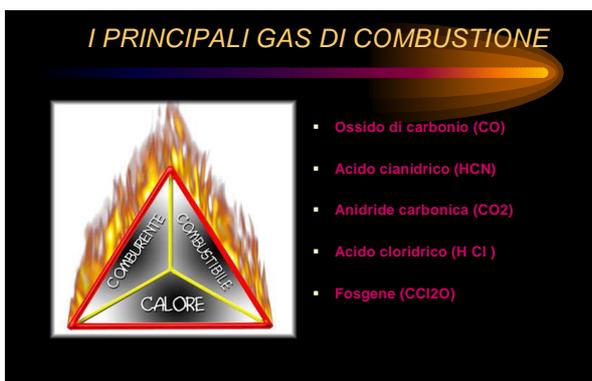
## I PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

Il processo di combustione dà luogo a una serie di prodotti che lo caratterizzano, anche in termini di fattori di rischio incendio:

- Fiamme
- Calore
- Fumo
- Gas di combustione

I prodotti della combustione hanno effetti potenzialmente dannosi sull'organismo causati da:

- Diminuzione di ossigeno nell'aria
- Rilascio di sostanze nocive e tossiche dai gas di combustione
- Oscuramento provocato dai fumi
- Effetto termico della fiamma diretto (ustioni) ed indiretto (calore).



I **Gas di combustione** sono il prodotto finale della reazione di combustione che si manifesta con la fiamma. Costituiscono insieme al fumo il maggior pericolo per l'uomo

negli incendi che si sviluppano in ambienti chiusi poiché contengono sostanze tossiche ed irritanti e causano la diminuzione dell'ossigeno nell'ambiente ove si sviluppano.

**LA PROTEZIONE DAGLI INCENDI**

E' possibile difendersi dagli incendi con misure di protezione passive o attive.



Per misure di PROTEZIONE PASSIVA si intendono quelle che sono efficaci a prescindere dall'intervento di persone o dispositivi automatici; si tratta di:  
 - ELEMENTI DI COSTRUZIONE DEGLI EDIFICI: (pareti, solai, porte e finestre denominate "REI") che presentano caratteristiche intrinseche di particolare resistenza all'azione del fuoco. Sottoposti all'azione del fuoco questi elementi riescono a mantenersi integri ed a contenere la diffusione di fumo e calore fino a 120 o 180 minuti

**VIE DI ESODO ED USCITE DI EMERGENZA:**



le uscite ed i percorsi di emergenza all'interno degli edifici devono essere ben segnalate, in modo che in caso di emergenza non vi siano incertezze sulla via di esodo dall'edificio.

A questo scopo è affissa, in posizione visibile, la segnaletica di emergenza che, attraverso immagini chiare e frasi semplici, funge da guida fino all'esterno.

**COMPARTIMENTAZIONE:** suddivisione dei luoghi di lavoro e dei locali con particolare rischio di incendio in compartimenti "stagni al fuoco" utilizzando pareti e porte **REI**

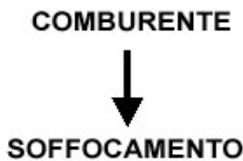
Le misure di PROTEZIONE ATTIVA sono invece quelle che necessitano dell'azione di persone o impianti automatici per entrare in funzione; si tratta principalmente dei sistemi di spegnimento e di segnalazione e allarme.

**LO SPEGNIMENTO DEGLI INCENDI**



Le strategie che vengono utilizzate per spegnere gli incendi fanno leva sugli stessi tre elementi che compongono il triangolo del fuoco; ad ognuno degli elementi corrisponde un modo diverso di aggredire il fuoco, di contenerlo e di spegnerlo:

Non potendo intervenire sulla presenza dell'Ossigeno atmosferico, lo spegnimento si effettua:



a) isolando il combustibile dal contatto con l'Ossigeno. Il combustibile viene ricoperto dal mezzo estinguente costituito da acqua e polveri o gas inerti.

Processi analoghi sono  
 L'inertizzazione (< % di O<sub>2</sub>)  
 L'azione chimica (legame chimico tra O<sub>2</sub> + Idrocarburi alogenati / polveri)



b) si limita la propagazione del fuoco, allontanando il materiale combustibile che deve ancora bruciare, dal contatto col combustibile già incendiato.

c) si assorbe e neutralizza il calore che viene prodotto dalla combustione impedendo che il fuoco si autoalimenti.

## LE SOSTANZE ESTINGUENTI

Le sostanze estinguenti più comunemente impiegate sono quelle indicate nelle seguenti tabelle:

### AGENTI ESTINGUENTI

#### POLVERI

<b>Composizione</b>	Bicarbonati di Sodio e Potassio
<b>Effetti</b>	Raffreddamento e soffocamento
<b>Efficaci su</b>	Tutti i combustibili
<b>Precauzioni</b>	Le polveri sono irritanti per gli occhi e le vie respiratorie, possono compromettere il funzionamento di apparecchiature delicate
<b>Annotazioni</b>	Sono diffuse negli estintori mobili. A contatto col calore sviluppano Anidride Carbonica con effetto di soffocamento

### AGENTI ESTINGUENTI

#### ANIDRIDE CARBONICA

<b>Effetti</b>	Raffreddamento e soffocamento
<b>Efficaci su</b>	Tutti i combustibili
<b>Precauzioni</b>	Il gas esce dall'estintore ad 80 gradi sotto zero, può provocare ustioni da freddo sulle persone e shock termico su apparecchi ed oggetti in vetro In locali chiusi la diffusione in grande quantità da impianti fissi, può rendere l'atmosfera irrespirabile per l'uomo
<b>Annotazioni</b>	Presente negli estintori mobili e negli impianti fissi

### AGENTI ESTINGUENTI

#### ACQUA

<b>Effetti</b>	Raffreddamento e soffocamento
<b>Efficaci su</b>	Tutti i combustibili più comuni eccetto quelli gassosi e gli idrocarburi liquidi
<b>Precauzioni</b>	L'alta conducibilità la rende pericolosa in presenza di attrezzature e ed impianti elettrici sotto tensione
<b>Annotazioni</b>	Presente negli impianti fissi automatici (sprinkler) negli idranti e nei nappi

## AGENTI ESTINGUENTI

### GAS INERTI

Composizione	Idrocarburi alogenati, Azoto, Argon o loro miscele
Effetti	soffocamento
Efficaci su	Tutti i combustibili più comuni
Precauzioni	In locali chiusi la diffusione in grande quantità, come per gli impianti fissi, può rendere l'atmosfera irrespirabile per l'uomo
Annotazioni	Presenti negli impianti fissi, un tempo presenti in estintori mobili. L'utilizzo di halons è stato proibito per effetti negativi sull'ozono stratosferico

## MEZZI DI SPEGNIMENTO

Gli strumenti che vengono utilizzati per convogliare le sostanze estinguenti e spegnere il fuoco sono:

- **ESTINTORI MOBILI:** contenitori in pressione riempiti di sostanze estinguenti che possono essere presi e trasportati dalle persone, quelli di maggiori dimensioni sono dotati di ruote.  
Sono costituiti da recipienti o bombole in pressione contenenti polveri o gas inerti.
- **IMPIANTI FISSI:** sistemi ad attivazione automatica o manuale che attraverso condotte fisse trasportano e diffondono le sostanze estinguenti nei locali interessati dal fuoco; non necessitano di intervento dell'uomo se non, quelli manuali, per l'attivazione.
- **IMPIANTI IDRICI:** impianti che trasportano acqua (Idranti e Naspi) e sono formati da condotte fisse impiantate nelle pareti e da tubi flessibili per l'irrorazione; l'intervento degli addetti antincendio è necessario per la manovra delle manichette e per dirigere il getto sull'incendio.

## ESTINTORI MOBILI



Esistono vari tipi di estintori portatili e di seguito sono riportati quelli presenti in tutti i luoghi di lavoro

## Estintori a polvere



Gli estintori a polvere sono caricati con polveri di Bicarbonato di Sodio o di Potassio che vengono espulsi attraverso il tubo erogatore per l'azione di un gas compresso, generalmente Azoto, presente nella parte superiore.

L'efficienza dell'estintore dipende quindi dallo stato della polvere e del gas; la polvere non deve solidificarsi, formando un blocco unico senza poter uscire, e la pressione del gas deve mantenersi entro un campo stabilito per poter spingere la polvere all'esterno con la forza necessaria.



Per questo è obbligatoria una verifica semestrale dell'estintore, documentata da un cartellino, mentre un manometro posto vicino alla valvola permette di controllare in ogni momento la pressione del gas (la lancetta deve stare nel campo verde)

**ESTINTORI A POLVERE**

Gas compresso

Polvere: bicarbonato di sodio e potassio

Mechanismi di azione:  
 SOFFOCAMENTO  
 RAFFREDDAMENTO  
 AZIONE CHIMICA (decomposizione dei carbonati a CO2)

ARIA

COMBUSTIBILE

Efficace su fuochi di classe:  
 A-SOLIDI  
 B - LIQUIDI  
 C - GAS  
 D - METALLI

La polvere è irritante per le vie respiratorie e può danneggiare le apparecchiature

### Estintori ad anidride carbonica



Gli estintori ad anidride carbonica contengono solamente il gas compresso liquefatto, che viene liberato agendo sulla valvola e si scarica all'esterno attraverso l'erogatore a bassissima temperatura. Il raffreddamento è tale da abbassare sotto allo zero anche la superficie del tubo erogatore; per questo gli estintori sono dotati di una manopola per afferrare il tubo erogatore ed evitare i rischi di congelamento alle mani durante l'uso.

Gli estintori ad anidride carbonica non vengono dotati di manometro, che misura solo la pressione della parte gassosa indipendentemente dalla quantità di gas liquefatto effettivamente contenuto.

**ESTINTORI A CO2**

Gas compresso

Mechanismi di azione:  
 RAFFREDDAMENTO  
 SOFFOCAMENTO

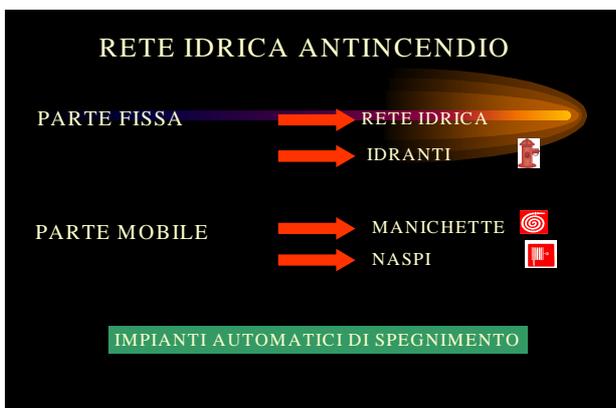
ARIA

COMBUSTIBILE

Efficace su fuochi di classe:  
 A-SOLIDI  
 B - LIQUIDI  
 C - GAS

Il gas in uscita arriva a -79°C NON DIRIGERE SULLE PERSONE

### IMPIANTI IDRICI



I sistemi che utilizzano acqua per lo spegnimento degli incendi possono essere IDRANTI o NASPI; in entrambi i casi si tratta di tubazioni flessibili collegate ad una rete fissa di distribuzione dell'acqua. Per i NASPI le tubazioni flessibili sono costruite in materiale plastico e sono arrotolate su rulli svolgibili alloggiati all'interno di appositi armadietti.

Gli IDRANTI hanno invece manichette in tubi dei naspi, arrotolate su loro stesse ed



tessuto, di diametro maggiore dei alloggiati in nicchie nei muri.



## **COSA FARE**

Suggerimenti pratici da seguire per la maggior parte delle emergenze

### **PRINCIPIO D'INCENDIO**

Gli incendi iniziano quasi sempre da un focolaio molto piccolo che rimane controllabile per un tempo limitato, e su cui è possibile intervenire con i mezzi di estinzione presenti ovunque nei luoghi di lavoro

In presenza di un focolaio di incendio devi:

- Dare immediatamente l'allarme: i soccorsi impiegheranno qualche tempo per arrivare, se l'azione di spegnimento che stai tentando non riesce avrai il loro aiuto prima che la situazione precipiti.
- Utilizzare prima gli estintori: sono più diffusi degli idranti e, nei primi momenti, gli impianti elettrici sono ancora attivi e l'acqua comporta rischio di folgorazione; dirigi il getto dell'estintore verso la base del fuoco.
- Aprire le finestre: farai uscire il fumo all'esterno e impedirai che la temperatura della stanza si innalzi fino al flash point.
- Se sei riuscito a spegnere il fuoco: procurati un estintore carico e rimani ancora in zona fino a che la massa bruciata non si è raffreddata, a volte il fuoco cova sotto la cenere e può riprendere.
- Non insistere nello spegnimento: se hai già utilizzato senza successo due estintori, se hai già esaurito un estintore carrellato o il fuoco si sta espandendo invece di ridursi, significa che il principio di incendio non è più controllabile ed occorre l'intervento dei Vigili del Fuoco.
- Se il fuoco non è controllabile: abbandona la stanza, chiudi la porta (non a chiave) e se possibile chiudi le fessure della porta con stoffa bagnata; impedirai che il fumo si diffonda

### **AMBIENTI INVASI DAL FUMO**

Il fumo è uno dei maggiori ostacoli alla fuga in caso di incendio, impedisce la visione e toglie il respiro, è comunque possibile trovare soluzioni che possono essere di aiuto:

- Il fumo si diffonde verso l'alto: il fumo occupa per prima cosa la parte alta delle stanze e dei corridoi e vicino al pavimento rimane uno spazio relativamente libero dal fumo; cammina abbassato, anche carponi, riuscirai a vedere e respirare più liberamente.
- Il fumo può essere filtrato: uno straccio o un fazzoletto bagnato davanti alla bocca possono già bloccare una parte delle polveri fini che formano il fumo; questo darà sollievo per un breve periodo, consentendoti di allontanarti dalla zona del fumo più denso. Nel allontanarti chinati e se del caso procedi carponi: eviterai di inalare il fumo che va verso l'alto.
- Per uscire da una stanza piena di fumo: cammina rasente alle pareti, seguendo il muro con la mano, prima o poi arriverai alla porta; se stai utilizzando un idrante, ricordati che la manichetta è quasi sempre collegata in corridoio se la segui farà da filo di Arianna, accompagnandoti fuori dalla stanza

### **TERREMOTO**

Il terremoto è un fenomeno naturale non prevedibile; dura molto poco, quasi sempre le scosse non durano più di un minuto.

In questi brevi momenti è importante non lasciarsi prendere dal panico e riflettere su cosa si sta facendo:

- Resisti all'impulso di fuggire all'esterno: la maggior parte dei feriti in scosse non disastrose viene colpito da oggetti che cadono dall'alto, cade dalle scale o inciampa nella fuga; prima di muoversi bisogna aspettare che la scossa sia finita e cercare un riparo all'interno della stanza.
- Puoi rifugiarti: sotto tavoli o scrivanie, nell'arco di una porta o rasente alle pareti, lontano da armadi o scaffali; il centro delle stanze è il posto più pericoloso, in cui è più probabile che cadano oggetti o si distacchi l'intonaco dai soffitti.
- Esci a scossa finita: all'esterno rifugiati lontano da edifici o tralicci.
- Nei luoghi affollati: occorre mantenere la calma, una fuga disordinata può intasare le vie di fuga e la calca può provocare più feriti che non la scossa.
- Prima di uscire: chiudi gli interruttori della corrente elettrica, chiudi le valvole di erogazione dei gas tecnici
- Non impegnare le linee telefoniche: le comunicazioni sono vitali in qualunque emergenza, resisti alla tentazione di chiamare casa o i conoscenti, nelle prime ore le linee devono essere riservate alle chiamate di soccorso.

### **BLOCCATI ALL'INTERNO DI UNA STANZA**

Nel corso di una emergenza incendio o dopo eventi sismici è possibile che si resti bloccati all'interno di stanze, o ci si trovi in zone le cui vie di uscita non sono praticabili.

In questi casi occorre segnalare all'esterno la propria presenza con ogni mezzo possibile.

Per richiamare l'attenzione di chi è all'esterno, è possibile attaccare o sventolare teli o lenzuola fuori da una finestra e sporgersi per avvertire le persone già uscite dall'edificio.

### **ALLAGAMENTI**

In caso di rottura di condotte idriche, quantità anche rilevanti di acqua possono riversarsi nei locali di lavoro provocando, oltre ai danni materiali, anche rischi per le persone.

Se ti accorgi che una perdita d'acqua non è controllabile:

- Richiedi al Centro Gestione emergenze o alla portineria di chiamare gli idraulici: dopo sarai libero di mettere in atto i primi interventi.
- Distacca la corrente elettrica: utilizza gli interruttori dei quadri elettrici generali, non avvicinarti alle apparecchiature in tensione quando c'è acqua sul pavimento.
- Cerca di non correre: i pavimenti bagnati possono essere scivolosi.
- Avvisa gli occupanti del piano sottostante: se la perdita non sarà bloccata è probabile che l'acqua arrivi fino a loro; non usare il telefono però.



### **Rischio Biologico:**

#### **A CURA DI:**

Polato, Chinni, Puro, Sossai, Spurio, Cervi, Fusilli, Gandolfo, Pignatari, Urini, Zanardo

#### **FINALITA':**

Un agente biologico è definito, secondo la normativa vigente (Art.267 del T.U.81/08), come "un qualsiasi microrganismo, anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano, che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni" in lavoratori esposti.

Esistono numerose tipologie di agenti biologici (quali i batteri, virus, funghi, etc) che sono comunemente presenti nell'ambiente e in taluni casi possono provocare l'insorgenza di malattie nell'uomo.

Tale possibilità dipende da molti fattori legati alle caratteristiche del singolo agente biologico, alle condizioni del soggetto esposto, alle condizioni ambientali ed alle modalità di esposizione o contatto.



In genere, nell'ambito delle attività svolte nelle Aziende Sanitarie, con maggior probabilità può avvenire la insorgenza di:

- malattie che si trasmettono con il sangue o altri liquidi biologici (es. epatiti, AIDS), in conseguenza di infortuni da puntura o ferita con strumenti contaminati o come conseguenza di contaminazione, con fluidi contenenti sangue, delle mucose (es. occhi, naso, bocca)
- malattie che si trasmettono per via aerea (es. Tubercolosi, morbillo) o per aerosol (es. meningite), nel caso di contatto molto ravvicinato e/o prolungato con un malato in fase contagiosa (per lo più quindi ha scarso significato un contatto occasionale o fugace).

Il rischio di esposizione ad agenti biologici deve quindi essere considerato, valutato, prevenuto.

La probabilità che avvenga trasmissione di malattia, ad esempio in conseguenza di una puntura con ago proveniente da paziente sicuramente infettante ad esempio da epatite C, sono inferiori all' 1% così come nel caso di malattie trasmesse per via aerea il contatto stretto con malati non significa affatto in modo automatico la trasmissione di malattia; ciò rende ragione del fatto che per fortuna sia molto raro il verificarsi di malattie in conseguenza di infortuni a rischio biologico. Anche se rari, questi casi si verificano in modo preponderante per gli operatori addetti all'assistenza.

Anche se per fortuna pochissimi sono i casi in cui si sviluppa malattia in conseguenza di un infortunio a rischio biologico, per gli operatori delle Aziende Sanitarie è necessario raggiungere sufficienti livelli di conoscenza sul rischio biologico affinché ciascuno assuma coscientemente comportamenti adeguati al fine di prevenire tale rischio e cioè possa con motivazione adottare ed applicare le regole di "buon senso" destinate a minimizzare il rischio da agenti biologici.

#### **OBIETTIVI:**

Alla fine del percorso formativo, ciascuno per il suo livello dovrà:

- sapere cosa si intende per rischio da agenti biologici
- conoscere le principali occasioni di rischio che si possono presentare
- acquisire le principali regole di "buon senso" ed i comportamenti finalizzati a minimizzare tale rischio
- conoscere le precauzioni standard e le misure di isolamento in ospedale
- avere coscienza dei rischi connessi con l'esecuzione di procedure a rischio di esposizione (Exposure Prone Procedures)
- conoscere le procedure aziendali da adottare in caso di infortunio a rischio biologico.

#### **CONTENUTI:**

- Definizione di agente biologico e rischio biologico
- Meccanismi di difesa dalle infezioni
- Classificazione degli agenti biologici dannosi per l'uomo
- Vie di trasmissione delle malattie da agenti biologici
- Definizione del livello di rischio per le attività considerate
- Regole elementari di comportamento nei confronti del rischio biologico
- Cosa fare in caso di incidente
- Vaccinazioni raccomandate
- Precauzioni standard
- Misure di isolamento per malattie trasmesse per via aerea
- Misure di isolamento per malattie trasmesse per aerosol (droplets)
- Misure di isolamento per malattie trasmesse per contatto
- Definizione del livello di rischio per le attività considerate (che prevedono assistenza diretta a pazienti senza tuttavia esecuzione di Exposure Prone Procedures)
- Procedure in caso di contatto con Tbc, Scabbia, Meningite meningococcica
- Procedure in caso di infortunio a rischio biologico

- Definizione ed esemplificazione delle Exposure Prone Procedures
- Definizione del livello di rischio per le attività considerate (che prevedono assistenza diretta a pazienti con esecuzione di Exposure Prone Procedures)
- Possibilità di trasmettere malattie specie nel corso di exposure prone procedures da parte di operatori sanitari sieropositivi a pazienti suscettibili

### SVILUPPO DEI CONTENUTI DEL LIVELLO 3 di approfondimento

- Il rischio biologico è la possibilità di contrarre una malattia infettiva nel corso di attività lavorative che comportano esposizione ad agenti biologici.
- La norma definisce Agente biologico qualsiasi microrganismo anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni.
- Gli agenti biologici possono essere batteri (es. le salmonelle che provocano il tifo, il micobatterio della Tuberculosis), virus (es. i virus delle epatiti, dell'influenza, dell'AIDS), funghi (es. i miceti che provocano la candidosi o l'aspergillosi), microrganismi formati da più cellule (es. gli acari della scabbia o alcuni parassiti intestinali) che, relativamente agli esempi sopra citati, possono infettare l'uomo, ma sono rappresentati anche da moltissime altre "specie" che non costituiscono necessariamente pericolo per l'uomo.
- Gli agenti biologici così definiti esistono da molto prima che esistesse l'uomo; sono presenti in enorme quantità e varietà nell'ambiente in cui viviamo, sulla nostra superficie corporea ed all'interno del nostro organismo. Gli uomini nella loro evoluzione si sono sviluppati tenendo conto di questa realtà. Ciò vuol dire che non siamo destinati a vivere in un ambiente sterile e cioè privo di agenti biologici, ma siamo naturalmente attrezzati per convivere con essi e per difenderci da essi se necessario
- Il rapporto che abbiamo con gli agenti biologici presenti nel nostro mondo è così stretto che non ne potremmo fare a meno: gran parte delle vitamine che ci servono sono prodotte dai batteri che colonizzano il nostro intestino; se non fossimo colonizzati da batteri "buoni" sulla superficie del nostro corpo saremmo più facilmente preda di infezioni che a partire dalla pelle potrebbero invadere tutto il nostro organismo; senza agenti biologici specifici non esisterebbe il pane lievitato, il vino, la birra, i formaggi, i salumi, lo yogurt, etc etc.
- "Generalmente" gli agenti biologici "pericolosi" per l'uomo sono suoi ospiti stretti e cioè vivono bene all'interno dell'organismo in condizioni per loro ideali di temperatura, umidità, ossigenazione, nutrimento, etc. Ciò vuol dire che al di fuori di esso (ad esempio negli ambienti di vita o di lavoro, pavimenti, filtri dei fan coil, tubature, etc) quasi tutti sopravvivono con difficoltà e, se sopravvivono, stentano a moltiplicarsi e possono perdere gran parte delle loro capacità aggressive.
- Oltre che per queste criticità "ambientali", il contatto fra uomo ed agenti biologici in grado di provocare infezione non comporta automaticamente che si verifichi la malattia anche in considerazione del fatto che, come abbiamo già visto, siamo naturalmente in grado di difenderci. Perché l'evento malattia si verifichi è necessario che si verifichi una o più delle seguenti condizioni:
  - Vengano saltate le difese naturali (es. ferita che produca una lesione di continuità o leda le difese della pelle);
  - Sia presente un grande numero di agenti infettanti (ad es. si sia esposti ad una elevata quantità di bacilli della Tbc da un soggetto con una caverna tubercolare aperta con cui ci sia un contatto stretto e prolungato quale quello di un familiare convivente)
  - L'agente biologico sia particolarmente aggressivo (es. forme batteriche resistenti agli antibiotici o in grado di produrre sostanze tossiche, virus particolarmente attivi, etc.)
  - Le difese dell'organismo siano significativamente indebolite (es. malattie che immuno-deprimono come l'AIDS o il diabete, oppure a seguito di: cure con cortisone o immuno-soppressori per prevenire il rigetto, grandi traumi, interventi chirurgici, etc)
 In questo caso l'agente biologico pericoloso può prendere il sopravvento sulle naturali difese dell'organismo e possiamo ammalarci.
- Va comunque precisato che la pelle integra costituisce una difesa ottima contro gli agenti biologici e rappresenta per loro un ostacolo sostanzialmente insormontabile. La cute deve essere integra in quanto bastano anche minime lesioni di continuo perché la penetrazione possa avvenire. In particolare è bene conoscere la azione protettiva del "film lipidico" cutaneo che deve quindi essere preservato quanto più possibile evitando

l'uso eccessivo di saponi aggressivi verso questa difesa naturale.

- o Gli agenti biologici in grado di provocare, in alcune condizioni, malattie nell'uomo sono classificati dal D.Lgs 626/94 in 4 gruppi:



-GRUPPO 1: poche probabilità di causare malattie negli uomini

-GRUPPO 2:

può causare malattia agli uomini e costituisce rischio per i lavoratori; poco probabile diffusione in comunità; disponibili misure profilattiche/ terapeutiche. Es. Stafilococchi, Salmonelle (non typhi), Epatite A

-GRUPPO 3:

può causare grave malattia agli uomini e costituisce rischio per i lavoratori; può propagarsi in comunità; possibili misure profilattiche/terapeutiche. Es. TBC, AIDS, Epatite B, Epatite C, Rickettsia, brucella

-GRUPPO 4:

può causare gravi malattie a uomini e lavoratori. Elevato rischio di propagazione in comunità, non disponibili misure profilattiche e/o terapeutiche. Es. virus Lassa, Ebola

Vi sono inoltre altri fattori che partecipano al processo infettivo e sono: la resistenza o la suscettibilità dell'ospite, la via di esposizione e la dose di agenti infettanti. Inoltre la suscettibilità dell'ospite è determinata da molti fattori tra i quali l'età, l'origine etnica, il sesso, lo stato di salute, la gravidanza e le vaccinazioni eseguite. La valutazione del rischio è un processo complesso che richiede l'identificazione di numerosi fattori. Nel caso specifico di attività che possono comportare un rischio di esposizione ad agenti biologici, si deve determinare la natura del rischio, il grado di esposizione e la durata dell'esposizione, in modo da poter valutare i rischi per la salute o la sicurezza dei lavoratori e determinare le misure da adottare.

I rischi connessi all'esposizione o alla manipolazione di agenti biologici sono generalmente associati ad un possibile contatto tra l'operatore, o la comunità in generale, ed il microrganismo. Pertanto si devono prendere in considerazione i seguenti parametri:

- il rischio proprio del microrganismo
- il rischio dell'attività

Per il rischio proprio del microrganismo si deve, in primo luogo, prendere in considerazione la classificazione degli agenti biologici (il gruppo di appartenenza) e quindi determinarne la pericolosità. Tale pericolosità è influenzata da molteplici fattori tra cui:

- Il potere patogeno, cioè la capacità di un agente di causare malattie che varia a seconda del sottotipo, ceppo o resistenza dell'agente biologico. Ad esempio il virus Ebola è considerato di massima pericolosità ed è quindi collocato in gruppo

4. Il ceppo pericoloso però è Ebola Zaire mentre Ebola Reston sembra non causare malattia nell'uomo. Escherichia Coli è un normale saprofito della flora intestinale, però il ceppo 0157H7 è mortale per l'uomo.

- La virulenza, che rappresenta il grado di patogenicità. La virulenza dipende dall'infettività e dalla gravità della malattia provocata dall'agente biologico ed è influenzata dalla modalità di trasmissione dell'infezione. Ad esempio le spore del bacillo antrace, quando sono inalate possono causare una polmonite fatale, ma se introdotte attraverso la pelle causano una lesione cutanea. Fino a quando non si conosce con certezza la virulenza di un ceppo isolato sarebbe bene considerare tale ceppo patogeno e virulento.

- La dose infettiva. Generalmente campioni diluiti di agenti con bassa infettività sono più pericolosi di campioni concentrati di agenti con elevata infettività.

- La gravità della malattia e la disponibilità di trattamenti terapeutici efficaci. Ad esempio lo stafilococco aureo, che è un comune abitante della cute umana e può causare una grande varietà di patologie generalmente curabili con antibiotici, è classificato come agente biologico di gruppo 2; il bacillo antrace, seppure fatale per inalazione, appartiene al gruppo 3 in quanto è sensibile agli antibiotici; virus capaci di determinare gravissime patologie come HIV e HCV rientrano nel gruppo 3 in quanto non trasmissibili o poco trasmissibili per via aerea.

- Il metodo di trasmissione dell'agente infettivo. La via di trasmissione di un determinato agente può essere singola o multipla. Alcuni agenti infettivi possono essere trasmessi attraverso vie multiple.



1. Per via parenterale: trasmissione degli agenti biologici in grado di provocare malattie (d'ora in poi chiamati agenti patogeni) attraverso il sangue o liquidi biologici contenenti sangue. Ad esempio pungendosi con un ago usato su un paziente infetto, o ferendosi con oggetti contaminati da sangue altrui, o contaminandosi le mucose (occhi, naso, bocca) con tali fluidi. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio l'AIDS, l'epatite B, l'epatite C.

2. Per via aerea: gli agenti patogeni sono emessi dalle vie aeree dei pazienti infettanti in piccolissime particelle in grado di restare a lungo sospese nell'aria che possono quindi essere ri-respirate da soggetti recettivi. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio la Tuberculosis, il morbillo, la varicella.

3. Per goccioline (droplets): gli agenti patogeni sono emessi dalle vie aeree dei pazienti infettanti in particelle più grossolane che in breve spazio (1 metro) cadono a terra. In caso di contatto ravvicinato (entro 1 metro) tali particelle possono contaminare soggetti recettivi. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio la meningite meningococcica, la pertosse.

4. Per contatto: gli agenti patogeni presenti sulla superficie corporea dell'organismo infetto, possono infettare la superficie corporea di un soggetto suscettibile. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio l'herpes, la scabbia. Il meccanismo descritto riguarda le malattie trasmesse per contatto diretto. Esiste anche la possibilità che alcuni agenti patogeni possono sopravvivere nell'ambiente ed essere veicolati da vettori (insetti, come ad es. nel caso della malaria) o da veicoli in quanto persistono sulle superfici degli ambienti o su oggetti ( ad es. posate, vestiti, strumenti usati per l'assistenza, etc). Il meccanismo di trasmissione per mezzo di vettori o veicoli riguarda le malattie trasmesse per contatto indiretto. In alcuni casi questi meccanismi sono obbligati: ad esempio non si trasmette la malaria senza il "vettore" zanzara anofele, la legionellosi non si trasmette generalmente per contagio interumano (da soggetto malato a soggetto sano), ma dall'aria o dall'acqua contaminate in impianti maltenuti.

5. Per via orofecale: eventuali oggetti, cibi, o altro contaminati con le feci di malati infetti portati alla bocca di soggetti recettivi possono comportare in questi ultimi infezione. Ad esempio mancanza di igiene nella preparazione dei cibi da parte di operatori che non si lavano sufficientemente le mani dopo aver espletato le proprie funzioni corporali. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio le salmonellosi compreso il tifo.

6. Per via sessuale: trasmissione attraverso il contatto sessuale. Generalmente per agenti patogeni estremamente delicati che non sopravvivono all'ambiente esterno nemmeno per brevi periodi. Malattie trasmesse con questo meccanismo sono ad esempio la sifilide e la gonorrea;



Il simbolo indica la presenza di rischio da agenti biologici potenzialmente pericolosi in ambienti (laboratori, cabine di sicurezza, etc.) o apparecchiature. Fare riferimento a procedure aziendali per il corretto comportamento operativo in queste aree di lavoro. Va precisato che il simbolo non è presente generalmente fuori dalle stanze di degenza.

In ambiente ospedaliero, ad eccezione degli ambienti di ufficio senza contatto con pazienti ed indipendentemente dal profilo professionale, vanno comunque osservate delle semplici regole di comportamento di "buon senso" :



- In ambiente di lavoro vanno usati abiti da lavoro a manica lunga diversi da quelli della vita civile
- È vietato bere, mangiare, fumare in ambiente di lavoro; meglio anche evitare di truccarsi, indossare monili/anelli



## Rischio Chimico:

### A CURA DI

Sossai, Zanardo, Accorsi, Odone, Cappiello, Tegaccia, Cesaroni, Borla, Gasco, Doria, Pignatari, Camporeale, Polato

### Finalità:

Fornire ai dipendenti neo assunti le principali conoscenze sul corretto utilizzo delle principali sostanze chimiche in utilizzo in ambiente sanitario.

### Obiettivo:

- conoscere i rischi delle principali sostanze chimiche
- conoscere le principali procedure per limitare i possibili danni causati da alcune sostanze chimiche

### Contenuti:

#### INFORMAZIONI SPECIFICHE DEL LIVELLO 3

- Durante l'utilizzo di un qualsiasi agente chimico è vietato fumare, bere, mangiare, utilizzare cosmetici.
- I farmaci antitumorali non sono considerati prodotti chimici, ma sono potenzialmente pericolosi per la salute.
- Occorre seguire le linee guida per limitare l'esposizione a sostanze potenzialmente pericolose ( gas anestetici, formaldeide)
- Prima di utilizzare un prodotto chimico occorre munirsi degli adeguati Dispositivi di Protezione Individuale e lavorare con l'ausilio di Dispositivi di Protezione Collettiva (dove previsti).
- In caso d'incidente attenersi alle procedure previste

### Definizione di agente chimico, rischio chimico, sostanze e preparati

**Agente chimico:** Tutti i prodotti chimici utilizzati durante il turno di lavoro anche se non potenzialmente dannosi per la salute.

**Rischio chimico:** Rischio connesso all'utilizzo ed alla manipolazione di agenti chimici pericolosi.

• Miscela o **Sostanze:** Gli elementi chimici ed i loro composti allo stato naturale o ottenuti mediante qualsiasi procedimento di produzione.

**Preparati** soluzioni costituite da più sostanze.

## I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

IN PARTICOLARE OCCORRE RIFERIRSI A SOSTANZE E PREPARATI:

- ESPLOSIVI
- COMBURENTI (Ossigeno)
- ESTREMAMENTE INFIAMMABILI (R12- os. etilene)
- FACILMENTE INFIAMMABILI (R11 – Toluene)
- INFIAMMABILI (R10 - xilene)

- MOLTO TOSSICI (T+)
- TOSSICI (T – formaldeide)
- NOCIVI (Xn – clorobenzene)
- CORROSIVI (C – acido cloridrico)
- IRRITANTI (Xi – dimetilammina)

- CANCEROGENI
- MUTAGENI
- TASSI PER IL CICLO RIPRODUTTIVO

## Procedure

Prima di usare un qualsiasi prodotto chimico l'operatore deve essere formato, avere le informazioni adeguate per il suo utilizzo, meglio se attraverso procedure scritte; anche le procedure di emergenza in caso di incidenti devono essere disponibili all'interno della propria Unità Operativa.

## Identificazione della sostanza

Gli strumenti che permettono l'identificazione del prodotto sono:

*a) l'Etichetta*

*b) la Scheda di Sicurezza.*

L'Etichetta deve essere presente su ogni confezione del prodotto in modo tale da permetterne l'immediata identificazione da parte dell'operatore.

La Scheda di Sicurezza contiene tutte le informazioni necessarie all'operatore per impiegare in modo corretto e sicuro qualsiasi sostanza chimica.

### a) Etichette

Prima di utilizzare qualsiasi prodotto chimico è necessario leggere attentamente l'etichetta e la relativa scheda di sicurezza.

I prodotti devono essere manipolati solamente da personale qualificato e addestrato alle corrette procedure e a conoscenza dei potenziali pericoli, in modo da essere in grado di intervenire in situazioni di emergenza (vedi contaminazione ambientale e personale).

È necessario evitare l'utilizzo di sostanze i cui recipienti non riportano una chiara indicazione del contenuto.

Le informazioni riportate in etichetta devono essere le seguenti:

- Nome commerciale del preparato;
- Nome chimico dei componenti più significativi dal punto di vista tossicologico;
- Pittogramma di rischio preminente;
- Frasi R (frasi di rischio);
- Frasi S (consigli di prudenza);
- Quantità;
- Nome, indirizzo, numero telefonico del fabbricante / importatore / distributore.

L'importanza di identificare un prodotto chimico è ancor più rilevante quando, per esigenze di lavoro, si preparano aliquote, si effettuano diluizioni o si preparano miscele di sostanze. Infatti in questo caso, è l'operatore che deve riportare su un'etichetta le informazioni che permetteranno a chiunque di identificare il contenuto e quindi precisare:

- I costituenti del preparato;
- La concentrazione dei componenti;
- La data della preparazione;
- Le frasi di rischio dei componenti puri;
- Il pittogramma di rischio preminente;
- Il nome dell'operatore.

E' da sottolineare che qualora vengano apportate delle modifiche al contenuto l'etichetta deve essere aggiornata al reale contenuto del contenitore.

## Simbologia di pericolo: Pittogrammi.

<p>T+</p>  <p>Molto Tossico</p>	<p><b>Altamente tossico</b>  <b>Pericolo:</b> sostanze molto pericolose per la salute, per inalazione, ingestione o contatto con la pelle, e che possono causare la morte. Possibilità di effetti irreversibili da esposizioni occasionali, ripetute o prolungate.  <b>Precauzioni:</b> Evitare qualsiasi contatto e consultare immediatamente un medico in caso di malessere.</p>	<p>F+</p>  <p>Estremamente Infiammabile</p>	<p><b>Estremamente infiammabile</b>  <b>Pericolo:</b> 1. Liquidi con punto di infiammabilità inferiore a 0°C e con punto di ebollizione/punto di inizio di ebollizione non superiore a 35 °C.  <b>Precauzioni:</b> Conservare lontano da qualsiasi fonte di accensione.  <b>Pericolo:</b> 2. Sostanze gassose infiammabili a contatto con l'aria a temperatura ambiente e pressione atmosferica.  <b>Precauzioni:</b> Evitare la formazione di miscele aria-gas infiammabili e tenere lontano da fonti di accensione.</p>
<p>T</p>  <p>Tossico</p>	<p><b>Tossico :</b>  qualsiasi sostanza chimica o materiale che sia stato provato causare danni acuti o cronici all'organismo</p>	<p>F</p>  <p>Facilmente Infiammabile</p>	<p><b>Facilmente infiammabile:</b>  <b>Pericolo:</b> 1. Sostanze autoinfiammabili. Prodotti chimici infiammabili all'aria.  <b>Precauzioni:</b> Conservare lontano da qualsiasi fonte di accensione.  <b>Pericolo:</b> 2. Sostanze sensibili all'umidità. Prodotti chimici che a contatto con l'acqua formano rapidamente gas infiammabili.  <b>Precauzioni:</b> Evitare il contatto con umidità o acqua.  <b>Pericolo:</b> 3. Liquidi con punto di infiammabilità inferiore a 21°C.  <b>Precauzioni:</b> tenere lontano da fiamme libere, sorgenti di calore e scintille.  <b>Pericolo:</b> 4. Sostanze solide che si infiammano facilmente dopo breve contatto con una fonte di accensione.  <b>Precauzioni:</b> Evitare qualunque contatto con fonti di accensioni.</p>
<p>Xn</p>  <p>Nocivo</p>	<p><b>Nocivo:</b>  <b>Pericolo.</b> Nocivo per inalazione, ingestione o contatto con la pelle. Possibilità di effetti irreversibili da esposizioni occasionali, ripetute o prolungate.  <b>Precauzioni:</b> Non respirare i vapori ed evitare il contatto, inclusa inalazione di vapori, e in caso di malessere consultare il medico.</p>	<p>O</p>  <p>Comburente</p>	<p><b>Comburente :</b>  <b>Pericolo:</b> Sostanze ossidanti che possono infiammare materiale combustibile o alimentare incendi già in atto, rendendo più difficili le operazioni di spegnimento.  <b>Precauzioni:</b> Tenere lontano da materiale combustibile.</p>

<p>C</p>  <p>Corrosivo</p>	<p><b>Corrosivo :</b>  <b>Pericolo:</b> Prodotti chimici che per contatto distruggono sia tessuti viventi sia attrezzature.  <b>Precauzioni:</b> Non respirare i vapori e evitare il contatto con pelle, occhi e indumenti.</p>	<p>E</p>  <p>Esplosivo</p>	<p><b>Esplosivo :</b>  <b>Pericolo:</b> Questo simbolo indica prodotti che possono esplodere in determinate condizioni.  <b>Precauzioni:</b> Evitare urti, attriti, scintille, calore.</p>
<p>Xi</p>  <p>Irritante</p>	<p><b>Irritante:</b>  <b>Pericolo:</b> Questo simbolo indica sostanze che possono avere effetto irritante per pelle, occhi e apparato respiratorio.  <b>Precauzioni:</b> Non respirare i vapori ed evitare il contatto con pelle e occhi.</p>	<p>N</p>  <p>Pericolo per l'ambiente</p>	<p><b>Pericoloso per l'ambiente:</b>  <b>Pericolo:</b> Sostanze nocive per l'ambiente acquatico (organismi acquatici, acque) e per l'ambiente terrestre (fauna, flora, atmosfera), o che a lungo termine hanno effetto dannoso.  <b>Precauzioni:</b> Non disperdere nell'ambiente.</p>

## b) Schede di sicurezza

Per ogni prodotto chimico presente nell'Unità Operativa deve essere disponibile la relativa scheda di sicurezza.

Le schede sono composte da 16 punti, sono una vera e propria guida alla manipolazione sicura da parte di chi utilizza professionalmente un prodotto pericoloso; vanno conservate nel luogo di lavoro per una facile e rapida consultazione.

Le schede di sicurezza devono contenere le seguenti informazioni:

1. Identificazione del preparato e della società che lo produce
2. Composizione - informazione sugli ingredienti
3. Identificazione dei pericoli
4. Misure di primo soccorso
5. Misure antincendio
6. Misure in caso di fuoriuscita accidentale
7. Manipolazione e stoccaggio
8. Controllo dell'esposizione / protezione individuale
9. Proprietà fisico-chimiche
10. Stabilità e reattività
11. Informazioni tossicologiche
12. Informazioni ecologiche
13. Considerazioni sullo smaltimento
14. Informazioni sul trasporto
15. Informazioni sulla regolamentazione
16. Altre informazioni

## Deposito

Nei luoghi di lavoro, in particolare nei laboratori, nella farmacia e presso le officine sono presenti "depositi" contenenti le sostanze chimiche necessarie all'attività lavorativa.

Nei depositi le sostanze chimiche devono essere stoccate secondo classi di compatibilità per le quali si può fare riferimento a specifiche tabelle; in base ad esse si deve evitare di posizionare vicine sostanze che in caso di contatto produrrebbero reazioni chimiche pericolose.

È comunque opportuno riferirsi ad alcune indicazioni generali:

- o Mantenere separati gli Acidi e le Basi;
- o Mantenere gli infiammabili separati dagli altri prodotti e lontano da possibili fonti di innesco (calore, scintille; ecc...). Gli infiammabili, se presenti in quantità significative (>10 l), è preferibile siano conservati negli appositi armadi certificati.

Qualora liquidi e solidi siano depositati nello stesso armadio i liquidi devono essere posti in basso.

## **Farmaci Antiblastici**

Le vie di contaminazione più frequenti del personale addetto sono:

- per inalazione (polveri, aerosol, vapori) durante l'utilizzo;
- per contatto cutaneo.

Quelle meno usuali sono:

- per contatto mucoso, delle congiuntive oculari e orofaringee (spruzzi in fase di preparazione e somministrazione);
- per via digestiva (ingestione di cibi o bevande contaminate).

Nei protocolli sono riportate le corrette tecniche ed i mezzi protettivi adeguati per effettuare la manipolazione dei farmaci antiblastici in sicurezza.

Vista la potenziale pericolosità di questi farmaci le priorità preventive che devono essere considerate nell'ambito delle attività dove sono presenti questi farmaci sono:

- centralizzazione dell'attività di preparazione per tutto il presidio ospedaliero in locali espressamente ideati e separati dalle altre attività;
- attività di manipolazione degli antiblastici effettuata solo da personale debitamente formato.

Quanto sopra consente di evitare la diffusione del contaminante e di limitare il numero degli addetti esposti.

## **Effetti nocivi dei chemioterapici antiblastici**

La patologia allergica è la più descritta in concomitanza all'uso professionale dei farmaci antiblastici.

Le patologie più frequenti possono essere:

dermatopatia delle mani, orticaria, prurito, riniti, asma bronchiale edema della glottide e nei casi più gravi shock anafilattico.

Alcuni di questi farmaci (mostarda azotata, Doxorubicina, vincristina, mitomicina) hanno proprietà vescicanti (reazioni tissutali che portano alla formazione di vesciche) oltre che irritanti.

## **Chemioterapici antiblastici valutati dallo IARC come cancerogeni o sospetti tali:**

### Gruppo 1: cancerogeni

- Busulfano
- Ciclofosfamide
- Clorambucile
- Metil-ccnu
- Melphalan

### Gruppo 2a: probabilmente cancerogeni

- Adriamicina
- Carmustina
- Cisplatino
- Lomustina
- Procarbazina
- Thiotepa

### Gruppo 2b: possibilmente cancerogeni

- Bleomicina
- Dacarbazina
- Daunoblastina
- Mitomicina c

## **Procedure di sicurezza prima di iniziare la preparazione**

Il personale addetto alla preparazione dei farmaci deve sempre:

1. accendere la cappa almeno 20 minuti prima di iniziare a preparare i farmaci per permettere la stabilizzazione del flusso di ventilazione
2. prima dell'avviamento, verificare il funzionamento della cappa controllando che non sia acceso nessun segnale di allarme dei vari parametri controllati dai sensori della cappa (es.: flussi in entrata ed in uscita, corretta chiusura del vetro di protezione, ecc.)
3. una volta trascorsi 20 minuti dall'accensione della cappa, pulire il piano con garza imbevuta con ipoclorito di sodio almeno all'1%, procedendo dal bordo interno frontale

- verso quello esterno e dai bordi periferici verso il centro.
4. durante la pulizia della cappa l'impianto di aspirazione deve essere sempre tenuto acceso (la suddetta pulizia deve essere eseguita anche dopo un versamento accidentale)
  5. preparare tutto l'occorrente per la fase successiva

#### **Procedure di sicurezza durante la preparazione**

1. stendere sul piano della cappa un telino monouso assorbente nella parte superiore, impermeabile nella parte inferiore, facendo attenzione a non ostruire le griglie di ripresa dell'aria. Il telino deve essere cambiato alla fine della preparazione e dopo ogni eventuale versamento accidentale;
2. evitare di introdurre sotto cappa cartelle, fogli, ecc.;
3. porre sul piano solo l'occorrente strettamente necessario alla preparazione, vale a dire:
  - i contenitori e i farmaci necessari alla preparazione;
  - le garze;
  - la carta d'alluminio necessaria a rivestire i flaconi se il farmaco è fotosensibile;
  - il contenitore con ipoclorito di sodio almeno all'1% per la decontaminazione;
  - il contenitore con il disinfettante;
  - il contenitore rigido per i rifiuti ospedalieri.

#### **Procedure di sicurezza al termine della preparazione**

1. togliere il telino e gettarlo nel contenitore per rifiuti posto sul piano della cappa;
2. chiudere il contenitore per i rifiuti e, se pieno, eliminarlo come rifiuto ospedaliero previa decontaminazione con ipoclorito di sodio;
3. togliere dal piano cappa il contenitore dell'ipoclorito di sodio (previa decontaminazione);
4. pulire il piano della cappa (procedendo come descritto in precedenza), la parte sottostante il piano e le pareti interne utilizzando solo delle garze imbevute di ipoclorito di sodio;
5. spegnere la cappa almeno 20 minuti dopo aver terminato la pulizia;
6. chiudere il vano di lavoro con l'eventuale sportello di chiusura amovibile.

**Tabella 1.** Neutralizzanti di alcuni farmaci antitumorali

Carmustina, Doxorubicina, Epirubicina	Lavare con soluzione di sodio bicarbonato e poi con acqua e sapone
Dactionomicina	Lavare con soluzione di sodio fosfato e poi con acqua
Mecloretamina	Lavare con soluzione di sodio tiosolfato o bicarbonato al 5% e poi con acqua
Farmorubicina, Mitomicina	Lavare con soluzione di sodio bicarbonato all'8,4% seguito da acqua e sapone
Cis-platino	Lavare con abbondante quantità di acqua. E' possibile, in alcuni individui, una reazione allergica. In questi casi consultare il medico
Ifosfamide, Melfalan, Methotrexate, Mitoxantrone, Thiotepa, Vinblastina, Vincristina	Lavare abbondantemente con acqua e poi con acqua e sapone

#### **Detergenti, Disinfettanti, Sterilizzanti**

In ambito sanitario la maggior parte degli operatori, quasi a livello quotidiano, utilizza sostanze chimiche per la detersione, la disinfezione o la sterilizzazione.

Tralasciando i meccanismi con i quali le sostanze chimiche riescono ad effettuare tali operazioni, e tralasciando anche le classificazioni delle operazioni stesse qui di seguito tratteremo le caratteristiche chimiche di alcune delle sostanze utilizzate più frequentemente.

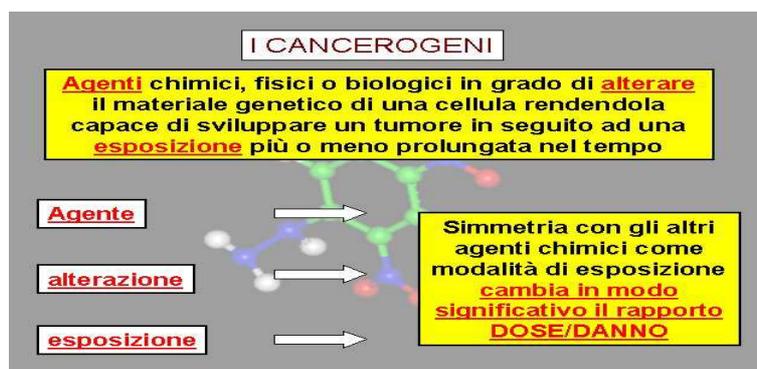
#### **Formaldeide**

La formaldeide è una sostanza utilizzata in ambiente ospedaliero. E' stata recentemente classificata dall'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro ( IARC) come cancerogena per l'uomo ( gruppo 1) e per tale motivo si cerca di eliminarla seguendo, anche, le raccomandazioni della Circolare del Ministero della Sanità 57/83 che ne suggeriva il

progressivo abbandono. E' un gas molto volatile e solitamente utilizzato in soluzione acquosa. E' irritante per le mucose, può causare anche allergie e dermatiti. Si riportano di seguito le indicazioni per un corretto uso della formaldeide.

#### Linee guida per l'uso della Formaldeide

- limitare l'impiego della aldeide formica ai soli casi strettamente necessari;
- utilizzare sotto cappa chimica;
- durante l'utilizzo usare i guanti monouso e occhiali protettivi;
- le operazioni di travaso devono essere effettuate con efficaci sistemi di protezione delle vie respiratorie ( es. FFP1 con carbone, FFP3, semimaschera o maschera pieno facciale con filtri specifici ecc. ).



Il D.Lgs. 626/94 stabilisce a carico del datore di lavoro la valutazione dell'esposizione ad agenti cancerogeni; in base ad essa i lavoratori per i quali sia stato evidenziato un rischio per la salute, sono iscritti in un registro nel quale è riportata l'attività svolta, l'agente cancerogeno utilizzato e, dove noto, il valore dell'esposizione a tale agente. Copia del registro viene consegnata all'ISPEL ed all'organo di vigilanza competente per territorio.

#### **Glutaraldeide (Aldeide Glutarica)**

Sostanza utilizzata per la disinfezione di materiali non autoclavabili, è classificata come sostanza nociva che può provocare dermatiti da contatto ed è irritante per le vie respiratorie. L'uso di tale sostanza è ormai modesto in quanto si va procedendo alla sostituzione con metodologie di sterilizzazione alternative, di pari se non superiore efficacia e con assenza di effetti indesiderati per gli operatori (acido peracetico); laddove ancora presente devono essere adottate le precauzioni riportate di seguito.

#### Linee guida per l'uso della Aldeide Glutarica

Utilizzare, possibilmente, la glutaraldeide in sistemi chiusi ( es. lavatrici automatiche)

- limitare l'impiego della glutaraldeide ai soli casi strettamente necessari;
- le vaschette devono essere posizionate sotto impianto di aspirazione dei vapori o in ambiente in cui sia possibile un frequente ricambio aria e lontano da postazioni lavoro;
- le vaschette, dotate di coperchio, devono restare aperte solo per il tempo necessario alle operazioni di inserimento e prelievo dei materiali;
- durante le operazioni di inserimento e prelievo gli operatori dovranno indossare guanti protettivi, dispositivi di protezione delle vie respiratorie simili a quelli raccomandati per la formaldeide e occhiali a mascherina.

#### **Acido peracetico**

Svolge la sua azione disinfettante, liberando ossigeno attivo.

Le soluzioni concentrate sono fortemente acide e corrosive, le soluzioni diluite d'uso sono generalmente tamponate a pH neutro e possono causare irritazioni cutanee e delle mucose. Esistono diverse formulazioni commerciali.

Non tutti i materiali sono compatibili con l'acido per acetico (riferirsi alle istruzioni del produttore).

Il prodotto è biodegradabile (si decompone in acido acetico, ossigeno ed acqua) e, a differenza della glutaraldeide, può essere generalmente scaricato nella rete fognaria.

Per l'utilizzo attenersi alle indicazioni riportate nella scheda di sicurezza.

#### **Acqua Ossigenata (Perossido d'Idrogeno)**

E' una sostanza incompatibile con molti composti chimici perciò non deve mai essere mescolata con altri disinfettanti. Le soluzioni da utilizzare in ambito sanitario sono quelle aventi concentrazioni ai 10 - 12 volumi di perossido di idrogeno.

## **Ipoclorito**

Gli Ipocloriti si decompongono grazie all'azione del calore e degli acidi perciò si deve fare attenzione durante l'utilizzo delle soluzioni contenenti ipoclorito perché a contatto con acidi si sviluppa acido ipocloroso i cui vapori sono altamente irritanti per le vie respiratorie.

## **Composti Fenolici**

Sostanze derivanti dal fenolo, sostanza tossica, che hanno buona attività germicida anche se hanno odore sgradevole ed azione irritante. Si possono sviluppare tossicità locali (irritazione sino a necrosi) e sistemica (stimolazione S.N.C., depressione cardiovascolare). Vengono solitamente utilizzate per la disinfezione di latrine ed escrementi.

## **Sali di Ammonio Quaternario**

Sono disinfettanti di basso costo ben tollerati e scarsamente tossici alle concentrazioni d'uso. Comunque ad alte concentrazioni sono irritanti per la cute e le mucose.

La problematica connessa con l'uso corretto degli antisettici e disinfettanti, correlato anche agli ambienti da trattare, è stata oggetto, negli anni passati, di particolare attenzione consentendo di individuare prodotti efficaci che peraltro inducessero il minor rischio possibile.

Sono facilmente presenti, nelle strutture sanitarie, prontuari o manifesti sul corretto uso degli antisettici o disinfettanti cui è opportuno far riferimento nella scelta del prodotto più indicato

## **GAS ANESTETICI**

Attualmente l'anestesia generale si avvale di numerosi farmaci somministrabili sia per inalazione che per via endovenosa.

Soltanto l'anestesia per inalazione può, in conseguenza di inquinamento ambientale, determinare problemi di esposizione professionale per gli operatori addetti.

I prodotti anestetici gassosi attualmente più utilizzati nelle sale operatorie sono l'enflurano (etran), l'isoflurano (forane) e il sevoflurano in miscela con N<sub>2</sub>O (protossido di azoto) ed ossigeno.

L'anestetico che si trova inizialmente allo stato liquido, viene vaporizzato in un apposito apparecchio, in cui si mescola con una corrente gassosa, proveniente da un impianto centralizzato, composta dal 40% di O<sub>2</sub> e dal 60% di N<sub>2</sub>O.

Le concentrazioni di anestetici in questa miscela gassosa possono variare da intervento ad intervento e nel corso della stessa seduta operatoria a seconda della necessità del caso.

## **INQUINAMENTO DEGLI AMBIENTI DELLE SALE OPERATORIE**

L'inquinamento delle SS.OO. può ovviamente essere più o meno elevato con conseguenti problematiche più o meno gravi per gli operatori esposti.

Fondamentalmente l'inquinamento ambientale è in funzione del tipo del gas utilizzato, del tipo di erogatori, delle caratteristiche del sistema di smaltimento del gas, della cubatura delle SS.OO., del numero di ricambi di aria e della durata degli interventi.

Più in particolare tra i fattori che possono determinare inquinamento da gas ricordiamo:

- *apparecchiature di erogazione dei gas (perdite da raccordi, tubi, flussimetro, non perfetta adesione della maschera facciale, residui di gas nelle apparecchiature per anestesia);*
- *tipo di anestesia (entità dei flussi gassosi, percentuali di vaporizzazioni, uso di valvole deviatrici);*
- *sistemi di ventilazione (riciclo di aria senza ricambi adeguati);*
- *sistemi di convogliamento (gas in eccesso, perdite nelle connessioni).*

Gli attuali indirizzi tecnici di prevenzione rivolti a ridurre al minimo la possibilità di inquinamento e comunque entro il valore di 25 ppm per il Protossido di azoto e di 2 ppm per gli Alogenati (valori limite N.I.O.S.H.) sono indicati di seguito :

1. Evitare, ove possibile, l'impiego di anestetici per inalazione prima dell'intubazione endotracheale;
2. Qualora sia necessario ricorrere all'induzione in maschera con impiego di anestetici per inalazione si dovrà garantire la massima aderenza della maschera al viso, così da limitare la dispersione dell'anestetico nell'ambiente ed utilizzando, se possibile, maschere dotate di raccordo per evacuazione dei gas;
3. Controllo attento di eventuali perdite di gas :

**3a) Dai circuiti ad alta pressione:** ( Collegamenti tra prese dell'impianto di distribuzione centralizzato e l'apparecchio di anestesia) tramite attenta verifica della tenuta di fascette stringitubo, filettatura dei tubi e chiusure a molla.

I punti più comuni di perdita sono :

- tubi di collegamento con l'impianto centralizzato
- circuito ad alta pressione del respiratore

Procedura di verifica :

- Controllo dei valori delle pressioni di lavoro nei manometri di Ossigeno, Protossido, Aria compressa e Aria ambiente ( N.B. : ove esistono).

**3b) dai circuiti a bassa pressione :** una eventuale caduta dei valori di volume e di pressione impostati sarà indice di una perdita dai circuiti a bassa pressione ( apparecchio di anestesia e/o circuito paziente)

I punti più comuni di perdita sono:

- tubi del circuito montati erroneamente o non integri
- valvole non a tenuta
- canestro della calce sodata
- circuito paziente ( tubi e palloni dei "va e vieni o by-pass" e dei circuiti manuali )
- connettori ad Y
- tappi campionamento dei gas nel filtro paziente e in generale nei punti di prelievo gas nel circuito paziente

(I controlli automatici di "tenuta" dei moderni respiratori a controllo elettronico sono a monte dei punti di campionamento gas ).

Procedura di verifica :

- Controllo delle pressioni e dei volumi di lavoro dell'apparecchio di anestesia dopo apertura del collegamento con l'impianto centralizzato o, nel caso dei nuovi ventilatori a controllo elettronico e a circuito aperto/chiuso, verifica dell'avvenuto Check automatico.
- Controllo tenuta by-pass (ove esiste)
- Controllo tenuta circuito paziente

**3c) verifica del sistema di evacuazione dei gas** mediante controllo della pressione di lavoro sul manometro dell'aria compressa

*La verifica di tutto il sistema dovrà essere effettuata giornalmente e, comunque, ogni qualvolta si riutilizzi, dopo chiusura, il sistema di ventilazione stesso.*

4. Effettuazione delle operazioni di caricamento degli evaporatori all'esterno della sala operatoria e, possibilmente, sotto cappa
5. Possibilità di impiego di vaporizzatori con sistema chiuso di caricamento ( pyn- safety) e non a vaschetta
6. Disponibilità di materiale di ricambio così da poter prontamente sostituire ogni componente del circuito di anestesia mal funzionante.
7. Ossigenazione prolungata del paziente prima dell'estubazione così da ridurre l'emissione ambientale di gas
8. Chiusura dei gas ai rotametri al termine dell'anestesia.

*Il protocollo proposto per ridurre l'inquinamento ambientale da gas e vapori anestetici deve essere eseguito:*

- Dall'Anestesista o dal Personale Infermieristico delegato;
- Ad ogni apertura della sala operatoria;

## **GAS COMPRESSI**

I gas compressi devono essere manipolati solo da personale adeguatamente informato e formato.

L'operatore che utilizza i gas compressi, o che opera in presenza di bombole, deve fare attenzione a non effettuare lavorazioni che mettano a repentaglio la propria vita e che possano comunque causare un rischio potenziale per gli altri.

Le bombole possono stare nel luogo di lavoro solo per il tempo necessario all'uso e devono essere adeguatamente bloccate alla parete o posizionate su appositi carrelli.

Le bombole non devono essere posizionate vicino a fonti di calore o esposte ai raggi solari.

L'apertura delle valvole deve essere effettuata lentamente in modo da evitare il surriscaldamento del gas in prossimità della valvola di riduzione.

E' da sottolineare che le bombole di ossigeno non devono mai essere manipolate con mani oppure guanti sporchi di grasso.

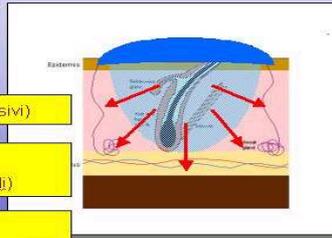
La tipologia del gas contenuto in una bombola viene rapidamente decodificato dalla colorazione della ogiva della stessa, ma si deve sempre leggere anche la punzonatura posta anch'essa sulla ogiva per la conferma e l'etichetta che accompagna la bombola.

### **Danni da agenti chimici:**

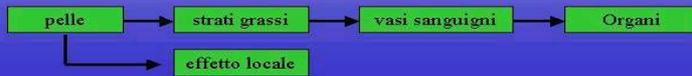
a) Danni da contatto:

## CONTATTO

**l'agente entra in contatto con pelle o mucose: svolge una azione locale o viene assorbito dagli strati grassi dell'epidermide**

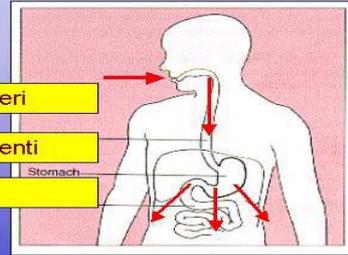


- SOLIDI**      effetti locali (aggressivi)
- LIQUIDI**    effetti locali  
                  assorbimento (lipofili)
- GAS**        non rilevante

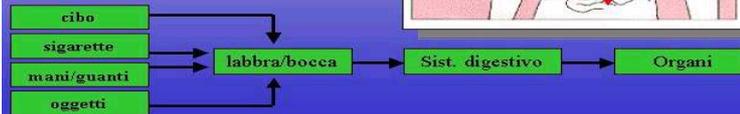


## INGESTIONE

**l'agente entra nel cavo orale, come contaminante degli alimenti o di oggetti portati alla bocca**



- SOLIDI**      frammenti e polveri
- LIQUIDI**    schizzi e versamenti
- GAS**        non rilevante

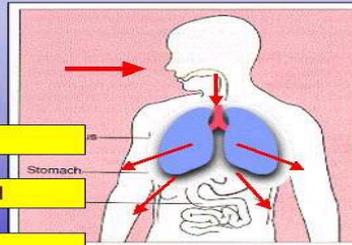


a) Danni da ingestione:

## Danni da inalazione:

### INALAZIONE

**l'agente è presente nell'aria e trascinato all'interno dell'organismo con l'atto respiratorio**



- SOLIDI**      polveri e fibre
- LIQUIDI**    nebbie e aerosol
- GAS**        ogni tipo



## Rischi specifici:

### POLVERI

**particelle solide di varie dimensioni disperse nell'aria**

- inferiore a 0.5  $\mu$
- tra 0.5 e 5  $\mu$
- maggiore di 5  $\mu$

penetra in profondità ma in parte espirato

frazione respirabile si fissa negli alveoli

vengono trattenute dalle vie aeree superiori

Un micron ( $\mu$ ) è uguale alla milionesima parte del metro

$$1 \mu = 0.000001 \text{ m}$$

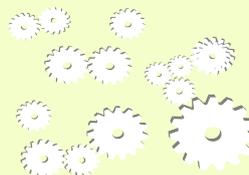
$$1 \mu = 0.001 \text{ mm}$$



### NEBBIE

**aerosol di particelle liquide di dimensioni inferiori a 1  $\mu$  disperse nell'aria generate da processi di evaporazione e condensazione, di atomizzazione, di nebulizzazione, ecc.**

- Es.
- ◆ nebbie acquose
  - ◆ nebbie oleose
  - ◆ nebbie di solventi



### FUMI

aerosol con particelle solide provenienti dalla combustione incompleta di sostanze carboniose o dalla condensazione di sostanze gassose di dimensioni inferiori a 1  $\mu$ .

**Es.**

- ♦ scarichi di motori (carrelli trasportatori)
- ♦ fumi di saldatura



### GAS

aeriforme che a temperatura ambiente esiste solo allo stato di gas

- ♦ ossido di carbonio
- ♦ acetilene
- ♦ protossido di azoto
- ♦ ozono
- ♦ ecc.

### VAPORI

forma gassosa di una sostanza normalmente allo stato liquido

- ♦ vapori di solventi
- ♦ vapori di acidi
- ♦ ecc.

## Livello di esposizione e valori soglia

### I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

#### ACGIH

Per quanto attiene all'inhalazione per l'esposizione professionale i limiti di soglia elaborati dalla Conferenza Americana degli Igienisti Industriali sono i più diffusi ed autorevoli

Possono essere di tre tipi:

**TLV – TWA** : concentrazione media ponderata per giornata lavorativa di 8 ore e 40 ore settimanali (esposizione cronica)

**TLV – STEL**: concentrazione massima per breve periodo

**TLV – C**: concentrazione massima da non superare mai nell'arco di 15' (di tetto)

### I RISCHI DA AGENTI CHIMICI

#### VALORI LIMITE DI SOGLIA

Rappresentano la concentrazione al di sopra della quale è accertato un effetto negativo per l'uomo

Usati come riferimento per la valutazione della salubrità degli ambienti di lavoro

Consentono di confrontare la tossicità dei prodotti

**T.L.V.**  
TRESHOLD LIMIT VALUE

limite di concentrazione in aria esposti in mg/m<sup>3</sup> applicati alla inalazione

**DL 50**  
DEAD LIMIT 50%

limite di somministrazione espresso in mg/kg di peso corporeo applicabili alla ingestione

DEVONO ESSERE RIPORTATI SULLA DOCUMENTAZIONE TECNICA CHE ACCOMPAGNA I PRODOTTI

## Sorveglianza sanitaria

La valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro.

### DPI

I Dispositivi di Protezione Individuale (D.P.I.) sono i prodotti che hanno la funzione di salvaguardare la persona che li indossa da rischi per la salute e la sicurezza.

I D.P.I. devono essere marcati  $\text{CE}$  e dotati di libretto / foglio di istruzioni.

I D.P.I. si devono utilizzare ogni qual volta, adottate tutte le misure volte ad eliminare o ridurre il rischio, permane comunque, nelle lavorazioni che si effettuano, un "rischio residuo".

<b>Protezione mani</b>	guanti (di diversa tipologia a seconda della lavorazione da effettuare)
<b>Protezione occhi</b>	occhiali protettivi
<b>Protezione viso</b>	calotta e visiera in policarbonato, cuffia monouso in TNT
<b>Protezione</b>	grembiule antiacido, tuta tyvek, camice monouso in TNT,

<b>corpo</b>	soprascarpe in TNT
<b>Protezione vie respiratorie</b>	maschera facciale filtrante (di diversa tipologia a seconda della lavorazione da effettuare), maschera pieno facciale con filtri universali

## **Protezione mani**

### **Guanti:**

Laddove si utilizzino sostanze chimiche è necessario proteggere le mani utilizzando dei guanti adeguati.

Non sempre i guanti monouso sono adatti allo scopo; per la manipolazione di agenti chimici pericolosi (tossici, corrosivi ecc.) utilizzare guanti certificati nei confronti del prodotto impiegato.

Tra le operazioni più a rischio (e talvolta sottovalutate) nella quale l'utilizzo dei guanti ha più significato, sono la diluizione di detergenti concentrati per la pulizia dei locali e l'utilizzo di solventi organici assorbibili per via cutanea ( es. metanolo).

*Usa di guanti per rischio chimico, avvertenze per l'uso e la conservazione:*

1. Effettuare una prova preliminare nelle reali condizioni di utilizzo;
2. Evitare il contatto prolungato con prodotti organici azotati, acidi, ossidanti e solventi chetonici;
3. Non utilizzare i guanti in contatto con il prodotto chimico, per periodi superiori a quelli relativi al livello di prestazione;
4. Rimboccare la parte terminale del guanto onde evitare sgocciolamenti sul braccio;
5. Prima di ogni successivo utilizzo, controllare l'integrità del guanto;
6. Indossare i guanti con le mani asciutte e pulite;
7. Pulire i guanti dopo l'uso con straccio se utilizzati con solvente e con acqua se utilizzati con acidi o prodotti alcalini. Asciugare sempre dopo la pulitura;
8. Conservare i guanti nel loro imballaggio in luogo fresco ed asciutto.

## **Protezione occhi**

### **Occhiali protettivi:**

Alcune tipologie di lavorazioni, quali manipolazione di polveri tossiche o di liquidi corrosivi, determinano un potenziale rischio per gli occhi dell'operatore, per questo motivo in tali o simili situazioni devono essere utilizzati gli occhiali protettivi.

Solitamente si utilizzano insieme agli occhiali le mascherine facciali filtranti per la protezione delle vie respiratorie.

*N.B. Gli occhiali da vista NON proteggono adeguatamente gli occhi: occorre indossare gli occhiali protettivi sopra quelli da vista.*

*Usa di occhiali: avvertenze per l'uso e la conservazione*

1. Controllare le condizioni dell'occhiale, ovvero trasparenza delle lenti ed elasticità dell'elastico o lo stato del sistema di sostegno;
2. Indossare gli occhiali protettivi sopra gli occhiali da vista, gli occhiali protettivi devono essere forniti a seconda delle caratteristiche dell'operatore;
3. Regolare la tensione dell'elastico, una giusta tensione eviterà una eccessiva e fastidiosa pressione;
4. Dopo l'uso riporre l'occhiale protettivo dentro la propria custodia;
5. Conservare gli occhiali protettivi in un luogo fresco ed asciutto.

### **Protezione viso**

#### **Calotta e visiera in polycarbonato:**

Talvolta per alcune tipologie di lavorazioni, è opportuno proteggere oltre gli occhi anche il viso, in tal caso viene utilizzata la calotta con visiera in polycarbonato al posto degli occhiali.

Questo D.P.I. ha maggiori dimensioni, è più ingombrante degli occhiali ma riduce i problemi derivanti dall'eventuale appannamento e dal fastidio dell'elastico.

*Usa di Calotta e visiera in polycarbonato, avvertenze per l'uso e la conservazione:*

1. Controllare le condizioni della calotta e visiera.
2. Indossare il D.P.I. in questione sopra gli occhiali da vista, in questo non vi sono problemi di compatibilità con gli occhiali da vista dell'operatore
3. Regolare la tensione del sistema di chiusura della calotta, una giusta tensione eviterà una eccessiva e fastidiosa pressione

4. Regolare la tensione dei registri che permettono il sollevamento della visiera, per poter operare più agevolmente durante le lavorazioni
5. Dopo l'uso riporre il D.P.I. dentro la propria custodia
6. Conservare il D.P.I. in un luogo fresco ed asciutto

### **Protezione delle vie respiratorie**

#### **☐ Maschera facciale filtrante, classe FFP1 e classe FFP3:**

La maschera facciale filtrante sono da utilizzare durante le lavorazioni nelle quali si producano aerosol e polveri che possono procurare irritazioni o comunque potenziali rischi per le vie respiratorie dell'operatore.

Le FFP1 sono da utilizzare durante la manipolazione di sostanze irritanti, ma non tossiche es. diluizione di tensioattivi.

Le FFP3 sono da utilizzare durante la manipolazione di sostanze tossiche e/o cancerogene, ovvero farmaci antitumorali.

Esistono anche maschere FFP2 per situazioni dove sia richiesto un grado di protezione intermedio.

La durata dei D.P.I. in questione deve essere verificata di volta in volta attraverso la lettura della scheda fornita dalla ditta produttrice che li accompagna.

Le maschere facciali filtranti devono essere utilizzati insieme agli occhiali protettivi per proteggere adeguatamente gli occhi.

Qualora il reparto/laboratorio sia dotato di cappe chimiche aspiranti e/o a flusso laminare con filtri assoluti, è sufficiente utilizzare questi dispositivi di protezione collettiva (D.P.C.) in maniera adeguata da parte dell'operatore per proteggere la propria persona e per tutelare anche i collaboratori.

*Uso di mascherina facciale filtrante, avvertenze per l'uso e la conservazione:*

1. Controllare le condizioni della mascherina facciale filtrante, ovvero integrità della membrana filtrante ed elasticità dell'elastico di sostegno;
2. Indossare la mascherina facciale filtrante prima degli occhiali protettivi regolando la forma alla sbarretta posta sul naso.
3. Regolare la tensione dell'elastico, una giusta tensione eviterà una eccessiva e fastidiosa pressione e garantirà la massima protezione;
4. Dopo l'uso riporre la mascherina facciale filtrante in un apposito contenitore;
5. Conservare le mascherine facciali filtranti in un luogo fresco ed asciutto.

#### **☐ Maschera Pieno facciale con filtri universali:**

La maschera pieno facciale ed i relativi filtri sono da utilizzare in caso di incidente chimico nel quale si sviluppino dei gas e/o vapori tossici e/o irritanti.

Essendo D.P.I. da utilizzare in caso di emergenza sono da conservare in un luogo accessibile a tutti e relativamente lontano dalle postazioni di lavoro

I filtri devono essere dotati di un sistema d'innesto compatibile con la maschera pieno facciale ed essere di tipo universale per poter neutralizzare i diversi tipi di gas che si possono sviluppare in caso di incidente.

È necessario conoscere il tipo di inquinante presente e verificare che il filtro disponibile sia efficace nei suoi confronti.

*N.B. È importante per un'efficace protezione che i DPI delle vie respiratorie aderiscano bene al viso. È necessario quindi tendere adeguatamente gli elastici e non indossarli in presenza di barba lunga o baffi.*

*Uso di maschera pieno facciale, avvertenze per l'uso e la conservazione:*

1. Controllare le condizioni della maschera pieno facciale, ovvero trasparenza della visiera, le condizioni degli elastici e degli attacchi degli elastici;
2. Controllare le condizioni del filtro, ovvero che abbia l'attacco compatibile con la maschera e che sia chiuso in entrambi i fori;
3. Aprire il filtro da entrambi i fori;
4. Inserire il filtro nella maschera;
5. Indossare maschera;
6. Cercare di far aderire bene la maschera al viso: capelli e barba sotto il bordo della maschera permettono il passaggio dei gas;
7. Regolare la tensione di chiusura degli elastici: una giusta tensione eviterà il movimento della maschera e garantirà la tenuta stagna della stessa sul viso;
8. Dopo l'uso, disinserire il filtro e chiuderlo da entrambi i fori con i relativi tappi;
9. Marcare sul filtro il tempo di utilizzo, solitamente i filtri hanno una scadenza di alcune ore di lavoro;

10. Lavare, se necessario, la maschera pieno facciale;
11. Riporre entrambi i componenti del D.P.I. nelle apposite custodie;
12. Conservare il D.P.I. in un luogo fresco ed asciutto.

### Dispositivi di Protezione Collettiva (D.P.C.)

Sono tutti i sistemi atti a salvaguardare gli operatori da rischi residui che vengono utilizzati da più persone, tra questi troviamo le cappe chimiche, le cappe a flusso laminare, gli schermi protettivi, ecc...

I D.P.C. utilizzati più frequentemente sono le cappe (chimiche e a flusso laminare).

#### □ **Cappa chimica**

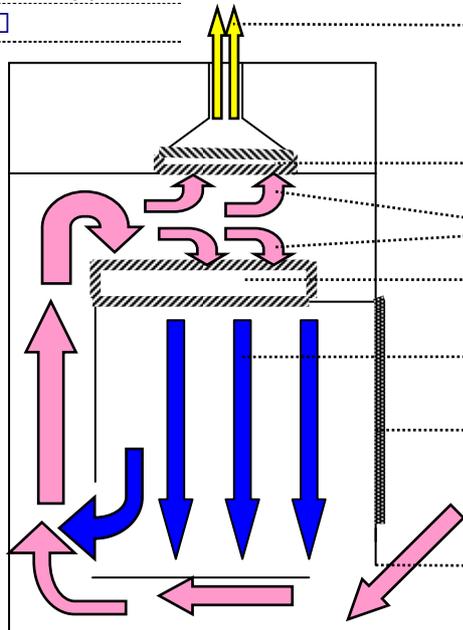
La cappa chimica consente di aspirare e filtrare i vapori, i fumi, ecc... che possono essere sviluppati durante la lavorazione.

Sono dotate di filtri a carbone ed eventuali filtri specifici, hanno solitamente lo scarico all'esterno e sono dotate di allarme e / o segnalazione di saturazione dei filtri.

Nell'utilizzo l'operatore deve stare attento principalmente a non ingombrare il piano di lavoro interno con troppo materiale inoltre; deve lavorare con il vetro a saracinesca all'altezza indicata dalla ditta per la migliore aspirazione.

Non deve lavorare nè con il vetro a saracinesca tutto aperto in quanto non garantisce adeguata protezione, nè con il vetro troppo chiuso che rende difficoltosa la manovra dell'operatore; sui bordi dei saliscendi dovrà essere segnalata l'altezza ideale che consentirà alla cappa di funzionare con un flusso di aspirazioni intorno a 0.5 m. / sec.

□



#### 11 **Cappe a flusso laminare verticale**

Le cappe a flusso laminare verticale sono progettate per permettere la sterilità del prodotto e per salvaguardare l'operatore.

2

Sono dotate di filtri assoluti per rendere sterile il flusso d'aria, trattenendo le particelle e le polveri.

2A

Possono essere fornite anche di filtri a carbone per assorbire i gas o i vapori.

A

5

L'operatore deve tenere il più possibile sgombro il piano di lavoro.

6

*Esempio schematico (visione laterale) di una cappa a flusso laminare verticale classe 2:*

7

Legenda schema flussi:

- 1) Aria espulsa decontaminata (30%)
- 2) Filtro HEPA in espulsione
- 3) Aria contaminata
- 4) Filtro HEPA di lavoro
- 5) Flusso laminare sterile (70%)
- 6) Schermo frontale
- 7) Aria aspirata (30%)

I D.P.C. sopra elencati devono essere sottoposti a controllo periodico da parte di personale specializzato, i controlli sono necessari al fine di garantire il corretto funzionamento e la sostituzione dei filtri; vanno anche controllati i collegamenti di scarico all'esterno per verificare l'eventuale presenza di fessure lungo lo scarico.

Le operazioni di manutenzione ed in particolare di sostituzione dei filtri dovranno essere effettuate con adeguati Dispositivi di Protezione Individuale quali: tute monouso, guanti, maschere di protezione delle vie respiratorie.

Durante le operazioni di sostituzione dei filtri è vietata, nel locale interessato, la presenza di personale diverso da quello impegnato nelle operazioni di manutenzione.

#### ● **Misure da adottare in caso di incidente:**

Per incidente si intende un evento non pianificato che ha la potenzialità di produrre un danno alla salute, all'ambiente o ad entrambi.

L'incidente in ambito lavorativo è un accadimento sempre possibile.

Per questo motivo bisogna evitare reazioni non corrette che inducono l'operatore ad agire in maniera inadeguata.

Occorre invece:

1. *Mantenere la calma;*
2. *Avvisare i propri collaboratori di ciò che è accaduto;*
3. *Adottare le procedure previste e elaborate dai Dirigenti Responsabili.*

### **Contaminazioni chimiche**

Le contaminazioni chimiche che si verificano negli ambienti di lavoro possono avere origine da cause diverse quali ad esempio la rottura del recipiente, il versamento di polveri o liquidi, il guasto di una apparecchiatura e possono portare allo sviluppo di gas e vapori.

Le conseguenze di tali contaminazioni possono riguardare sia la persona che l'ambiente di lavoro.

### **Contaminazione personale**

Il primo obiettivo è di allontanare dalla propria persona la sostanza con cui si è venuti a contatto.

Qualora la divisa o i vestiti siano stati contaminati, gli stessi devono subito essere rimossi e riposti in appositi sacchi.

Nel caso la contaminazione, riguardi zone esposte del corpo (occhi, viso, mani, ecc...) procedere secondo quanto indicato nelle schede di sicurezza.

Dopo questo primo intervento, rivolgersi al pronto soccorso per un controllo specialistico.

Non è opportuno usare creme o altro in modo improvvisato, perchè ciò può determinare problemi maggiori.

Nel caso di inalazione di prodotti volatili (gas o vapori) procedere secondo quanto indicato nelle schede di sicurezza.

### **Contaminazione ambientale:**

le contaminazioni possono essere dovute allo sversamento di polveri o di liquidi e possibili sviluppi di gas e vapori.

- Mantenere la calma;
- Avvisare, immediatamente dell'accaduto le persone presenti.

Prima di intervenire nella bonifica ricordarsi di indossare tutti i D.P.I. necessari.

Poiché le varie metodiche di raccolta e di smaltimento dipendono dalle caratteristiche chimico-fisiche del prodotto, non è possibile generalizzare una metodica che sia adeguata a tutti i casi. Esistono, comunque, alcuni accorgimenti che possono essere considerati universali.

### **Contaminazione da polveri**

- Evitare di creare correnti d'aria che possono spostare le polveri;
- Indossare i Dispositivi di Protezione Individuale previsti;
- Delimitare l'area colpita con carta inumidita, per segnalare la zona e impedire lo spargimento della sostanza;
- Raccogliere la polvere con carta imbevuta di liquido: la scelta del liquido deve essere fatta a seconda della compatibilità chimica del prodotto;
- Effettuare le pulizie a partire dall'esterno (zona meno contaminata) verso l'interno.
- Smaltire la carta contaminata;
- Lavare la superficie contaminata con una adeguata sostanza detergente.

### **Contaminazione da liquidi**

- Indossare i Dispositivi di Protezione Individuale;
  - Delimitare l'area con fogli di carta, per segnalare la zona ed impedire lo spargimento della sostanza;
  - Raccogliere il liquido con l'ausilio di polveri assorbenti, ove presenti, oppure con apposita carta assorbente;
  - Smaltire la carta contaminata;
- Lavare la superficie contaminata con una adeguata sostanza detergente.

### **● Glossario**

IARC: International Agency for Research on Cancer

ISPESL: Istituto superiore per la prevenzione e sicurezza del lavoro

FFP1: Facciale filtrante polveri livello 1

FFP2: Facciale filtrante polveri livello 2

FFP3: Facciale filtrante polveri livello 3

HEPA: High efficiency particulate air (filters)  
NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health  
TLV: Treshold limit value  
DL50: dead limit 50%.



## Movimentazione Manuale dei Carichi:

### COORDINATORI:

Serva, Cassan

### ALTRI AUTORI:

Zanardo, Sossai, Angeletti, Beccarini, D'Aquilio, Mariantoni, Ghisio, Anzelmo, Polimeni, Bragiotto

### Finalità

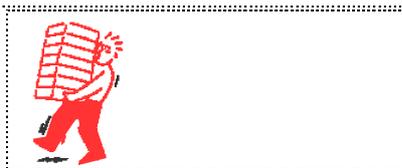
Le azioni di movimentazione manuale dei carichi comprendono tutti quegli atti che richiedono uno sforzo fisico da parte dell'operatore, eseguito sia direttamente che mediante l'utilizzo di mezzi, e si distinguono sostanzialmente in azioni di sollevamento, azioni di spostamento e azioni di traino/spinta.

### Obiettivo

conoscere i rischi legati alla movimentazione non corretta dei carichi

### Contenuto

Carichi troppo pesanti, ingombranti e difficili da afferrare, carichi in equilibrio instabile o il cui contenuto rischia di spostarsi o collocato in una posizione tale per cui deve essere tenuto o maneggiato ad una certa distanza dal tronco o con torsioni o con inclinazioni del tronco, comportano sforzi fisici eccessivi che determinano un rischio di danno per i lavoratori a carico del sistema muscolo-scheletrico.



Le patologie acute e croniche a carico del rachide lombare sono di assai frequente riscontro in popolazioni addette ad attività che comportano movimentazione manuale di carichi.

Dati tratti dall'indagine della Fondazione Europea di Dublino negli anni 1996-2000 sulle condizioni di lavoro e di salute nell'unione europea hanno messo in evidenza che

i problemi più frequenti di salute sono:

1. Mal di Schiena (30%)
2. Stress (28%)
3. Dolori agli arti (17%)

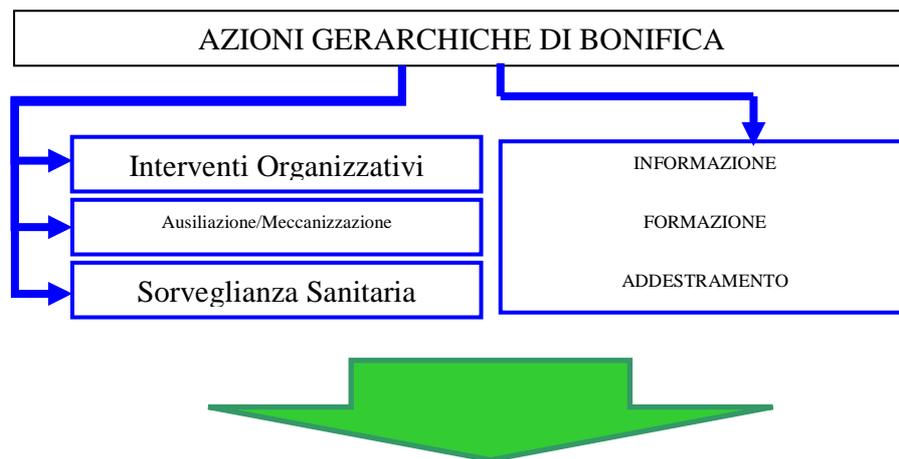
Molteplici sono inoltre gli studi che hanno indagato l'incidenza dei disturbi al rachide lombare negli operatori sanitari addetti all'assistenza.

Peraltro questa categoria di lavoratori risulta la più colpita sia per disturbi acuti che cronici, già nel 1970 in ampio campione di lavoratori addetti a diverse mansioni si sottolineava l'elevata prevalenza di disturbi lombari negli infermieri.

Il Titolo VI del T.U.81/08 affronta i rischi legati alla movimentazione manuale dei carichi. Le disposizioni di tale normativa si riferiscono alle operazioni di trasporto o di sostegno di

un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico che, per le caratteristiche o per le condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano tra l'altro rischi di lesioni dorso-lombari (lesioni a carico delle strutture osteomiotendinee e nervosovascolari a livello dorso-lombare). Tali norme si applicano a tutti i settori produttivi e di servizio, compresi i servizi sanitari e di assistenza, dove l'attività di movimentazione manuale è data dal sollevamento dei carichi, dal sollevamento/trasferimento dei pazienti in particolare di pazienti non autosufficienti dal punto di vista motorio nonché dalle attività di traino/spinta carrozzine, barelle, letti e apparecchi su ruote.

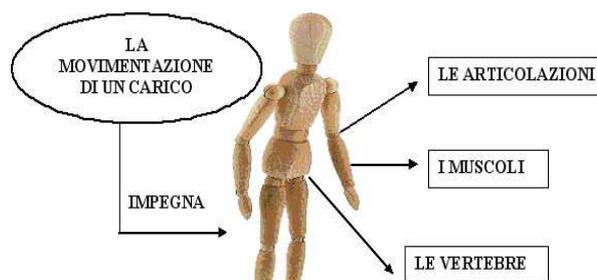
La gerarchia d'azione dettata dal Titolo VI del citato testo unico prevede che, per la prevenzione del rischio e per la tutela della salute del lavoratore, il datore di lavoro adotti misure di "bonifica" secondo un'azione "di tipo gerarchico".



## RIDUZIONE DEL RISCHIO

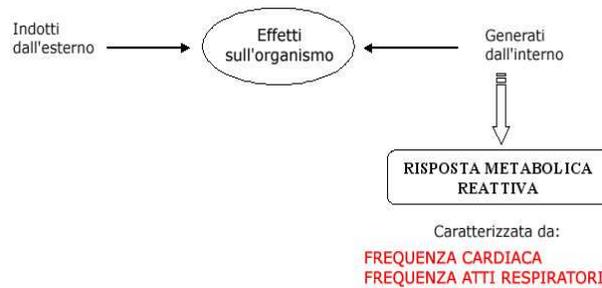
Durante le operazioni di movimentazione manuale si determinano in funzione della postura assunta dal soggetto, del peso e delle dimensioni dell'oggetto movimentato, del tragitto da compiere, forze compressive sulla struttura del rachide lombare, più precisamente su; dischi intervertebrali, limitanti vertebrali, articolazioni interapofisarie che singolarmente, o per sollecitazioni ripetute possono condurre a microlesioni e lesioni delle strutture stesse.

### RISPOSTA DELL'ORGANISMO



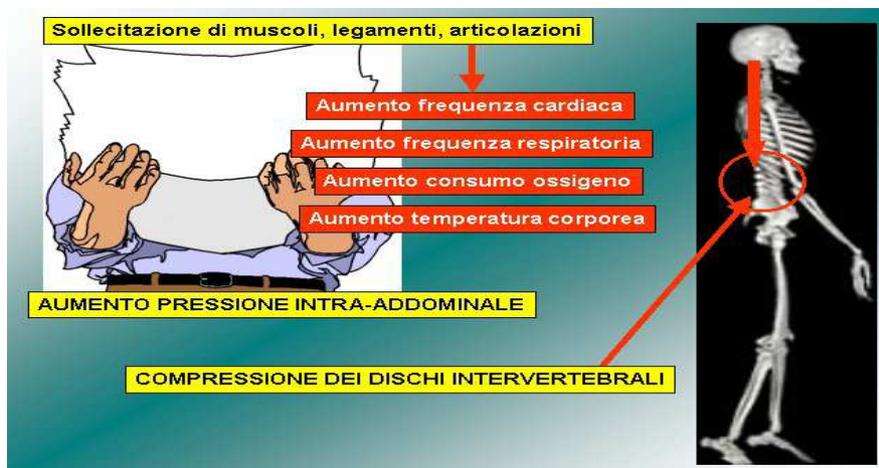
La movimentazione di qualsiasi carico sottopone l'organismo a forze che agiscono sulle strutture muscolari, scheletriche ed articolari.

L'organismo risponde a tali sollecitazioni, e soprattutto allo sforzo muscolare, con continui adattamenti metabolici con una serie di effetti come di seguito riportato:



L'organismo si comporta quindi come una macchina che, sotto sforzo, aumenta il consumo energetico (ossigeno) da parte dei muscoli interessati e, contemporaneamente, le parti meccaniche interessate vanno incontro, nel tempo, ad una maggiore usura.

Il disco intervertebrale è, tra le varie strutture interessate, quella continuamente soggetta a stress meccanici, che spesso superano i limiti consentiti e che, con il tempo, possono determinare alterazioni degenerative progressive che portano a disturbi acuti e cronici del rachide.



## IL RUOLO DELLA COLONNA VERTEBRALE

L'intera colonna vertebrale è costituita da 33 vertebre: 7 cervicali, 12 dorsali, 5 lombari che costituiscono la parte mobile del rachide e gli ultimi elementi fusi insieme che formano il sacro. Essa ospita al suo interno un'importante struttura nervosa (MIDOLLO SPINALE) da cui partono i nervi che raggiungono i diversi organi del nostro corpo, tra cui le braccia e le gambe.

La colonna vertebrale, sul piano saggitale, presenta tre curve:

- a. la LORDOSI CERVICALE,
- b. la CIFOSI DORSALE,
- c. la LORDOSI LOMBARE

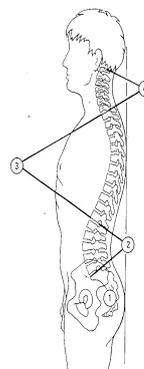
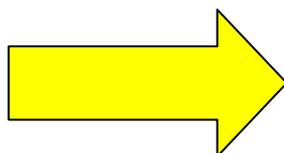


Fig. 6.4

La colonna vertebrale, struttura portante del corpo, assolve ad un ruolo statico di sostegno ed a una complessa funzione cinetica.

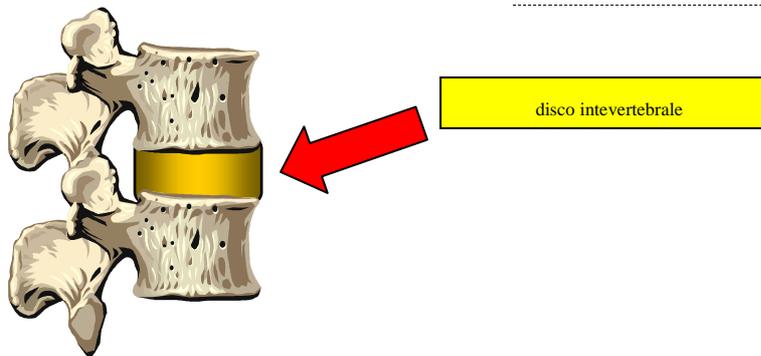
Il rachide consiste in una serie coordinata di segmenti costituita da unità funzionali

sovrapposte ciascuna delle quali risulta a sua volta formata da due vertebre adiacenti e dai tessuti interposti: esso si configura come una struttura elastica capace di garantire, in opposizione alla gravità, sia la stazione eretta che l'equilibrio di forza e resistenza in attività cinetica.



Nella colonna vertebrale le vertebre e le faccette articolari servono da sostegno e guidano i movimenti  
I dischi intervertebrali servono da cuscinetti ammortizzatori

I legamenti servono per mantenere uniti disco e vertebre



Sinteticamente si può affermare che:

- Le vertebre e le faccette articolari servono da sostegno e guidano i movimenti;
- I dischi intervertebrali servono da cuscinetti ammortizzatori;
- I legamenti servono per mantenere uniti dischi e vertebre;
- I muscoli, comandati dai nervi, servono a compiere i movimenti e a mantenere la

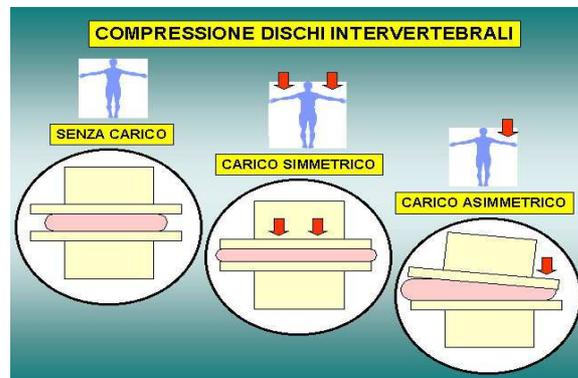


Il rachide infatti, è il punto sul quale si scaricano tutti i pesi applicati alle leve degli arti ed è, infatti, frequentemente interessato dagli effetti negativi di sollevamenti ripetuti nel tempo.

Un disco sano in un soggetto giovane è elastico e ha una buona capacità ammortizzatrice

Con l'età il disco invecchia e diviene meno capace di sopportare i carichi

Il principale fattore che determina un rischio per la colonna vertebrale dell'operatore è l'eccessivo carico che va a comprimere il disco intervertebrale (carico discale) durante la movimentazione di oggetti o di pazienti.



## CARICO DISCALE

L'entità del carico discale è determinata da:

- l'entità del peso dell'insieme: tronco, arti superiori, testa dell'operatore;
- la posizione del baricentro del tronco, arti superiori e testa dell'operatore (condizioni di equilibrio)

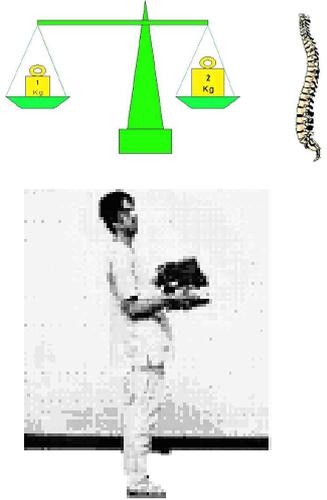
Il carico discale AUMENTA se:

- si solleva un peso;
- si tiene il peso sollevato lontano dal corpo;
- si mantiene il rachide flesso;
- si effettua torsione del tronco;
- vi sono ulteriori forze applicate.

Vediamo quindi, con un esempio pratico come il sollevamento di un peso di partenza fisso in tre diverse condizioni di sollevamento, crea dei diversi impatti sulla colonna vertebrale.

<p>Da una ricerca effettuata dalla regione Piemonte "testo n. 1 in bibliografia", per sollevare con le braccia un peso di 10 Kg a tronco verticale con le ginocchia flesse, il carico discale che grava sul disco intervertebrale per effetto della posizione asimmetrica della colonna vertebrale rispetto al peso da sollevare, è di circa 282 Kg.</p>	<p>SI</p> 
<p>Se invece un peso di 10 Kg viene sollevato con il tronco flesso in avanti e con le ginocchia estese, il carico diventerà di 250 Kg a livello dei muscoli e di 700 Kg a livello del disco.</p>	<p>NO</p> 
<p>Se poi sempre lo stesso peso di 10 Kg viene sollevato a braccia estese davanti al tronco i carichi diverranno di 363 Kg a livello dei muscoli e di ben 1200 Kg a livello del disco.</p>	<p>NO</p> 

Il carico discale CAMBIA a seconda delle condizioni di equilibrio

<p>Quando un operatore solleva un peso, si realizza una situazione in cui la base di appoggio resta quella dell'operatore, mentre il baricentro diventa quello del sistema "operatore + peso". Per questo l'operatore dovrà compiere gesti equilibratori, come arretrare il bacino o accentuare la lordosi lombare e ampliare la base di appoggio.</p> <p>Le condizioni di equilibrio di un corpo sono determinate da:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. posizione del BARICENTRO che è il punto di applicazione di tutte le forze peso di un corpo;</li> <li>2. ampiezza della base di appoggio.</li> </ol> <p>Un corpo risulta in equilibrio quando la linea di gravità cade all'interno della base d'appoggio, quindi un corpo sarà tanto più in equilibrio quanto maggiore è la sua base d'appoggio. Se i piedi sono ravvicinati la base d'appoggio è piccola e l'equilibrio è meno stabile; se i piedi sono distanti la base d'appoggio è più ampia e l'equilibrio è più stabile.</p>	
--	--

<p>Nel corpo umano quindi le condizioni di equilibrio sono modificabili con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ampliamento della base d'appoggio</li> <li>• spostamento di segmenti corporei</li> <li>• sollevamento di un carico</li> </ul>	
---	---

#### ALTERAZIONI PIU' COMUNI DEL RACHIDE

Fra le strutture della colonna vertebrale, il disco intervertebrale è, come già detto, quella maggiormente soggetta ad alterarsi.

Essa infatti, deve sopportare carichi notevoli.

Gli stress compressivi sul disco, possono causare microlesioni della cartilagine, alterando il meccanismo di nutrizione del disco stesso che in questo modo va incontro a fenomeni di

invecchiamento precoce.

Inoltre, con l'età anche il disco invecchia e tende a perdere la sua capacità ammortizzatrice: la schiena quindi, con il passare del tempo, diventa più soggetta a disturbi.

Un più precoce invecchiamento del disco avviene:

- per sforzi determinati da un eccessivo carico o da errata movimentazione, o quasi sempre, dall'azione combinata di questi due eventi;
- per vita sedentaria.

Le alterazioni più comuni, sono rappresentate da:

I becchi artrosici (artrosi)

Sono piccole protuberanze ossee che si formano sul bordo della vertebra.

Possono provocare dolore locale; inoltre, se comprimono un nervo, determinano la comparsa di formicolii e dolori alle braccia o alle gambe (es: formicolii alle mani nell'artrosi cervicale, sciatica nell'artrosi lombare).

La lombalgia acuta (colpo della strega)

Dolore acutissimo per una reazione immediata di muscoli ed altre strutture della schiena a gesti di movimentazione scorretti o sovraccaricanti.

Compare nel giro di poche ore e va considerata come infortunio se la causa è lavorativa.

La discopatia

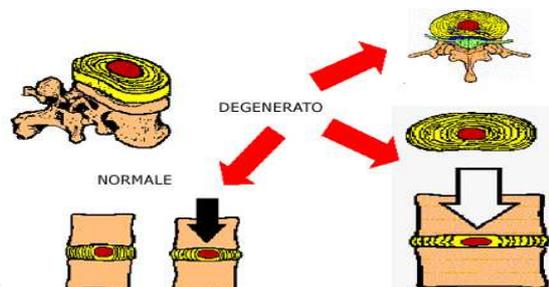
La discopatia consiste nella riduzione dello spessore del disco intervertebrale che comincia ad evidenziare fenomeni di sofferenza.

L'ernia del disco

Rappresenta la conseguenza più grave della degenerazione discale.

Si produce quando la parte centrale del disco intervertebrale (nucleo polposi), attraversa l'anello fibroso che lo racchiude e fuoriesce dal disco, andando a comprimere il nervo.

Fra i disturbi più gravi che ne possono derivare ci sono le sciatalgie da compressione del nervo sciatico.



Alterazione delle curve della colonna

Sono:

1. la scoliosi,
2. la schiena appiattita,
3. il dorso curvo o ipercifosi,
4. l'iperlordosi.

Tutte queste alterazioni, ed in particolare la SCOLIOSI e l'IPERLORDOSI, non sono dovute al lavoro, ma se importanti, aumentano la probabilità di avere disturbi alla schiena.

## ULTERIORI FATTORI CHE INCREMENTANO IL RISCHIO

Studi ergonomici hanno evidenziato ulteriori fattori critici, fattori oggettivi di incremento del rischio correlati a:

- **INIDONEI AMBIENTI DI LAVORO:** ristrettezza degli spazi liberi tra gli arredi, ostacoli, dislivelli, tortuosità lungo i percorsi di transito; insufficienza del numero di locali destinati al deposito che comportano eccessivi stoccaggi di materiali negli ambienti di lavoro; inidoneità degli arredi per l'immagazzinamento; porte e passaggi troppo stretti.
- **CARENZA E/O INADEGUATEZZA DI ATTREZZATURE:** insufficienza di sollevapazienti, barelle regolabili in altezza, carrozzine e ausili minori per i reparti di degenza, così come scarsa presenza di letti articolati; insufficienza di carrelli meccanici e/o manuali ed altre attrezzature meccaniche per il trasporto e il sollevamento di oggetti pesanti nei magazzini e nei grandi depositi. Insufficiente attenzione

riservata alla manutenzione delle attrezzature destinate al lavoro.

- **NON OTTIMALE ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO:** il personale ospedaliero è frequentemente sottoposto a carichi dorso-lombari ripetuti, di intensità diversa, talora concentrati nel tempo, sovente senza poter usufruire di pause fisiologiche di ristoro. Studi internazionali hanno dimostrato che un infermiere può percorrere anche 10 km per turno di lavoro e che la percorrenza avviene spesso trainando o spingendo un carico. Spesso il turno lavorativo espone il personale sanitario a posture fisse e/o incongrue.

A questi fattori ergonomici, si devono aggiungere altri aspetti individuali, fattori soggettivi, che possono agire sui fattori oggettivi in modo additivo o moltiplicativo.

Tra gli altri si ricordano:

- **ETÀ, SESSO.** Questi parametri appaiono diversamente correlati con l'incidenza del dolore lombare a seconda del tipo di studio condotto; si può trovare, quindi, una prevalenza sia in classi giovanili, sia in classi più avanzate di età o di anzianità specifica di mansione e di sesso.
- **ANTROPOMETRIA.** A questo proposito, si deve osservare che non solo la conformazione fisica in se stessa costituisce un fattore di rischio (es. obesità, rachitismo, nanismo), ma anche il fatto che le attrezzature sanitarie non sempre sono dotate di quella regolabilità ormai ampiamente diffusa nei comparti produttivi. Inoltre si deve considerare la presenza di personale già portatore di patologie al rachide.
- **VITA SEDENTARIA.** Nei paesi industrializzati la cultura fisica è notoriamente poco curata, mentre ampiamente diffuse sono le abitudini di vita sedentarie; ciò determina una diminuita efficienza muscolare dei soggetti chiamati a svolgere compiti fisicamente gravosi.
- **FATTORI PSICOSOCIALI.** L'insoddisfazione lavorativa, la monotonia e altri fattori collegati al disagio da lavoro sembrano elementi discretamente rappresentati tra il personale sanitario.

#### MISURE DI GESTIONE DEL RISCHIO

La movimentazione manuale dei carichi comporta un rischio specifico e ben determinato sia su operatori sani che su operatori con alterazioni del rachide; quindi il personale esposto è sottoposto a sorveglianza sanitaria misura importante per la prevenzione del rischio.

#### LA SORVEGLIANZA SANITARIA

[Titolo VI art.168, comma 2 lettera d), T.U. 81/08]

Deve essere garantita dal datore di lavoro attraverso il medico competente per gli addetti alle attività di movimentazione manuale dei carichi; è fatto altresì obbligo al lavoratore di sottoporsi a visita medica quando questa è prevista.

Momento focale di tutto il percorso è quello di una puntuale "valutazione del rischio", al fine di individuare gli operatori esposti e sottoporre gli stessi alla visita medica preventiva e periodica.

Per quanto riguarda la visita medica periodica, non viene indicata dalla norma la periodicità di questa, essendo lo stesso medico competente a definire questa periodicità in rapporto:

- alla risultanza della valutazione del rischio;
- alle condizioni cliniche del soggetto.

L'attività di sorveglianza sanitaria si conclude con la definizione della idoneità specifica alla mansione; quindi, la finalità ultima della sorveglianza sanitaria è quella di esprimere la adeguatezza del rapporto tra specifica condizione di salute e specifica condizione di lavoro attraverso:

- La identificazione di eventuali condizioni "negative" di salute onde prevenirne l'ulteriore evoluzione peggiorativa.
- La identificazione di soggetti ipersensibili.

#### AZIONI CHE CONTRIBUISCONO A DIMINUIRE IL RISCHIO

Nell'ambito della prevenzione gli interventi che possono essere effettuati per limitare, almeno parzialmente, l'incidenza di danni dorso lombari possono essere molteplici:

## - INFORMAZIONE - FORMAZIONE- ADDESTRAMENTO

Il T.U.81/08 all'art.169 definisce l'obbligo per il datore di lavoro di effettuare formazione-informazione permanente al personale esposto al rischio derivante dalla movimentazione manuale dei carichi. Al momento informativo della assunzione segue l'importante momento formativo. Dalla informazione ricevuta al momento dell'assunzione, al lavoratore viene erogata una specifica formazione (interna o esterna) sui rischi professionali che la mansione comporta. Ciò consentirà all'operatore di espletare le proprie attività in modo corretto, secondo specifiche procedure di lavoro, evitando in tal senso l'esposizione indebita al rischio. Altrettanto importante è l'addestramento del lavoratore all'utilizzo di attrezzature di lavoro, ausili meccanici e di tecniche corrette per la movimentazione dei carichi.

Nelle attività infermieristiche numerosi studi hanno evidenziato come nello svolgimento delle mansioni di mobilitazione dei pazienti vengano frequentemente compiuti atti ergonomicamente scorretti. Se la postura, cioè se la posizione del corpo è corretta questa contribuisce a prevenire il mal di schiena, se è incongrua realizza condizioni di sovraccarico meccanico (eccessivo impegno di strutture articolari, tendinee e muscolari).

La tabella seguente riporta i dati di un'analisi condotta in più ospedali nella quale si evidenzia la prevalenza di procedure scorrette di attività di mobilitazione di pazienti

Flessione > 60° durante il rifacimento di letti	71 %
Flessione > 60° durante il sollevamento di malati	42 %
Rotazione del tronco	33 %
Mancato utilizzo di ausili meccanici disponibili	26 %

## - ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

- A. Corretta impostazione della rotazione sui turni lavorativi, evitando sia il prolungamento dell'orario di lavoro oltre le otto ore, sia l'avvicendamento ravvicinato dei turni (soprattutto nei reparti ad elevato carico lavorativo).
- B. Corretta distribuzione sia del personale sia dei compiti ad esso affidati.
- C. Corretta collocazione del personale che presenta limitazioni alla mansione svolta in base alla presenza del rischio di movimentazione dei carichi e della presenza o meno di ausili meccanici.

## - FORNITURA DI AUSILI

Gli ausili per la movimentazione dei pazienti (sollevatori meccanici, carrozzine, cinture per il trasferimento dei pazienti, barelle, ecc.) e dei materiali (transpallet, carrelli manuali, nastri o rulli trasportatori, carrelli elevatori, piattaforme a pantografo, cinghie, ecc.) consente di ridurre l'esposizione degli operatori a problematiche muscolo-scheletriche.

Per essere efficaci gli ausili devono essere valutati in base alle specifiche esigenze del reparto/settore e della disabilità dei pazienti e la loro facilità d'uso.

Un importante requisito richiesto perché un ausilio venga effettivamente impiegato è la sua praticità, che dipende dalla manovrabilità negli spazi a disposizione, dalla rapidità di utilizzo, dall'accettabilità da parte del paziente.

Il trasporto delle attrezzature è facilitato se queste ultime sono dotate di ruote piroettanti di adeguato diametro, o se le stesse sono collocate su propria base mobile su ruote. Riveste quindi notevole importanza l'effettuazione di una corretta manutenzione delle attrezzature e degli ausili (particolare attenzione alle ruote).



## - AMBIENTI DI LAVORO

La rapida evoluzione della tecnologia ha generalmente reso inadeguati gli spazi delle strutture ospedaliere per la continua ed incessante introduzione di nuove apparecchiature tecnico-scientifiche. La necessità di nuovi, più ampi "spazi assistenziali" va a discapito dei



## Movimentazione Manuale dei Carichi:

Pagina 2

### **INDICAZIONI ERGONOMICHE PER LA MOVIMENTAZIONE DI PAZIENTI E DI CARICHI NELLE ATTIVITA' DI ASSISTENZA**

L'operatore che si appresta a movimentare carichi o pazienti deve controllare di essere adeguatamente vestito e calzato e indossare i Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) previsti per la sua mansione.

Quando nella giornata lavorativa i compiti di movimentazione sono frequenti, l'operatore deve considerare l'ergonomia dei suoi gesti ripetuti. *La correttezza della postura richiede un nostro controllo volontario e contribuisce a prevenire il mal di schiena.*



Durante la mobilizzazione del paziente o del carico, la base di appoggio deve essere allargata con ginocchia semiflesse e tronco eretto



Porsi il più possibile vicino al paziente o al carico da movimentare e se il peso da sollevare è posto vicino al suolo, flettere le ginocchia e non la schiena



Evitare movimenti di torsione del tronco, specie se il tronco è già flesso; in taluni casi è meglio suddividere lo spostamento in più fasi



Utilizzare per lo spostamento del paziente, il trasferimento del proprio peso da un arto all'altro nella direzione del movimento (affondo), se necessario appoggiando un ginocchio sul letto del paziente

Per sostenere un carico troppo pesante, avvicinarlo al corpo evitando di incurvare la schiena



Nel movimentare carichi, se è possibile, distribuire il peso sui due lati



Suddividere quando possibile, carichi

di peso elevato in carico di peso minore

Preservare una buona visibilità durante il trasporto ponendo particolare attenzione ai carichi ingombranti..

Se non è possibile suddividere un peso elevato, effettuare il sollevamento e/o lo spostamento in due o più operatori.



Sollevandosi da terra eseguire i movimenti lentamente e mai a strappi, specie sotto sforzo. Se si eseguono movimentazioni a postura fissa (in ginocchio o accucciati), cambiare di tanto in tanto posizione o comunque alzarsi per rilassare e stirare i muscoli delle gambe e del tronco.



A Nelle azioni di spinta o traino, è meglio

spingere un peso (A) che tirarlo.



(B) Se si sposta un grosso carico, appoggiarsi con la schiena al carico e spingere utilizzando la forza delle gambe lievemente piegate



Non sollevare un carico alzando le braccia al di sopra delle spalle; per spostare un peso in alto, salire su uno sgabello stabile o una scaletta.

Se si sta a lungo in piedi, appoggiare alternativamente un piede su un rialzo ed evitare di incurvare la schiena.



Quando l'attività lo consente (medicazioni, prelievi, ecc.), è preferibile sedersi, evitando di incurvare la schiena



Per la movimentazione dei carichi, soprattutto quando è necessario trasportarli per lunghi percorsi, in rapporto al loro peso ed ingombro, è utile ricorrere ad attrezzature idonee come carrelli.

Attenzione: caricare i carrelli in modo stabile, avendo cura di distribuire i carichi in modo equilibrato e ben distribuito. Non sovraccaricare i carrelli.



Per la movimentazione dei pazienti, utilizzare gli ausili eventualmente presenti in reparto (sollevpazienti, ausili minori, ecc.)

## **SOLLEVAMENTI BASE IN CONDIZIONI DI SICUREZZA**

### **□ Sollevamento ortodosso**



Due operatori stanno in piedi, a lato del paziente, con ginocchia ed anche flesse, piedi separati di cui uno posto nella direzione del movimento e tronco diritto; le braccia degli operatori passano al di sotto delle ascelle del paziente e le mani sono poste sul dorso e sotto le cosce del paziente; presa di polso per le mani degli operatori



### **QUADRO RIEPILOGATIVO DEI PERICOLI E DELLE POSSIBILI MISURE DI SICUREZZA**

Per escludere infortuni e danni alla salute connessi alla movimentazione manuale di carichi o al loro trasporto con agevolatori semplici, è necessaria – come si è visto in precedenza – una perfetta armonizzazione dell'intero processo di movimentazione merci che comprende le seguenti fasi:

- > *preparazione* (pianificazione, messa a disposizione degli agevolatori, sistemare il carico pronto per essere trasportato);
- > *sollevamento del carico*;
- > *movimentazione manuale o con agevolatori*;
- > *deporre il carico e assicurarlo convenientemente*.

Il seguente quadro riepilogativo è uno strumento utile per preparare i lavori, per analizzare le fasi di trasporto e per trovare soluzioni pratiche.

<b>Attività</b>	<b>Pericoli</b>	<b>Possibili misure di sicurezza</b>
<b>Sollevamento del carico</b>	Carico da trasportare. Spigoli vivi o bave, punti di schiacciamento, imballaggi difettosi. Conseguenze: ferite da taglio, contusioni.	>Valutare il carico prima di afferrarlo. Attenzione, niente fretta! >Usare imballaggi o contenitori appropriati. >Riparare gli imballaggi difettosi. >Eliminare o coprire gli spigoli vivi o le bave. >Usare guanti di lavoro o manopole protettive di cuoio. >Richiedere o far effettuare delle modifiche costruttive.
	Carico troppo pesante, posizione del corpo non corretta. Conseguenze: stiramenti, strappi muscolari. Danni alla colonna vertebrale.	>Non trasportare manualmente i carichi troppo pesanti: perciò usare agevolatori, frazionare il carico o trasportarlo in due. >Avere cura della corretta posizione del corpo in fase di sollevamento (tecnica di sollevamento corretta). Evitare torsioni del tronco in fase di trasporto.
	Carico che scivola per terra o che sfugge di mano. Conseguenze: escoriazioni, contusioni, fratture.	>Pulire il materiale prima di trasportarlo. >Usare agevolatori adatti, quali organi di presa a pinza, a ganci, a calamita. >Usare guanti con superficie antiscivolo.
	Spostamento, rovesciamento del carico. Conseguenze: escoriazioni, ferite da taglio, contusioni, fratture.	>Depositare e accatastare in modo sicuro il materiale trasportato. >Disfare le cataste dall'alto verso il basso.
<b>Movimentazione</b>	Posizione del corpo non	>Distribuire uniformemente il

<p><b>manuale del carico</b></p>	<p>corretta. Conseguenze: stiramenti, strappi muscolari, danni alla colonna vertebrale.</p>	<p>carico sui dischi intervertebrali mantenendo eretta la parte superiore del corpo, ossia con schiena diritta (corretta tecnica di sollevamento).</p>
	<p>Scarsa collaborazione fra le persone coinvolte. Conseguenze: stiramenti, strappi muscolari, danni alla colonna vertebrale, contusioni, fratture.</p>	<p>&gt;Concordare prima le fasi del trasporto e i comandi da usare. &gt;I comandi devono essere dati da una sola persona. &gt;Istruire e promuovere il lavoro di squadra.</p>
	<p>Urto contro strutture fisse od ostacoli. Conseguenze: contusioni</p>	<p>&gt;Tenere libere le vie di trasporto. &gt;Usare solo le vie di trasporto sufficientemente larghe. &gt;Evitare la fretta.</p>
	<p>Scivolare su fondo umido e sdruciolevole, inciampare in asperità del terreno o contro ostacoli. Conseguenze: stiramenti, contusioni, fratture, ferite alla testa.</p>	<p>&gt;Vie di trasporto con superfici di calpestio sicure e libere da ostacoli. &gt;Garantire una regolare manutenzione delle vie di trasporto. Eliminare immediatamente le asperità del terreno, ossia buche e ostacoli. &gt;Avere cura dell'ordine e della pulizia. &gt;In inverno badare al pericolo di ghiaccio. &gt; Segnalare i punti pericolosi sulle vie di trasporto. &gt;Assicurare una buona illuminazione e prevedere interruttori della luce pratici da azionare.</p>
	<p>Carichi che limitano la visuale. Conseguenze: contusioni, lesioni da caduta.</p>	<p>&gt;Trasportare il carico in modo da vedere eventuali ostacoli ed asperità del terreno. &gt;Evitare di trasportare carichi ingombranti su scale a pioli e scale a gradini. &gt;Trasportare in due i carichi ingombranti.</p>
	<p>Modo inadeguato adottato nella movimentazione di carichi rotondi, ad es. le botti. Conseguenze: tagli e contusioni.</p>	<p>&gt;Usare agevolatori appropriati, per es. fassboy &gt;Far rotolare le botti tenendo sempre la mano aperta. &gt;Non afferrare mai i bordi della botte. &gt;Usare i guanti.</p>
	<p>Peso eccessivo del carico. Conseguenze: sforzo fisico eccessivo, perdita dell'equilibrio, strappi muscolari, stiramenti, lesioni alla colonna vertebrale ed alle articolazioni.</p>	<p>&gt;Utilizzare agevolatori appropriati. &gt;Frazionare il carico. &gt;Trasportare il carico in due.</p>
	<p>Errata valutazione del baricentro del carico.</p>	<p>&gt;Segnare il baricentro sul carico stesso o sull'imballaggio.</p>

	Conseguenze: perdita dell'equilibrio.	>Aprire i carichi di contenuto sconosciuto per poter valutare correttamente la posizione del baricentro oppure sollevare il carico brevemente da diversi lati
	Sopravvalutare le proprie forze, trasportare da soli invece che in due. Conseguenze: sforzo eccessivo.	>Rivedere l'organizzazione del trasporto. >Lavorare in gruppo.
<b>Movimentazione del carico con mezzi ausiliari di trasporto</b>	Uso di mezzi ausiliari di trasporto inadeguati o danneggiati. Disposizione sbagliata del carico sul mezzo di trasporto. Conseguenze: ferite da leggere a letali – a seconda del tipo e del peso del carico o dell'agevolatore.	>Lavorare solo con agevolatori adatti: carrelli portabombole, carrelli per casse, sacchi, ecc. >Controllare periodicamente l'agevolatore. >Ritirare immediatamente gli agevolatori danneggiati e farli riparare. >Evitare di caricare l'agevolatore su un solo lato.
	Urti spingendo gli agevolatori. Conseguenze: contusioni. Ribaltamento del carico a causa di asperità del terreno o di ostacoli. Conseguenze: contusioni.	>Attenzione: evitare la fretta! >Contrassegnare e tenere libere le vie di trasporto. >Usare solo vie di trasporto sufficientemente larghe e libere. >Eliminare i dislivelli e le asperità nel terreno, quali buche e soglie. >In presenza di piccole asperità nel terreno, usare agevolatori con ruote di gomma o pneumatici. >Curare l'ordine e la pulizia.
	Caduta di carichi instabili, spostamento del carico e ribaltamento dei mezzi di trasporto circolanti a velocità eccessiva, per es. ribaltamento nelle curve con veicoli sovraccarichi. Conseguenze: ferite da leggere a letali – a seconda del tipo e del peso del carico o del mezzo di trasporto.	>Fissare i carichi, per es. con sponde, cinghie, dispositivi di bloccaggio. >Usare contenitori adatti per il trasporto. >Adattare la velocità per evitare il ribaltamento del mezzo di trasporto o spostamenti del carico nelle curve. >Rispettare la portata dell'agevolatore. >Non superare la portata dei contenitori usati per il trasporto. >Mettere a disposizione contenitori di trasporto in numero sufficiente.
<b>Posare e assicurare il carico</b>	Postura non corretta. Conseguenze: stiramenti, strappi muscolari, danni alla colonna vertebrale.	> Distribuire uniformemente il carico sui dischi intervertebrali, mantenendo eretta la parte superiore del corpo, ossia con schiena diritta (corretta tecnica di sollevamento). Nel posare a terra il carico evitare torsioni del tronco.
	Impigliamento o schiacciamento delle mani	>Appoggiare il carico prima su

	<p>infilate sotto il carico o a causa della superficie di appoggio cedevole o non piana.          Conseguenze: ferite alle dita o alle mani.</p>	<p>uno spigolo.          &gt;Posare i carichi su superfici resistenti e piane.          &gt;Usare appoggi adatti quali legname squadrato delle giuste dimensioni.</p>
	<p>Colpo di frusta degli agevolatori di trasporto quali carrelli a due ruote, bilancieri, leve.          Conseguenze: contusioni, fratture, ferite al viso e agli occhi.</p>	<p>&gt;Non usare agevolatori per lo spostamento manuale di carichi non controllabili con le proprie forze.          &gt;Tenere lontano il corpo o parti del corpo dalla zona di possibili colpi di frusta degli agevolatori.</p>
	<p>Ribaltamento del carico. Carichi sfuggiti di mano.          Conseguenze: ferite da taglio, contusioni, fratture semplici o complicate.</p>	<p>&gt;Usare accorgimenti contro il ribaltamento.          &gt;Per quanto possibile, posare a terra il carico in senso orizzontale e non verticale.          &gt;Deporre il carico sulla sua superficie più grande.          &gt;Pulire il materiale prima di trasportarlo.          &gt;Usare agevolatori adatti, quali organi di presa a pinza, a ganci, a calamita.          &gt;Usare guanti con superficie antiscivolo.</p>

**La movimentazione manuale non è l'unico rischio per la schiena: per mantenerla in buona salute, sia a casa che sul lavoro, bisogna evitare di assumere posizioni dannose;**

#### **ALCUNI CONSIGLI COMPORTAMENTALI**

Per mantenere la schiena in buona salute, per alleviarne i dolori, occorre anche rilassare, stirare, rinforzare alcuni particolari gruppi muscolari.

- a. - IL RILASSAMENTO va eseguito prima degli altri esercizi o quando senti il collo e la schiena particolarmente stanchi.
- b. - LO STIRAMENTO va eseguito con calma: non devi provare dolore, ma solo una sensazione di tensione.
- c. - IL RINFORZO serve ad aumentare la forza di alcuni muscoli che in genere non vengono usati ( es.: addominali, glutei, muscoli della coscia, ecc.) e che invece, correttamente utilizzati, servono ad alleviare il carico di lavoro della schiena

**Esegui i seguenti esercizi nell'ordine in cui vengono illustrati almeno due volte alla settimana. L'insieme degli esercizi dura circa mezz'ora.**

## RILASSAMENTO DEI MUSCOLI DEL COLLO



Assumere questa posizione più volte durante il giorno e mantenerla per alcuni minuti respirando profondamente.

## RILASSAMENTO DELLA SCHIENA



Steso a terra con le gambe piegate, respira profondamente, inspirando dal naso ed espirando lentamente dalla bocca. Fare 20 respirazioni complete.

Cercare di sentire che non solo il torace, ma anche la pancia si alza e si abbassa durante la respirazione.

## STIRAMENTO DEI MUSCOLI POSTERIORI



Dalla posizione di rilassamento a terra, abbracciare i ginocchi e, lentamente, portarli il più vicino possibile alla fronte. Mantenere questa posizione per 15 secondi.

Ripetere 5 volte.

## RINFORZO DEI MUSCOLI ADDOMINALI



Dalla posizione di rilassamento, avvicinare i ginocchi alla pancia e, inspirando, sollevare il capo e le spalle, poi soffiare con forza.

Ripetere 5 volte.

## RINFORZO DEI MUSCOLI ADDOMINALI



Seduto a terra con le gambe piegate e i piedi ben appoggiati, mani dietro la nuca e tronco ben eretto, lasciare che il tronco vada indietro, Fermarsi quando i piedi tendono a sollevarsi da terra. La posizione deve essere mantenuta almeno 10 secondi.

Ripetere 5 volte.

## **1. Radiazioni ionizzanti**

## **2. Radiazioni non ionizzanti**

**Per questi agenti fisici è stata effettuata un'ulteriore suddivisione, ovvero  
RADIOFREQUENZE e MICROONDE  
APPARECCHIATURE LASER  
APPARECCHIATURE A RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE  
RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE**

## **3. Rumore, Vibrazioni ed Ultrasuoni**

## **4. Condizioni Ambientali**

## **5. Videoterminali**

A cura di:

Arace Pasquale – Azienda Ospedaliera Pediatrica Santobono – Pausilipon – Napoli

Chatrian Domenico – ASL Presidio Ospedaliero – Aosta

Fusilli Michele – Azienda U.S.L. n. 9 di Grosseto – Grosseto

Gentile Luca – Azienda S.L. n. 15 - Cuneo

### **Finalità**

Presentare al neo assunto una rassegna dei fattori di rischio dovuti ad agenti fisici maggiormente presenti durante l'attività lavorativa all'interno di un'azienda sanitaria; fornire un minimo di conoscenze sui fenomeni fisici presentati in modo tale che l'operatore possa valutare correttamente i rischi per poter assumere consapevolmente i necessari atteggiamenti per prevenire i rischi connessi, senza pericolose sottovalutazioni ma anche senza ingiustificate sopravvalutazioni.

Obiettivi

- Saper riconoscere la presenza di fattori di rischio dovuti ad un agente fisico
- Saper individuare le attività a rischio
- Conoscere gli effetti biologici e sapere quando possono causare un danno sulla salute dell'uomo
- Conoscere le misure da adottare per la prevenzione del rischio
- Conoscere le modalità operative e l'uso dei dispositivi di protezione individuale.

### **Contenuti**

Introduzione generale sugli agenti fisici

Molteplici sono i fattori di rischio dovuti ad agenti fisici (radiazioni ionizzanti, radiazioni non ionizzanti, laser e risonanza magnetica, rumore, vibrazioni ed ultrasuoni, illuminazione e microclima, caldo/freddo, videoterminali ecc...) potenzialmente pericolosi che possono essere presenti negli ambienti di una struttura sanitaria durante lo svolgimento dell'attività quotidiana di lavoro di un qualunque figura professionale.

Nel presente lavoro non sono affrontati quei fattori di rischio fisici

- che sono poco frequenti o presenti solo in circostanze molto specifiche (presenza di sorgenti di calore a temperatura elevata o utilizzazione di sostanze a temperatura molto bassa);
- che la letteratura scientifica ritiene siano del tutto trascurabili (videoterminali) rispetto ad altri fattori di rischio (ergonomia della postazione di lavoro).

Agenti fisici presentati

Vengono, infine, riportati quei fattori di rischio che dipendono prevalentemente dalle caratteristiche costruttive ed impiantistiche dei luoghi di lavoro (microclima e Illuminazione) e non dal comportamento delle singole persone.



### **Radiazioni Ionizzanti:**

## Generalità sulle radiazioni ionizzanti aspetti fisici e biologici connessi alla radioprotezione

Per radiazione ionizzante si intende qualsiasi tipo di radiazione in grado di produrre, direttamente o indirettamente, la ionizzazione degli atomi e delle molecole del mezzo che attraversa.

Sono direttamente ionizzanti le particelle cariche (elettroni, protoni, particelle  $\alpha$ , ecc...).

Va ricordato, a questo proposito, che la ionizzazione di atomi e molecole all'interno del mezzo attraversato non è l'unico fenomeno fisico connesso al passaggio di particelle ionizzanti nella materia. Un altro importante fenomeno è quello dell'eccitazione, nel quale all'atomo o alla molecola del mezzo viene ceduta, nell'interazione, energia sufficiente soltanto per passare dallo stato fondamentale ad un livello energetico superiore. Si può dimostrare che, per una particella ionizzante che attraversa un mezzo materiale, l'energia spesa in eccitazioni e quella spesa in ionizzazioni sono circa uguali. Le energie di soglia per i due processi sono confrontabili.

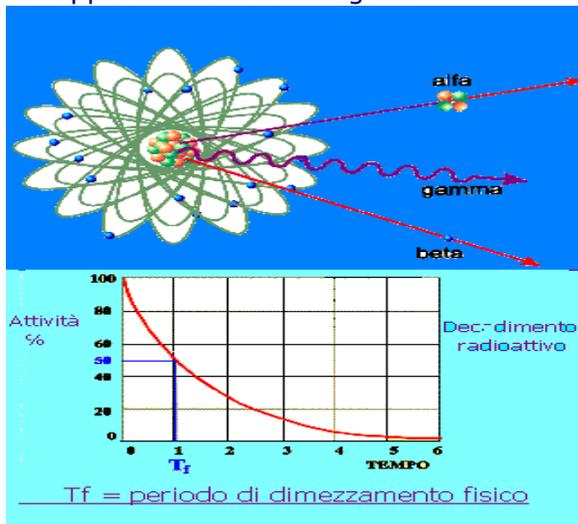
Sono indirettamente ionizzanti le particelle prive di carica elettrica (neutroni, raggi X, raggi  $\gamma$ , ecc...) che, interagendo con la materia, possono mettere in moto particelle direttamente ionizzanti o dar luogo a reazioni nucleari.

Le radiazioni ionizzanti sono presenti in natura o vengono prodotte in seguito ad attività umane; in quest'ultimo caso si parla di sorgenti artificiali.

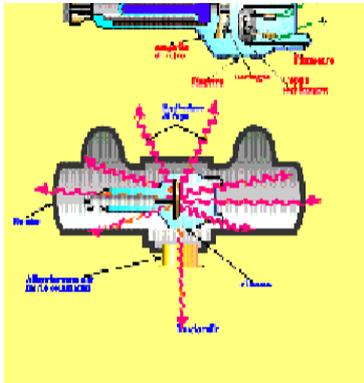
Le sorgenti di radiazioni ionizzanti, sia naturali che artificiali, sono sostanzialmente di due tipi:

3. radioisotopi (sostanze radioattive)

4. apparecchiature radiogene



I radioisotopi o radionuclidi sono atomi che emettono radiazioni. Il fenomeno per cui un radionuclide emette radiazioni, trasformandosi in un altro atomo, viene definito radioattività. Una caratteristica peculiare di questo fenomeno è che la percentuale di atomi radioattivi che si trasformano in altri atomi in un dato intervallo di tempo rimane costante. Pertanto una



certa quantità di materiale radioattivo diminuisce col passare del tempo (si parla, infatti, di decadimento radioattivo). Il tempo dopo il quale il numero di atomi si riduce della metà è chiamato emivita o tempo di dimezzamento. Per ogni elemento radioattivo si individuano due grandezze fisiche fondamentali: l'attività (A), che rappresenta il numero delle disintegrazioni (o trasformazioni) per secondo ed il tempo di dimezzamento (T1/2), che, più esattamente, equivale al tempo necessario affinché l'attività di un certo elemento si riduca alla metà di quella iniziale.

Per macchine radiogene si intendono tutte le apparecchiature in grado di produrre radiazioni ionizzanti. Mentre i radioisotopi emettono radiazioni in modo continuativo, anche se con una diminuzione temporale, le macchine radiogene emettono radiazioni solo nel momento in cui viene comandata l'emissione

mediante appositi dispositivi.

Nell'attività sanitaria è possibile individuare le seguenti sorgenti di radiazioni:

- apparecchiature per diagnostica in radiologia
- acceleratori lineari per radioterapia
- radioisotopi per diagnostica nel laboratorio RIA
- radioisotopi (sorgenti non sigillate) per diagnostica e terapia in medicina nucleare.

Queste sorgenti emettono radiazioni che possono essere così classificate:

- radiazioni X
- radiazioni g
- radiazioni b (elettroni)

Aspetti fisici dell'interazione delle radiazioni ionizzanti con la materia

Come si è già accennato, i meccanismi di interazione delle radiazioni ionizzanti con la materia possono essere di diverso tipo, a seconda sia della natura della radiazione, sia del mezzo attraversato. Vale la pena a questo proposito analizzare, seppure in maniera schematica, i principali meccanismi di interazione.

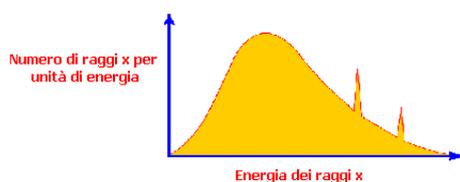
Interazione dei fotoni con la materia

I principali meccanismi di interazione dei fotoni con la materia sono essenzialmente tre: effetto fotoelettrico, diffusione Compton, creazione di coppie.

L'effetto fotoelettrico consiste nella sparizione del fotone, incidente su un elettrone legato, e nella liberazione dell'elettrone colpito. Nell'effetto Compton un fotone cede parte della sua energia all'elettrone ed entrambi si muovono, dopo l'interazione, lungo direzioni differenti rispetto a quelle primitive. La produzione di coppie è dovuta alla materializzazione dell'energia di un fotone, in presenza del campo elettromagnetico del nucleo, in due particelle, l'elettrone (e-) e il positrone (e+); il fotone sparisce, ma la sua energia, diminuita di 1,022 MeV, viene suddivisa tra l'elettrone e il positrone sotto forma di energia cinetica.

Effetto fotoelettrico

Questo effetto è quello predominante alle basse energie. Fu osservato per la prima volta da Hertz nel 1887, mentre Einstein ne fornì una spiegazione nel



1905.

Supponiamo che un quanto di luce di energia  $h\nu$  colpisca un elettrone di livello K di un atomo (ossia un elettrone dell'orbita più interna),

secondo quanto indicato in Figura 3

Se il fotone possiede energia superiore a quella di legame, ovvero se la frequenza  $\nu$  della radiazione è superiore ad un valore, detto frequenza di soglia  $\nu_0 = E_k/h$  (dove  $E_k$  è l'energia di legame dell'orbita K e  $h$  è la costante di Planck), l'elettrone verrà espulso dall'atomo con un'energia cinetica pari a  $h\nu - E_k$  (in questo caso si parla di fotoelettrone). In questo tipo di interazione tutta l'energia del fotone viene spesa parte in energia cinetica del fotoelettrone, parte in lavoro di estrazione; il quanto di luce scompare e al suo posto si hanno un fotoelettrone di energia cinetica elevata ed un atomo eccitato. Dopo un breve tempo, un altro elettrone occuperà il posto lasciato vacante sull'orbita K e l'atomo si disecciterà. L'energia spesa per l'estrazione del fotoelettrone,  $E_k$ , viene riemessa, durante la diseccitazione, sotto forma di radiazione elettromagnetica di fluorescenza o caratteristica.

I fotoni di fluorescenza possono a loro volta colpire elettroni delle orbite esterne e, se possiedono energia superiore a quella di legame, si ha la ripetizione, nello stesso atomo, dell'effetto fotoelettrico. Gli elettroni emessi in conseguenza dell'effetto fotoelettrico dei fotoni di fluorescenza si chiamano elettroni Auger.

Se l'energia del fotone incidente è inferiore a quella di legame dell'elettrone colpito, il fotone, nella interazione con l'elettrone orbitale, scompare ugualmente, ma l'elettrone, anziché essere liberato, va ad occupare un'orbita più esterna. In questo modo si avrà una semplice eccitazione dell'atomo.

Da quanto detto, visto che, affinché avvenga il fenomeno, il fotone incidente deve possedere un'energia superiore ad un certo valore, l'effetto fotoelettrico è un fenomeno che presenta una soglia.

La sezione d'urto<sup>[1]</sup> relativa a questo processo, indicata generalmente con  $\tau$ , è direttamente proporzionale al numero di atomi presenti nel materiale assorbitore per unità di volume  $[cm^3]$   $N$  ed alla quinta potenza del numero atomico  $Z$  del materiale, mentre è inversamente proporzionale al valore dell'energia del fotone incidente, elevata a 3,5:

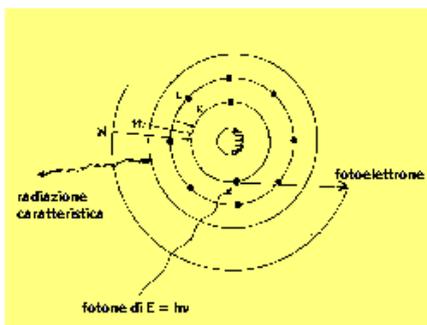
$$\tau \propto N Z^5 (h\nu)^{-3,5}$$

### Diffusione

Mentre l'effetto fotoelettrico avviene per interazione del fotone incidente con gli elettroni legati al nucleo, nella diffusione gli elettroni coinvolti sono quelli delle orbite esterne dell'atomo. L'energia di legame di tali elettroni è di pochi eV e quindi, a confronto con l'energia del fotone, gli elettroni possono essere considerati liberi. Con il termine generale diffusione si fa riferimento ai processi di diffusione classica e di diffusione Compton.

### Diffusione classica.

La diffusione classica o coerente o Thomson è l'unico fenomeno la cui spiegazione avviene grazie al modello classico della propagazione ondulatoria dell'energia e non mediante il modello quantistico, come accade per gli altri fenomeni di interazione. L'onda elettromagnetica di frequenza  $\nu$ , passando in vicinanza dell'elettrone, lo mette in vibrazione, così che esso irradia energia che ha la stessa frequenza dell'onda incidente. La radiazione emessa dall'elettrone possiede quindi la stessa energia  $h\nu$  di quella incidente: non si ha assorbimento di energia, ma solamente una variazione nella direzione di propagazione della radiazione incidente. Poiché non vi è diminuzione di energia del fotone, il fenomeno è di scarso interesse radiologico.



### Diffusione Compton.

L'effetto Compton può essere considerato come un urto tra un fotone ed un elettrone libero. In seguito all'interazione, in generale, l'elettrone verrà messo in movimento con una determinata energia, mentre il fotone avrà direzione ed energia diverse da quelle di incidenza.

Detta  $\nu$ ,  $\nu'$ ,  $E_c$  rispettivamente la frequenza del fotone incidente, la frequenza del fotone diffuso e l'energia cinetica dell'elettrone di rinculo, per la legge della conservazione

dell'energia si avrà:

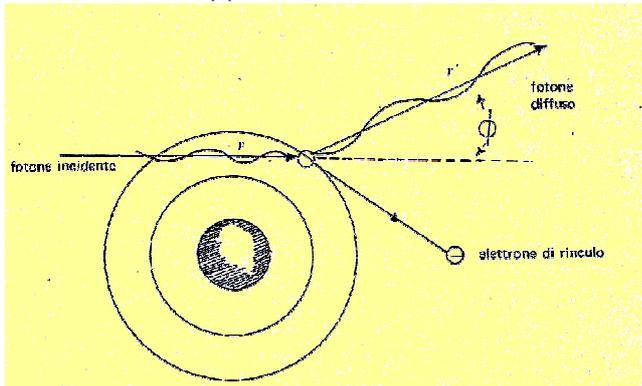
$$h\nu = h\nu' + E_c$$

L'angolo  $F$  tra la direzione del fotone incidente e quella del fotone diffuso dipende dall'energia cinetica dell'elettrone di rinculo e dalle energie iniziale e finale del fotone.

L'effetto Compton non è un fenomeno a soglia e la sezione d'urto corrispondente (indicata con  $\sigma_c$ ) è direttamente proporzionale al numero di atomi per unità di volume [ $\text{cm}^3$ ]  $N$  presenti nel materiale ed al numero atomico  $Z$  del materiale stesso, mentre è inversamente proporzionale all'energia del fotone incidente:

$$\sigma_c \propto N Z (h\nu)^{-1}$$

### Creazione di coppie



Quando l'energia del fotone incidente è superiore a 1,022 MeV, il fotone può essere assorbito tramite il meccanismo della produzione di coppie. Questo fenomeno ha luogo quando il fotone passa in vicinanza del nucleo e, per interazione con il forte campo elettromagnetico del nucleo stesso, scompare dando luogo ad una coppia di elettroni, uno positivo, l'altro negativo, come illustrato in Figura 5.

Questo è un caso tipico di materializzazione dell'energia, in cui non viene creata nessuna

carica elettrica, poiché positrone ed elettrone hanno cariche di segno contrario.

Il bilancio energetico è espresso da :

$$h\nu = 1,022 + E_{-c} + E_{+c}$$

L'energia di soglia del fenomeno è di 1,022 MeV, poiché questo è il valore di energia corrispondente alla somma della massa a riposo dell'elettrone e del positrone.

Nel processo di produzione di coppie anche il nucleo dell'atomo riceve una parte dell'energia del fotone incidente, ma essa è trascurabile rispetto all'energia cinetica della coppia elettrone - positrone. Ciò tuttavia fa sì che non sia possibile prevedere la direzione di propagazione del positrone, nota che sia quella dell'elettrone, o viceversa.

Sia l'elettrone che il positrone perdono poi la loro energia cinetica per la ionizzazione degli atomi della sostanza ed il positrone, infine, interagisce con un elettrone, mediante un processo detto di annichilazione, nel quale si ha la trasformazione inversa di quella iniziale: le due particelle scompaiono e la loro massa si trasforma in energia sotto forma di due fotoni, emessi in direzioni opposte, di energia 0,511 MeV ciascuno, che potranno a loro volta interagire con la sostanza per effetto fotoelettrico oppure per effetto Compton.

La sezione d'urto ( $\rho$ ) relativa al fenomeno della creazione di coppie è data da:

$$\rho \propto N Z^2 (h\nu - 2m_0c^2)$$

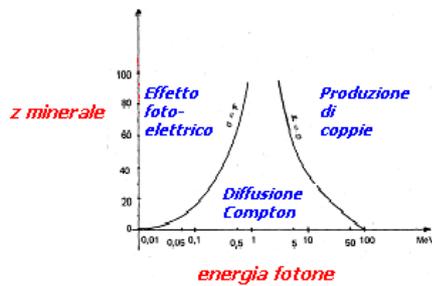
per  $h\nu \leq 5 \text{ MeV}$

$$\rho \propto N Z^2 \ln h\nu$$

per  $h\nu > 5 \text{ MeV}$

In generale, volendo descrivere la probabilità di interazione tra un fotone incidente con una certa energia in un dato mezzo, questa sarà espressa dalla sezione d'urto totale data da:

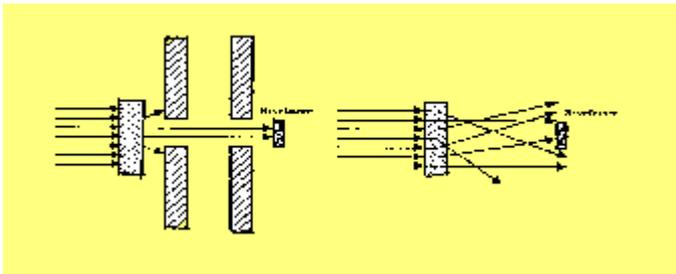
$$s = t + \sigma_c + \rho$$



L'andamento della sezione d'urto relativa ai processi descritti in funzione dell'energia del fotone incidente e del numero atomico Z del materiale attraversato è riportata nel grafico di Figura 6.

#### Assorbimento della radiazione elettromagnetica

Si supponga che un fascio di fotoni monoenergetico incida su di uno strato di materiale di spessore  $l$ , secondo lo schema indicato in Figura 7.



La relazione che lega il numero di fotoni incidenti,  $N_0$ , al numero di fotoni in uscita dal mezzo è espressa da [2]:

$$N = N_0 e^{-ml}$$

dove la grandezza  $m$  è detta coefficiente di attenuazione. Il coefficiente di attenuazione si misura in  $\text{cm}^{-1}$  ed è legato alle sezioni d'urto precedentemente introdotte dalla relazione:

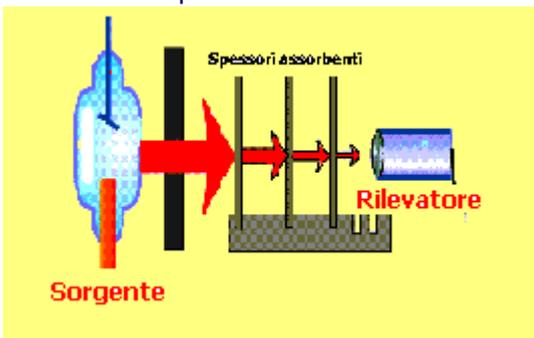
$$m = t + sc + p$$

Il valore del coefficiente di attenuazione  $m$  dipenderà dall'energia dei fotoni incidenti e dal tipo di materiale attraversato.

Poiché il numero di fotoni  $N$  è proporzionale all'intensità  $I$  della radiazione, si potrà anche scrivere:

$$I = I_0 e^{-ml}$$

#### Concetto di spessore emivalente



Una grandezza ampiamente utilizzata in ambito radiologico e radioprotezionistico è lo spessore di dimezzamento (in italiano SEV -spessore emivalente- ed in inglese HVL, da "half value layer"). Come dice il nome, lo spessore emivalente rappresenta lo spessore che il materiale assorbitore deve avere affinché una radiazione elettromagnetica di intensità  $I_0$  incidente ne emerga con una intensità dimezzata (FIGURA 8).

E' chiaro che, come il coefficiente di attenuazione, anche il SEV dipenderà dall'energia della radiazione

incidente e dal numero atomico del materiale assorbitore. Una volta fissato il materiale assorbitore, lo spessore di dimezzamento dipenderà solamente dal valore dell'energia del fascio. Si capisce, perciò, come lo spessore di dimezzamento possa essere utilizzato per esprimere la qualità di una radiazione elettromagnetica.

#### Interazioni delle particelle cariche con la materia

Nel caso in cui le particelle incidenti siano particelle cariche, nell'attraversamento della materia queste perdono energia essenzialmente ionizzando ed eccitando gli atomi del mezzo. Le perdite di energia dovute ad altri processi sono infatti, con qualche eccezione, molto meno importanti. Le eccezioni riguardano le perdite per irraggiamento nel caso delle particelle leggere di alta energia (di cui si parlerà in seguito), le reazioni nucleari nel caso di particelle pesanti di alta energia e le collisioni elastiche nel caso di particelle di velocità molto modeste.

#### Potere frenante

Per descrivere le interazioni delle particelle cariche con la materia, si fa ricorso ad alcune grandezze fisiche, la più importante delle quali è il potere frenante del materiale, definito da:

$$S = dE/dl$$

dove dE è l'energia persa da una particella carica di data energia nel tratto dl del materiale. Nel SI il potere frenante si misura in  $J m^{-1}$ , ma in pratica vengono utilizzati il  $Mev cm^{-1}$  o il  $keV cm^{-1}$ . Se le energie in gioco sono tali da poter trascurare le interazioni nucleari, il potere frenante totale può essere espresso come somma di due contributi:

$$S = (dE/dl)_{coll} + (dE/dl)_{rad}$$

I due contributi si riferiscono rispettivamente alle perdite di energia per collisione e per irraggiamento.

La conoscenza del potere frenante non basta tuttavia per interpretare gli effetti delle radiazioni ionizzanti sulla materia. Un ruolo molto importante a riguardo è svolto anche dalla distribuzione spaziale dell'energia trasferita lungo le tracce delle particelle. I secondari[3] carichi messi in moto possono infatti avere sufficiente energia cinetica per costituire a loro volta tracce distinte da quella della particella primaria (raggi d) e produrre quindi ionizzazione a distanza di questa, oppure possono formare solo qualche gruppo di ioni in prossimità della traccia primaria stessa se la loro energia è invece modesta ("clusters").

LET

Per tenere conto di questo aspetto è stata introdotta una apposita quantità, il LET, detto anche trasferimento di energia lineare o potere frenante per collisione lineare ristretto, che si indica con il simbolo LD.

Detta dE l'energia dissipata dalla particella carica primaria considerata nel tratto dl in collisioni che comportano trasferimenti di energia inferiori a un prefissato valore D, si definisce:

$$LD = (dE/dl)D$$

Di norma D viene espresso in eV. Così L100 significa prendere in esame tutte le collisioni che comportano il trasferimento di energia in quantità inferiori a 100 eV: soltanto queste verranno considerate come energie cedute localmente al mezzo.

Energia media necessaria per creare una coppia di ioni in un gas

Un'ultima quantità legata al passaggio di particelle cariche nella materia che va presa in esame è l'energia media necessaria per creare una coppia di ioni in un gas ( $\bar{W}$ ).

Essa è definita come:

$$\bar{W} = E/N$$

dove N rappresenta appunto il numero di coppie di ioni prodotte quando una particella direttamente ionizzante di energia cinetica E viene completamente arrestata nel gas considerato.

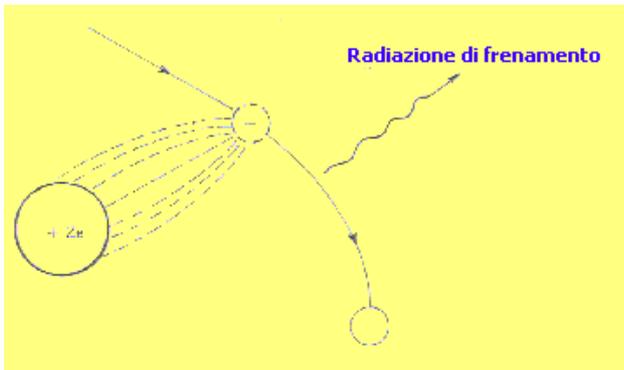
A prima vista si potrebbe pensare che il valore  $\bar{W}$  debba eguagliare l'energia minima di ionizzazione o potenziale di ionizzazione del gas considerato. In pratica non tutta l'energia ceduta dalle particelle cariche viene spesa in ionizzazione, poiché, come si è già detto, una parte di essa viene dissipata in processi di eccitazione. L'energia spesa in media per creare una coppia di ioni sarà perciò maggiore di tale valore.

Se si indica con N il numero totale di elettroni prodotti nel gas, con  $\bar{E}_i$  l'energia effettivamente spesa per produrre uno ione, con  $N_{ex}$  il numero di stati eccitati prodotti, con  $\bar{E}_{ex}$  l'energia

media di tali stati e con  $\bar{\mathcal{E}}_e$  l'energia cinetica media degli elettroni secondari troppo poco veloci per ionizzare o eccitare gli atomi del gas, si può scrivere:

$$\bar{W} = \frac{E}{N} = \bar{E}_i + \frac{N_{ex}}{N} \bar{E}_{ex} + \bar{\mathcal{E}}_e$$

Ad energie sufficientemente elevate, il valore di  $\bar{W}$  può considerarsi con buona approssimazione costante al variare dell'energia. In generale anche la dipendenza di  $\bar{W}$  dal tipo di gas è debole. Gran parte dei valori misurati è infatti compresa tra 30 e 40 eV per coppia di ioni, cosicché in prima approssimazione si suole spesso assumere  $\bar{W}$  pari a 34 eV per coppia di ioni indipendentemente dal tipo di particella incidente e dal gas considerato.



Radiazione di frenamento

Mentre il fenomeno di eccitazione e di ionizzazione di un atomo è tipico dell'interazione di qualunque particella carica con la materia, il fenomeno dell'emissione di radiazione di frenamento (o bremsstrahlung) è prerogativa quasi esclusiva dell'elettrone .

Quando un elettrone, attraversando la sostanza, passa in prossimità di un atomo, la forza esercitata su di esso dalla carica del nucleo provoca una curvatura della sua traiettoria e, quindi, una accelerazione centripeta. Di conseguenza l'elettrone perderà energia sotto forma di radiazione elettromagnetica ed i valori di energia che emette vanno da zero fino al massimo della sua energia cinetica.

La radiazione di frenamento totale per atomo è proporzionale a  $(Z/m)^2$ , dove Z è il numero atomico della sostanza assorbente e m la massa della particella carica. A causa della dipendenza da  $1/m^2$ , segue che la radiazione di frenamento diviene trascurabile per tutte le particelle cariche tranne che per gli elettroni.

#### Pericolosità dei vari tipi di radiazione

##### Radiazioni a

Le particelle a, dal punto di vista dell'irradiazione esterna, sono poco pericolose per via della loro scarsa penetrabilità in sostanze dense. Esse, infatti, riescono al massimo a penetrare lo strato morto della pelle del corpo e non raggiungono il tessuto vivente: non si ha quindi il rischio di danno biologico.

Dal punto di vista della contaminazione interna le particelle a rappresentano invece un grave pericolo. Una volta che la sorgente è circondata da tessuto vivente, la scarsa penetrazione di questo tipo di radiazione conduce ad una concentrazione dell'effetto intorno al punto in cui si è depositata la sostanza radioattiva. Se quindi una sorgente a emittitrice si fissa in un organo, piccolo ma essenziale del corpo umano, esso potrà essere gravemente danneggiato.

##### Radiazioni b

Le radiazioni b possono costituire un rischio di danno biologico per quanto riguarda sia l'irradiazione esterna che la contaminazione interna.

Nel primo caso si distinguono due processi:

- radiazione diretta: è noto che per superare lo strato morto della pelle e giungere fino ai tessuti viventi sono sufficienti b con energie superiori a 70 eV. Tuttavia, le radiazioni b non

vengono considerate un grave pericolo in quanto possono essere facilmente schermate (p. es. con lamine di alluminio). Tuttavia occorre considerare che la contaminazione cutanea può rapidamente portare ad un trasferimento del radionuclide all'interno del corpo.

- radiazione di frenamento: le schermature previste per fermare i fasci diretti di elettroni ad alta energia possono costituire un pericolo a causa dei raggi X emessi per il frenamento nella materia. Si può tuttavia ridurre l'entità della radiazione di frenamento scegliendo sostanze schermanti a basso numero atomico Z.

Nel caso della contaminazione interna le particelle  $\beta$  sono considerate meno pericolose delle particelle  $\alpha$  in quanto l'energia da esse perduta viene distribuita su una massa di tessuto maggiore.

Risultano tuttavia più pericolose di una contaminazione interna da sorgenti  $\gamma$ .

### Radiazioni X e $\gamma$

I rischi conseguenti a radiazioni X e  $\gamma$  sono strettamente connessi con l'elevata capacità di penetrazione che essi hanno in aria e nel tessuto vivente. Dal punto di vista della contaminazione interna il fatto che i raggi X e  $\gamma$  siano molto più penetranti rappresenta un elemento positivo nel senso che l'energia ceduta al tessuto risulta distribuita su un più vasto volume con conseguente minore pericolosità. Dal punto di vista dell'irradiazione esterna, al contrario, i fotoni presentano un alto grado di pericolosità per due distinti motivi:

- perché si propagano, con scarso assorbimento, fino a distanze abbastanza grandi dalla sorgente, con conseguente necessità di schermature molto più consistenti di quelle usate per le particelle  $\alpha$  e  $\beta$ ;

- perché, data la facilità con cui attraversano la materia, i tessuti più radiosensibili del corpo risultano esposti ai campi di radiazione esterna, con una possibilità di danno biologico che non rimane limitata, come nel caso della contaminazione esterna da particelle  $\alpha$  e  $\beta$ , ai tessuti superficiali meno importanti.

### Neutroni

Il comportamento dei neutroni in interazione con la materia è, tutto sommato, simile a quella delle altre particelle indirettamente ionizzanti (X e  $\gamma$ ). La loro pericolosità, funzione della loro energia, è però maggiore, il che, a differenza di quanto succede per la radiazione X e  $\gamma$ , porta, a parità di dose assorbita, ad una considerevole diversità di dose equivalente da neutroni e da radiazione X e  $\gamma$ .

### Grandezze e unità di misura in radioprotezione

#### Attività

L'attività di un radionuclide è definita come il numero di trasformazioni nucleari spontanee nell'unità di tempo:

$$A = dN/dt$$

L'unità di misura nel SI è il Becquerel (Bq), che corrisponde ad una trasformazione al secondo  $s^{-1}$ . Molto spesso viene utilizzata la vecchia unità di misura, il Curie (Ci), che corrisponde a 37.000.000.000 Bq, o, più frequentemente, il suo sottomultiplo mCi.

Vale la relazione:

$$1 \text{ mCi} = 3,7 \times 10^7 \text{ Bq} = 37 \text{ MBq}$$

Va notato come l'attività di 1 Ci corrisponda ad un quantitativo ingente di materiale radioattivo, perciò vengono usati spesso i suoi sottomultipli (mCi,  $\mu$ Ci); viceversa l'attività di

1 Bq corrisponde ad una attività estremamente piccola, pertanto nella pratica si usano solo i suoi multipli (kBq, MBq).

### Dose assorbita

Poiché tutti gli effetti (biologici, chimici, fisici) indotti dalle radiazioni ionizzanti si manifestano soltanto quando avviene una cessione di energia alla materia, la grandezza che gioca un ruolo fondamentale negli effetti citati è senz'altro la dose assorbita. La dose assorbita  $D$  si definisce come:

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

in cui  $\bar{\epsilon}$  è l'energia media ceduta dalla radiazione ionizzante in un elemento di volume di massa  $dm$ . L'unità di misura usata nel SI per la dose assorbita è il  $J\ kg^{-1}$ ; a questa unità di misura si attribuisce il nome di gray (Gy). Talvolta viene ancora utilizzata la vecchia unità di misura, il rad. Si ha:

$$1\text{Gy} = 100\ \text{rad}$$

### Esposizione

Si tratta della più antica delle grandezze dosimetriche, introdotta per descrivere la capacità della radiazione elettromagnetica di produrre ionizzazione in aria. Essa è definita come:

$$X = dQ/dm$$

dove  $dQ$  è il valore assoluto della carica totale degli ioni di un segno prodotti in aria quando tutti gli elettroni (positivi e negativi) liberati dai fotoni nell'elemento di volume di massa  $dm$  sono completamente fermati in aria.

Nel SI l'esposizione si esprime in  $C\ kg^{-1}$ . Di uso ancora comune è la vecchia unità speciale, il röntgen (R), il cui valore esatto è:

$$1\text{R} = 2,58 \times 10^{-4}\ C\ kg^{-1}$$

### Kerma

Il kerma si definisce come:

$$K = dE_{tr}/dm$$

dove  $dE_{tr}$  è la somma delle energie cinetiche iniziali di tutte le particelle cariche prodotte da particelle indirettamente ionizzanti in un certo volume di specificato materiale e di massa  $dm$ . L'unità di misura è la stessa della dose, ossia il Gray.

Le tre grandezze dose, esposizione e kerma sono legate tra di loro da relazioni che divengono estremamente semplici in una situazione sperimentale di particolare importanza, vale a dire quando in un punto del mezzo irradiato con radiazioni indirettamente ionizzanti si verificano le condizioni di equilibrio di particelle cariche. Tali condizioni si intendono realizzate quando l'energia dissipata al di fuori di un piccolo volume sferico, centrato nel punto in esame, da secondari carichi in esso prodotti è compensata dall'energia dissipata al suo interno da secondari carichi prodotti al di fuori.

### Dose agli organi

La dose agli organi  $DT$  si definisce come

$$DT = eT/mT$$

in cui  $e_T$  è l'energia totale impartita all'organo o tessuto T e  $m_T$  è la massa dell'organo stesso. L'unità di misura nel SI è il Gy.

Dose equivalente

Si definisce dose equivalente dovuta alla radiazione R nell'organo o tessuto T, e si indica con  $H_{T,R}$  la grandezza:

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

in cui  $D_{T,R}$  è la dose assorbita dal tessuto o organo T dovuta al tipo di radiazione R e  $w_R$  è un fattore di peso che tiene conto del diverso tipo di radiazione. Poiché  $w_R$  è adimensionale l'unità di misura della dose equivalente nel SI è ancora il  $J\ kg^{-1}$  che in questo caso prende il nome di Sievert (Sv). La vecchia unità di misura, tuttora a volte utilizzata, è il rem. Vale la relazione:

$$1\ Sv = 100\ rem$$

La dose equivalente considera il fatto che la probabilità di effetti stocastici dovuti alla radiazione è funzione non solo della dose assorbita dall'organo, ma anche della qualità della radiazione stessa. In pratica una stessa dose assorbita dovuta a radiazione a basso LET o ad alto LET non ha il medesimo effetto dal punto di vista della probabilità di insorgenza di effetti biologici: di questo si tiene conto introducendo un fattore di peso  $w_R$  dipendente dalla qualità della radiazione (Tab.1).

1. Tabella 1 Fattori di peso per la radiazione

TIPO ED ENERGIA DELLA RADIAZIONE	FATTORE DI PESO $w_R$
Fotoni (qualunque energia)	1
Elettroni <sup>1</sup> e muoni (tutte le energie)	1
Neutroni (energia < 10 keV)	5
Neutroni (energia compresa fra 10 e 100 keV)	10
Neutroni (energia compresa fra 100 keV e 2 MeV)	20
Neutroni (energia compresa fra 2 e 20 MeV)	10
Neutroni (energia >20 MeV)	5
Protoni, tranne quelli di rinculo (energia > 2MeV)	5
Particelle $\alpha$ , frammenti di fissione, nuclei pesanti	20

[1] Esclusi gli elettroni Auger emessi dai nuclei legati al DNA.

Dose equivalente impegnata:

Mentre l'irradiazione esterna provoca una deposizione istantanea di energia nel tessuto, l'irradiazione dovuta ad incorporazione di radionuclidi è distribuita nel tempo e la deposizione di energia è funzione del decadimento dei radionuclidi.

Si definisce quindi un'altra grandezza, la dose equivalente impegnata, come:

$$H_{T,e} = \int_{t_0}^{t_0+\tau} w_R H_{T,i}(t) dt$$

in cui  $H_T(t)$  è l'intensità di dose equivalente al tempo t e t è il periodo di tempo su cui si integra.

L'unità di misura nel SI è il Sv.

## Dose efficace

La dose efficace E è definita secondo la relazione:

$$E = \sum_T w_T H_T$$

in cui  $H_T$  è la dose equivalente nell'organo o tessuto T e  $w_T$  è il fattore di peso per il tessuto T. Questa grandezza tiene conto attraverso il fattore  $w_T$  (Tab. 2) del fatto che la relazione tra probabilità di effetti stocastici e dose equivalente dipende anche dal tessuto irradiato. La sua unità di misura nel SI è il Sv.

### 2. Tabella 2 Fattori di peso per i vari tessuti

TESSUTO O ORGANO	FATTORE DI PESO $w_T$
Gonadi	0,20
Midollo osseo (rosso)	0,12
Colon	0,12
Polmone	0,12
Stomaco	0,12
Vescica	0,05
Mammella	0,05
Fegato	0,05
Esofago	0,05
Tiroide	0,05
Cute	0,01
Superfici ossee	0,01
Altri tessuti <sup>1</sup>	0,05

1. La categoria "altri tessuti" comprende i seguenti organi o tessuti: surrene, cervello, intestino crasso superiore, intestino tenue, rene, muscolo, milza, pancreas, timo ed utero. Nel caso in cui uno di questi organi ricevesse una dose equivalente superiore a quella ricevuta da uno dei dodici organi che hanno un loro specifico fattore di peso, si dovrà applicare un fattore  $w_T$  di 0.025 a quest'organo ed un altro fattore 0.025 alla dose media ricevuta dagli altri organi compresi nella categoria "altri tessuti".

Il fattore di peso per i tessuti  $w_T$  rappresenta il contributo relativo di ciascun organo o tessuto alla probabilità di induzione di effetti stocastici quando si consideri il corpo irradiato uniformemente con una dose equivalente H.

Poiché per definizione ad una dose equivalente uniforme H su tutto il corpo deve corrispondere una uguale dose efficace E, segue facilmente che la somma dei fattori di peso per i vari tessuti deve essere normalizzata a 1.

### Dose efficace impegnata

Analogamente a quanto succede per la dose equivalente impegnata, nel caso di incorporazione di radionuclidi viene definita la grandezza dose efficace impegnata, la cui unità di misura è il Sv, come:

$$E_{\text{impegnata}} = \sum_T w_T H_T$$

Per tutte le grandezze introdotte, fatta eccezione per la dose impegnata, si può definire il corrispondente rateo (o intensità) come la derivata temporale della grandezza considerata.

### Limiti di dose

In base a quanto fino ad ora esposto, si può dire che le grandezze soggette ai limiti previsti dalla legge sono:

per quanto riguarda i singoli organi la dose equivalente, ovvero quella grandezza che tiene conto dell'energia ceduta e, attraverso il fattore di peso  $w_R$  del particolare tipo di radiazione responsabile della cessione dell'energia e, per quanto riguarda il corpo intero, la dose efficace, che tiene conto attraverso il fattore di peso  $w_T$  anche del particolare organo che ha ricevuto dose.

I limiti di dose per anno solare stabiliti dal D. Lgs 230/95 sono mostrati in Tab. 3:

Tabella 3 - Limiti di dose

	Dose efficace (mSv)	Dose equivalente (mSv)		
		cristallino	pelle	arti <sup>3</sup>
pubblico	1	15	50	1
lavoratori esposti	20	150	500	2

- 1 Calcolato in media su 1 cm<sup>2</sup> di pelle, indipendentemente dalla superficie esposta
- 2 Tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla superficie esposta
- 3 Mani, avambracci, piedi, caviglie.

In generale, ai fini di valutare la dose efficace ricevuta in un anno solare, si impiega la seguente relazione:

$$E = E_{est} + \sum_j h(g)_{j,ing} J_{j,ing} + \sum_j h(g)_{j,ina} J_{j,ina}$$

dove  $E_{est}$  è la dose efficace derivante da esposizione esterna;

$h(g)_{j,ing}$  e  $h(g)_{j,ina}$  rappresentano la dose efficace impegnata per unità di introduzione del radionuclide  $j$  (Sv/Bq) rispettivamente ingerito o inalato;

$J_{j,ing}$  e  $J_{j,ina}$  rappresentano rispettivamente l'introduzione tramite ingestione o tramite inalazione del radionuclide  $j$  (Bq).

Nell'allegato IV del D. Lgs 230/95 sono riportati i valori di  $h(g)_{ing}$  e  $h(g)_{ina}$  per i diversi radionuclidi e per gli individui appartenenti alle diverse categorie.

Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti

Effetti deterministici

Quando un mezzo biologicamente significativo viene esposto in un campo di radiazioni ionizzanti diviene sede di una serie di processi, originati dal trasferimento di energia dalle radiazioni al mezzo, che si possono concludere con la manifestazione di un certo effetto.

Il processo della ionizzazione porta necessariamente ad alterazioni degli atomi, almeno in via transitoria, e può in tal modo dar luogo a modificazioni nella struttura delle molecole che li contengono. Se le molecole alterate sono situate in una cellula vivente, la cellula stessa può risultare danneggiata, sia direttamente, quando la molecola interessata ha un'importanza

critica per le funzioni della cellula, sia indirettamente, attraverso fenomeni chimici su molecole adiacenti, per esempio attraverso la formazione di radicali liberi. Il danno che potenzialmente la radiazione può indurre in una cellula avviene a diversi livelli, ma, senz'altro la categoria di danni cellulari più importante è quella che ha come bersaglio il DNA. Il danno al DNA può impedire la sopravvivenza o la riproduzione della cellula, ma spesso il danno viene riparato dalla cellula stessa. Se tale riparazione non è perfetta, può dar luogo ad una cellula vitale, ma modificata.

Quando un numero sufficiente di cellule in un organo o tessuto viene inattivato o non è più in grado di riprodursi e funzionare normalmente, vi è una perdita di funzione dell'organo. Il danno prodotto viene in questo caso definito deterministico. La gravità di tale danno aumenta con l'aumentare del numero di cellule inattivate, che, a sua volta, dipende dalla dose assorbita. Vi è una soglia al di sotto della quale la perdita di cellule è troppo piccola per produrre una perdita di funzione clinicamente rilevabile del tessuto o dell'organo. Se questa soglia viene superata, l'inattivazione cellulare non sarà più compensata dalla proliferazione delle cellule che sopravvivono, portando così ad una grave perdita di funzioni in un tessuto o in un organo.

Nella Tab. 4 sono riportati i valori di soglia per alcuni effetti deterministici nei tessuti più radiosensibili del corpo

Tabella 4- Stime delle soglie per effetti deterministici nel testicolo, ovaio, cristallino e midollo osseo

Tessuto ed effetto	Equivalentente di dose totale ricevuto in una breve esposizione singola (Sv)	Equivalentente di dose totale ricevuto in esposizioni molto frazionate o protratte (Sv)	Intensità di dose annua se ricevuta annualmente in esposizioni molto frazionate o protratte su molti anni (Sv/anno)
Testicoli			
Sterilità temporanea	0,15	NA1	0,4
Sterilità permanente	3,5 - 6,02	NA	2,0
Ovaio			
Sterilità	2,5 - 6,0	6,0	>0,2
Cristallino			
Opacità visibili	0,5 - 2,03	5	>0,1
Lesioni del visus(cataratta)	5,04	>8	>0,15
Midollo osseo			
Depressione dell'ematopoiesi	0,5	NA	>0,4

1NA significa non applicabile, poiché la soglia dipende più dall'intensità di dose che dalla dose totale.

2V. UNSCEAR, 1988a.

3V. anche Otake e Schull, 1990.

4Dato come 2 - 10 Sv (NCRP, 1989a)

Tranne che per le note (2, 3 e 4) i valori della Tab. V denotano i valori di soglia attuali, espressi come dose equivalente.

#### Effetti stocastici

Una cellula somatica modificata può conservare ancora la sua capacità di riprodursi e può dar luogo ad un clone di cellule modificate che potrà evolvere alla fine in un tumore. Una cellula modificata che abbia sede nelle gonadi e la cui funzione sia quella di trasmettere informazioni genetiche alla discendenza di un individuo esposto, può trasmettere un'informazione imprecisa e può essere causa di gravi danni ad alcuni dei discendenti. Questi effetti somatici ed ereditari, che possono originarsi da una singola cellula modificata, vengono chiamati effetti stocastici. Non esiste un valore di soglia per la dose che induca effetti stocastici. A dosi molto basse la probabilità che tali modificazioni si verifichino in una popolazione di cellule di un tessuto è proporzionale alla dose assorbita.

Il problema fondamentale, comune a diverse branche applicative, tra cui la radioprotezione, è quello di mettere in relazione l'effetto prodotto con le caratteristiche fisiche del campo di radiazione. Da quanto detto in precedenza risulta chiaro come l'oggetto principale della radioprotezione sia la probabilità di insorgenza di danni stocastici dovuti a bassi valori di dose assorbita, visto che ciò rappresenta il problema più frequente nelle attività che comportino l'esposizione a radiazioni ionizzanti.

#### Rischio radiologico

Con il termine rischio radiologico si intende definire la probabilità di insorgenza di danni dovuti all'esposizione alle radiazioni di persone che lavorano in presenza di sorgenti di radiazioni ionizzanti.

Ogni volta che si considera il rischio di danno biologico conseguente a radiazioni, si distinguono due modi con cui il soggetto può essere esposto:

irradiazione esterna

contaminazione interna

Per irradiazione esterna si intende quella dovuta a sorgenti situate all'esterno del soggetto. In questo caso i parametri fondamentali che vanno tenuti in considerazione sono il numero, il tipo e le dimensioni delle sorgenti ed i rapporti geometrici (distanza e posizione) rispetto all'organismo (organo o tessuto). Il campo di radiazioni può risultare, infatti, a seconda dei suddetti parametri, più o meno intenso e costituito da radiazioni più o meno penetranti. In tal caso è pertanto necessario conoscere la capacità di penetrazione dei vari tipi di radiazione (particelle  $\alpha$ ,  $\beta$ , radiazione X e  $\gamma$ , neutroni) e la profondità dei vari organi o tessuti di rilievo.

Per contaminazione radioattiva deve intendersi l'inquinamento di un ambiente e delle sue componenti dovuto a deposito o manipolazione di sostanze radioattive non sigillate.

Nel caso di contaminazione interna corporea è necessario, in primo luogo, conoscere quali radionuclidi siano stati introdotti nel corpo umano. Ogni radionuclide, infatti, emette radiazioni di tipo differente e su scale temporali differenti (tempo di dimezzamento fisico). Inoltre, poiché i radionuclidi presentano caratteristiche analoghe a quelle dell'equivalente stabile, è fondamentale conoscere i modelli metabolici di ritenzione e di accumulo corporei di tali elementi chimici (tempo di dimezzamento biologico). E' inoltre fondamentale conoscere la via di introduzione del radioisotopo nell'organismo.

Le vie di introduzione più comuni, ed alle quali fa riferimento la legislazione italiana, per il

lavoratore esposto e per la popolazione, sono:

Inalazione

Ingestione

Il rischio di contaminazione da inalazione si ha quando si respira aria contaminata.

La contaminazione per ingestione avviene, nei casi più frequenti, assumendo cibo o portando alla bocca oggetti quali, ad es., sigarette, dopo aver toccato superfici a loro volta contaminate.

Vi sono anche altre vie di introduzione, come le ferite e, in alcuni casi, la pelle stessa (in quest'ultimo caso si fa riferimento a particolari sostanze, quali l'acqua triziata, non sempre utilizzate).

Protezione dall'irradiazione esterna

Per le sorgenti situate all'esterno dell'organismo, la protezione può essere realizzata mediante una opportuna combinazione di tre fattori:

Distanza

L'intensità della radiazione proveniente da una sorgente diminuisce proporzionalmente con il quadrato della distanza dalla sorgente stessa. La distanza costituisce, quindi, il primo e più semplice mezzo di protezione.

Schermature

Il campo di radiazioni prodotto dalle sorgenti può essere attenuato, per assorbimento, da opportune schermature disposte attorno alle stesse. La natura del materiale assorbente e lo spessore necessario sono legati al tipo e all'energia delle radiazioni emesse. Per la radiazione X e per la radiazione  $\gamma$ , ad esempio, data la grande dipendenza delle sezioni d'urto per effetto fotoelettrico dal numero atomico del mezzo, il materiale ad alta densità e alto numero atomico offre una schermatura più efficiente; pertanto è sufficiente uno spessore minore per ottenere l'assorbimento necessario (è questo il motivo per cui si usano spesso le protezioni di piombo). Poiché all'aumentare della distanza tra sorgente e schermo aumenta la superficie della barriera necessaria per schermare la zona che si vuole proteggere, conviene sistemare lo schermo il più possibile vicino alla sorgente di radiazione. Quando si costruisce uno schermo utilizzando elementi liberi (per esempio mattoni in piombo) è necessario fare molta attenzione alle fessure che permettono il passaggio di radiazioni fra blocchi adiacenti. È proprio per questa ragione che i mattoni di piombo presentano bordi ad incastro.

Tempo

Poiché la dose accumulata dall'organismo esposto è direttamente proporzionale al tempo di esposizione, dovrà essere limitato adeguatamente il tempo di lavoro in presenza di radiazioni

Protezione dalla contaminazione interna

Nella manipolazione di materiali radioattivi a scopo terapeutico e diagnostico, il pericolo da radiazione oltre a quello derivante dall'esposizione esterna è rappresentato dalla possibile contaminazione interna.

La protezione individuale si attua generalmente mediante l'impiego di indumenti protettivi personali (camici o tute, sovrascarpe, guanti, mascherine) e la limitazione del tempo di permanenza nella zona contaminata, seguendo le specifiche direttive dell'Esperto Qualificato.

**RICHIAMI NORMATIVI**

In Italia la sorveglianza della protezione dalle radiazioni ionizzanti è regolata dal D. Lgs. 230/95 (modificato e integrato dal D. Lgs 241/00). Questo D. Lgs., che sostituisce il vecchio D.P.R. 185/64, recepisce una serie di direttive Euratom a loro volta emanate tenendo conto delle raccomandazioni della ICRP (International Commission on Radiation Protection), organismo internazionale fondato nel 1928 con il nome di International X-ray and Radium Protection Committee, che, basandosi sui lavori pubblicati in materia di effetti sull'uomo delle radiazioni ionizzanti, emana periodicamente dei rapporti contenenti norme di buon comportamento in radioprotezione.

La sorveglianza fisica della protezione dalle radiazioni ionizzanti è demandata dal D. Lgs. citato alla figura dell'Esperto Qualificato (art. 77), cui competono una serie di attribuzioni (art. 79), tra cui:

- redigere e trasmettere al datore di lavoro la relazione scritta contenente le valutazioni e le indicazioni di radioprotezione relative alle attività soggette al D. Lgs. stesso, prima del loro inizio (art. 61);
- effettuare l'esame e la verifica delle attrezzature, dei dispositivi e degli strumenti di protezione da utilizzare;
- effettuare una sorveglianza ambientale di radioprotezione nelle zone classificate;
- valutare le dosi e le introduzioni di radionuclidi per i lavoratori esposti.

Sulla base delle valutazioni fatte, l'Esperto Qualificato deve indicare per iscritto al Datore di Lavoro (art. 80) tra l'altro:

- l'individuazione e la classificazione delle zone a rischio;
- la classificazione dei lavoratori addetti.



Individuazione delle aree di rischio e loro classificazione

Il D. Lgs 230/95 prevede che i datori di lavoro debbano provvedere, sulla base delle indicazioni fornite dall'Esperto Qualificato, all'individuazione, delimitazione, segnalazione, classificazione ed eventualmente regolamentazione degli ambienti di lavoro nei quali si faccia uso di sorgenti di radiazioni ionizzanti. All'ingresso dei locali in cui viene utilizzata in modo stabile una sorgente o apparecchiatura radiogena è esposta la segnaletica riportante il simbolo di radiazioni ionizzanti di cui alla figura.

In funzione del livello del rischio di esposizione lavorativa è prevista la classificazione di tali aree di lavoro in zone controllate e zone sorvegliate.

Zona controllata - per i lavoratori in essa operanti vi è il rischio di una esposizione globale superiore a 6 mSv/anno

Zona sorvegliata - per i lavoratori in essa operanti vi è il rischio di una esposizione globale superiore a 1 mSv/anno, ma inferiore a 6 mSv/anno (va ricordato che 1 mSv/anno costituisce il limite di esposizione fissato per le persone del pubblico).

All'esterno dell'area, unitamente al simbolo di cui sopra è riportata anche la sua classificazione.

Negli impianti fissi, all'esterno dell'area è posto un avvisatore luminoso che segnala con luce rossa la presenza di possibile pericolo di esposizione a radiazioni. In presenza di luce rossa è vietato di norma l'accesso all'area. Alle porte sono comunque collegati microinterruttori che interrompono l'erogazione in caso di apertura accidentale della stessa.

La classificazione delle aree di lavoro viene effettuata in base al tipo di macchina radiogena ed

alle diverse sostanze radioattive utilizzate, oltre che al carico di lavoro dichiarato dai Dirigenti delle varie strutture interessate.

### Classificazione dei lavoratori

Il D. Lgs. 230/95, art. 61, prescrive che i datori di lavoro debbano provvedere, sulla base delle indicazioni dell'Esperto Qualificato, alla classificazione dei lavoratori esposti dal punto di vista della protezione dalle radiazioni ionizzanti.

Come si è già detto, il limite di dose efficace per il pubblico è stato fissato pari a 1 mSv/anno. I lavoratori suscettibili di assumere, nel corso della loro attività, una dose superiore a tale valore, vengono classificati come esposti. All'interno dei lavoratori esposti vanno a loro volta distinti due gruppi, i lavoratori di categoria A e di categoria B. Il valore di dose efficace che, secondo la legge, un lavoratore esposto deve essere suscettibile di superare per l'appartenenza alla categoria A è pari a 6 mSv/anno.

Tabella 5 – Classificazione dei lavoratori

	Dose efficace (mSv)	Dose equivalente (mSv)		
		cristallino	pelle	arti <sup>3</sup>
lavoratori esposti	> 1	> 15	> 50 <sup>1</sup>	> 50
Categoria A	> 6	> 45	> 150 <sup>2</sup>	> 150
Categoria B	Tutti i lavoratori esposti non in Categoria A			

1 Calcolato in media su 1 cm<sup>2</sup> qualsiasi di pelle, indipendentemente dalla superficie esposta

2 Tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla superficie esposta

3 Mani, avambracci, piedi, caviglie.

Nello stabilire la classificazione del personale vanno tenuti in considerazione sia i risultati della dosimetria ambientale sia le informazioni fornite dai dirigenti dei reparti stessi circa il tempo di permanenza dei diversi dipendenti in zone maggiormente esposte alle radiazioni ionizzanti.

Occorre precisare che, in pratica, nella classificazione dei lavoratori esposti sia di categoria B che di categoria A i rispettivi limiti sono in genere abbassati a scopi cautelativi. Infatti, nell'accertamento delle condizioni di appartenenza all'una o all'altra delle due categorie, l'esperto qualificato deve tener conto anche delle esposizioni conseguenti a eventi anomali e a malfunzionamenti che siano suscettibili di aumentare le dosi derivanti dalla normale attività lavorativa programmata, ma non delle esposizioni accidentali o di emergenza.

Per tale motivo si assume come criterio conservativo quello di assegnare alla categoria dei lavoratori esposti di tipo B, ad esempio, coloro (T.S.R.M., medici radiologi ) i quali si trovino ad operare presso le diagnostiche tradizionali, al riparo di schermature fisse.

Nel caso in cui, a causa della particolare attività, l'operatore non possa lasciare il locale durante l'erogazione dei raggi (radiologia interventistica), in generale, a seconda del carico di lavoro, potrà essere classificato esposto di categoria A; analogamente nel caso in cui, come in medicina nucleare, si trovi ad utilizzare sorgenti radioattive non sigillate.

Ad ogni modo occorre puntualizzare che, neppure nelle situazioni di maggior rischio per l'operatore, la dose ricevuta annualmente può superare il limite di legge per i lavoratori di categoria a patto che si operi nel rispetto delle norme di sicurezza e protezione elaborate dall'esperto qualificato.

## Aspetti pratici connessi alla radioprotezione: modalità operative

Al fine di ottimizzare la radioprotezione dei lavoratori che prestano servizio negli ambienti nei quali si utilizzano sorgenti di radiazioni ionizzanti, sono redatte dall'Esperto Qualificato ed emanate dal datore di lavoro le norme interne di radioprotezione, specifiche per ogni tipo di attività. E' fatto obbligo ai Dirigenti delle strutture interessate di rendere note ai lavoratori le suddette norme, che andranno esposte in modo ben visibile nei vari reparti. I lavoratori, a loro volta, dovranno osservare scrupolosamente le prescrizioni previste.

Di seguito sono riportate alcune considerazioni circa le attività che si esplicano in una struttura sanitaria.

### **Radiodiagnostica**

I rischi connessi all'utilizzo delle radiazioni ionizzanti sono, in questo caso, legati all'utilizzo dei tubi a raggi X, sia quelli impiegati in radiologia tradizionale, che in apparecchi ad alta tecnologia (TAC, angiografi, ecc...). In base a quanto detto in precedenza, per questo tipo di sorgenti i rischi da radiazioni sussistono esclusivamente durante l'erogazione dei raggi: non si può avere esposizione a radiazioni se non durante l'esame, quindi non esistono rischi quando il tubo non è in funzione. Non esistono, ovviamente, problemi di contaminazione[4]. La protezione dei lavoratori si attua operando in modo opportuno su distanza, schermature e tempo. Occorre, tuttavia, distinguere tra alcune categorie di apparecchiature, ossia:

#### **Installazioni fisse**

Negli esami che non richiedono la presenza dell'operatore in prossimità dell'apparecchio radiogeno, la protezione dei lavoratori è garantita dalla presenza di barriere, scelte e posizionate secondo quanto stabilito dall'Esperto Qualificato.

Per quanto riguarda quei particolari esami per i quali è impossibile lavorare al riparo delle suddette barriere protettive (ad esempio esami in scopia nel corso di interventi operatori, esami angiografici, ecc...), la protezione dei lavoratori viene garantita se sono indossati opportuni indumenti schermati, e, ovviamente, riducendo al minimo il tempo di esposizione compatibilmente alle esigenze diagnostiche. L'utilizzo di intensificatori di brillantezza negli apparecchi che lavorano in scopia contribuisce ulteriormente alla diminuzione dei valori di dose.

#### **Installazioni mobili**

Quando si utilizzano apparecchiature mobili, data l'impossibilità, per ragioni ovvie, di fare sempre uso delle stesse barriere protettive, occorre tener presente, ai fini della radioprotezione, le specifiche direttive stabilite dall'Esperto Qualificato. In generale, quando la situazione lo rende possibile, le stesse pareti dei locali potranno fornire una adeguata schermatura. E' comunque buona norma limitare gli esami con apparecchiature mobili ai soli casi di estrema necessità.

#### **Radioterapia con fasci esterni**

In radioterapia si utilizzano sorgenti di radiazione di alta energia, nella fattispecie tubi a raggi X ad alto kilovoltaggio. Anche in questo caso la protezione dei lavoratori si attua operando in modo opportuno su distanza, schermature e tempo.

### **Medicina nucleare**

Il rischio da radiazioni connesso alle attività che hanno luogo nell'ambito della medicina nucleare è legato, come si è visto, sia all'esposizione esterna che alla contaminazione interna.

La radioprotezione dei lavoratori si attua oltre che con l'utilizzo di indumenti protettivi precedentemente citati e con la limitazione del tempo di permanenza nella zona contaminata, anche assicurando condizioni operative di pulizia; la delicatezza delle operazioni da compiere richiede inoltre grande attenzione nella manipolazione delle sorgenti.

## **Laboratorio RIA**

Nel laboratorio RIA si opera esclusivamente con kits contenenti farmaci marcati, prevalentemente con <sup>125</sup>I. Il rischio di contaminazione connesso a questo tipo di attività è limitato e può essere reso minimo operando, anche in questo caso, in condizioni di pulizia e di accuratezza.

Dosimetria: generalità e prescrizioni operative

In radioprotezione vengono effettuati due tipi di dosimetria: la dosimetria ambientale e la dosimetria personale. Gli scopi della dosimetria ambientale sono quelli di determinare nelle cosiddette zone controllate e/o sorvegliate la dose dovuta alle sorgenti di radiazioni ionizzanti in esse operanti; la dosimetria personale è indirizzata invece a determinare le dosi assorbite dai lavoratori che operano in dette zone. E' chiaro come una accurata dosimetria serva anche da verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione in atto.

Dosimetria personale

Il D. Lgs. 230/95 (art. 79) prescrive che la dose individuale per i lavoratori esposti di categoria A venga valutata mediante uno o più apparecchi di misura idonei (esposizioni esterne) e mediante opportuni metodi fisici e/o radiotossicologici (incorporazioni). La valutazione della dose per i lavoratori esposti non classificati in categoria A può essere, invece, effettuata sulla base della dosimetria ambientale.

Si ritiene comunque opportuno mantenere il dosimetro personale anche ai lavoratori classificati in categoria B, in quanto, così facendo, è possibile stimare con maggiore accuratezza e precisione la dose assorbita da ciascuno di essi.

Per quel che riguarda la dosimetria personale, questa si articola secondo due filoni operativi, rispettivamente la dosimetria per la valutazione della dose dovuta a irradiazione esterna e la dosimetria per la valutazione della dose da irradiazione interna.

### **Dosimetria esterna**

Il metodo attualmente più diffuso per la valutazione della dose personale dovuta ad irradiazione esterna, è quello di utilizzare dosimetri a TLD.

Questo tipo di dosimetro è costituito da un cristallo termoluminescente sensibile ai raggi X e  $\gamma$ . Riscaldando il cristallo (di solito LiF drogato) ad opportune temperature, viene riemessa una quantità di radiazione luminosa proporzionale a quella ceduta dalla particella ionizzante. Il segnale luminoso, mediante un'apposita elettronica, viene trasformato in segnale in corrente, da cui è, quindi, possibile risalire alla valutazione della dose assorbita.

Corretta ubicazione del dosimetro

Il personale sottoposto a controllo dosimetrico deve ricordare che l'uso del dosimetro è obbligatoriamente personale ed è tenuto ad attenersi alle seguenti raccomandazioni:

- portare sempre il dosimetro personale durante lo svolgimento delle attività che comportano l'irradiazione.
- Il dosimetro a film deve essere appeso sulla parte anteriore più alta del torace (con il nome dell'intestatario rivolto verso l'esterno) avendo cura che non sia coperto parzialmente o totalmente da oggetti che potrebbero assorbire le radiazioni.
- Con l'uso degli indumenti protettivi il dosimetro a film deve essere posto sempre sulla parte superiore del torace sopra il camice antiX.
- Il dosimetro a TLD deve essere indossato a stretto contatto della parte del corpo per la quale è prescritta la valutazione di dose.
- Qualora si verificasse una non corretta accidentale esposizione del dosimetro od un deterioramento dello stesso, deve esserne data immediata comunicazione alla Direzione Sanitaria.
- Il dosimetro deve essere conservato lontano da fonti di radiazione e di calore; esso non deve essere bagnato, danneggiato o comunque manomesso.
- Durante l'assenza dal servizio il dosimetro deve essere riposto in luogo ove non vi sia la possibilità alcuna di esposizione alle radiazioni.

Periodo di permanenza del dosimetro in campo

Il periodo di tempo che intercorre tra due letture consecutive del dosimetro viene scelto nel caso dei dosimetri personali normalmente pari ad un mese. Valutazioni particolari possono far variare la frequenza delle letture.

### **Dosimetria interna**

La dosimetria interna si occupa della valutazione della dose assorbita dai diversi organi e tessuti del corpo umano a seguito di introduzione di radioattività nell'organismo.

La stima della dose ricevuta dai vari organi a seguito di una contaminazione interna non è effettuabile per via diretta, come nel caso dell'irradiazione esterna. In pratica quello che si può tentare di determinare sperimentalmente è l'attività depositata, tramite ad esempio analisi degli escreti. Dai risultati ottenuti, grazie ad opportuni modelli, si risale poi al calcolo della dose impegnata.

Il problema della sorveglianza dosimetrica dei lavoratori addetti ad attività che comportano rischi da contaminazione interna presenta quindi aspetti assai complessi. La tendenza in atto è perciò quella di privilegiare la prevenzione, attraverso l'adozione di efficaci norme di lavoro e l'uso di particolari dispositivi di protezione, rendendo così necessarie le suddette valutazioni solo in casi accidentali.

---

[1]La sezione d'urto esprime la probabilità che un'interazione di un certo tipo abbia luogo. Quando sono possibili più processi indipendenti, la sezione d'urto totale  $\sigma$  può essere espressa come somma delle sezioni d'urto  $\sigma_j$  dei singoli processi. L'unità di misura della sezione d'urto è il  $m^2$ , ma, comunemente, si preferisce usare l'unità speciale barn (b):

$$1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$$

[2]Va però precisato che questa semplice legge descrive correttamente la penetrazione del fascio nella materia soltanto nelle condizioni cosiddette di "buona geometria". Dette condizioni sono quelle schematicamente illustrate in fig. 7 a). (in pratica, lavorare in condizioni di buona geometria significa considerare la sorgente di radiazione puntiforme e trascurare la produzione nell'assorbitore di particelle secondarie diffuse nella direzione del rivelatore).

[3]Così vengono definiti gli elettroni emessi in seguito all'interazione delle particelle ionizzanti con la materia

[4] A questo proposito è opportuno ricordare che, alle energie in gioco in radiodiagnostica, l'irradiazione non rende radioattivi né l'aria, né gli oggetti, né la persona esposta.

### Glossario

Acceleratore: apparecchio o impianto in cui sono accelerate particelle e che emette radiazioni ionizzanti con energia superiore a un mega electron volt (1 MeV)

ALARA (As Low As Reasonably Achievable): procedura per tenere le dosi ricevute dai lavoratori e dal pubblico le più basse possibili, tenendo conto dei fattori economici e sociali.

Apprendista: persona che riceve in un'impresa un'istruzione e una formazione allo scopo di esercitare un mestiere specifico

Attivazione: processo per effetto del quale un nuclide stabile si trasforma in radionuclide, a

seguito di irradiazione con particelle o con raggi gamma ad alta energia del materiale in cui è contenuto.

Attività (A): quoziente di  $dN$  diviso per  $dt$ , in cui  $dN$  è il numero atteso di transizioni nucleari spontanee di una determinata quantità di un radionuclide da uno stato particolare di energia in un momento determinato, nell'intervallo di tempo  $dt$ . L'unità di misura è il Becquerel

Becquerel (Bq): nome speciale dell'unità di attività (A); un becquerel equivale ad una transizione per secondo.

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ disintegrazione/secondo} = 1 \times s^{-1}$$

l'unità utilizzata anteriormente era il curie.

I fattori di conversione da utilizzare quando l'attività è espressa in curie (Ci) sono i seguenti:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq (esattamente)}$$

$$1 \text{ mCi} = 37 \text{ MBq}$$

$$1 \text{ Bq} = 2,7027 \times 10^{-11} \text{ Ci}$$

Contaminazione radioattiva: contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive. Nel caso particolare del corpo umano, la contaminazione radioattiva include tanto la contaminazione esterna quanto la contaminazione interna, per qualsiasi via essa si sia prodotta.

Decontaminazione: rimozione di materiale radioattivo dalle superfici o dalla matrice su cui si è depositato.

Detrimento sanitario: stima del rischio di riduzione della durata e della qualità della vita che si verifica in una popolazione a seguito dell'esposizione a radiazioni ionizzanti. Essa include la riduzione derivante da effetti somatici, cancro e gravi disfunzioni genetiche

Dose: grandezza radioprotezionistica ottenuta moltiplicando la dose assorbita (D) per fattori di modifica, al fine di qualificare il significato della dose assorbita stessa per gli scopi della radioprotezione

Dose assorbita (D): energia assorbita per unità di massa e cioè il quoziente di  $dE$  diviso per  $dm$ , in cui  $dE$  è l'energia media ceduta dalle radiazioni ionizzanti alla materia in un elemento volumetrico e  $dm$  la massa di materia contenuta in tale elemento volumetrico; ai fini del presente decreto, la dose assorbita indica la dose media in un tessuto o in organo. L'unità di dose assorbita è il gray;

Dose efficace (E): somma delle dosi equivalenti nei diversi organi o tessuti, ponderate in base all'organo o tessuto stesso, l'unità di dose efficace è il sievert;

I valori dei fattori di ponderazione  $w_T$  per i diversi organi o tessuti sono i seguenti:

Gonadi	0,20
Midollo osseo (rosso)	0,12
Polmone (vie respiratorie toraciche)	0,12
Colon	0,12
Stomaco	0,12
Vescica	0,05
Mammelle	0,05
Fegato	0,05
Esofago	0,05

Tiroide	0,05
Pelle	0,01
Superficie ossea	0,01
Rimanenti organi e tessuti	0,05

Nei casi eccezionali in cui un unico organo o tessuto tra i rimanenti riceva una dose equivalente superiore alla dose più elevata cui è stato sottoposto uno qualsiasi dei dodici organi per cui è specificato il fattore di ponderazione, a tale organo o tessuto si applica un fattore di ponderazione specifico pari a 0,025 e un fattore di ponderazione di 0,025 alla media della dose negli altri rimanenti organi o tessuti come definiti sopra.

Dose efficace impegnata (E(t)): somma delle dosi equivalenti impegnate nei diversi organi o tessuti HT(t) risultanti dall'introduzione di uno o più radionuclidi, ciascuna moltiplicata per il fattore di ponderazione del tessuto wT ; la dose efficace impegnata E(t) è definita da :

$E(t) = \sum w_T H_T(t)$  dove t indica il numero di anni per i quali è effettuata l'integrazione; l'unità di dose efficace impegnata è il sievert. Dose impegnata: dose ricevuta da un organo o da un tessuto, in un determinato periodo di tempo, in seguito all'introduzione di uno o più radionuclidi. Dose equivalente (H(T)): dose assorbita media in un tessuto o organo T, ponderata in base al tipo e alla qualità della radiazione; l'unità di dose equivalente è il sievert

I valori del fattore di ponderazione delle radiazioni wR sono i seguenti:

Fotoni, tutte le energie	1
Elettroni e muoni, tutte le energie	1
Neutroni con energia < 10 keV	5
con energia 10 keV – 100 keV	10
con energia > 100 keV – 2 MeV	20
con energia > 2 MeV – 20 MeV	10
con energia > 20 MeV	5
Protoni, esclusi protoni di rinculo, con energia > 2 MeV	5
Particelle alfa, frammenti di fissione, nuclei pesanti	20

Dose equivalente impegnata: integrale rispetto al tempo dell'intensità di dose equivalente in un tessuto o organo T che sarà ricevuta da un individuo, in quel tessuto o organo T, a seguito dell'introduzione di uno o più radionuclidi; la dose equivalente impegnata è definita da:

$$H_T(t) = \int_{t_0}^{t_0+t} H_T(\tau) d\tau$$

per una singola introduzione di attività al tempo t0 dove t0 è il tempo in cui l'introduzione, HT(t) è l'intensità di dose equivalente nell'organo o nel tessuto T al tempo t, t è il periodo di tempo, espresso in anni, su cui avviene l'integrazione; qualora t non sia indicato, si intende un periodo di 50 anni per gli adulti e un periodo fino all'età di 70 anni per i bambini; l'unità di dose equivalente impegnata è il sievert. Emergenza: una situazione che richiede azioni urgenti per proteggere lavoratori, individui della popolazione ovvero l'intera popolazione o parte di essa. Emivita o tempo di dimezzamento: vi sono tre tipi di emivite caratteristiche di ogni radionuclide:

- 1) emivita fisica (T1/2): tempo richiesto da una sostanza radioattiva per perdere il 50% della sua attività per decadimento radioattivo;
- 2) emivita biologica (Tb): intervallo di tempo in cui l'attività del radionuclide incorporato si riduce alla metà in un certo compartimento per effetto dei processi di rinnovo e ricambio.
- 3) emivita effettiva (Teff): tempo richiesto da un nuclide radioattivo presente

nell'organismo per ridursi del 50%, attraverso l'azione combinata del decadimento radioattivo e della normale escrezione corporea. E' definita nel seguente modo:

$$T_{eff} = \frac{T_{1/2} \cdot T_b}{T_{1/2} + T_b}$$

Esperto qualificato: persona che possiede le cognizioni e l'addestramento necessari sia per effettuare misurazioni, esami, verifiche o valutazioni di carattere fisico, tecnico o radiotossicologico, sia per assicurare il corretto funzionamento dei dispositivi di radioprotezione, sia per fornire tutte le altre indicazioni e formulare provvedimenti atti a garantire la sorveglianza fisica della protezione dei lavoratori e della popolazione. La sua qualificazione è riconosciuta secondo procedure stabilite per legge.

Esposizione (X): densità di ionizzazione in aria, dovuta ai raggi X o g; l'unità di misura attuale è il coulomb per chilogrammo, C/kg, mentre quella anteriore era il roentgen, R:

$$1R = 2,5 \cdot 10^{-4} C \cdot Kg^{-1}$$

Esposizione: qualsiasi esposizione di persone a radiazioni ionizzanti. Si distinguono:

- 1) l'esposizione esterna: esposizione prodotta da sorgenti situate all'esterno dell'organismo;
- 2) l'esposizione interna: esposizione prodotta da sorgenti introdotte nell'organismo;
- 3) l'esposizione totale: combinazione dell'esposizione esterna e dell'esposizione interna.

Esposizione accidentale: esposizione di singole persone a carattere fortuito e involontario

Esposizione d'emergenza: esposizione giustificata in condizioni particolari per soccorrere individui in pericolo, prevenire l'esposizione di un gran numero di persone o salvare un'installazione di valore e che può provocare il superamento di uno dei limiti di dose fissati per i lavoratori esposti

Esposizione globale: esposizione, considerata omogenea, del corpo intero.

Esposizione parziale: esposizione che colpisce soprattutto una parte dell'organismo o uno o più organi o tessuti, oppure esposizione del corpo intero considerata non omogenea

Esposizione potenziale: esposizione che, pur non essendo certa, ha una probabilità di verificarsi prevedibile in anticipo

Esposizione soggetta ad autorizzazione speciale: esposizione che comporta il superamento di uno dei limiti di dose annuale fissati per i lavoratori esposti, ammessa in via eccezionale solo nei casi indicati nel decreto di cui all'articolo 82 del D. Lgs. 230/95;

Fattore di ponderazione di un organo o tessuto: frazione del rischio stocastico, risultante da un'irradiazione uniforme del corpo, attribuibile all'organo o tessuto considerato.

Fattore di qualità della radiazione: fattore per il quale si moltiplica la dose assorbita in tessuto per tener conto della qualità della radiazione.

Fondo naturale di radiazioni: insieme delle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, sia terrestri che cosmiche, sempreché l'esposizione che ne risulta non sia accresciuta in modo significativo da attività umane.

Gestione dei rifiuti: insieme delle attività concernenti i rifiuti: raccolta, cernita, trattamento e condizionamento, deposito, trasporto, allontanamento e smaltimento nell'ambiente;

Gray: nome speciale dell'unità di dose assorbita

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ joule/kg} = 1 \text{ J Kg}^{-1}$$

L'unità precedentemente impiegata era il rad.

I fattori di conversione da utilizzare quando la dose assorbita è espressa in rad sono i seguenti:

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$$

Gruppi di riferimento (gruppi critici) della popolazione: gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione

Incidente: evento imprevisto che provoca danni ad un'installazione o ne perturba il buon funzionamento e può comportare, per una o più persone, dosi superiori ai limiti

Incorporazione (o assunzione): contaminazione interna, a seguito della quale sostanze radioattive partecipano al metabolismo dell'organismo o a processi organici;

Intervento: attività umana intesa a prevenire o diminuire l'esposizione degli individui alle radiazioni dalle sorgenti che non fanno parte di una pratica o che sono fuori controllo per effetto di un incidente, mediante azioni sulle sorgenti, sulle vie di esposizione e sugli individui stessi;

Introduzione: attività dei radionuclidi che penetrano nell'organismo provenienti dall'ambiente esterno;

Irradiazione esterna: vedere esposizione esterna.

Irradiazione interna: vedere esposizione interna.

Lavoratori esposti: persone sottoposte, per l'attività che svolgono, a un'esposizione che può comportare dosi superiori ai pertinenti limiti fissati per le persone del pubblico.

Ai fini della radioprotezione, in conseguenza del potenziale rischio cui sono soggetti, i lavoratori, inseriti in appositi elenchi, sono classificati, dall'esperto qualificato, in due gruppi principali:

lavoratori non esposti e lavoratori esposti; questi ultimi, a loro volta, sono suddivisi in due categorie: A e B.

Sono lavoratori esposti di categoria A i lavoratori che, per il lavoro che svolgono, sono suscettibili di ricevere in un anno solare una dose superiore a 6 mSv; gli altri lavoratori esposti sono classificati in categoria B;

LET: energia ceduta dalle particelle cariche per unità di percorso.

Limiti di dose: limiti massimi fissati per le dosi derivanti dall'esposizione dei lavoratori, degli apprendisti, degli studenti e delle persone del pubblico alle radiazioni ionizzanti causate dalle attività disciplinate dal D.Lgs. 230/95. I limiti di dose si applicano alla somma delle dosi ricevute per esposizione esterna nel periodo considerato e delle dosi impegnate derivanti dall'introduzione di radionuclidi nello stesso periodo;

Livello di intervento: valore di dose oppure valore derivato, fissato al fine di predisporre interventi di radioprotezione;

Materia radioattiva: sostanza o insieme di sostanze radioattive contemporaneamente

presenti;

Matrice: qualsiasi sostanza o materiale che può essere contaminato da materie radioattive; sono ricomprese in tale definizione le matrici ambientali e gli alimenti;

Matrice ambientale: qualsiasi componente dell'ambiente, ivi compresi aria, acqua e suolo;

Medico autorizzato: medico responsabile della sorveglianza medica dei lavoratori esposti, la cui qualificazione e specializzazione sono riconosciute secondo le procedure e le modalità stabilite dal D.Lgs 230/95.

Medico Competente: medico in possesso della specializzazione in medicina del lavoro o equipollente (art. 2, comma 1 D.Lgs 626/94) ed incaricato della sorveglianza sanitaria del personale esposto a rischi specifici. Può essere incaricato della sorveglianza sanitaria dei lavoratori classificati lavoratori esposti di categoria B.

Nuclide: specie atomica definita dal numero atomico (Z), che individua le proprietà chimiche, dal numero di massa (A) e dallo stato energetico del nucleo, che definisce le proprietà radiogene;

Persone del pubblico: individui della popolazione esclusi i lavoratori, gli apprendisti e gli studenti esposti in ragione della loro attività e:

- 1) i pazienti nell'ambito di un esame diagnostico o di una terapia che li concerne;
- 2) persone che coscientemente e volontariamente collaborano a titolo non professionale al sostegno e all'assistenza di pazienti sottoposti a terapia o a diagnosi medica;

Popolazione nel suo insieme: l'intera popolazione, ossia i lavoratori esposti, gli apprendisti, gli studenti e le persone del pubblico

Pratica: attività umana che è suscettibile di aumentare l'esposizione degli individui alle radiazioni provenienti da una sorgente artificiale, o da una sorgente naturale di radiazioni, nel caso in cui radionuclidi naturali siano trattati per le loro proprietà radioattive, fissili o fertili, o da quelle sorgenti naturali di radiazioni che divengono soggette alle disposizioni del D. Lgs. 230/95. Sono escluse le esposizioni dovute ad interventi di emergenza

Radiazioni ionizzanti o radiazioni: trasferimento di energia in forma di particelle o onde elettromagnetiche con lunghezza di onda non superiore a 100 nm o con frequenza non minore di  $3 \cdot 10^{15}$  Hz in grado di produrre ioni direttamente o indirettamente;

Radioattività: processo naturale di disintegrazione di un nuclide, con emissione di una particella corpuscolare o di un fotone, o di entrambi e che comporti la formazione di un nuovo nuclide. I decadimenti radioattivi sono descritti da equazioni esponenziali della forma:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t}$$

dove  $A(t)$  ed  $A_0$  sono rispettivamente le attività al tempo  $t$  e al tempo 0;

$T_{1/2}$  rappresenta l'emivita o tempo di dimezzamento.

Ciò significa che l'attività di un radionuclide si riduce esponenzialmente con il tempo. Va tenuto presente però, che trascorsi 2, 3, 4, 10  $T_{1/2}$ , l'attività si riduce al 25%, 12,5%, 6,3% e 0,1% rispettivamente e che essa si annulla,  $A(t)=0$ , solo dopo un tempo infinito, cioè  $t \rightarrow \infty$ .

Rifiuti radioattivi: qualsiasi materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, di cui non è previsto il riciclo o la riutilizzazione;

Sievert: nome speciale dell'unità di dose equivalente o di dose efficace.

Le dimensioni del sievert sono  $J \text{ kg}^{-1}$

quando la dose equivalente o la dose efficace sono espresse in rem valgono le seguenti relazioni:

$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv}$

$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$

Smaltimento: collocazione dei rifiuti, secondo modalità idonee, in un deposito, o in un determinato sito, senza intenzione di recuperarli;

Smaltimento nell'ambiente: immissione pianificata di rifiuti radioattivi nell'ambiente in condizioni controllate, entro limiti autorizzati o stabiliti dal D. Lgs. 230/95;

Sorgente artificiale: sorgente di radiazioni diversa dalla sorgente naturale di radiazioni

Sorgente di radiazioni: apparecchio generatore di radiazioni ionizzanti (macchina radiogena) o materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, dei quali, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività, o la concentrazione di radionuclidi, o l'emissione di radiazioni.

Sorgente naturale di radiazioni: sorgente di radiazioni ionizzanti di origine naturale, sia terrestre che cosmica

Sorgente non sigillata: qualsiasi sorgente che non corrisponde alle caratteristiche o ai requisiti della sorgente sigillata.

Sorgente sigillata: sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e di fatto inattive, o sigillate in un involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili.

Sorveglianza fisica: l'insieme dei dispositivi adottati, delle valutazioni, delle misure e degli esami effettuati, delle indicazioni fornite e dei provvedimenti formulati dall'esperto qualificato al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione.

Sorveglianza medica: l'insieme delle visite mediche, delle indagini specialistiche e di laboratorio, dei provvedimenti sanitari adottati dal medico, al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori esposti.

Sostanza radioattiva: ogni specie chimica contenente uno o più radionuclidi di cui, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività o la concentrazione;

Spessore emivalente (SEV o HVL Half Value Layer): spessore di un determinato materiale che, impiegato come schermo, riduce l'intensità della radiazione del 50%. Si ricorda che la legge che governa l'assorbimento è di tipo esponenziale; 2, 3, 5, 10 SEV pertanto, riducono l'irradiazione al 25%, 12,5%, 3,1% e 0,1%, rispettivamente. Il SEV di ogni materiale è funzione del tipo e dell'energia della radiazione incidente;

Vincolo: valore di grandezza radioprotezionistica, fissato per particolari condizioni ai sensi del presente decreto, ai fini dell'applicazione del principio di ottimizzazione;

Zona Classificata: ambiente di lavoro sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione contro le radiazioni ionizzanti. Le zone classificate possono essere Zone Controllate o Zone Sorvegliate.

Zona controllata: ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione

dalle radiazioni ionizzanti, in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento in un anno solare dei 3/10 di uno qualsiasi dei valori dei limiti per i lavoratori esposti ed in cui l'accesso è segnalato e regolamentato.

Zona sorvegliata: ambiente di lavoro in cui può essere superato in un anno solare uno dei pertinenti limiti fissati per le persone del pubblico e che non è zona controllata.

---

## **Radiazioni non Ionizzanti:**

---

### **RISCHIO DA RADIOFREQUENZE E MICROONDE**

#### **FINALITA'**

Il campo elettromagnetico può essere pensato come propagazione di energia nello spazio supportata da una perturbazione elettrica e magnetica dello spazio stesso e della materia in esso contenuta. La materia interagisce con il campo elettromagnetico in quanto è costituita da cariche elettriche.

Un organismo biologico immerso in un campo subisce quindi una interazione fra le forze del campo e le cariche elettriche presenti nell'organismo e si verifica una perturbazione nelle condizioni di equilibrio elettrico.

Si ha un effetto biologico quando questa perturbazione provoca, nel sistema biologico, qualche variazione fisiologica notevole e rilevabile.

Un effetto biologico non presuppone necessariamente un danno, se l'effetto non supera la capacità di compensazione di cui dispone l'organismo.

#### **OBIETTIVO**

Fornire agli operatori da una parte le conoscenze necessarie per una corretta comprensione del rischio e dall'altra le indicazioni operative per evitare che si possa verificare un danno per la salute

#### **DEFINIZIONE**

Le radiofrequenze e le microonde occupano la parte più bassa dello spettro delle onde elettromagnetiche, quella a minor frequenza e a maggiore lunghezza d'onda.

Con il termine Radiofrequenze (RF) vengono raggruppate le frequenze comprese fra 100 kHz e 300 MHz; con quello di Microonde (MW – microwave) le frequenze comprese fra 300 MHz e 300 GHz

#### **EFFETTI BIOLOGICI**

Gli effetti biologici sono essenzialmente legati al tipo di tessuto e alla frequenza. A basse frequenze prevale il fenomeno di induzione di correnti, mentre ad alte frequenze prevale la cessione di energia sotto forma di calore

#### **TIPOLOGIA DI APPLICAZIONI**

##### **IPERtermia**

E' un'applicazione terapeutica utilizzata principalmente in ambito oncologico con lo scopo di produrre nei tessuti neoplastici un innalzamento della temperatura fino ad un livello di 42 – 45°C Questa tecnica è basata sul fatto che i tumori risultano essere molto più sensibili al calore di quanto non siano i tessuti sani ed essendo i tessuti tumorali meno vascolarizzati di quelli sani circostanti si ha in questi ultimi un aumento di temperatura maggiore.

##### **MARCONITERAPIA**

Un apparato per Marconiterapia è composto da un generatore che produce campi elettromagnetici della frequenza di 27,12 MHz e della lunghezza d'onda di 11 metri (onde corte), da un circuito di sintonia automatica per mantenere stabile la frequenza ed ottimizzare il trasferimento di energia al paziente e da una serie di applicatori a bobina o condensatore, di varia forma e dimensione in relazione alla patologia e conformazione della parte anatomica da trattare.

La potenza fornita dal generatore è piuttosto modesta (da alcune decine a qualche centinaio di

Watt) ma una parte dell'energia viene dispersa nell'ambiente circostante e può comportare una esposizione indebita per il personale addetto.

## **RADARTERAPIA**

Gli apparati utilizzati nella Radarterapia sono costituiti da un generatore che eroga campi elettromagnetici della frequenza 2450 MHz e della lunghezza d'onda di 12 centimetri (microonde); l'energia prodotta viene inviata per mezzo di un cavo coassiale ad una antenna dotata di riflettore che permette di ottenere il fascio radiante.

Nel caso della Radarterapia i problemi di dispersione della radiazione sono minori rispetto a quelli che si presentano con gli apparati di Marconiterapia.

## **PROCEDURE OPERATIVE E MISURE DI SICUREZZA**

Al fine di minimizzare l'esposizione del personale ed ottimizzare il trattamento del paziente è necessario che la struttura possieda locali di superficie adeguata che consentano una razionale disposizione delle macchine ed una separazione della zona trattamenti rispetto alle altre attività svolte nel servizio; è altresì necessario che il personale segua le procedure operative tratte dalle norme CEI 62-14 (marconiterapia) e 62-17 (radarterapia) che vengono riportate qui di seguito.

## **MARCONITERAPIA**

- I pazienti non dovrebbero normalmente essere sottoposti a trattamenti con onde corte quando la zona da trattare possiede una sensibilità termica ridotta, a meno che il medico che ha in cura il paziente sia al corrente di questo fatto.
- Il trattamento a onde corte non dovrebbe essere applicato ai pazienti attraverso i vestiti. Materiali conduttori dovrebbero essere esclusi dall'area di trattamento.
- Le parti del corpo del paziente contenente impianti metallici non dovrebbero essere normalmente sottoposte a trattamento, a meno che vengano usate tecniche speciali.
- Gli ausili uditivi dovrebbero essere rimossi
- Il paziente non dovrebbe poter venire in contatto con parti conduttrici messe a terra. In particolare non dovrebbero essere usati letti o sedie con telai metallici.
- I cavi degli applicatori dovrebbero essere disposti in maniera da evitare tutti i contatti col paziente e con oggetti conduttori.
- Il funzionamento di alcuni dispositivi elettrici impiantati (stimolatori cardiaci) o di altri apparecchi connessi al paziente può essere influenzato sfavorevolmente dal trattamento ad onde corte.
- E' necessario verificare periodicamente l'isolamento degli applicatori e dei loro cavi di collegamento che si possono danneggiare con l'uso.
- Quando l'applicazione terapeutica lo consente, preferire l'uso degli applicatori piani a piastra al posto dell'applicatore Schlipphake. Quest'ultimo, infatti, dà luogo ad una maggiore dispersione del campo elettromagnetico.

## **RADARTERAPIA**

- Posizionare correttamente l'applicatore, in relazione al particolare trattamento, per minimizzare l'irradiazione sulle altre parti del corpo.
- La potenza di uscita dovrebbe essere disattivata quando si sta procedendo al posizionamento dell'applicatore.
- L'applicatore di norma non dovrebbe essere diretto verso gli occhi o i testicoli, se non adeguatamente protetti.
- L'energia a microonde non deve essere applicata a persone con gioielli metallici o indumenti contenenti materiale metallico (fermagli, bottoni o fili). Le parti del corpo del paziente che comprendono impianti metallici (ad esempio intramidollari) non devono venire trattati a meno che non si ottenga l'autorizzazione di medici specialisti. Gli apparecchi acustici devono essere rimossi. I pazienti portatori di stimolatori cardiaci o di elettrodi impiantati non possono essere trattati e devono essere tenuti lontani dalle aree di funzionamento dell'apparecchio.
- Quando si trattano aree ristrette del corpo, ad esempio un polso, l'applicatore deve essere posizionato così che aree sensitive (occhi o testicoli) non risultino sul fascio di radiazioni non intercettate dalla suddetta area.
- Maneggiare gli applicatori con attenzione, dato che un uso non appropriato può

- modificare le caratteristiche direzionali dell'applicatore.
- I pazienti con sensibilità termica ridotta nell'area preposta per il trattamento non devono essere normalmente trattati con terapia a microonde.

Per entrambe le terapie vanno aggiunte le seguenti raccomandazioni

- Limitare al tempo strettamente necessario al trattamento l'ingresso dei pazienti nel locale terapia.
- Predisporre correttamente gli applicatori per il trattamento a macchina spenta. Una volta accesa, non sostare ad una distanza inferiore a circa 2 metri dal centro degli applicatori.
- Sistemare il paziente in modo tale che gli applicatori, in particolare quelli per radarterapia, siano orientati in modo che le radiazioni che non intercettano il paziente non costituiscano pericolo per gli operatori o per altri individui.

## RISCHIO DA APPARECCHIATURE LASER

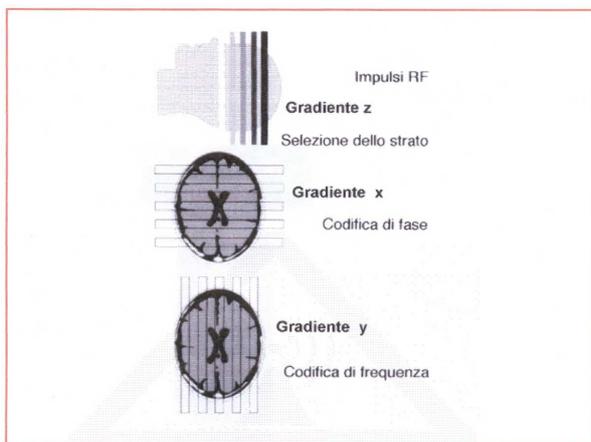
### DEFINIZIONE

Il laser è un generatore di radiazione elettromagnetica coerente basato sul processo di Amplificazione di Luce per Emissione Stimolata di Radiazione da cui prende il nome (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

### STRUTTURA

Un laser è costituito tipicamente da un cilindro allungato di materiale "attivo", in grado cioè di amplificare la radiazione che lo attraversa, inserito fra una coppia di specchi contrapposti che rinviano continuamente la radiazione attraverso il materiale stesso; uno dei due specchi è parzialmente trasparente per consentire l'uscita del fascio.

Per rendere il mezzo "attivo" occorre un sistema di eccitazione (pompaggio) che agisca sul materiale.



### PROPRIETA' DI UNA SORGENTE LASER

I fotoni emessi con il processo di stimolazione sono in fase nel tempo e nello spazio, percorrono direzioni di propagazione fra di essi parallele, hanno la stessa lunghezza d'onda. In ragione di queste caratteristiche peculiari si possono ottenere fasci di luce laser altamente collimati e fortemente energetici. Attraverso opportuni sistemi ottici la radiazione viene raccolta e convogliata su dei bersagli con macchie focali ridottissime.

Le lunghezze d'onda ottenibili vengono determinate dai livelli energetici caratteristici dei materiali utilizzati come mezzi attivi; in campo medico sono comprese in un intervallo generalmente variabile fra 180 e 10600 nm.

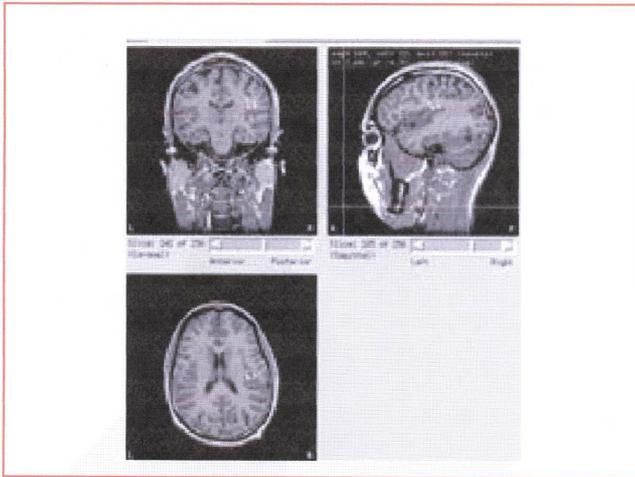
### TIPI DI LASER

I diversi tipi di laser si distinguono per consuetudine in base allo stato di aggregazione del materiale attivo. Si hanno così i laser a stato solido a cristalli e vetri o a semiconduttori, i laser a liquidi e i laser a gas.

Tipi di laser:

- Argon
- CO<sub>2</sub>
- Colorante

- Nd:YAG
- Er:YAG
- Semiconduttori
- Eccimeri
- Vapori metallici
- He Ne



### TIPOLOGIA DI APPLICAZIONI

Nelle applicazioni MEDICO CHIRURGICHE i laser di potenza (CO<sub>2</sub>, Nd:YAG), Argon) costituiscono uno strumento complementare alle tecniche tradizionali e sono in progressivo perfezionamento. La possibilità di poter concentrare una grande densità di energia per la rimozione o la distruzione dei tessuti è la funzione dei laser principalmente sviluppata in chirurgia. In base al tipo di interazione con i tessuti biologici le applicazioni del laser si possono suddividere in:

- chirurgia fotocoagulativa
- chirurgia fotomeccanica
- chirurgia fotoablattiva
- chirurgia fotochimica

### EFFETTI BIOLOGICI

Gli effetti biologici indotti dalla radiazione Laser, in relazione all'alto livello di energia e alla collimazione del fascio, derivano dalla trasmissione di quantità eccessive di energia ai tessuti. L'assorbimento e la diffusione della radiazione dipendono dalla lunghezza d'onda, dalla durata dell'impulso e dalle caratteristiche fisico-biologiche del tessuto.

Occhi e cute costituiscono comunque gli organi più esposti agli effetti nocivi della radiazione laser.



### CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI LASER

Sulla base di accurate sperimentazioni sulle soglie di danneggiamento dei diversi tipi di tessuti effettuate con radiazioni di diversa lunghezza d'onda ed esposizioni di diversa durata, sono stati definiti livelli di esposizione massima permessa (EMP) per l'occhio e per la pelle.

Per l'occhio vengono fissati limiti sia per l'osservazione di luce laser diffusa da una sorgente estesa, che per l'osservazione di un fascio collimato, in grado di essere focalizzato sulla retina. Da questi livelli di esposizione massima permessa derivano in particolare i criteri di classificazione dei laser nelle diverse classi di pericolosità e tutte le indicazioni relative alle norme di sicurezza che i costruttori di apparati laser devono adottare. Le classi così definite hanno le seguenti caratteristiche di pericolosità:

#### Apparati laser di classe 1

Sono apparati intrinsecamente sicuri in quanto il livello di esposizione permessa non può in nessun caso essere superato anche per osservazione diretta e prolungata del fascio.

### **Apparati laser di classe 2**

L'osservazione diretta del fascio non è pericolosa per tempi inferiori a 0,25 secondi, come accade se interviene come meccanismo di protezione il riflesso palpebrale o la reazione di aversione dell'occhio.

### **Apparati laser di classe 3A**

E' pericolosa l'osservazione diretta del fascio mediante sistemi ottici quali binocoli o oculari. L'osservazione a occhio nudo non è pericolosa se l'occhio mette in atto entro 0,25 secondi meccanismi di protezione (chiusura delle palpebre o aversione)

### **Apparati laser di classe 3B**

E' pericolosa l'osservazione diretta del fascio a occhio nudo. Non è pericolosa l'osservazione della luce diffusa da uno schermo per tempi minori di 10 secondi.

### **Apparati laser di classe 4**

E' pericolosa anche l'osservazione della radiazione diffusa da uno schermo.

## **NORMATIVA PER GLI UTILIZZATORI**

Il Comitato Elettrotecnico Italiano ha emesso il fascicolo 1284G che contiene quattro guide per l'utilizzatore che riguardano diversi tipi di applicazione delle apparecchiature laser: la guida D riguarda in particolare le applicazioni medicali. I punti principali trattati nelle norme sono:

Misure di sicurezza

La prima misura di sicurezza da applicarsi è sicuramente la conoscenza dell'apparato che ci si appresta ad utilizzare. Quindi la cura primaria si rivolge a conoscere la classificazione del laser. Quando vengono impiegati i laser appartenenti alle classi 3A o superiori è necessario servirsi della consulenza di un tecnico laser o di un addetto alla sicurezza laser con competenze specifiche; devono inoltre essere applicate etichette di avvertimento sulle parti amovibili e sulle connessioni di servizio per segnalare il pericolo esistente qualora tali parti venissero spostate o sconnesse.

Sempre per laser di classe 3B e 4, a queste misure preliminari vanno aggiunti:

- l'uso del connettore di blocco a distanza
- arresto del fascio o attenuatore
- segnali di avvertimento
- protezione degli occhi
- vestiti di protezione
- eliminazione delle riflessioni
- formazione del personale

Applicazioni medicali.

Per le apparecchiature di classe 3B e 4 valgono le seguenti considerazioni:

il funzionamento dell'apparato deve avvenire solamente entro una zona controllata nella quale è permesso l'ingresso solo al personale autorizzato e debitamente protetto evitare riflessioni speculari non intenzionali (valutare la possibilità di sostituire i tradizionali ferri chirurgici)

il fascio deve essere opportunamente terminato su attenuatori o assorbitori quando non è utilizzato

occorre sempre garantire una protezione oculare adeguata per gli operatori e, quando è possibile, anche per i pazienti

## **RISCHIO DA APPARECCHIATURE A RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE**

### **DEFINIZIONE**

Il termine Risonanza Magnetica Nucleare viene introdotto negli anni '40 per descrivere un fenomeno chimico-fisico basato sulle proprietà di alcuni nuclei degli elementi chimici che, sottoposti ad un campo magnetico, sono in grado di assorbire e riflettere energia nello spettro delle radiofrequenze.

A tali proprietà fanno riferimento i termini:

- nucleare perché sono i nuclei degli atomi a reagire
- magnetica perché ha luogo in un campo magnetico
- risonanza a causa della dipendenza diretta dell'intensità del campo e della frequenza

Nella pratica clinica si è preferito eliminare l'aggettivo nucleare per evitare l'associazione da

parte della popolazione con gli impianti di produzione dell'energia nucleare, con i quali non c'è nulla in comune.

Per questo motivo oggi si parla di Imaging a risonanza magnetica, Spettroscopia a risonanza magnetica e Risonanza magnetica funzionale.

## **STRUTTURA**

Qualsiasi apparecchiatura di risonanza magnetica include i seguenti componenti di base

- un magnete
- uno o più campi magnetici di correzione
- bobine di trasmissione e di ricezione dei segnali RF
- un computer per l'acquisizione dei dati
- schermatura per proteggere lo strumento da indesiderate interferenze di onde radio

## **PRINCIPI DI FORMAZIONE DELL'IMMAGINE**

Nell'esecuzione di un esame a Risonanza magnetica il paziente viene sottoposto all'azione di un campo magnetico e di un impulso in radiofrequenza. Alla sospensione dell'impulso in radiofrequenza il paziente emette un segnale che viene rilevato e utilizzato per la ricostruzione dell'immagine morfologica o funzionale o per un'analisi spettroscopica. La spiegazione del fenomeno risiede in una particolare proprietà dei protoni che costituiscono il nucleo degli atomi. Questa proprietà è la frequenza di precessione (paragonabile al movimento di una trottola) Il meccanismo di formazione dell'immagine è legato a questi due fatti:

- a frequenza di precessione dei protoni presenti in un campione può essere variata operando sull'intensità del campo magnetico locale (gradienti)
- il fenomeno della risonanza si verifica solo quando la frequenza dell'impulso RF di eccitazione è uguale alla frequenza di precessione dei protoni.

Sulla base di queste due proprietà è possibile selezionare uno strato dell'oggetto in esame, acquisirne i dati relativi, proiettarli in un modello a righe e colonne, attribuire a ciascuno di essi una tonalità di colore convertendoli in elementi di un'immagine

## **EFFETTI BIOLOGICI**

Durante un'indagine a RM un paziente viene esposto a campi magnetici statici, a gradienti (variazioni del campo) e alle radiofrequenze. Ciascuna di queste forme di energia potrebbe produrre effetti biologici significativi se il livello di esposizione risultasse particolarmente elevato. Gli studi effettuati hanno concluso che non c'è prova sperimentale di possibili effetti cancerogeni, né di eventuali alterazioni cromosomiche, o del DNA; non si sono riscontrati blocchi o rallentamenti della spermatogenesi, né alterazioni della temperatura corporea, del comportamento generale dell'individuo o della memoria.

## **NORME DI SICUREZZA**

Le norme di sicurezza hanno lo scopo di proteggere gli individui dai possibili rischi biologici: può infatti accadere che un effetto, di solito indifferente, possa sfuggire al controllo dei meccanismi fisiologici di compensazione, specie nei casi di esposizioni ripetute e prolungate, dando luogo ad un danno: il danno non è certo, ma se ne può stabilire la probabilità in base, per esempio, all'intensità e alla durata dell'esposizione.

Per tutelare i pazienti e i lavoratori è stato predisposto un regolamento di sicurezza al cui rispetto sono tenuti tutti coloro che, per qualunque motivo, accedono alle aree di accesso controllato.

Il rischio maggiore comunque è il rischio di infortunio legato alla accelerazione che il campo magnetico, di elevata intensità e sempre presente nei magneti a superconduttore, può imprimere agli oggetti di ferro o di metalli ferromagnetici, trasformandoli in proiettili micidiali.

## **REGOLAMENTO DI SICUREZZA**

1. Il personale addetto deve preventivamente sottoporsi alla visita ed alle indagini mediche volte ad escludere qualunque patologia o situazione clinica che controindichi l'esposizione a campi magnetici
2. Prima di entrare nella sala magnete il personale deve depositare tutti gli oggetti metallici ed in particolare quelli di materiale ferromagnetico (orologi, chiavi, spille, forcine ecc) ed ogni tipo di carte magnetiche
3. E' obbligo del personale sottoporsi agli accertamenti medici preventivi, periodici e straordinari
4. Il lavoratori addetti al reparto RM sono tenuti a comunicare tempestivamente al Medico

Responsabile dell'attività dell'impianto ogni variazione delle condizioni fisiche che comporti la presenza nel proprio corpo di protesi e/o corpi metallici. Le lavoratrici sono tenute a comunicare tempestivamente al responsabile del reparto il proprio stato di gravidanza

5. I lavoratori non devono superare, durante la routine lavorativa, i seguenti limiti di esposizione:

parte esposta	Intensità di campo	Tempo max. di esposizione
Corpo intero	200 mT	1 ora/giorno
Corpo intero	2 T	15 minuti/giorno
arti	2 T	1 ora/giorno

Per quanto riguarda l'esposizione alle radiofrequenze il campo elettromagnetico deve essere tale da evitare che la temperatura corporea subisca un innalzamento superiore a 0,5 °C.

Ciò si ottiene limitando il valor medio del rateo di assorbimento specifico (SAR) a corpo intero, mediato su 15 minuti, secondo la seguente tabella

Tempo di esposizione in minuti	Valori di SAR (W/kg)
t > 30	< 1
15 < t < 30	< 30/t
t < 15	< 2

## RISCHIO DA RADIAZIONI UV

### DEFINIZIONE

I raggi ultravioletti occupano la regione spettrale compresa fra 100 e 400 nm e rappresentano le radiazioni non ionizzanti a minore lunghezza d'onda (e a maggiore frequenza).

Link a figura 1.

Sono presenti nello spettro solare e possono essere prodotte artificialmente mediante arco voltaico fra elettrodi di carbone o mediante lampade a vapori di mercurio.

La regione spettrale degli UV viene usualmente suddivisa in tre zone spettrali:

- UV-A con lunghezza d'onda compresa fra 400 e 315 nm; viene anche detta "luce nera" per la proprietà di indurre fluorescenza in molte sostanze
- UV-B con lunghezza d'onda compresa fra 315 e 280 nm: viene detta "regione eritemale"
- UV-C con lunghezza d'onda compresa fra 280 e 100 nm: viene detta "regione germicida"

### EFFETTI BIOLOGICI

L'effetto biologico sull'uomo è condizionato dal fatto che pur avendo lunghezza d'onda discretamente piccola queste radiazioni hanno un potere di penetrazione dei materiali biologici ridotto (alcuni decimi di millimetro). Pertanto gli effetti dell'esposizione sono fondamentalmente a carico della cute e dell'occhio con danni a breve e a lungo termine.

A livello cutaneo possono provocare eritema ed influenzare lo stato di pigmentazione cutanea; per esposizioni intense e prolungate possono avere anche attività oncogena con l'insorgenza di carcinomi basocellulari, spinocellulari e di melanomi maligni; le bande di raggi ultravioletti responsabili di questi effetti neoplastici hanno lunghezza d'onda compresa tra 280 e 315 nm.

A livello oculare possono causare congiuntiviti e cheratiti; alcune bande di raggi ultravioletti di lunghezza d'onda superiore a 295 nm possono, attraverso la cornea, raggiungere il cristallino e provocare cataratta.

### TIPOLOGIA DI APPLICAZIONI

In campo sanitario le radiazioni ultraviolette trovano applicazione nella sterilizzazione (lampade germicide) e nella diagnostica e terapia.

La radiazione ultravioletta a corta lunghezza d'onda (prevalentemente a 254 nm) emessa da lampade a vapori di mercurio trova largo impiego nella sterilizzazione dell'aria all'interno di ambienti confinati (sale operatorie, ecc.), di liquidi e di superfici di materiali.

La sterilizzazione dell'aria in ambienti confinati rappresenta l'applicazione fondamentale delle lampade germicide, consentendo di ottenere risultati vantaggiosi anche nei casi in cui i risultati conseguiti con i consueti metodi di disinfezione non risultano soddisfacenti. (Link a figura 2)

La sterilizzazione dei liquidi è condizionata essenzialmente dalla natura del liquido stesso, dalla sua capacità di trasmettere la radiazione UV a 250 nm, dall'assenza di particelle in sospensione in grado di schermare gli agenti infettivi.

La sterilizzazione di superfici richiede radiazioni UV ad elevata intensità ed a corta lunghezza d'onda. Per questo motivo viene utilizzata un'installazione posta in prossimità della superficie da trattare, che dovrebbe essere il meno rugosa possibile e priva di zone d'ombra.

In campo diagnostico e terapeutico la radiazione ultravioletta è impiegata soprattutto nel trattamento di patologie dermatologiche anche se il suo impiego si estende in altre applicazioni quali la fototerapia dell'ittero neonatale e l'odontoiatria. Le applicazioni dermatologiche comprendono essenzialmente la fototerapia delle malattie cutanee, la fotochemioterapia della psoriasi, la diagnosi delle fotodermatosi. Le applicazioni in odontoiatria consistono essenzialmente nell'impiego di radiazioni UV per polimerizzare resine con cui sigillare cavità o ricostruire porzioni dentali mancanti.

Infine le radiazioni ultraviolette di particolare lunghezza d'onda trovano impiego in laboratorio per apparecchiature diagnostiche (fluorimetri, spettrofotometri).

#### MISURE DI SICUREZZA

Consistono nell'adozione di adeguati sistemi di protezione ambientale (schermature delle sorgenti) e di protezione personale (occhiali idonei, guanti, indumenti).

L'ACGIH (American Conference Governmental Industrial Hygienist) ha stabilito che un'irradiazione totale nell'UV-A minore di 10 W/m<sup>2</sup> e un'irradianza efficace nell'UV-B e UV-C minore di 1mW/m<sup>2</sup> non comportano rischi professionali da radiazioni ultraviolette per effetti a breve termine.

E' inoltre utile non esporre i soggetti con una maggiore suscettibilità agli ultravioletti per difetti congeniti o acquisiti (albinismo, soggetti affetti da porfiria) o affetti da alterazioni oculari recidivanti o lesioni cutanee di tipo cronico.



## Rumore, Vibrazione e Ultrasuoni

### **OBIETTIVI:**

- 1) Conoscere le caratteristiche fisiche del suono, del rumore, delle vibrazioni e degli ultrasuoni: intensità, frequenza, direzione di propagazione
- 2) Definire le grandezze operative mediante le quali tali fenomeni sono caratterizzati:
- 3) Identificare le sorgenti di rumore, di vibrazioni ed ultrasuoni nell'ambiente lavorativo e da una stima qualitativa del livello sonoro e dell'esposizione giornaliera.
- 4) Identificare i principali effetti di rumore, ultrasuoni e delle vibrazioni sulla salute dell'uomo
- 5) Intraprendere misure per prevenire e proteggersi da situazioni che espongono a tali fattori di rischio;
- 6) Conoscere i DPI e loro uso

### **1. RUMORE**

#### **Aspetti fisici: rumore e suono**

Con "rumore" si intende comunemente un suono le cui caratteristiche possono renderlo fastidioso o doloroso per l'uomo fino a divenire causa di effetti dannosi sulla salute.

Un suono è un'onda meccanica che si propaga attraverso un mezzo; nel caso che questo mezzo sia l'aria, il suono si produce quando si crea una variazione della pressione atmosferica; ci si può immaginare, in modo naïve, le onde meccaniche prodotte in aria similmente alle onde prodotte da un sasso lanciato in uno specchio d'acqua. La propagazione del suono avviene quindi sempre attraverso un mezzo (nel vuoto non c'è suono!) ed è accompagnata dal trasporto di energia sotto forma di onde di pressione.

Il timpano del nostro orecchio è una membrana sensibile a tale pressione; tramite il sistema uditivo l'onda di pressione è convertita dal nostro cervello in sensazione uditiva o rumore.

Useremo pertanto il termine suono per descrivere l'aspetto fisico del fenomeno senza metterlo in relazione alla salute dell'uomo.

Caratteristica fondamentale di ogni suono sono l'intensità e la frequenza: nel sistema internazionale di misura (S.I.) l'intensità è proporzionale alla pressione dell'onda e la frequenza al numero di oscillazioni al secondo di questa (misurate in hertz, Hz). Si può in prima approssimazione associare l'intensità al volume e la frequenza alle note musicali.

Il nostro orecchio può percepire suoni che vanno dai 20 (gravi) ai 20000 (acuti) Hz. All'interno di questa banda di frequenze varia la sensibilità di ognuno di noi.

## Il Decibel

Si trova sperimentalmente che la soglia di udibilità dell'orecchio umano corrisponde ad una pressione di 0.00002 (2 x 10<sup>-5</sup>) Pascal [Pa] che incide sul timpano: ciò vuol dire che pressioni inferiori non sono "sentite" dall'orecchio; d'altra parte una pressione di 100 Pa coincide con la soglia del dolore. Per tener conto della notevole variazione fisica della pressione causata da una sorgente, relazionandola alla sensazione che produce sull'orecchio si utilizza il DECIBEL simbolo [dB] definito come:

$$dB = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{2 \times 10^{-5}} \right)^2$$

in cui P è la pressione che incide sul timpano.

Secondo questa definizione alla pressione della soglia di udibilità (2 x 10<sup>-5</sup>) Pascal corrisponde 0 dB.

Ovviamente più è alta P, più ad essa corrisponderanno dB elevati.

Si noti un fatto importantissimo, che segue proprio dalla definizione usata per il decibel: ad ogni raddoppio della pressione non corrisponde un analogo raddoppio dei decibel. In effetti si ha che raddoppiando l'intensità del suono i decibel aumentano di 3 unità [1]. Questo aspetto tiene conto della sensibilità dell'orecchio umano al suono: in altre parole un raddoppio dell'intensità (grandezza fisica legata alla pressione) del suono non è percepito dall'orecchio come un rumore di "volume doppio, bensì "di poco più alto": quel "di poco più alto" è appunto l'aumento di sole 3 unità nella scala dei decibel.

140 dB	Soglia del dolore
120 dB	Sirena d'allarme
110 dB	Martello pneumatico
100 dB	Treno
90 dB	Autocarro
80 dB	Aspirapolvere, traffico, telefono
70 dB	Ufficio con più persone
60 dB	Normale conversazione
50 dB	Ufficio privato
40 dB	Sala conferenze
20 dB	Bosco
0.0 dB	Soglia di udibilità

[1] Per esempio, se si sta parlando a 70 dB, raddoppiando l'intensità della voce il suono corrispondente sarà di 73 dB (e non 140 !); raddoppiando ancora si arriverà a 76 e così via.

Un modo per effettuare una stima approssimativa del livello di rumore è quello di confrontare la situazione lavorativa con alcune tabelle e scale del rumore nei quali sono riportati esempi di Leq per varie tipologie di lavoro e attrezzature. Si veda la figura seguente:

### Dal suono al rumore (sensazione uditiva)

Si è trovato sperimentalmente che non tutti i suoni di uguale frequenza sono percepiti in modo uguale

dall'orecchio e che non tutti gli uomini percepiscono suoni uguali allo stesso modo. In altre parole suoni di frequenza molto bassa o molto alta (gravi o acuti) sono percepiti come più "flessibili" dei suoni di uguale intensità ma di frequenza intermedia e quindi la sensazione uditiva dipende a parità di intensità dalla frequenza del suono. Di ciò si deve tenere conto se si vogliono descrivere gli effetti del suono sul timpano.

Inoltre occorre considerare non solo l'intensità (dB) e frequenza del suono ma anche la sua durata in termini di tempo e cioè l'energia che viene ad incidere sul timpano; e ancora considerare che nella realtà ciascun rumore non è mai perfettamente costante per quanto riguarda intensità e frequenza, ma presenta una certa fluttuazione nel tempo.

Si utilizza pertanto la grandezza livello sonoro equivalente (Leq) definito come il livello di un ipotetico rumore costante che se sostituito al rumore reale sottopone l'orecchio alla stessa quantità di energia.

## Elenco di alcune attività e attrezzature in ambito sanitario e relativi intervalli di Leq

Il Leq è generalmente inferiore a 80 dB (A)	Il Leq può risultare superiore a 80 dB(A) in talune circostanze	Il Leq è generalmente superiore a 85 dB(A)
Uffici con fino a 4 PC in uso contemporaneamente	Stampanti ad aghi a rotolo continuo	Attrezzature da lavoro per manutenzione meccanica (flessibili, smerigliatrici, trapani, avvitatori elettrici) Gonfiaggio pneumatici con compressore ad aria compressa
Fotocopiatrici Macchine per scrivere elettriche e app. per ufficio	Centrali termiche con bruciatori in funzione	Prelievi venosi a suini in allevamento
Mensa (preparazione piccoli pasti)	Utilizzo di centrifughe	Attività presso le zone di abbattimento dei macelli bovini e suini
Autoambulanza con sirena in funzione (post. di guida interno)	Uso muletto in magazzino (con avvisatore acustico di retromarcia)	Disinfezioni con pompe e atomizzatori portatili a spruzzo
Guida autoveicoli	Uso di cuffia, auricolare, cornetta telefonica (* vedi oltre)	Rimozione gessi
Piccole sterilizzatrici, autoclavi e lavastoviglie		Autoambulanza con sirena in funzione (all'esterno)

La tabella 1 è puramente indicativa: solo valutando caso per caso con l'ausilio anche di misurazioni fonometriche è possibile conoscere in modo più preciso il Leq di ogni attività/attrezzatura

### CLASSIFICAZIONE DEL RUMORE

La classificazione del rumore può essere effettuata in base:

- a.** alla sorgente naturale o artificiale (in dipendenza alla civilizzazione o all'industrializzazione);
- b.** alla sua intensità e alle sue caratteristiche spettrali;
- c.** alle sue variazioni nel tempo. In relazione alle variazioni nel tempo, è possibile avere rumori stabili (o continui o stazionari) e rumori instabili.

Un rumore stabile o continuo può essere continuo a banda larga (presente ad esempio in una officina meccanica) e continuo a banda stretta (prodotto ad esempio da una sega circolare). Un rumore instabile può essere:

- intermittente (ad es. partenze di aerei);
- fluttuante (con lievi variazioni del livello sonoro);
- impulsivo (con brusche variazioni di livello sonoro, anche di 40 dB in 0,5 sec).

Un rumore impulsivo può essere caratterizzato da impulsi brevi (ad es. operazioni di martellatura) o impulsi prolungati (ad es. operazioni di molatura).

### MISURA DEL RUMORE

La misura dei livelli di rumore si effettua con l'impiego dei fonometri. Con tali apparecchi si determina l'intensità del rumore in decibel e i livelli delle bande di frequenza analizzate in ottanta elementi sono misurati per ogni tipo di rumore. Un fonometro è composto da un microfono, un attenuatore, un amplificatore elettronico e un registratore. Il fonometro misura una media ponderata (media geometrica) delle pressioni sonore presenti in una banda di frequenza; tale misura viene poi rapportata alla pressione sonora di riferimento.

(0,00002 Pa); indica il logaritmo di tale rapporto. La gamma di misura di un fonometro di precisione è compresa fra 24 dB e 140 dB per un intervallo di frequenza situato tra 20 e 20000 Hz. Prima si considera il livello globale del rumore, quindi si effettua lo studio spettrale analizzando le bande di frequenza comprese tra 20 e 20000 Hz. Dal 1961 è in uso un filtro soggettivo incluso nel fonometro che fornisce tre curve di risposta alle frequenze: queste tre curve sono indicate con A, B e C. La curva di risposta "A" è quella che tiene maggior conto dell'impedenza dell'orecchio umano. E' essenziale sempre una taratura dell'apparecchio con l'aiuto di sorgenti sonore standard. Per facilitare la misura del rumore, si possono utilizzare dei dosimetri di rumore che rendono possibile la registrazione in un intervallo di tempo determinato, dell'energia sonora accumulata in percentuale dalla dose percepita. I dosimetri attualmente in uso non si limitano al calcolo della percentuale di dose, ma permettono come applicazione del principio di uguale quantità di energia, di calcolare il Livello Equivalente Sonoro (LEQ) relativo al periodo di osservazione. Inoltre, una volta fornito il dosimetro del criterio di valutazione del livello di esposizione al rumore scelto in base alla Normativa corrente (Normativa ISO), esso elabora una proiezione sull'intervallo di tempo lavorativo del valore più probabile di esposizione. In sintesi, il fonometro permette una raffinata valutazione spaziale dell'energia sonora, la possibilità di scomposizione dei valori dell'energia stessa in bande di frequenza. Nel caso in cui l'operatore compia una mansione che comporta frequenti spostamenti nell'ambiente lavorativo e quindi una variabilità spazio-temporale dell'energia ricevuta dall'apparato uditivo, risulta efficace l'uso del dosimetro come campionatore personale di esposizione. Se si vogliono raggiungere quindi entrambi gli obiettivi di prevenzione e di valutazione del rischio da esposizione al rumore in ambiente lavorativo, è indispensabile l'uso integrato del dosimetro.

## **Effetti del rumore sulla salute**

Il danno da rumore più comune e più studiato è l'ipoacusia, cioè la diminuzione (nei casi gravi alla perdita) dell'udito. In Italia l'ipoacusia causata dal rumore è la malattia professionale più frequentemente denunciata: il contributo maggiore viene dall'industria nella quale rappresenta la metà dei casi di tutte le malattie professionali denunciate.

Tuttavia il rumore agisce in via indiretta anche su altri organi ed apparati (soprattutto l'apparato cardiovascolare ed il sistema nervoso centrale): forti rumori che si verificano sporadicamente e irregolarmente sono meno dannosi di un rumore, anche più basso, che sia costantemente presente come sottofondo.

Alcuni studi hanno mostrato che un'intensità del rumore oltre gli 85 dB(A) determina un aumento significativo del battito cardiaco e della pressione del sangue, oltre a costituire un effetto mascheramento che disturba le comunicazioni verbali, favorendo l'insorgenza di stress mentali e diminuendo il rendimento lavorativo.

In ambito sanitario il rumore non sembra costituire uno dei principali rischi per la salute dell'uomo poiché non sono di norma raggiunti livelli di pressione sonora sul timpano tali da provocare la rottura. A livelli di rumorosità più contenuta non bisogna però sottovalutare particolari situazioni che si possono verificare in talune circostanze, soprattutto per quanto riguarda l'azione di disturbo dell'attività lavorativa ed il conseguente stress che esso può provocare.

Attività nelle quali interviene un livello non trascurabile di rumore sono quelle tipiche dei servizi di lavanderia (rumore continuo di sottofondo) e manutenzione di macchinari nelle quali il lavoratore è sottoposto a rumore di attrezzature da lavoro particolari (rumore non continuo ma sovente di alta intensità non trascurabile); situazioni particolari possono presentarsi nei Dipartimenti di Prevenzione delle ASL per quanto riguarda le attività di vigilanza fuori sede lavorativa durante le quali occorre accedere ad aree o lavorazioni particolari (presso cantieri, officine, nell'area di sanità animale e nei macelli bovini/suini). Locali cui prestare attenzione sono inoltre le Camere termiche, le sale di elaborazione dati (server), le sale gessi ed i front office.

Una particolare categoria di rumore finora poco considerata nella letteratura (e nella legislazione) è quella del "rumore in cuffia", tipica del lavoro di centralinisti e operatori telefonici o comunque di coloro che fanno largo uso di apparecchi telefonici (cornette, cuffie, auricolari).

Secondo alcuni studi gli operatori di un centralino telefonico, in determinate circostanze, possono essere esposti a rischio uditivo. Alcuni dispositivi di ricezione a volume regolabile (cuffie, auricolari) sono infatti caratterizzati da livelli anche superiori a 85 dB(A).

E' necessaria anche in questi casi adeguata informazione-formazione dei lavoratori addetti.

corretto uso dei dispositivi di ricezione: una regolazione troppo alta dell'amplificazione della dell'interlocutore comporta necessariamente una maggiore esposizione.

In un secondo momento si possono adottare alcune misure di prevenzione e protezione opportuni limitatori di livello sonoro che intervengono automaticamente a "tagliare" i volumi tr alti (nell'ambito della ricerca si sono rivelati notevolmente efficaci). Oppure possono e intraprese migliorie nella logistica dei locali, riducendone il rumore di fondo con interventi strut (incrementando l'assorbimento acustico delle pareti e del soffitto) o separando maggiormer postazioni.

### **Rumore e Legislazione: valutazione del rischio.**

La grandezza che meglio descrive gli effetti del rumore sull'uomo è il **Livello equival personale** (Lep) giornaliero o settimanale. Tale grandezza è una sorta di "media" dei singoli relativi ai vari rumori cui è sottoposto un individuo nel corso della giornata (o della settiman Lep tiene conto quindi non solo dell'intensità del singolo rumore ma di quanto esso dura ( similitudine con le radiazioni ionizzanti si può paragonare il Lep alla "dose" di rumore ricevuta c individuo nel corso della giornata o settimana lavorativa

Il processo di valutazione del rischio rumore in ambito lavorativo si basa sulla misura con oppc strumenti del **Leq** relativo a ciascun rumore presente nell'arco del giorno (giornata lavorativa) successivo calcolo del Lep relativo a ciascun individuo (o gruppo di lavoratori). Sulla bas risultato si provvede a fornire le misure di prevenzione e protezione necessarie.

La vigente normativa in materia introduce l'obbligo per le aziende di effettuare la valutazion rischio rumore. Nel caso particolare tale obbligo è sancito dal T.U.81/08 Titolo VIII Cap artt.187-198.

#### MODALITA' DI VALUTAZIONE

Il T.U.81/08 prevede due modalità per effettuare la valutazione.

- D. **Valutazione con misurazioni** (indagine fonometrica secondo i criteri indicati nell'Allegato VI al decreto);
- E. **Valutazione senza misurazioni fonometriche**, qualora si possa "fondatamente ritenere che i livelli di esposizione personali a rumore (LEP) non superino gli 80 dB(A). Per decidere sul non superamento o meno degli 80 dB(A) di LEP, il datore di lavoro utilizzare dei criteri da riportare nel rapporto di Valutazione.

I criteri comunemente raccomandati sono:

- i risultati di misurazioni, anche estemporanee;
- i risultati di precedenti misurazioni;
- la disponibilità di specifiche acustiche dei macchinari in uso;
- i confronti con situazioni analoghe;
- i dati di Letteratura;
- la manifesta assenza di fonti di *rumorosità significative*.

Alcuni elenchi indicativi di attività e mansioni normalmente con LEP < 80 dB(A) sono riportati in alcune pubblicazioni (tra cui le linee guida aggiornate periodicamente dall'ISPESL, delle quali si riporta un estratto in tabella 1). I datori di lavoro sono comunque invitati ad utilizzare i criteri prima citati ed a considerare le specificità del loro caso (addensamento di macchine/lavorazioni vetustà e condizioni di manutenzione delle macchine, riverbero dell'ambiente...) in grado di modificare sensibilmente il livello finale dell'esposizione al rumore.

Accanto a queste possibilità ve ne è una terza:

- E. "autocertificazione", quest'ultima prevede che il datore di lavoro si "autocertifichi" non superando la soglia di rumore qualora vi sia palese mancanza di fonti di rumore nelle sedi di lavoro.

Riguardo quest'ultimo punto si fa osservare che la Corte di Cassazione, nelle sue più recenti sentenze (Cass.pen.Sez.III, 13/2/2001, n° 5926) ha affermato che l'obbligo della Valutazione prescinde dal superamento di una certa soglia di rumorosità e che quindi è evidente come sia

opportuno procedere comunque ad una valutazione, anche "formale", del rischio rumore, a meno che il livello di rumore sia talmente basso da rendere sufficiente una "autoanalisi" .

#### RAPPORTO DI VALUTAZIONE

A conclusione del processo di valutazione, il datore di lavoro deve redigere un apposito "Rapporto di Valutazione" che costituisce il documento di cui all'a Sezione II del Titolo I del T.U.81/08.

Nel caso che si siano effettuate misure fonometriche il rapporto di valutazione è costituito dalla "Relazione Tecnica", prodotta da personale competente[2] e nominato dal datore di lavoro, nel quale si indicano i criteri ed i risultati delle misurazioni, integrata poi dal programma delle misure di prevenzione e protezione ritenute necessarie.

**[2]** Si fa notare che l'attuale legislazione parla solo di "personale competente" non dando ulteriori indicazioni su quale tipologia di professionista sia abilitato a compiere tali misurazioni. Pertanto : a cura del Datore di Lavoro scegliere persona "competente" valutando accuratamente le capacità professionali ed il curriculum di colui cui affida l'indagine fonometrica.

Come previsto dall'art.190 della normativa sopra citata, la valutazione dell'esposizione al rumore deve essere ripetuta ad opportuni intervalli. È obbligatorio, in particolare,:

- ogniqualvolta vengano introdotte nelle lavorazioni modifiche sostanziali che incidano sul rumore prodotto;
- ogniqualvolta lo richieda, con provvedimento motivato, l'organo pubblico di vigilanza;

mentre, in condizioni normali, si ritiene che la frequenza di valutazione possa essere

- ogni 5 anni se nessun lavoratore supera il Lep di 80 dB (A);
- ogni 3 anni se anche 1 solo lavoratore supera il Lep di 80 dB (A).

Tabella riassuntiva degli adempimenti

La seguente tabella riassume in modo schematico gli adempimenti di legge (art.189 del T.U.81/08)

MISURE DA ADOTTARE In rapporto ai risultati della valutazione del rischio	LEP giornaliero (sett.)		
	80-85 dB	85-87 dB	>87 dB*
1) Informazione dei Lavoratori su: - rischi uditivi del rumore; - misure di prevenzione adottate; - misure di protezione da eseguire; - funzione ed uso corretto dei DPI;	SI	SI	SI
2) Controllo sanitario su richiesta del lavoratore (con consenso del medico)	SI		
3) Fornitura di DPI		SI	SI
4) Controllo sanitario del Medico Competente visita all'assunzione, poi periodica -annuale se oltre 87 dB(A) -biennale se tra 85 e 87 dB(A)		SI	SI
- Formazione dei lavoratori su: - uso corretto dei DPI; - uso corretto dei macchinari ad elevato LEQ		SI	SI
6) Informazione sul nuovo macchinario		SI	SI
7) Segnaletica di sicurezza appropriata e delimitazione delle aree a rischio.			SI
8) Obbligo utilizzo dei DPI			SI
9) Valutazione periodica del rischio	SI	SI	SI
10) Tenuta registro dei lavoratori esposti e dei dati ambientali e loro gestione. Comunicazione all'organo di vigilanza			SI

---

## **MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**

### **MEZZI DI PROTEZIONE (collettiva)**

I mezzi di protezione da rumore si dividono in collettivi ed individuali.

Prima di intraprendere la via dei DPI (dispositivi di Protezione Individuale) che nel caso del rumore possono molte volte essere mal tollerati dal lavoratore, occorre iniziare con la prevenzione delle situazioni rumorose con i mezzi di protezione collettiva.

I mezzi di protezione collettiva tendono a ridurre la rumorosità nei locali di lavoro agendo nell'ordine con la riduzione alla fonte, mediante il confinamento delle sorgenti sonore e mediante l'assorbimento del rumore.

- La riduzione del rumore alla fonte: l'acquisto di attrezzature poco idonee e più in genere l'inevitabile invecchiamento di tutte le attrezzature di lavoro inducono vibrazioni delle strutture che si traducono in rumore. La riduzione alla fonte interviene su queste anomalie strutturali eliminando i moti vibratori indesiderati ed il rumore emesso.
- Il confinamento: molte macchine, impianti o locali ad uso speciale sono rumorosi di per sé; in questi casi il confinamento è una misura che interviene a separare la fonte di rumore dall'ambiente di lavoro, spostandola fisicamente o creando delle barriere fisiche (muri, pannelli o box interi) che impediscano la diffusione del rumore negli ambienti circostanti.
- L'assorbimento: nei casi in cui non è possibile ricorrere alle due misure precedenti si cerca di ridurre la diffusione del rumore che avviene per riflessione sulle pareti e superfici rigide; si adottano materiali in grado di assorbire la pressione acustica che catturano il rumore e lo fanno più rimbalzare nell'ambiente (es. pannelli di Hemholtz).

### **DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)**

Solamente quando nessuna delle soluzioni di prevenzione collettiva è praticabile o si ottengono risultati poco soddisfacenti, si devono adottare i sistemi di protezione individuale (DPI) che proteggono direttamente l'apparato uditivo e che agiscono quindi direttamente sulla persona.

Come DPI si utilizzano in genere i tappi (o archetti auricolari) o le cuffie. I tappi sono indicati per lavori prolungati in ambienti rumorosi o se si devono portare altri DPI (occhiali, respiratori ecc).

Le cuffie possono risultare più pratiche se le operazioni svolte richiedono passaggi frequenti da ad alta e bassa rumorosità. Se occorre portare contemporaneamente il casco una buona soluzione è quella di richiedere gli speciali elmetti dotati di cuffie antirumore per poterle spostare all'indietro quando non sono necessarie o è necessario ascoltare qualche comunicazione altrimenti incomprensibile.

Si ricorda che, come DPI, cuffie e tappi devono essere corredati di istruzioni d'uso (in italiano) con la marcatura CE e riferimento alla norma EN specifica (EN 351 per le cuffie, EN 352 per tappi ed archetti).

L'uso dei protettori auricolari personali è obbligatorio quando sono presenti i cartelli che segnalano rispettivamente obbligo di utilizzare i dispositivi di protezione individuale (rotondo a sfondo blu) e pericolo da rumore (triangolare su sfondo giallo, si vedano le figure).

### **SCELTA DEI DPI**

Per la corretta scelta dei DPI occorre conoscere non solo l'intensità ( $L_{eq}$ , dB(A)) ma anche la frequenza del rumore da attenuare. Infatti come l'orecchio ha una sensibilità differente alle varie frequenze così per ogni DPI i dB attenuati sono differenti. A seconda della frequenza: per esempio un DPI può attenuare notevolmente un rumore di bassa frequenza ma non essere altrettanto efficace per rumori di frequenza più alta.

In letteratura e sui siti web ([www.ispesl.it](http://www.ispesl.it)) si possono trovare linee guida e specifici programmi che permettono di scegliere il DPI più appropriato (incluse caratteristiche specifiche) da usarsi in relazione alla tipologia di attività ed alle caratteristiche del rumore da cui deve proteggere.

Se si utilizzano apparecchiature con un livello di rumore superiore a 90 dB(A) devono essere consegnati ed impiegati i dispositivi di protezione individuale (cuffie).

Tuttavia è possibile, se il lavoratore lo ritiene opportuno, fare uso di cuffie o tappi anche se il livello equivalente di rumore misurato è inferiore a 90 dB, ma superiore ad 85, ovvero nei casi di uso saltuario di apparecchiature che superano i valori di rumore di cui sopra.

### **Obblighi dei lavoratori**

In sintesi ogni lavoratore deve:

- Osservare, oltre le norme del T.U.81/08, le disposizioni e istruzioni impartite dal Datore di Lavoro dai dirigenti e dai preposti a fini della protezione collettiva ed individuale.
- Segnalare le eventuali deficienze dei DPI e delle attrezzature di lavoro nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui viene a conoscenza, adoperandosi direttamente nell'ambito delle proprie competenze e possibilità per ridurle.
- Usare con cura ed in modo appropriato i DPI predisposti ed assegnati quando ve ne sia l'obbligo non tentare la riparazione di DPI rotti o consunti.
- Sottoporsi ai controlli sanitari, ove previsti dal Medico Competente.
- Non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che possano compromettere la propria o altrui protezione e sicurezza (quali rimozione di protezioni ad attrezzature o cartellonistica di avvertimento...)

## 2. VIBRAZIONI

### PREMESSA E DEFINIZIONE

Sotto il termine "Vibrazioni" si indica generalmente uno scuotimento -più o meno accentuato- del corpo o parti di esso, in seguito a uso di specifiche attrezzature.

Gli effetti delle vibrazioni sull'uomo permettono di dividere questa categoria di rischio in due categorie:

- o vibrazioni al sistema mano-braccio, generalmente indotte dall'uso di utensili/strumenti impugnatura manuale;
- o vibrazioni al corpo intero, causate soprattutto dall'uso di mezzi di trasporto.

Ognuna delle due categorie genera patologie differenti sull'uomo (vedi "effetti delle vibrazioni")

Da un punto di vista fisico le vibrazioni sono descritte da vari fattori, ciascuno dei quali contribuisce al rischio:

- intensità: rappresenta l' "entità" della vibrazione;
- frequenza: così come per il rumore, è il numero di oscillazioni (vibrazioni) al secondo;
- direzione e verso (lungo i tre assi dello spazio)
- durata (tempo)

In genere le attività sanitarie espongono ad un rischio vibrazioni minore rispetto l'edilizia, l'agricoltura, l'estrazione mineraria e la metallurgia; questo rischio è comunque da valutare con attenzione.

La tabella 2 fornisce alcuni esempi di attività soggette a vibrazioni in ambito sanitario.

Tabella 2: attività e vibrazioni

Attività /uso utensile	Figura prof. coinvolta/e	Tipologia di vibrazione
<b>Utilizzo autoambulanza, automezzi in genere</b>	Autisti, medici, infermieri	Corpo intero
<b>Utilizzo tosaerba, decespugliatore</b>	Op. tecnico manutentore	Mano-braccio
<b>Utilizzo trapano, mola flessibile, strumenti di manutenzione meccanica</b>	Op. tecnico manutentore	Mano-braccio
<b>Utilizzo trapano da dentista</b>	Medico odontoiatra	Mano-braccio
<b>Utilizzo sega gessi</b>	Medico ortopedico	Mano-braccio

### EFFETTI DELLE VIBRAZIONI

Vibrazioni del Sistema Mano-Braccio: l'esposizione a vibrazioni mano-braccio generate da utensili

portatili e/o da manufatti impugnati e lavorati su macchinario fisso è associata ad un aumentato rischio di insorgenza di lesioni vascolari, neurosensitive e muscolo-scheletriche a carico del sistema mano-braccio. L'insieme di tali lesioni è definito Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio.

Le turbe neurosensitive tendono ad essere localizzate alle estremità degli arti superiori, mani e soprattutto, talora coinvolgendo il gomito e la spalla. Esse sembrano compromettere la sensibilità vibrotattile particolarmente nei soggetti che usano utensili che generano vibrazioni a media e alta frequenza quali ad es: smerigliatrici, motoseghe e strumenti odontoiatrici.

Le lesioni muscolo-scheletriche sono tutt'ora un argomento dibattuto. Alcuni studi hanno evidenziato un'aumentata prevalenza di artrosi dei polsi e dei gomiti limitate però ai lavoratori settori dell'edilizia, dell'industria metalmeccanica e metallurgica esposti a vibrazioni di bassa frequenza e elevata ampiezza generate da utensili a movimento percussorio e percussorio-rotatorio, quali martelli perforatori, martelli da sbancamento, scalpelli e rivettatrici ad alimentazione pneumatica.

Non sembra invece incrementare il rischio di lesioni artrosiche nei lavoratori esposti a vibrazioni media-alta frequenza prodotte da smerigliatrici o motoseghe.

Vibrazioni del corpo intero: l'esposizione ad elevati livelli di vibrazioni trasmesse a tutto il corpo macchine e/o veicoli industriali, agricoli, di trasporto pubblico o militari è associata ad un aumentato rischio di insorgenza di disturbi e lesioni a carico del rachide lombare. In alcuni studi è stato anche segnalato che l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero può causare alterazioni del distretto cervico-brachiale, dell'apparato gastroenterico, del sistema venoso periferico, dell'apparato riproduttivo femminile, ed infine del sistema cocleovestibolare.

Sono inoltre state rilevate correlazioni tra esposizione professionale a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo e patologia del rachide lombare, mentre l'associazione tra vibrazioni e lesioni ad altri organi e apparati non è stata ancora adeguatamente documentata.

Tuttavia la relazione vibrazioni al corpo intero-alterazioni del rachide lombare non è ancora completamente chiarita poiché la guida di macchine o veicoli comporta non solo l'esposizione a vibrazioni potenzialmente dannose ma anche a fattori di stress ergonomico quali ad es. una prolungata postura assisa o frequenti movimenti di flessione e torsione del rachide. Pertanto, i sintomi muscolo-scheletrici e nelle lesioni al rachide lombare negli autisti di macchine o veicoli intervengono fattori di natura sia occupazionale sia extra-occupazionale.

## LIVELLI DI RISCHIO

La grandezza fisica usata per descrivere il rischio da vibrazioni è l'accelerazione equivalente ponderata in frequenza, espressa in  $m/s^2$ , sulle 8 ore di lavoro, in simboli  $A(8)$ . Per calcolare la grandezza si fa uso di speciali strumenti detti accelerometri che fissati alla parte del corpo di interesse, misurano il valore quadratico medio dell'accelerazione lungo i 3 assi dello spazio.

Sulla base dei risultati di  $A(8)$  una proposta di Direttiva UE sugli agenti fisici (94/C230/03) distingue livelli di rischio crescente definiti da 4 valori: livello di soglia, livello di azione, valore limite e livello di rischio rilevante. Sebbene la denominazione di livelli sia la stessa, le due tipologie di vibrazioni accennate in premessa hanno diversi valori di  $A(8)$ , più bassi per le vibrazioni al corpo intero.

- Il livello di soglia rappresenta il livello al di sotto del quale un'esposizione permanente e ripetitiva non ha conseguenze negative per la salute del lavoratore esposto.
- Il livello d'azione rappresenta quel valore di esposizione a partire dal quale si devono attuare specifiche misure di tutela per i lavoratori esposti. Tali misure includono la formazione dei lavoratori sul rischio specifico, l'attuazione di interventi mirati alla riduzione del rischio, il controllo sanitario periodico dei lavoratori esposti.
- Il valore limite rappresenta il livello di esposizione il cui superamento è

vietato e deve essere prevenuto, in quanto esso comporta un rischio inaccettabile per il soggetto che vi sia esposto in assenza di dispositivi di protezione. Esposizioni a vibrazioni di livello superiore, oltre il "livello di rischio rilevante" devono essere assolutamente vietate anche se di brevissima durata ed i macchinari in grado di produrle devono essere idoneamente contrassegnati.

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO

A differenza di quanto prevede il T.U.81/08 in relazione all'esposizione lavorativa al rumore, in Italia non esiste ancora una normativa specifica in materia di rischio volta alla tutela dei lavoratori esposti a vibrazioni: ciò spiega anche il fatto che le vibrazioni siano sovente trascurate come

categoria di rischio.

D'altra parte, l'obbligo di valutare il rischio e di attuare le appropriate misure di prevenzione-protezione e sorveglianza sanitaria è stabilito in generale per tutti i fattori di rischio dall'art.23 T.U.81/08, e vale quindi anche per l'esposizione professionale alle vibrazioni.

Si ricorda che è comunque ancora in vigore l'articolo 24 del D.P.R. 303/56 "Rumori e scuotimenti" che testualmente riporta: "Nelle lavorazioni che producono scuotimenti, vibrazioni o rumori dai quali i lavoratori, devono adottarsi i provvedimenti consigliati dalla tecnica per diminuirne l'intensità". La procedura per la valutazione del rischio è analoga a quella descritta per il rumore, potendosi prevedere una valutazione senza misurazioni ed una con misurazioni e successivo rapporto di valutazione (con eventuale relazione tecnica rilasciata da "personale qualificato", nel caso si siano svolte misurazioni).

## **MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**

Si distingue per le due categorie di vibrazioni:

### **Vibrazioni del sistema mano-braccio**

Prima di utilizzare i DPI occorre cercare di ridurre il rischio alla fonte; in particolare qualora sia superato il livello di azione esposizione giornaliera è d'obbligo attuare le seguenti misure di tutela per i lavoratori esposti:

- Adozione di sistemi di lavoro ergonomici che consentano di ridurre al minimo la forza di pressione o spinta da applicare all'utensile.
- Sostituzione dei macchinari che producono elevati livelli di vibrazioni con macchinari che espongono a minori livelli di vibrazioni.
- Adozione di cicli di lavoro che consentano di alternare periodi di esposizione a vibrazioni con periodi in cui il lavoratore non sia esposto a vibrazioni.
- Informazione sul rischio da esposizione a vibrazioni e formazione specifica sulle corrette procedure di lavoro ai fini della prevenzione e riduzione del rischio da esposizione a vibrazioni mano-braccio.
- Impiego di DPI (guanti antivibranti).
- Effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici da parte del medico competente.

### **Vibrazioni al corpo intero**

Analogamente alla tipologia precedente, tra le misure di prioritaria importanza occorre:

- pianificare una regolare manutenzione dei macchinari, con particolare riguardo alle sospensioni dei sedili ed al posto di guida degli automezzi;
  - identificare le condizioni operative o i veicoli che espongono ai più alti livelli di vibrazioni ed organizzare laddove possibile turni di lavoro tra operatori e conducenti idonei a ridurre le esposizioni individuali;
  - pianificare laddove possibile i percorsi di lavoro scegliendo quelli meno accidentati.
- Sorveglianza sanitaria con esami di routine;
- Informazione dei lavoratori potenzialmente esposti a tali livelli e formazione ai fini dell'applicazione di idonee misure di tutela.

### **DPI (DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE)**

I più diffusi sono i DPI per le vibrazioni al sistema mano-braccio i cosiddetti guanti "antivibranti" certificati secondo la norma europea armonizzata EN ISO 10819 (1996) (ricordiamo ancora che i DPI devono riportare la marcatura CE ed essere corredati di nota illustrativa sull'uso). Oltre ai benefici in termini di protezione delle mani dai rischi meccanici (abrasioni, tagli), dalle temperature estreme, dai rischi chimici e dall'umidità, i questi guanti possono ridurre la trasmissione delle vibrazioni alle mani e quindi assumere il ruolo di dispositivi di protezione individuale (DPI) in relazione al rischio vibrazioni.

## **3. GLI ULTRASUONI**

### **Suoni e ultrasuoni.**

Come ricorda già la parola stessa, gli ultrasuoni sono onde meccaniche (di pressione) analoghe al suono (vedi) ma di frequenza superiore alle onde sonore che il sistema uditivo è in grado di percepire. Infatti gli ultrasuoni utilizzati in campo medico, per es. l'ecografia e la flussimetria doppler, hanno frequenze che variano da 2 a 20 MHz (20000000 Hz) (si confronti questo valore

20-20000 Hz del suono udibile) e si propagano nei tessuti biologici analogamente al suono nell'aria. La velocità di propagazione nel tessuto biologico è però molto più elevata di quella del suono nell'aria e dipende dalla natura del mezzo stesso e da altri fattori.

Come già per il suono (ed il rumore), gli ultrasuoni sono definiti da due grandezze fisiche fondamentali: l'intensità e la frequenza (vedi glossario).

Tuttavia per gli ultrasuoni, a differenza di quanto accade per il rumore e per le vibrazioni, non sono ancora state introdotte dalla normativa delle grandezze misurabili che tengano conto dell'effetto sulla salute umana di questi, per cui allo stato dell'arte ci si deve affidare solamente ad una caratterizzazione fisica del problema, basata sulla conoscenza della frequenza e dell'intensità della sorgente.

#### Luoghi a rischio:

Diversamente dal problema rumore che può sussistere in attività anche molto diverse tra loro, gli ultrasuoni possono trovarsi solamente in alcune attività sanitarie specialistiche, laddove siano presenti macchine in grado di generarli: nella diagnostica con immagini (ecografia) che consentono di ottenere informazioni morfologiche dei tessuti (real time in bianco e nero) o funzionali relative alla velocità dei flussi sanguigni (Doppler) ed in altre applicazioni quali l'ipertermia, la litotrixxia, la fisioterapia e applicazioni chirurgiche.

Le applicazioni terapeutiche cui se ne dà cenno nel seguito sono quelle che espongono ad un maggiore rischio anche l'operatore.

### **LITOTRISSIA**

Fino a pochi anni orsono l'unico metodo per eliminare i calcoli renali era costituito dall'intervento chirurgico, attualmente è invece entrata a fare parte della comune pratica clinica una tecnica alternativa basata sull'eliminazione delle concrezioni solide per mezzo di onde d'urto detta litotrixxia, che si basa sul ricorso ad onde d'urto meccaniche generate all'esterno del corpo e focalizzate sul calcolo. Un litotritore è in generale costituito da una sorgente di onde meccaniche ad elevata intensità, di un mezzo entro cui si propagano le onde d'urto e di opportuni metodi di localizzazione delle stesse.

Quando un'onda meccanica giunge su un materiale, essa provoca compressioni e trazioni interne che possono essere sufficienti a disgregarlo.

### **FISIOTERAPIA**

In fisioterapia vengono impiegati ultrasuoni con frequenze di pochi MHz e intensità dell'ordine di  $W/cm^2$ . Gli effetti che procurano un beneficio al paziente sono il calore, la stimolazione meccanica e l'analgesia. Il calore è generato dall'assorbimento nel tessuto dell'energia dell'onda ultrasonora e, in una tipica applicazione, viene prodotto un aumento di temperatura di qualche grado Kelvin. Tuttavia, nel caso si tratti di una interfaccia di separazione tra tessuto molle e osso, l'assorbimento di energia è particolarmente rapido e l'aumento di temperatura che si ottiene può essere molto elevato ed addirittura dannoso.

### **EFFETTI BIOLOGICI**

Gli effetti biologici degli ultrasuoni sono stati studiati soprattutto sui pazienti, poiché è su di essi che viene indirizzato il fascio. Riguardo gli operatori (lavoratori) non esistono ancora in letteratura studi approfonditi.

Pertanto gli effetti biologici che seguono coinvolgono in misura molto maggiore i pazienti.

Gli ultrasuoni determinano diversi effetti biologici nei tessuti che attraversano, tra i più comuni sono:

#### **1. effetto termico**

Quando gli ultrasuoni si propagano in un mezzo l'ampiezza dell'onda acustica si riduce progressivamente, cedendo parte della sua energia sotto forma di calore. Questo fenomeno, denominato effetto termico, dipende dalle caratteristiche del fascio ultrasonoro e da quelle del tessuto attraversato.

Sono da studiare alcune conseguenze dell'effetto termico relative al feto, soprattutto nelle applicazioni Doppler. L'esposizione prolungata a impulsi prolungati ed impulsi ad alta frequenza possono provocare un innalzamento della temperatura significativo, specialmente a livello dell'interfaccia tra tessuti a differente impedenza acustica (es. osso/tessuti molli). L'aumento di temperatura embrionale o fetale in situ eccedente di  $1.5^{\circ}C$  le condizioni fisiologiche ( $37^{\circ}C$ ) è considerata azzardata e potenzialmente rischiosa.

#### **2. effetto meccanico**

Il passaggio dell'onda sonora in un tessuto determina l'oscillazione delle particelle che lo compongono alla stessa accelerazione e velocità del fascio ultrasonico. Le variazioni di pressione così prodotte generano effetti meccanici con possibili alterazioni della permeabilità delle membrane cellulari e scissione di molecole complesse (es. fibre collagene) nei tessuti attraversati.

### 3. effetto di cavitazione

Il fenomeno di cavitazione acustica consiste nella formazione di microbolle gassose nei liquidi attraversati dalle onde ultrasoniche che contengono gas disciolti. Le bolle gassose, generando alte pressioni, possono provocare danni ai tessuti. La possibilità di dare o meno origine a questo processo dipende dalle caratteristiche del tessuto e, in modo inversamente proporzionale, dalla frequenza ultrasonica.

Tutti gli effetti comunque sono proporzionali alla dose somministrata e quindi, in ultima analisi, sono proporzionali al prodotto dell'intensità per il tempo d'irraggiamento.

Istituzioni come la Food and Drug Administration (FDA), sia l'American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM), sia il National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) sia la World Federation of Ultrasound in Medicine and Biology (WFUMB) hanno stabilito che valori di intensità di picco spaziale e media temporale, al di sotto di 100mW/cm<sup>2</sup>, escludendo la possibilità di cavitazione, rendono gli altri effetti biologici non dannosi anche per una esposizione prolungata nel tempo.

### SINTESI OPERATIVA:

#### Rischio rumore:

- a) Definizione delle grandezze fisiche che descrivono un fenomeno acustico. Differenza tra suono e rumore.
- b) Definizione delle grandezze operative che descrivono il suono e il rumore: il decibel LEQ
- c) Passaggio dal fenomeno acustico in sé (LEQ) alla sensazione uditiva ed al livello personale equivalente (LEP) per ogni lavoratore
- d) Identificazione e quantificazione in rumore delle principali sorgenti di rumore in ambiente lavorativo (sanitario)
- e) Effetti del rumore sulla salute dell'uomo: principali patologie (ipoacusie...)
- f) Valutazione del rischio rumore: legislazione vigente in materia
- g) Principali provvedimenti di prevenzione protezione dal rischio rumore
- h) Uso e caratterizzazione dei DPI

#### Rischio vibrazioni:

- a) Definizione delle grandezze fisiche ed operative che descrivono le vibrazioni.
- b) Identificazione e quantificazione in vibrazioni di alcune attività a rischio in ambiente lavorativo (sanitario)
- c) Effetti delle vibrazioni sulla salute dell'uomo: principali patologie in relazione alle diverse tipologie di vibrazioni (mano-braccio e corpo intero)
- d) Valutazione del rischio vibrazioni: cenni alla legislazione comunitaria in materia
- e) Principali provvedimenti di prevenzione protezione dal rischio vibrazioni

#### Rischio ultrasuoni:

- a) Definizione delle grandezze fisiche che descrivono un fenomeno acustico. Differenza tra suono e ultrasuono.
  - b) Identificazione dei luoghi e descrizione delle sorgenti di ultrasuoni in ambiente sanitario
  - c) Rischio per il paziente e per il lavoratore
- Principali effetti degli ultrasuoni sulla salute dell'uomo: effetti termici, meccanici, cavitazione sul paziente

### Norme Tecniche

UNI 7545/22 - segni grafici per segnali di pericolo: rumore.

UNI 9432 - determinazione del livello di esposizione personale al rumore negli ambienti di lavoro

UNI 10163 - acustica: cabina per personale in ambiente di lavoro; misurazioni della perdita per

trasmissione sonora; metodo di controllo.

UNI En 24869/1 - acustica, protettori auricolari, metodo soggettivo per la misura dell'attenuazione sonora

Norma Italiana CEI 29 - Classificazione CEI 29 - CT 29/87  
Vocabolario di elettroacustica

Norma Italiana CEI 62-23 - Classificazione CEI 62-23 - CT 62  
Apparecchi elettromedicali  
Norme particolari per la sicurezza delle apparecchiature di terapia ad ultrasuoni

Norma Italiana CEI EN 61 223-2-5 - Classificazione CEI 62-58 - CT 62  
Prove di valutazione e di routine nei reparti di produzione di immagini mediche  
Parte 2-5: Prove di costanza - Dispositivi per la visualizzazione delle immagini

Norma Italiana CEI EN 61 206 - Classificazione CEI 87-1 - CT 29187  
Ultrasuoni, Sistemi a effetto Doppler a onda continua, Metodi di prova

## GLOSSARIO

**Tono:** è un'oscillazione ritmica regolare e sempre identica di una determinata struttura molecolare. I diapason sono strumenti che producono un tono puro (una sola frequenza). In natura sono scarse le sorgenti di toni puri. Gli elementi caratteristici di un tono sono la sua altezza e la sua intensità.

L'altezza di un tono dipende dalla frequenza.

**Frequenza:** in un suono o in una vibrazione è il numero di oscillazioni o vibrazioni complete nell'unità di tempo (secondo); è espressa in hertz (Hz) o in cicli per secondo (cps).

L'orecchio umano può udire frequenze tra 20 e 20000 Hz ( le frequenze tra 125 e 2500 Hz sono quelle che interessano particolarmente la comprensione del linguaggio parlato ). La frequenza corrispondente a 440 Hz (tono puro) è usata spesso nei diapason e corrisponde alla nota "la" maggiore. Sovente sono utilizzati multipli dell'hertz (kHz, kilohertz = 1000 Hz; MHz, megahertz=1000000Hz; GHz, gigahertz...) soprattutto per caratterizzare le onde elettromagnetiche e gli ultrasuoni.

**Intensità:** è la quantità di energia trasportata dall'onda sonora per unità di superficie perpendicolare alla direzione di propagazione.

Si esprime in watt/m<sup>2</sup> o in watt/cm<sup>2</sup>.

**Pascal:** è l'unità di misura della pressione nel sistema internazionale. In termini numerici 1 Pascal corrisponde alla pressione che esercita una forza di 1 Newton (corrispondente a circa 100 grammi su 1 metro quadrato di superficie. Nella pratica comune è abitudine dare la pressione in termini di atmosfere o millibar: si tenga conto che la pressione atmosferica media al livello del mare corrisponde a 101300 Pascal e si confronti questo valore con quello dovuto al suono (compressioni che variano da 0.00002 a 100 Pa).

**Rumore:** (si veda anche il capitolo 1) sono varie le definizioni che si possono dare, in generale si tenga presente che:

- dal punto di vista fisico il rumore è una mescolanza non razionale di suoni di frequenza e intensità diverse;

- dal punto di vista psicologico il rumore è come:

- qualsiasi suono non desiderato;
- fenomeno acustico produttore una sensazione uditiva considerata sgradevole.

**Potenza:** questa grandezza fisica è riferita sempre ad una sorgente (di rumore, di ultrasuoni, ecc.) e ne caratterizza l'energia che essa emette nell'unità di tempo (sotto forma di onda di pressione nel nostro caso). Si esprime in Watt (W=Joule/sec) . Per esempio, dire che una sorgente emette una potenza di 10 W significa dire che in 1 secondo si ha l'emissione di 10 Joule di energia dalla sorgente, emessi sotto forma di onda di pressione.

**Doppler, effetto:** è un effetto fisico per cui un'onda (sonora nel nostro caso) emessa o riflessa da una sorgente viene percepita a frequenza diversa (più alta o più bassa) da un osservatore (o strumento idoneo a rilevarla) a seconda che questo si avvicini o si allontani da questa. Per richiamare un esempio classico è l'effetto per cui il suono di una sirena di un'ambulanza viene percepito più alto quando l'ambulanza si avvicina a noi e più grave quando se ne allontana. Esiste una relazione matematica tra il cambiamento di frequenza del suono percepito e la velocità della sorgente rispetto all'osservatore: questa relazione permette di ricavare, nota la frequenza rilevata, la velocità della sorgente che emette il segnale e se questa

sorgente si sta avvicinando o allontanando dall'osservatore. Notevole applicazione si ha in medicina con la flussimetria doppler, che permette di ricavare velocità e scorrimento del sangue nei vasi usando proprio il sangue come sorgente che riflette gli ultrasuoni generati da una sonda opposta.

## **Condizioni Ambientali:**

### **Microclima**

#### **Definizione**

Con il termine di microclima si intendono quei parametri ambientali che influenzano gli scambi termici tra soggetto ed ambiente negli spazi confinati e che determinano il cosiddetto benessere termico, cioè lo stato di piena soddisfazione del soggetto nei confronti dell'ambiente.

L'obiettivo è quello di garantire il comfort termico, definito anche dalla ISO DIN 7730 come "la condizione mentale in cui si esprime soddisfazione per l'ambiente termico" ovvero "la condizione microclimatica in cui la maggioranza degli operatori non accusa sensazione di freddo o di caldo".

Il benessere termico è, pertanto, la sensazione soggettiva legata fondamentalmente allo sforzo maggiore o minore imposto al sistema termoregolatore per la conservazione dell'equilibrio termico ed è naturalmente in stretto rapporto con l'attività metabolica del lavoratore, a seconda se in stato di riposo o di lavoro (aumento della produzione di calore in rapporto quasi lineare con l'energia meccanica prodotta).

La necessità di stabilire situazioni di completo benessere termico in ogni ambiente di lavoro, da renderlo cioè confortevole e tale da consentire un grado di benessere ambientale, costituisce un inderogabile intervento igienico preventivo.

Le leggi vigenti, salvo alcune eccezioni, non fissano i limiti da considerare ottimali per garantire condizioni di comfort nei luoghi di lavoro: viene sempre prospettata la necessità generica di assicurare ai lavoratori un certo benessere termico anche in funzione del lavoro svolto.

#### **Parametri ambientali**

I valori microclimatici ottimali da ritenersi validi nel campo del lavoro oscillano peraltro tra un'ampia gamma di grandezza, in rapporto a più fattori (individuali, di clima, di lavoro) ed ancor più dal variare degli stessi fattori che costituiscono il microclima, atteso che nel modificarne uno solo di tali parametri si controbilanciano gli spostamenti determinati dagli altri.

Se pertanto per un individuo a riposo si ritengono validi, con approssimazione, i seguenti dati:

- temperatura 18° - 20°;
- umidità relativa 40 - 60 %;
- movimento d'aria 0,05 - 0,3 m/sec.

non altrettanto può dirsi per le svariate attività lavorative che presentano caratteristici stati microclimatici tali da compromettere gli scambi di calore tra il corpo umano e l'ambiente. Comunque il D.M. 18 maggio 1976 (Disposizioni in ordine agli impianti di condizionamento e ventilazione di cui alla L.11 novembre 1974 n.584 concernente il divieto di fumare in determinati locali di trasporto pubblico) propone i seguenti parametri per gli impianti di condizionamento:

- temperatura 18 - 20 °C e umidità 40-60% in inverno;
- temperatura interna di oltre 7 °C inferiore all'esterna e umidità 40-50% in estate;
- 0,15 m/sec. per la velocità dell'aria.

Questi parametri consentono di rispettare il dettato del paragrafo 1.9.1.3. dell'Allegato IV del T.U.81/08, relativo al divieto di esporre i lavoratori a correnti fastidiose.

I parametri ambientali misurati negli ambienti confinati sono i seguenti:

- Temperatura dell'aria
- Temperatura umida a ventilazione forzata
- Temperatura umida a ventilazione naturale
- Umidità relativa
- Temperatura del globotermometro
- Velocità dell'aria o ventilazione

Al riguardo, due sono gli scopi primari della ventilazione degli edifici: il mantenimento del giusto livello di benessere interno e la garanzia della sicurezza e della salvaguardia della salute degli occupanti.

Negli ultimi 15 anni è stato possibile accumulare una notevole quantità di nuove cognizioni in merito al grado di benessere termico degli occupanti.

I più importanti elementi che vengono controllati nei luoghi di lavoro dotati di ventilazione meccanica sono la velocità dell'aria negli spazi occupati, la temperatura a bulbo secco e l'umidità relativa.

Per prevenire l'insorgenza di effetti derivanti da situazioni di stress termico che conducono allo scompenso dei meccanismi di termoregolazione, sono stati elaborati indici microclimatici di stress atti a segnalare l'esistenza di rischio di stress termico in conseguenza di situazioni metaboliche o di eccessivo impegno fisico.

Un esempio di questi indici è il WBGT (Wet Bulb Globe Thermometer - Temperatura a bulbo secco), che ha un maggiore impatto con il livello di benessere termico e che a seconda dei valori ottenuti, permette lo svolgimento di lavori continui (pesanti, medi, leggeri) oppure impone la necessità di pause orarie.

In seguito al generale miglioramento delle condizioni microclimatiche negli ambienti lavorativi e all'adozione, in molti di essi, di impianti di condizionamento sono stati anche proposti indici più complessi atti a verificare l'esistenza di condizioni soggettive di benessere termico. Per una valutazione dei parametri microclimatici, la sensazione soggettiva di benessere non dipende da uno solo dei relativi fattori ambientali (temperatura, umidità, velocità dell'aria ecc.), bensì dalla loro combinazione. Per esprimere questo concetto, sono stati quindi studiati vari indici microclimatici.

Gli indici più importanti, noti come indici di Fanger, sono:

- PMV (predicted mean vote): esprime un voto medio previsto per la sensazione di benessere termico
- PPD (predicted percentage of dissatisfied): è la percentuale prevista delle persone insoddisfatte

Come si evidenzia nella seguente tabella, il PMV e il PPD sono strettamente correlati e si osserva che anche a valori di PMV = 0, ovvero in condizioni microclimatiche teoricamente ottimali, esiste una percentuale del 5% di insoddisfatti. Un ambiente viene comunque definito accettabile per valori di PMV  $\pm 0,5$  e PPD minore del 10%.

PMV	PPD		
	sensazione di freddo	sensazione di caldo	totale insoddisfatti
-2,0	76,4 %	--	76,4 %
-1,0	26,8 %	--	26,8 %
-0,5	9,9 %	0,4 %	10,3 %
-0,1	3,4 %	1,8 %	5,2 %
0	2,5 %	2,5 %	5,0 %

0,1	1,8 %	3,4 %	5,2 %
0,5	0,4 %	9,8 %	10,2 %
1,0	--	26,4 %	26,4 %
2,0	--	75,7 %	75,7

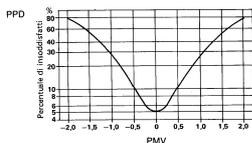
Il più utilizzato tra gli indici di comfort termico (condizione mentale che esprime soddisfazione in rapporto all'ambiente termico) è il PMV (Predicted Mean Vote) di Fanger. Il PMV è basato sulla rielaborazione della equazione del bilancio termico e tiene conto della combinazione di:

- 1) Temperatura dell'aria
- 2) Temperatura radiante media
- 3) Velocità dell'aria
- 4) Pressione di vapore dell'aria ambiente
- 5) Dispendio energetico misurato
- 6) Resistenza termica dell'abbigliamento

L'indice predice la sensazione termica soggettiva valutata su una scala a 7 gradini (da +3 molto caldo a -3 molto freddo) espressa da soggetti esposti alle stesse condizioni microclimatiche. La norma ISO/DP 7730 propone per il mantenimento del comfort termico, valori di PMV compresi tra +0,5 e -0,5.

#### Valutazione degli ambienti moderati

UNI EN ISO 7730 (1997)



La prevenzione dello stress termico si attua agendo sulle varie componenti presenti nell'equazione del bilancio termico sia attraverso una ridotta produzione del calore endogeno che attraverso l'aumento del calore prodotto. Nel primo caso si può agire sulle caratteristiche della mansione operativa, nel secondo sui parametri ambientali.

Per i reparti di degenza sono consigliati temperature dell'aria comprese tra 20 e 24 °C in inverno e 22-26°C in estate con valore di umidità relativa variabile entro limiti molto ampi (40-60%) e con velocità dell'aria inferiore a 0,2-0,3 m/sec. Per quanto riguarda i cosiddetti reparti di cura (come le sale operatorie) sono proposti valori di temperatura dell'aria e di umidità sensibilmente più elevati (questi ultimi intorno a 50-60%). Per i locali adibiti ad uffici sono invece raccomandati valori di temperatura dell'aria compresi tra 20 e 24°C, di umidità tra 40 e 60% e di velocità dell'aria intorno a 0,1 m/sec.

Studi condotti da Fanger hanno dimostrato come la condizione di neutralità termica, cioè quella in cui non si avverte soggettivamente né freddo né caldo, dipenda dal livello di attività degli individui, dal valore isolante degli abiti indossati e dalla temperatura al bulbo secco. L'umidità relativa e la velocità dell'aria possono, entro certi limiti, perturbare solo leggermente le condizioni di neutralità; è comunque inoppugnabile che valori estremi di tali parametri possano costituire cause di disagio degli occupanti.

## Obblighi

Le indicazioni fornite dagli standard internazionali sono normalmente utilizzate per valutare l'idoneità dei luoghi di lavoro e tali indicazioni sono state ritenute valide, in più casi, anche dalla suprema Corte di Cassazione.

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi e le norme in materia di microclima moderato emanate dagli enti di normazione e da organismi internazionali.

art. 2087 cod. civ.	Obbligo per il datore di lavoro di "adottare le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei lavoratori"
art.10 Legge 864/70	Nei locali utilizzati dai lavoratori deve essere mantenuta la temperatura più confortevole e più stabile possibile in relazione alle circostanze
Allegato I, punto 7.1 direttiva CEE 89/654	La temperatura dei locali di lavoro deve essere adeguata all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori
Allegato, punto 16.6.1 direttiva CEE 92/104	Nei luoghi di lavoro chiusi occorre provvedere affinché, in relazione ai metodi di lavoro in uso ed all'entità delle sollecitazioni fisiche a carico dei lavoratori, questi ultimi dispongano di sufficiente aria fresca
paragrafo 1.3. Allegato IV T.U.81/08	A meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità della lavorazione, è vietato adibire a lavori continuativi i locali chiusi che non abbiano le seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>· buona difesa contro gli agenti atmosferici</li> <li>· isolamento termico sufficiente (tenuto anche conto del tipo di impresa)</li> <li>· aperture sufficienti per un rapido ricambio d'aria</li> <li>· ben asciutti e ben difesi contro l'umidità</li> </ul>
paragrafo 1.9.1. Allegato IV T.U.81/08	Nei luoghi di lavoro chiusi i lavoratori devono disporre di aria salubre in quantità sufficiente e l'eventuale impianto di aerazione deve essere sempre mantenuto efficiente e si devono evitare correnti d'aria fastidiose (in analogia con quanto previsto dall'art. 6 direttiva 89/654/CEE)
paragrafo 1.9.2. Allegato IV T.U. 81/08	Quando non è conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente, si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi di protezione individuali.

Normativa di riferimento per ambienti moderati	
UNI EN ISO 7730 (1997)	Ambienti termici moderati. Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico.
UNI EN 27243 – (1996)	Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro).
ISO 9920 (1995)	Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.
ISO 12515 (1999) (ex 7933)	Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico mediante calcolo della sudorazione richiesta
UNI 10339 ( 1995 )	Impianti aerulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
ASHRAE Standard 62-2001	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

I principali fattori che il datore di lavoro deve tenere sotto controllo sono la temperatura, i ricambi d'aria e l'umidità relativa.

Al riguardo lo stesso datore di lavoro deve 1) eliminare i rischi tenendo conto delle conoscenze acquisite "in base al progresso tecnico e, ove ciò non è possibile, alla loro riduzione al minimo"; 2) "programmare le misure di ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza".

L'aria nei locali chiusi deve essere convenientemente e frequentemente rinnovata: ai sensi del paragrafo 1.9.1. dell'Allegato IV del T.U.81/08 "nei luoghi di lavoro chiusi è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di aria salubre in quantità sufficiente anche ottenuta con impianti di aerazione; "se viene utilizzato un impianto di aerazione esso deve sempre essere mantenuto

funzionante. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori”.

Con qualunque mezzo di ricambio dell'aria, occorre evitare che le correnti colpiscano direttamente i lavoratori addetti a posti fissi di lavoro; “se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiosa”

Il controllo di tutte le condizioni microclimatiche con adeguati sistemi di ventilazione deve integrarsi con l'aspirazione e/o diluizione degli inquinanti atmosferici presenti sul posto di lavoro: “qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente”.

## **Illuminazione**

Unitamente ad altri fattori ambientali che condizionano lo stato di benessere, l'illuminazione assume nel campo del lavoro una estrema importanza, in quanto un suo razionale impiego non solo favorisce l'incremento della produttività e contribuisce attivamente alla prevenzione infortuni, ma agisce positivamente sullo stato di benessere individuale e sulla componente psichica.

La corretta illuminazione dei locali e dei posti di lavoro è necessaria per consentire in modo agevole lo svolgimento delle mansioni in tutte le stagioni e in tutte le ore del giorno.

L'illuminazione deve essere sempre adeguata qualitativamente e quantitativamente al tipo di operazione eseguita.

### **Cenni di fisica**

La luce è costituita da radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda convenzionalmente compresa tra 380 e 780 nanometri (nm). A seconda della diversa lunghezza d'onda si hanno le varie sensazioni cromatiche che vanno dal violetto (400 nm) al rosso (700nm), passando per il blu-verde (500nm) ed il giallo-arancio (600nm).

La sensibilità massima dell'occhio umano si situa intorno a 500-550 nm e può variare, anche se di poco, in rapporto alla intensità della radiazione luminosa.

Le caratteristiche più importanti della luce sono:

- l'intensità luminosa che è la quantità di energia luminosa emessa da una sorgente luminosa e si esprime in candele.
- il flusso luminoso che è la potenza emessa da una sorgente o ricevuta da una superficie. Si misura in lumen che è la quantità di energia luminosa emessa da una superficie nell'unità di tempo.
- L'illuminamento che è il flusso luminoso che raggiunge una unità di superficie. Si esprime in lux (lumen/m<sup>2</sup>)
- La luminanza è il rapporto tra l'intensità luminosa prodotta da una superficie riflettente in una determinata direzione e l'area della proiezione di questa superficie nella stessa direzione prescelta. Si esprime in candele/m<sup>2</sup> e riguarda la sensazione di luminosità di una superficie in confronto a zone adiacenti. A tale fattore è collegato il cosiddetto rapporto di luminanza tra un oggetto con una determinata luminanza e la superficie circostante. Alla luminanza è collegato, inoltre, il fattore di contrasto dato dal rapporto tra la differenza di luminanza tra la superficie in esame ed il fondo, e la luminanza del fondo stesso. Alla luminanza sono collegati fenomeni di abbagliamento e di discriminazione.

### **Capacità visive**

Le capacità visive dell'occhio rispetto al livello di illuminazione sono notevolissime:

- visione fotopica, diurna, tra 10 e 100.000 lux.
- Visione mesopica, transizione, tra 10 e 0,005 lux
- Visione scotopica, notturna, tra 0,005 e  $5 \times 10^{-6}$  lux.

Esprimendo tali valori in termini di luminanza (candele/m<sup>2</sup>), il rapporto tra le soglie estreme di visibilità raggiunge il valore di 10<sup>12</sup> e ciò rende meglio l'idea dell'ampiezza del campo della percezione dell'occhio umano.

Altre caratteristiche sono:

- acuità visiva, cioè la capacità di distinguere dettagli di dimensioni piccole dell'oggetto

osservato. E' detto anche potere di risoluzione.

- sensibilità differenziale che riguarda le variazioni minime di luminanza degli oggetti che può essere, in condizioni ottimali di illuminazione, inferiore al 2%
- abbagliamento che è dato da una eccessiva differenza di luminanza tra due superfici e che nei casi estremi porta a vedere solo l'oggetto luminoso abbagliante e non il campo circostante. L'inverso della situazione di abbagliamento è quella nella quale i vari oggetti si presentano con luminanza idonea a creare un contrasto tra le varie immagini che sono tutte ben dettagliate.

## Illuminazione naturale ed artificiale

E' quella proveniente dalla luce solare diretta o riflessa dalla volta celeste o da tutti gli oggetti che ci circondano, la cui intensità luminosa varia da 500-1000 lux, rilevati ad esempio sul davanzale di una finestra, a 50.000 lux sul terreno in piena stagione estiva.

Mentre la luce solare diretta è causa di abbagliamento, quella riflessa dall'atmosfera invece è la più adatta all'occhio perché più uniforme, anche se di intensità minore.

La luce diffusa degli oggetti circostanti (pareti, soffitto, pavimento, edifici prospicienti ecc.) è al contrario in rapporto al coefficiente di riflessione delle rispettive tinte di colore, che va dal 65 all'80% per una superficie bianca, al 15-25% per una tinta grigio-scura.

Una sufficiente illuminazione di un ambiente di lavoro confinato richiede pertanto una quota minima di luce diretta; negli ambienti di lavoro l'intensità di illuminazione varia in rapporto al tipo di lavoro che viene svolto e comunque mai inferiore ad almeno 40 lux sul piano orizzontale.

La luce solare diretta non è consigliabile negli ambienti di lavoro per l'eccessiva brillantezza che essa determina, con un conseguente affaticamento della vista.

L'illuminazione naturale è tanto più intensa quanto maggiore è la porzione di volta celeste visibile nell'interno dell'ambiente e quanto maggiore è l'angolo secondo cui questa luce giunge all'interno.

Di conseguenza, fondamentale importanza acquista il numero e soprattutto l'ampiezza delle finestre, la quale è correlata alla superficie del pavimento, in un rapporto di almeno 1:8 della superficie di calpestio.

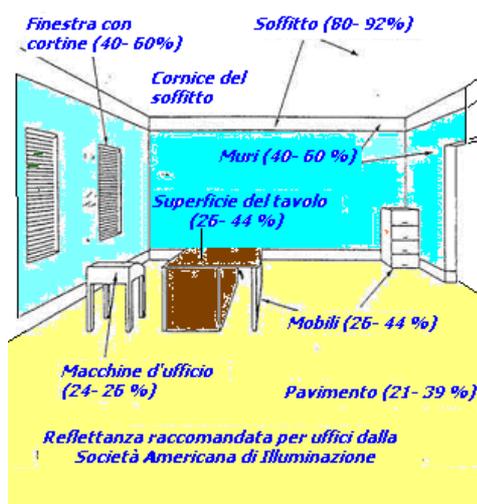
Quando non risulta sufficiente la luce naturale si sopperisce con la luce artificiale.

Dal punto di vista igienico l'illuminazione artificiale degli ambienti di lavoro deve avere almeno tre requisiti essenziali:

- essere sufficiente, senza provocare peraltro fenomeni di abbagliamento;
- uniforme, con giusta proporzione tra luce ed ombra;

Ad oggi i sistemi di illuminazione utilizzano lampade elettriche ad incandescenza, a luminescenza, a fluorescenza ed elettroniche.

Per i livelli di illuminamento sono consigliate le lampade ad incandescenza, con temperatura di colore attorno ai 4.000°K, che garantiscono composizione spettrale simile alla luce naturale, la migliore resa dei colori e quindi anche l'ottimizzazione dei contrasti.



Di fondamentale importanza, al riguardo, sono le modalità di distribuzione della luce nell'ambiente, distinte in diretta, indiretta e mista unitamente alla dislocazione delle sorgenti luminose.

La distribuzione delle ombre condiziona la percezione delle profondità e quindi per interferisce con l'evidenziazione degli oggetti da guardare.

L'assenza o la troppa presenza di ombre possono rendere difficoltosa la visione di oggetti anche bene illuminati o dare luogo a eccessivi contrasti .

La distribuzione di sorgenti luminose dovrà quindi essere progettata anche in funzione di questo parametro.

### Valori limite

La normativa vigente in materia di igiene del lavoro prescrive che i lavoratori operino in ambienti raggiunti dalla luce naturale, salvo casi particolari in deroga. Anche la luce artificiale deve essere prevista per integrare la luce naturale al fine di garantire lo svolgimento dell'attività in sicurezza e senza particolare affaticamento visivo.

Naturalmente, la quantità di luce necessaria dipende dalle caratteristiche del lavoro ed è direttamente proporzionale alla precisione richiesta nel suo svolgimento. Allo stato attuale, i principali riferimenti utilizzati per valutare l'adeguatezza delle fonti luminose artificiali disponibili sono basati sulle indicazioni fornite da norme tecniche quali le ISO e le UNI. La norma UNI 8995 prevede diversi livelli di illuminazione in base a 9 tipologie di riferimento fornendo un range legato a fattori ambientali e/o soggettivi, quali, ad esempio la capacità visiva dell'operatore. Anche la norma UNI 10380/A1 1999 (Illuminotecnica - Illuminazione di interni con luce artificiale) aggiorna e completa la UNI10380 del 1994, in particolare introducendo un unico valore prescrittivo per ogni compito visivo, invece dei tre originali.

L'illuminazione degli ambienti di lavoro deve essere valutata sulla base delle varie attività previste, paragrafo 1.10. dell'Allegato IV del T.U.81/08.

### Confronto con i nuovi standard europei – UNI 8995 - (valori espressi in lux)

Locali o tipo di lavoro	Vecchie disposizioni del DPR 303/56 abrogato dal T.U.81/08	Standards europei	Esempi di illuminazione (valori in lux) di alcune specifiche situazioni:
Deposito	10	100 - 200	Farmacia, Magazzino, ecc.
Aree di passaggio	20	100 - 200	Spazi di circolazione e collegamento padiglioni, scale, ingressi e pianerottoli, ecc.
Lavori grossolani	40	200 - 400	Sala riunione, cucine, spogliatoi, docce, ecc.
Lavori di media finezza (illuminazione generale)	20	200 - 400	Lavoro al VDT (Illuminaz. generale), Uffici tecnici, locali custodi ecc.
Lavori di media finezza (illuminazione localizzata)	100	1000 - 2000	Laboratorio di analisi, medicherie, odontotecnica, anatomia patologica ecc.
Lavori fini (illuminazione generale)	40	400 - 800	Laboratorio di analisi, medicherie, odontotecnica, anatomia patologica, stireria, ecc
Lavori fini (illuminazione localizzata)	200	2000 - 4000	Cappe biologiche, specchio di Clar, lampada a fessura ecc.
Lavori finissimi (illuminazione generale)	60	800 - 1200	Camera operatoria

Lavori finissimi (illuminazione localizzata)	300	4000 - 6000	Campo operatorio
---	-----	-------------	------------------

Le norme tecniche riportano le seguenti indicazioni :

- L'illuminamento, all'interno di uno stesso locale di lavoro, deve essere il più possibile uniforme, in modo che l'occhio dell'operatore non venga costretto a continui adattamenti alle diverse luminosità.
- Nelle aree di un locale di lavoro, che non sono sede del compito visivo, il valore medio dell'illuminamento non deve essere mai minore di un terzo del valore medio dell'illuminamento nella zona sede del compito visivo.
- Nel caso di due locali adiacenti, il rapporto tra l'illuminamento medio del locale più illuminato e quello del locale meno illuminato non deve essere maggiore di 5.

Quindi il corretto approccio al problema, secondo tale norma tecnica, prevede:

1. la definizione dell'attività da svolgere in ogni locale;
2. l'individuazione del livello di illuminamento artificiale da assicurare (cosiddetto "Illuminamento E") misurato in "lux" (lux=lumen/metro quadrato);
3. la progettazione e l'esecuzione dell'impianto secondo i livelli calcolati;
4. la verifica dell'effettiva quantità di luce disponibile a regime da misurare con apparecchi definiti luxmetri;
5. la programmazione di interventi di manutenzione ed il costante controllo dei corpi illuminanti.

## Obblighi

In molti articoli di varie leggi vengono comunque date chiare indicazioni sulle caratteristiche dell'illuminamento negli ambienti di lavoro.

art. 2087 cod. civ.	Obbligo per il datore di lavoro di "adottare le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei lavoratori"
paragrafo 1.10. Allegato IV T.U.81/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli ambienti di lavoro devono essere illuminati in modo sufficiente</li> <li>• in caso di particolari rischi di infortunio deve essere prevista una particolare illuminazione diretta</li> <li>• devono essere previsti sistemi di illuminazione sussidiaria di emergenza</li> <li>• I luoghi di lavoro, a meno che non si tratti di locali sotterranei o per particolari esigenze tecniche, devono disporre di sufficiente luce naturale ed essere dotati di dispositivi che consentono un'illuminazione artificiale adeguata per salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere di lavoratori.</li> <li>• Gli impianti di illuminazione dei locali di lavoro e delle vie di circolazione devono essere installati in modo che il tipo d'illuminazione previsto non rappresenti un rischio di infortunio per i lavoratori.</li> <li>• I luoghi di lavoro nei quali i lavoratori sono particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, devono disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità.</li> <li>• Le superfici vetrate illuminanti ed i mezzi di illuminazione artificiale devono essere tenuti costantemente in buone condizioni di pulizia e di efficienza.</li> </ul>
art. 9 Legge	I locali utilizzati dai lavoratori devono essere illuminati in modo

864/70	sufficiente ed opportuno; per i locali di lavoro l'illuminazione per quanto è possibile, deve essere naturale
art. 7.1 lettera a) D.M. 26 agosto 1992	L'illuminazione garantita dai sistemi di sicurezza lungo i percorsi di esodo d'emergenza deve essere non inferiore a 5 lux

## Glossario

### Microclima:

parametri ambientali che influenzano gli scambi termici tra soggetto ed ambiente negli spazi confinati e che determinano il cosiddetto benessere termico, cioè lo stato di piena soddisfazione del soggetto nei confronti dell'ambiente termico.

### Comfort termico:

condizione microclimatica in cui la maggioranza degli operatori non accusa sensazione di freddo o di caldo

### Benessere termico:

sensazione soggettiva legata allo sforzo maggiore o minore imposto al sistema termoregolatore per la conservazione dell'equilibrio termico (in stretto rapporto con l'attività metabolica del soggetto)

### Parametri ambientali:

indici dello stato di confort o di disagio per studiare lo stato di termoregolazione di un individuo normale

### Catatermometro di Hill:

termometro ad alcool

### Indice catatermometrico:

misura dello stato di benessere basato sulla misura del potere refrigerante del corpo esercitato nell'ambiente. La metodica consente di valutare con sufficiente attendibilità le condizioni ambientali di lavoro e le possibilità di disturbo dell'equilibrio termico del corpo.

### WBGT:

(Indice temperatura bulbo bagnato – globotermometro): si ricava dalla misurazione della temperatura dell'aria a bulbo asciutto, dalla temperatura a bulbo bagnato, dalla temperatura del globotermometro

### PMV:

valore introdotto da Fanger che esprime il valore medio della sensazione soggettiva di comfort o di discomfort

### PPD:

valore introdotto da Ranger che predice quantitativamente in percentuale il numero delle persone insoddisfatte della condizione termica di un certo ambiente

### Radiazione elettromagnetica:

E' una forma d'energia che si propaga nel vuoto alla velocità della luce ( $c=299.792,5$  km/sec). E' composta da un campo elettrico e uno magnetico legati e rapidamente oscillanti. L'energia della radiazione dipende dalla lunghezza d'onda, la quale può variare dalle onde radio (le meno energetiche) ai raggi gamma, passando per la luce visibile. I fotoni materializzano la radiazione elettromagnetica

### Nanometro:

Il nanometro, indicato con il simbolo nm, è pari a  $10^{-9}$  m (un miliardesimo di metro, cioè un milionesimo di millimetro).

È l'unità di misura usata comunemente per le lunghezze d'onda delle radiazioni elettromagnetiche.

Luxmetro:  
Misuratore della intensità luminosa

UNI:

Organismo nazionale italiano di normazione, riconosciuto dalla Direttiva Europea 83/189/CEE del marzo 1983, recepita dal Governo Italiano con la Legge n. 317 del 21 giugno 1986.

L'UNI partecipa, in rappresentanza dell'Italia, all'attività normativa degli organismi sovranazionali di normazione: ISO (International Organization for Standardization) e CEN (Comité Européen de Normalisation).

L'UNI, nel suo ruolo istituzionale, ha come compiti principali:

- ELABORARE norme che vengono sviluppate da Organi tecnici ai cui lavori partecipano tutte le parti interessate assicurando, in tal modo, il carattere di trasparenza e condivisione;
- RAPPRESENTARE l'Italia nelle attività di normazione a livello mondiale (ISO) ed europeo (CEN) per promuovere l'armonizzazione delle norme ed agevolare gli scambi di prodotti e servizi;
- PUBBLICARE e diffondere le norme tecniche ed i prodotti editoriali ad esse correlati, sia direttamente, sia attraverso i centri di informazione e documentazione presenti su tutto il territorio nazionale (Punti UNI).

Lampade

- ad incandescenza:

emettono luce per riscaldamento elettrico di un filamento di tungsteno immerso in gas inerte e rarefatto (azoto, argon)

- a luminescenza:

dette al neon, emettono luce al passaggio di una scarica elettrica fra due elettrodi in un tubo di gas rarefatto a debole pressione

- a fluorescenza:

a vapori di mercurio. I raggi ultravioletti che si producono sono capaci di rendere fluorescenti alcune sostanze spalmate all'interno e lungo le pareti del tubo

- elettroniche:

lampade a fluorescenza con starter e condensatore antidisturbo incorporati, di lunga durata, a ridotto assorbimento di potenza.

### **Dispositivo di Protezione Individuale:**



### **A CURA DI:**

Cesaroni, Chinni, Odone, Marchesotti, Zanardo, Spurio, Sossai, Fusilli, Doria

### **FINALITA' E OBIETTIVI:**

Al fine di ottemperare agli obblighi imposti dal D.Lgs.626, il Datore di Lavoro,insieme a tutti i Dirigenti e Preposti, deve:

- valutare il rischio presente nei luoghi di lavoro;
- individuare le misure più idonee a ridurre, se non è possibile eliminare, tale rischio;

- individuare, infine, i Dispositivi di Prevenzione (DPI) adatti a contenere il rischio residuo, cioè non eliminabile.

## **COSA DICE LA LEGGE:**

### **T.U.81/08 Titolo III Capo II**

*Art.77 –Obblighi del Datore di lavoro.*

*1. Il datore di lavoro ai fini della scelta dei DPI:*

*a) effettua l'analisi e la valutazione dei rischi che non possono essere evitati con altri mezzi;*

*b) individua le caratteristiche dei DPI necessarie affinché questi siano adeguati ai rischi di cui alla lettera a), tenendo conto delle eventuali ulteriori fonti di rischio rappresentate dagli stessi DPI....*

In relazione ai rischi propri della mansione svolta da ciascun operatore, i Dispositivi di Protezione Individuale devono tenere conto di diversi momenti, sui quali è importante focalizzare l'attenzione dei lavoratori interessati.

Questi momenti possono essere sintetizzati in:

**1. attribuzione** (scelta dei DPI adatti ai rischi con cui si ha a che fare): si assiste, normalmente ad una frammentazione del processo decisionale che governa l'acquisizione e la distribuzione dei DPI.

Infatti accade che essi vengano:

Richiesti dal Caporeparto, non consultando i lavoratori interessati,

Forniti dalla Farmacia, in particolare se si tratta di presidi medico chirurgici,

Comprati dal Provveditorato, poiché compresi in un budget di reparto,

Usati da chi non li ha scelti, il più delle volte senza la necessaria formazione ed informazione



**2. distribuzione** (documentazione dell'avvenuta consegna e delle caratteristiche dei dispositivi, tramite scheda specifica, riportante le caratteristiche dei materiali distribuiti, le modalità d'uso e le informazioni necessarie al corretto utilizzo); può succedere che DPI acquistati correttamente vengano distribuiti a lavoratori che "dimenticano" di averli ricevuti, e quindi non li usino.

**3. gestione** (verifica dell'effettivo impiego dei Dispositivi durante il lavoro, delle modalità e dello stato d'uso)

**4. mantenimento** (verifiche programmate nel tempo fino all'eventuale sostituzione)

**5. riconsegna** ed eventuale sostituzione (sempre attraverso una documentazione dettagliata da controfirmare e da conservare)

**6. smaltimento** (sostituzione ed eliminazione dei materiali obsoleti e non più funzionali, quando non addirittura pericolosi, eliminazione da far rientrare in una corretta gestione dei rifiuti)

## **CONTENUTI:**

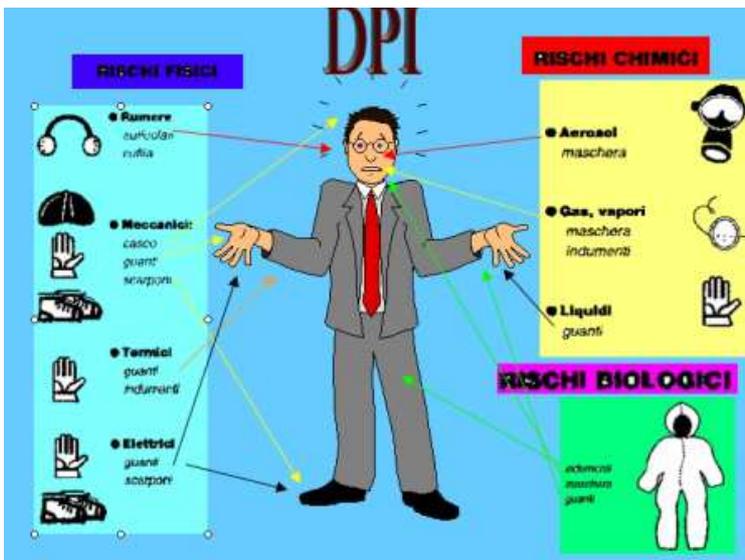
*T.U.81/08*

*TITOLO III, CAPO II- USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE*

*Art. 74.- Definizioni*

*Si intende per dispositivi di protezione individuale (DPI) qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.*

I DPI sono definiti nell'Allegato VIII del T.U.81/08, tra cui:



Una corretta attribuzione ed un uso appropriato ( cosa utilizzare e chi utilizza cosa ) non può prescindere dalle specifiche attività, nelle quali ogni lavoratore troverà la sua collocazione più idonea e conseguentemente i rischi ai quali comunemente viene sottoposto. Le diverse tipologie di rischio (chimico , biologico, fisico) renderanno necessario l'utilizzo di specifici DPI: la gravità del rischio, la sua durata nel tempo e la caratteristica della mansione caratterizzeranno le diverse tipologie di materiali, la cui scelta, il cui acquisto e le cui indicazioni d'uso dovranno necessariamente fare riferimento alle indicazioni ed

all'esperienza dei Preposti e dell'esperienza di tutti i lavoratori interessati.

## DPI: REQUISITI

*I DPI devono essere conformi alle norme tecniche (D. LGS. 475/92 e D.M. 2 maggio 2001); inoltre devono:*

- essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare un rischio maggiore;
- essere adeguati alle condizioni di lavoro esistenti sul luogo di lavoro;
- tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore;
- poter essere adattati dall'utilizzatore secondo le sue necessità

L'art. 75 del T.U.81/08 prevede un obbligo d'uso:

*1. I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro.*

## DPI: OBBLIGHI DEI LAVORATORI:

- I lavoratori si sottopongono al programma di formazione ed addestramento organizzato dal datore di lavoro, nei casi ritenuti necessari (D.P.I. di terza classe).
- Utilizzano i DPI conformemente all'informazione ed alla formazione ricevute.
- Hanno cura dei DPI messi a disposizione.
- Non vi apportano modifiche di loro iniziativa.
- Al termine dell'utilizzo seguono le procedure aziendali in termini di riconsegna .
- Segnalano immediatamente eventuali difetti o inconvenienti.

Abbiamo visto che è diritto del Lavoratore ricevere i mezzi più appropriati per difendersi dagli agenti nocivi o dai pericoli che sono insiti nel lavoro; in realtà quello di mettere a disposizione dei Lavoratori i Dispositivi di Protezione Individuali è solo l'ultimo passaggio di un processo riduzione e contenimento dei rischi.

## GRADUALITA' DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE





ed entità sono state valutate nel corso della Valutazione del Rischio, il Datore di Lavoro ha l'obbligo di tentare una serie interventi:

**1. eliminazione del rischio:** si cerca di eliminare radicalmente dai luoghi di lavoro la situazione che determina il pericolo; ad esempio modificando le attività per eliminare una fase particolarmente gravosa, o eliminando le materie prime pericolose.

(ad esempio, alleggerendo il rischio da movimentazione manuale dei pazienti attraverso l'acquisto e l'uso di sollevatori);

**2. riduzione del rischio:** le condizioni di pericolo possono essere connaturate alle attività in modo tale da non essere eliminabili, in questo caso è ancora possibile ridurre il rischio, ad esempio sostituendo sostanze chimiche con altre meno pericolose.

(ad esempio, sostituendo un solvente come il Benzene con Toluene, un solvente che, pur essendo etichettato come sostanza pericolosa, non presenta l'effetto cancerogeno del primo);  
 Figura 4

**3. riduzione degli esposti:** quando nessuno dei primi due interventi è possibile, come nel caso delle sorgenti radioattive, è ancora possibile ridurre il numero di lavoratori esposti, riservando solo a determinate persone la possibilità di accesso e di manipolazione delle sostanze radioattive;

**4. protezione collettiva:** in sostituzione o in aggiunta alla riduzione degli esposti, possono essere adottati sistemi di protezione collettiva, come le cappe aspiranti o i sistemi di ricambio dell'aria nelle Sale Operatorie, che, impedendo la diffusione di agenti nocivi nell'ambiente di lavoro, proteggono tutti i lavoratori dagli agenti pericolosi;

**5. protezione individuale:** quando nessuno degli interventi precedenti è realizzabile, non raggiunge un grado soddisfacente di protezione, oppure si voglia incrementare ulteriormente la protezione dei lavoratori, si possono utilizzare speciali dispositivi individuali per evitare l'esposizione a determinati agenti nocivi.

Come specificato, pertanto, tale percorso viene indicato come contenimento del rischio residuo, cioè limitazione del rischio ineliminabile: in questi casi viene previsto l'utilizzo dei DPI, quale ultimo mezzo di contenimento finale e di protezione dei lavoratori.



La tecnologia ha prodotto Dispositivi di Protezione per ogni tipo di aggressione verso l'organismo umano, e si può affermare che non vi sia agente nocivo che non possa essere bloccato da un dispositivo appropriato e che ogni parte

del corpo può trovare in ogni situazione una valida difesa.

A dispetto dell'ottimismo di quanto appena detto, occorre però tenere presente che l'utilizzo dei DPI comporta sotto almeno tre aspetti difficoltà da non sottovalutare:



Scelta corretta

Proprio la presenza di molti tipi di Dispositivi, diversi per tipo e grado di protezione, aumenta la difficoltà di scegliere il Dispositivo più adatto alle condizioni operative specifiche in cui dovrà essere utilizzato; in alcuni casi i Dispositivi possono assolvere a più funzioni, ad esempio i guanti per agenti chimici assicurano protezione anche contro gli agenti biologici, ma nella maggior parte dei casi la protezione viene garantita solo se viene rispettato l'uso specifico raccomandato dal produttore.

*Problemi evidenziati quando si analizzano attività sanitarie per definire i DPI utilizzati dagli operatori.*

*Non tutta la dirigenza sanitaria è sensibile in ugual misura alla problematica dei DPI.*

*Molto sovente l'operatore sanitario svolge nel corso della giornata lavorativa una attività molto differenziata con conseguente esposizione a rischi e pericoli molto diversi da fronteggiare con DPI adeguati o differenziati*

Ciascuna Azienda si doterà, pertanto, di uno specifico protocollo, o procedura, o manuale, per la scelta e l'uso dei DPI più adatti alle specifiche mansioni.

### **PROTOCOLLO PER LA SCELTA, L'USO E LA FORMAZIONE DEI DPI**

- Definizione di un protocollo d'uso dei DPI a cui tutti i servizi sanitari e tecnici dell'Ente devono uniformarsi.
- Formazione ed informazione della dirigenza.
- Formazione ed informazione del personale sanitario e tecnico.

Le indicazioni delle Norme Tecniche e dei Decreti specifici forniscono un valido orientamento nella scelta del DPI giusto:

occorre scegliere DPI che riportino, anche solo sulla confezione, il marchio CE e i pittogrammi specifici per i rischi previsti dalle Norme UNI

### **Difficoltà nell'utilizzo**

Alcuni dispositivi non sono semplici da usare, pensiamo alle maschere antigas o alle imbracature anticaduta, e necessitano di una certa preparazione.

Anche l'utilizzo dei Dispositivi più semplici e comuni può però presentare problemi nascosti; anche le mascherine più leggere vanno indossate nel modo corretto, senza lasciare fessure col volto; e se è facile indossare un paio di guanti, occorre invece attenzione nel toglierli se contaminati da sostanze chimiche o da liquidi biologici.

L'uso del Manuale e delle procedure d'uso predisposti dall'Ente, insieme alla organizzazione di specifici momenti di formazione ed informazione saranno quindi di fondamentale importanza.

### **MANUALE PER LA GESTIONE DEI DPI.**

Il Manuale da distribuire ai dipendenti avrà lo scopo di formare il personale sanitario su come identificare i DPI da indossare in funzione della natura e della magnitudo dei rischi cui è esposto l'operatore chiamato a svolgere una certa attività in un certo contesto lavorativo. Teoria: Concetti tecnici, normativi e chimico-fisici che si prendono in considerazione nella scelta di un DPI.

Pratica: Come si scelgono i DPI in funzione dei rischi cui si è esposti.

### **OBIETTIVI DELLA FORMAZIONE:**

Fornire una descrizione dei criteri adottati per redigere il manuale o i protocolli relativi ai DPI. Consentire ai partecipanti ai corsi di :

consultare operativamente le schede,  
 definire con precisione quali sono i DPI da indossare (o da fornire ai preposti), nelle diverse  
 attività sanitarie che questi svolgono nel proprio ambito lavorativo.

**SCELTA DEI DPI**

I DPI sono forniti dal Datore di Lavoro, su consulenza tecnica del SPP, e **devono essere adeguati al rischio** da cui devono proteggere

- ▶ Non devono comportare limitazioni o disagi eccessivi rispetto ai benefici apportati

**INFORMAZIONE/FORMAZIONE**

- ▶ Incontri di informazione
- ▶ formazione teorica
- ▶ Addestramento all'uso
- ▶ Libretti d'uso

L'allegato VIII del T.U.81/08 suggerisce uno schema indicativo per l'inventario dei rischi ai fini dell'impiego di attrezzature di dispositivi di protezione individuale (DPI).

		RISCHI																								
		MECCANICI						ELETTRICI			ACUSTICI			CIBETICI			BIOLOGICI									
		Uscite d'urto	Stri- cure, corte, punta- ment	Pressioni, tagli, storti- menti	Vibraz- ioni	Stravol- tamenti, cadute invece	Radiaz- ioni	Prodot- ti	ELET- TRICI	Stro- cure, corte	Uscite d'urto	Stro- cure, corte	Stro- cure, corte	Polveri, dust	Pressi- one	Vibraz- ioni	Radiaz- ioni	Cont. a cassa	Cont. a cassa	Cont. a cassa	Radiaz- ioni	Temp. a cassa	Radiaz- ioni	Radiaz- ioni		
FASCE DEI CORPI	DITA	Crani																								
		Edile																								
		Uscite																								
		Vibrazioni																								
		Uscite																								
	ARMI DIFFERENTI	Mani																								
		Armi (part.)																								
		Armi (part.)																								
		Armi (part.)																								
		Armi (part.)																								
VALORI	Controlli																									
	Apparati per la protezione																									
	Controlli																									

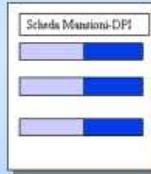
I Dispositivi di Protezione Individuale devono essere sempre accompagnati da istruzioni ed informazioni sulle caratteristiche e sull'impiego.

**SCHEDA DI MANSIONE**

## Le schede Mansioni - DPI

*La scheda si compone di due parti*

➔ **1° Parte:** Elenco delle **mansioni** che in ambito sanitario presentano **analogia di rischio Biologico e /o Fisico**



➔ **2° Parte:** DPI che deve indossare l'operatore che svolge quella mansione

Mansione	DPI
Prelievo sangue venoso	● guanti monouso (sterili e non)
Tamponamento faringeo e nasale	● occhiali a stanghette con protezione laterale o schermo facciale
Fleboterapia	● mascherina chirurgica monouso
Drenaggio	

Mansione	DPI
Vista specialistica del paziente ed assistenza infermieristica al medico	● guanti monouso (sterili e non)
	● occhiali a stanghette con protezione laterale
	● mascherina chirurgica monouso

L'utilizzo dei DPI deve quindi essere preceduto da una adeguata formazione e dalla lettura delle istruzioni e informazioni fornite dal produttore

### **SOGGETTI PER I QUALI È PREVISTO IL CORSO DI FORMAZIONE SU DPI.**

- *Dirigenti Sanitari, Medici ed Infermieristici*
- *Dirigenti del Servizio Tecnico*
- *Dirigenti del Servizio Provveditorato*
- *Dirigenti del Servizio di Farmacia*
- *Personale del Ruolo Sanitario operante negli ospedali, negli ambulatori e nei laboratori di ricerca.*

### **IMPEDIMENTO FISICO**

La protezione, proprio perché costituisce una barriera tra il corpo e l'ambiente esterno, comporta delle limitazioni nella capacità di interazione del lavoratore con lo spazio che lo circonda.

Per fare alcuni esempi: la filtrazione di polveri e gas nocivi non può che rallentare il flusso di aria che passa attraverso il mezzo filtrante; nella protezione delle vie respiratorie questo si traduce in un impedimento alla respirazione, che aumenta proporzionalmente con l'efficienza della maschera.

L'aumento dello spessore, e quindi della resistenza, dei guanti protettivi comporta una perdita di sensibilità tattile e la protezione del corpo mediante tute compromette la traspirazione cutanea tanto più gravemente quanto maggiore è l'isolamento apportato dai tessuti.

Indossare un DPI "tanto per stare sicuri" non porta affatto sicurezza quando il DPI non è necessario ed il lavoratore deve solo sopportarne le scomodità e le limitazioni anche senza essere esposto ad agenti nocivi.

I DPI devono quindi essere utilizzati solo se i rischi sono proporzionali alla protezione offerta in un equilibrato rapporto costo/beneficio per l'organismo.

In sintesi una serie di operazioni ed il coinvolgimento di tutti gli operatori dei diversi livelli nella scala gerarchica dell'Ente garantisce l'uso ottimale dei Dispositivi di Protezione

individuale, diminuisce il numero degli incidenti e favorisce una maggiore consapevolezza degli operatori: non ultimo contribuisce ad un risparmio complessivo, sia in termini strettamente economici, sia al fine di raggiungere e mantenere un maggior benessere degli operatori.



## **Allergopatie:**

### **Redattori:**

Dott.ssa Susy Capiello: RSPP Istituto Giannina Gaslini  
Largo Gerolamo Gaslini5 -16147 Genova Tel. 010 5636234  
Dott.ssa Maria Falcioni: RSPP ASUR 10  
Viale Emilio Betti 15 A - 60032 Camerino Tel. 0733642340  
Dott.ssa Maria Gabriella Spurio: RSPP ASUR 8  
P.zza Garibaldi, 8 - 62012 Civitanova Marche Tel. 0733 823836

### **Collaboratori:**

Dott.ssa Susanna Voltolini U.O. Allergologia Azienda Ospedale San Martino  
Largo R.Benzi, 15 - 16147 Genova Tel. 010 5555305

### **Finalità**

Negli ultimi anni si è osservato un forte incremento di segnalazioni di manifestazioni allergiche negli operatori sanitari. Il lavoro in ambiente sanitario può costituire un rilevante fattore di rischio di patologia allergica da sensibilizzazione al lattice in quanto comporta, per la maggior parte dei lavoratori, l'esposizione ripetuta e prolungata a guanti e altri presidi medico-chirurgici, ma anche altre sostanze come disinfettanti, detergenti, farmaci, metalli, resine o derivati degli animali possono causare allergie professionali.

### **Obiettivi**

Distinguere, quali sono le sostanze che possono indurre allergie, in quali presidi, prodotti o parti di animali sono presenti.

Prevenire le manifestazioni allergiche dovute a reazione immediata, ma anche ritardata, valutando la percezione rapida del rischio.

Identificare la sensibilizzazione ad una determinata sostanza.

### **Contenuti**

Il termine "allergia" è stato introdotto per la prima volta da Von Pirquet nel 1906, per definire quegli stati di " variazioni particolari di reattività" nei confronti di sostanze estranee all'organismo, solitamente tollerate.

I termini ipersensibilità ed allergia sono comunemente usati come sinonimi.

In alcuni casi l'organismo umano riconosce come estranee alcune sostanze, che saranno poi

chiamate allergeni, che in genere nella maggior parte dei casi non creano alcun problema e va incontro ad una abnorme iper reattività immunitaria specifica.

Le sindromi allergiche professionali sono manifestazioni dovute ad un processo di sensibilizzazione allergica a sostanze presenti anche occasionalmente nell'ambiente di lavoro.

I sintomi causati dall'allergia possono essere:

- cutanei: immediati (orticaria da contatto)
- ritardati (dermatite eczematosa da contatto)
- respiratori: rino-congiuntivite e asma bronchiale
- generali: orticaria-angioedema.

La ipersensibilità di tipo immediato verso un determinato allergene si esprime, da un punto di vista immunologico, con la formazione di immunoglobuline specifiche della classe IgE, queste ad un successivo incontro con l'allergene saranno pronte a catturarlo dando inizio ad una sequenza di reazioni che termina con la liberazione di mediatori dell'infiammazione.

Organi bersaglio saranno le mucose nasali, congiuntivali, o bronchiali in relazione al sito di reazione, con una intensità dipendente dalla reattività dell'individuo e dalla concentrazione dell'allergene.

Lo sviluppo della malattia allergica è associato a predisposizione genetica ed a fattori essenzialmente legati alla costituzione, allo stile di vita e, sempre più rilevanti, all'ambiente tanto da poter correlare la prevalenza dell'allergia al grado di industrializzazione della società. Si può quindi diventare allergici, specialmente a sostanze presenti nei luoghi di lavoro, a causa di una costante, prolungata e consistente esposizione.

Le allergie sono quindi fortemente rappresentate tra le malattie sviluppate in ambito lavorativo.

Gli allergeni, le sostanze responsabili delle reazioni allergiche, sono molto numerosi e possono essere classificati in diversi modi.

In genere si distinguono in base al modo con cui avviene l'esposizione del soggetto.

L'esposizione lavorativa può avvenire per contatto cutaneo o mucoso, per inalazione di sostanze volatili o veicolate. Il meccanismo di scatenamento dei sintomi può essere di tipo irritativo (aspecifico) e di tipo allergico (specifico) o di entrambi contemporaneamente in relazione alla quantità e al livello di esposizione.

L'eczema da aggressione diretta (DIC) rappresenta dal 60 al 90% delle dermatiti irritative delle mani del personale ospedaliero, determinato soprattutto dai lavaggi frequenti e dall'uso di saponi e disinfettanti ad elevata attività irritante. Per il personale addetto alle attività di tipo alberghiero il rischio è legato all'uso di detersivi irritanti e al prolungato contatto con l'acqua. Si manifesta nella maggior parte dei casi sulle mani. Lo spettro di disturbo varia dall'eritema (rossore) e screpolatura fino alla dermatite conclamata con vescicole (piccole bolle di sostanza acquosa), con successiva desquamazione, fissurazione e lacerazione della cute. Alcuni fattori, di seguito elencati, contribuiscono ad un abbassamento della normale funzione di barriera della cute, provocando lo sviluppo di Dermatite Irritativa da Contatto:

1. tecniche di sfregamento particolarmente aggressive, detersivi e detersivi per le mani,
2. inadeguata asciugatura delle mani,
3. frequenti episodi umido/secco,
4. esposizione a venti/climi particolarmente freddi e secchi,
5. predisposizione o condizione eczematosa preesistente,
6. azione abrasiva di detersivi, probabilmente amido di mais o talco,
7. macerazione derivata da sudorazione eccessiva delle mani, inadeguata asciugatura delle mani, natura occlusiva dei guanti.

L'eczema allergico da contatto (DAC) è una patologia infiammatoria della cute e/o delle mucose provocata dal contatto con una sostanza verso la quale il soggetto colpito ha sviluppato una sensibilizzazione.

È una delle malattie cutanee più frequenti e deriva da una reazione di ipersensibilità cellulo-mediata.

Dal punto di vista clinico nella DAC possono essere riconosciuti tre stadi: una fase acuta, una fase subacuta e una fase cronica.

La fase acuta è caratterizzata dalla comparsa di eritema, edema, papule e vescicole con rottura di queste ultime e formazione di abbondante essudato.

Nella fase subacuta si ha la formazione di croste squamose.

Nella fase cronica l'eritema diminuisce progressivamente fino a scomparire, la cute tende ad

ispessirsi, con fenomeni di lichenificazione e formazione di ragadi.

Il quadro clinico dipende dalla localizzazione, dal tipo e dalla quantità dell'allergene, dal tempo di contatto dello stesso e dal grado di ipersensibilità del paziente.

La localizzazione più frequente è alle mani. In questa sede la DAC inizia di solito a livello delle superfici laterali e dorsali delle dita e si estende successivamente alle superfici agli avambracci. Le sostanze, naturali o sintetiche, in grado di causare allergia sono sicuramente alcune migliaia, anche se nella maggior parte dei casi è causata da un numero di prodotti relativamente limitato

In ambiente sanitario i possibili allergeni sono soprattutto:

- Latice
- Sostanze di natura chimica
- Farmaci
- Resine e metalli
- Animali

Ricorda

v Hai avuto reazioni allergiche dopo assunzione o contatto con banana, kiwi? gonfiore o prurito alle labbra in occasione di una visita odontoiatrica? Sei allergico al pelo del gatto? Hai avuto altre manifestazioni allergiche? Rivolgiti al Medico Competente.

v Usa i guanti corretti e non il primo che ti capita.

v Non lavare le mani con detergenti aggressivi, asciuga bene le mani dopo il lavaggio.

v Non indossare i guanti in presenza di creme o lozioni.

v Leggi l'etichetta dei prodotti che stai usando, potrebbero contenere sostanze in grado di indurre reazioni allergiche, in tal caso chiedi la scheda tecnica ai tuoi diretti superiori o rivolgiti al Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione.

v Anche se ami gli animali, ricordati che sono fonte di molti allergeni.

v Per saperne di più leggi i capitoli allegati

## Glossario

Allergopatie (dal greco allos = diverso e ergon = effetto) o meglio sindromi allergiche, sono affezioni che si manifestano clinicamente con quadri diversi, aventi un comune meccanismo patogenetico ovvero un'anomala reattività dell'organismo verso sostanze eterologhe (allergeni), innocue per i soggetti normali, le quali determinano, nei soggetti divenuti ad esse sensibili, specifiche reazioni immunitarie, umorali e/o cellulari, responsabili delle manifestazioni cliniche.

Allergeni sono sostanze eterologhe (esterne all'organismo), innocue per i soggetti normali, ma che possono causare allergia ovvero una abnorme iperattività immunitaria specifica.

Atopia inizialmente si usava questo termine per distinguere le forme allergiche basate su una predisposizione ereditaria. Attualmente ha perso gran parte del suo significato originario ed è utilizzato per indicare le sindromi allergiche mediate da immunoglobuline specifiche della classe IgE.

## Approfondimenti

### IL LATICE

Un po' di storia

La storia dell'albero della gomma (*hevea brasiliensis*) è legata alla storia del caucciù. Nel 1743 ne fu scoperto l'uso presso una tribù della Amazzonia che utilizzava questo prodotto naturale per realizzare bottiglie, vestiti, scarpe e altri oggetti di uso comune. La prima segnalazione di allergia al lattice risale al 1927 in una paziente portatrice di protesi dentale in caucciù.

Lo sviluppo della gomma è costantemente aumentato dal 1930 ad oggi.

Nel settore sanitario, parallelamente all'estensivo incremento dell'utilizzo di guanti in lattice naturale, conseguente all'acquisizione di nuove conoscenze sulle modalità di trasmissione dell'AIDS e dei virus dell'epatite B e C, si è osservato un netto incremento delle segnalazioni di manifestazioni cutanee e sensibilizzazione allergica al lattice.

Negli Stati Uniti fra il 1988 e il 1992 sono stati segnalati 15 decessi, 1122 casi di patologia

legati al lattice, di cui 408 correlati all'uso di guanti da visita e 77 all'uso di guanti chirurgici.

I suoi componenti

Il lattice contiene il 33% di gomma e 1,8% di proteine (responsabili dei fenomeni allergici). Durante il processo di lavorazione della gomma vengono addizionati al lattice vari additivi chimici, acceleranti, antiossidanti e vulcanizzanti soprattutto tiurami, carbammati, mercaptani, tiouree. Queste sostanze chimiche possono causare sensibilità ritardata e dermatite eczematosa.

L'amido di mais, utilizzato come lubrificante soprattutto nei guanti, non provoca di per sé sensibilizzazione allergica, ma può fungere da vettore delle proteine sensibilizzanti del lattice e consentirne l'inalazione, anche indiretta, da parte di operatori che non manipolano direttamente i guanti ma lavorano nello stesso ambiente in cui altri li stanno indossando. Anche il cotone usato per felpare i guanti casalinghi può agire come carrier allergenico.

In quali manufatti si trova

Esistono oltre 40.000 prodotti contenenti lattice: oggetti per uso medico, mezzi anticoncezionali, equipaggiamenti sportivi, arredi e manufatti di uso domestico.

### **Elenco non esaustivo di prodotti contenenti lattice**

- Prodotti per uso medico odontoiatrico
- Guanti chirurgici
- Cateteri vescicali
- Drenaggi
- Lacci emostatici
- Palloni (tipo Ambu)
- Maschere anestesilogiche
- Tubi endotracheali
- Cannule per uso endovenoso
- Cerotti
- Barriere interdentali
- Elastici per apparecchi dentali
- Apparecchi ortodontici in gomma
- Cerotti (es.tensoplast)
- Mezzi anticoncezionali
- Preservativi
- Diaframmi
- Oggetti per l'infanzia
- Succhiotti
- Palloncini
- Giocattoli
- Equipaggiamenti sportivi
- Pinne
- Maschere subacquee
- Accessori per la vela
- Palle e palloni sportivi
- Indumenti
- Bende elastiche
- Scarpe di gomma
- Arredi e manufatti per uso domestico
- Guanti per uso domestico
- Tende per la doccia
- Borse dell'acqua calda
- Materassi ad aria
- Rinforzi per tappeti
- Isolanti per porte e finestre
- Adesivi
- Varie
- Gomme per cancellare
- Francobolli

- Elastici
- Mescola per pneumatici

Risulta, comunque, molto utile avere a disposizione, e già alcune aziende sanitarie lo fanno, un elenco dei materiali in uso (dispositivi medico-chirurgici, apparecchiature sanitarie e loro componenti, farmaci che contengono lattice nelle confezioni,..) specificando, in base alle certificazioni rilasciate dalle ditte, se contengono lattice e con cosa eventualmente possono essere sostituiti.

### Elenco di possibili sostituti di presidi medici contenenti lattice

prodotti	sostituti
Cateteri per clisteri di bario	Cateteri in pvc
Circuiti respiratori	Pvc o silicone
Tubi di drenaggio	Tubi in pvc o silicone
Guanti chirurgici	Guanti copolimeri sintetici
Guanti monouso	Guanti in vinile, nitrile
Medicazione per tracheo	Poliuretano
Ciucci e tettarelle in caucciù	Ciucci e tettarelle in silicone
Lacci emostatici	Strisce (velcro)
Cateteri vescicali	Cateteri e palloncino in silicone
Cannule orofaringee	Cannule in pvc, politene, silicone
Cannuole tracheostomiche	Cannule in silicone
Manicotti per apparecchi misuratori di pressione	Sostituzione con manicotti monouso o ricoprirli
deflussori	Deflussori privi di gommini
Palloni	PVC/neoprene
Pallone Ambu	PVC/neoprene
Materiale per anestesia	Maschere in pvc, silicone, palloni in silicone
siringhe	Prive di gommino nello stantuffo

Conoscere quali presidi contengono lattice e quali sono i sostituti è anche molto utile per la tutela dei pazienti allergici al lattice.

### Quali sono i danni

I sintomi clinici della sensibilizzazione al lattice sono legati al contatto diretto con prodotti in gomma naturale, ma possono essere scatenati anche dall'inalazione di particelle di lattice veicolate, in particolare dalla polvere lubrificante dei guanti, nell'aria ambiente.

La più frequente manifestazione clinica è la dermatite da contatto, con la tipica localizzazione al dorso delle mani, polsi, avambracci, seguita da rino-congiuntivite, anche se le manifestazioni cliniche possono interessare più organi.

Alcune proteine del lattice possono determinare una sensibilizzazione con o senza sintomi, con positività dei tests cutanei o ematici. Non è nota al momento l'entità dell'esposizione necessaria per determinare una sensibilizzazione. Infatti anche livelli molto bassi di esposizione possono scatenare in alcuni soggetti reazioni allergiche di vario tipo che di solito hanno inizio entro pochi minuti dall'avvenuto contatto o esposizione, mentre in altri soggetti le reazioni si manifestano dopo alcune ore.

Per diversi alimenti come ananas, kiwi, mango, melone, papaia, patate, pesche, pomodori e spinaci sono state descritte reazioni allergiche anche gravi, dovute a reattività crociate con il lattice (ovvero una reazione di un anticorpo anche con una sostanza che non è stata la causa della sua formazione).

### Fattori di rischio

Possono essere:

individuali: atopia, genetica, dermatiti delle mani, tipo di attività

ambientali: tipo di guanto, ambiente d'uso, frequenza d'uso

## **Prevenzione**

La prevenzione primaria mira all'eliminazione di tutti i prodotti in lattice. Attualmente ciò è di difficile attuazione perché il lattice, per le note caratteristiche di elasticità, è utilizzato ampiamente, sia in ambito sanitario sia nella vita comune.

In alcuni ospedali sono stati realizzati reparti e sale operatorie 'latex free' (totalmente privi di lattice) o 'latex safe' (dove i presidi contenenti lattice sono quasi del tutto assenti) anche per la salvaguardia dei pazienti allergici.

Considerato che la principale fonte di 'inquinamento' da lattice nei reparti ospedalieri è costituito dai guanti, sarà di fondamentale importanza identificare il tipo di guanto adeguato alla mansione.

I guanti sono a tutti gli effetti dispositivi di protezione individuale (link con DPI) e rappresentano una barriera indispensabile per la prevenzione del rischio biologico. In ambiente sanitario questo rischio, verso il quale non sempre è possibile adottare misure di protezione di tipo ambientale, richiede grandi attenzioni essendo per lo più correlato alla presenza del paziente e, quindi, oltre al rischio per l'operatore vi è da considerare anche la tutela del paziente.

Va innanzitutto stabilito quali guanti usare e per quali tipo di attività.

### **Guanti destinati a pratiche invasive:**

sono usualmente in lattice, poiché allo stato attuale delle conoscenze questo materiale offre numerosi vantaggi, poiché mantiene più a lungo l'integrità durante l'utilizzo, costituisce la barriera di scelta per la protezione dal virus HIV, consente il mantenimento della manualità fine necessaria in numerose procedure mediche. Sarà importante però avere a disposizione guanti in lattice ad elevata biocompatibilità ovvero con basso contenuto in proteine residue ed additivi chimici e privi di polvere lubrificante. Possono essere sostituiti da guanti in nitrile, neoprene, copolimeri, che però non presentano tutti i vantaggi finora enunciati del lattice. Naturalmente dovranno essere marcati CE, corrispondere alla norma EN 455 1, 2 e 3.

### **Guanti per visite:**

possono essere tranquillamente utilizzati quelli in vinile per diverse mansioni quali visite mediche, igiene del malato, tutte le procedure infermieristiche di routine in cui non è ritenuta necessaria la sterilità, prelievi, pulizia, lavaggio ferri di sala operatoria o nei laboratori.

La scelta dei guanti da utilizzare in laboratorio, in realtà, è un po' più complessa poiché andrà messa in relazione anche all'eventuale rischio chimico, perciò andrà scelto il tipo di guanto che meglio protegge dal rischio prevalente in quella determinata pratica di laboratorio.

I guanti per la manipolazione dei farmaci antiblastici (link con il rischio chimico) (preparazione, somministrazione, smaltimento escreti e pulizia) devono essere rinforzati sui polpastrelli e sul palmo, non talcati e sufficientemente lunghi da coprire i polsini del camice. Possono essere sia di lattice che di nitrile.

Di qualunque materiale essi siano vanno sempre cambiati ogni 20 minuti o dopo contaminazione o rottura poiché non esistono guanti capaci di garantire in modo totale la sicurezza degli operatori.

### **Guanti per operazioni di tipo alberghiero:**

per tutte le operazioni di tipo alberghiero – pulizie, distribuzione e confezione alimenti, come in tutte le situazioni in cui non vi siano particolari esigenze, deve essere usato un guanto sintetico contrastando l'abitudine abbastanza diffusa, fra questo personale, all'utilizzo dei guanti monouso di tipo sanitario.

La prevenzione secondaria si attua con le visite preventive prima dell'inizio dell'esposizione al rischio specifico, ovvero identificazione dei soggetti predisposti, e le visite periodiche ovvero identificazione di avvenuta sensibilizzazione ancora in fase preclinica.

La prevenzione terziaria si attua laddove venga diagnosticata una patologia da lattice, venga formulato un giudizio di idoneità lavorativa specifico e adottati provvedimenti preventivi che evitino successive riesposizioni e recidive.

Sei allergico alla gomma?

Vengono date alcune indicazioni per capire, anche da soli, se si è in presenza di una

sensibilizzazione al lattice

Hai avuto:

gonfiore o prurito alle labbra in occasione di una visita odontoiatrica (il dentista adopera guanti di gomma) o gonfiando palloncini?

Gonfiore o prurito in loco all'impiego di profilattici o diaframmi o dopo una visita rettale o vaginale?

Rinorrea e/o starnuti e/o tosse stizzosa, prurito, naso chiuso, lacrimazione, bruciore agli occhi, arrossamento della pelle, crisi d'asma, mancanza di fiato, collasso in concomitanza o in luogo dei sintomi di sopra?

Reazioni anomale durante l'anestesia?

Reazioni allergiche dopo assunzione o contatto con banana, kiwi, castagna, arachide, avocado, papaya, ananas?

Se si puoi essere allergico alla gomma

In questo caso ti consigliamo di:

Non toccare assolutamente materiali contenenti gomma

Segnala il fenomeno al medico competente

## **GESTIONE DEL PAZIENTE ALLERGICO AL LATICE**

alcune indicazioni

Degenza in reparto

Il paziente va sistemato in stanza 'latex safe', ovvero dove sia stata ridotta la presenza di presidi contenenti lattice.

L'allergia va ben evidenziata sulla cartella del paziente.

Il personale di assistenza, prima di entrare nella stanza, deve accuratamente lavarsi le mani e indossare un camice monouso.

Il paziente non va avvicinato indossando guanti in lattice.

Non usare per il paziente né introdurre nella stanza oggetti contenenti lattice: in particolare verificare sfigmomanometri, siringhe, cateteri venosi, lacci emostatici, contenitori di farmaci, cateteri uretrali e per aspirazione, eventuali borse dell'acqua calda.

Nella preparazione di farmaci iniettabili evitare di aspirare gli stessi da contenitori e flaconi con chiusure in lattice, usando in alternativa fialoidi.

Presidi, farmaci e materiali per prelievi vanno tenuti in un carrello che va etichettato come senza lattice.

Non introdurre il paziente in stanze come sala medicazione o di diagnostica ove siano contenuti guanti o manufatti in lattice o possa esservi lattice aerodisperso.

Per il paziente i pasti vanno preparati non utilizzando guanti in lattice e non devono contenere alimenti che possano dare reazioni crociate.

Prestazioni

Ogni prestazione va programmata come prima nella giornata in modo che le eventuali concentrazioni in lattice aerodisperso siano le più basse possibili.

Tutto lo staff che eseguirà le prestazioni va informato e istruito.

Il personale, prima di accedere alla sala dell'intervento, deve lavare accuratamente le mani, cambiare il vestiario e utilizzare guanti in polimeri sintetici.

Nel caso di interventi chirurgici la sala e la pre-sala dovranno essere accuratamente pulite, verificando che il personale addetto alle pulizie non indossi guanti in lattice.

Tutti i materiali in lattice con cui il paziente potrebbe venire a contatto vanno sostituiti con altri materiali, quelli non sostituibili vanno rifasciati con pellicola trasparente.

## **SOSTANZE DI NATURA CHIMICA**

Fra gli agenti chimici i detergenti e i disinfettanti presentano una notevole rilevanza a causa della loro ampia utilizzazione e della numerosità del personale esposto.

Fra i disinfettanti potenzialmente allergizzanti sono segnalati:

- le aldeidi (glutaraldeide, formaldeide, o-ftalaldeide),
- i sali di ammonio quaternario come il benzalconio cloruro (disinfettante della cute, degli strumenti ecc),
- i mercuriali (mercuriocromo, thimerosal),

- i derivati del fenolo (esaclorofene, diclorofene)
- ossido di etilene
- la clorammina T
- povidone\_jodio (betadine)
- clorexidina

che sono largamente impiegati nella disinfezione della cute e degli ambienti, nella sterilizzazione di strumenti chirurgici e odontoiatrici, di endoscopi e cateteri. Tali disinfettanti, ma anche alcuni detergenti, possono causare dermatiti da contatto sia di tipo irritativo che allergico localizzate più frequentemente alle mani, ai polsi, agli avambracci. Alcuni disinfettanti sono inoltre responsabili di forme di asma professionale.

L'utilizzo dei disinfettanti e dei detergenti rappresenta un rischio per tutto il personale sanitario, tuttavia per quanto riguarda i detergenti risultano maggiormente esposti il personale ausiliario e di sala operatoria, mentre ai disinfettanti sono più esposti il personale infermieristico, quello di sala operatoria e quello dei reparti di endoscopia.

#### Detergenti

In ambiente ospedaliero i detergenti sono usati per l'igiene personale, per la pulizia dei reparti, per la lavanderia; sono spesso miscelati con i disinfettanti per cui gli effetti spesso si confondono.

Si distinguono detergenti alcalini inorganici propriamente detti (soda e potassa caustica) e detergenti tensioattivi organici a loro volta distinti in:  
 non ionici (esteri poliglicolici, eteri poliglicolici, ammine e ammidi poliglicoliche);  
 anionici (esteri solfonici, derivati alchilsolfonici, ecc.);  
 cationici, aventi anche spiccata azione disinfettante (ammine e ammidi, sali di ammonio quaternario, sali di basi eterocicliche azotate, sali di basi non azotate, ecc.);  
 anfotili.

I tensioattivi organici agiscono abbassando la tensione superficiale dei liquidi permettendo in questo modo un elevato effetto bagnante e penetrante nel substrato da lavare, l'emulsione dei grassi con l'acqua e quindi la detergenza.

La patologia da detergenti riguarda soprattutto la cute e consiste in dermatiti irritative e allergiche localizzate soprattutto alle mani, ai polsi, agli avambracci; molti detergenti infatti contengono sali di cromo e/o nichel provenienti dal ciclo produttivo.

#### Glutaraldeide

È un liquido incolore leggermente giallino, di odore caratteristico pungente, moderato in parte per

la presenza di essenza di limone. È miscibile con acqua e in genere con alcool.

È dotata di un forte potere irritante per le mucose oculari e nasali (soglia olfattiva: 0,04 ppm) ed è un lieve irritante cutaneo, con possibili manifestazioni di dermatiti da contatto.

È largamente utilizzato come sporicida, battericida, virucida e fungicida nella sterilizzazione per immersione di strumenti medicali (strumenti endoscopici con lenti, strumenti endoscopici con fibre ottiche e plastiche).

#### Formaldeide

La formaldeide, in passato molto usata in ambiente ospedaliero come sterilizzante e disinfettante di materiale sanitario, biancheria (materassi) e ambienti, oggi si usa solo nei reparti di anatomia patologica per la fissazione e la conservazione dei tessuti. La formaldeide è un gas di odore fortemente irritante (presenta una soglia olfattiva molto bassa, pari a 0,13 ppm).

Può essere assorbita per via respiratoria e in minima quantità anche per via cutanea ed è in grado di determinare irritazioni a carico delle mucose, dermatiti da contatto (irritative e allergiche) e asma bronchiale.

#### Ossidi di etilene

L'ossido di etilene (EtO) è un gas utilizzato in ambiente ospedaliero per la sterilizzazione di presidi medici e chirurgici quali cateteri, tubi e in genere quel materiale che non può essere sterilizzato in autoclave.

L'EtO è in grado di provocare disturbi da allergia respiratori, effetti neurotossici ed emolitici, ma non dermatite.

#### Sali organici e inorganici

Acidi e basi forti (quali acido cloridrico, acido nitrico, idrossido di sodio, idrossido di potassio) trovano impiego sia nelle tappe analitiche, sia come idrolizzanti, come conservanti, come diluenti e per stabilizzare il pH delle soluzioni.

Diverse sostanze presenti in laboratorio (quali ad esempio acido citrico, acido picrico, acido solfanilico, cromo e composti, formaldeide, idrazina, idrochinone, nitroanilina, paraffina,

piridina, o-toluidina, trietanolammina) possono indurre sensibilizzazione cutanea (con comparsa di dermatiti allergiche da contatto) o, più raramente, respiratoria (con comparsa di asma professionale). Si tratta di eventi scarsamente prevedibili e fortemente condizionati dallo stato di suscettibilità individuale dei soggetti esposti.

Prevenzione

Risulterà di particolare importanza la lettura delle etichette dei prodotti per rilevare i loro componenti e quindi preferire l'uso di detergenti delicati a bassa irritabilità e sensibilizzazione. Applicare costantemente creme idratanti per ridurre l'insorgenza di patologia dermatitica di tipo irritativo.

Usare sempre guanti appropriati.

## FARMACI

Alcuni farmaci possono causare l'insorgenza di dermatiti da contatto. Queste non sono frequenti per contatto con farmaci ad uso topico utilizzati per la medicazione dei malati, ma più facilmente il rischio di sensibilizzazione è legato all'esposizione durante la preparazione dei farmaci per via iniettiva, per il contatto con le polveri (aprendo i flaconi) e con le soluzioni. Per questo motivo l'eczema si localizza prevalentemente alle mani (in particolare quella con cui si tiene la fiala) e alle palpebre (per la dispersione nell'ambiente).

Riportiamo alcuni dei farmaci più spesso segnalati come causa di eczemi allergici nel personale sanitario:

- antibiotici (peniciline, cefalosporine, streptomina, neomicina, gentamicina, CAF, sulfamidici)
- fenotiazine (es. Fargan)
- aminofillina
- anestetici locali (benzocaina, tetracaina, lidocaina)
- Famotidina (e. Gastridin)
- Vit. B1, Vit. E
- Mitomicina.

I farmaci antineoplastici (link con agenti chimici: chemioterapici antitumorali) sono dotati in generale di potere irritante a carico della cute e delle mucose, in rari casi sensibilizzanti. Inoltre possono provocare effetti tossici locali (flebiti, allergie, necrosi dei tessuti) e sistemici (tossicità su organi).

### Irritanti:

- Carmustina
- Dacarbazina
- 5-Fluorouracile
- Cisplatino
- Methotrexate

### Vescicanti:

- Daunorubicina
- Doxorubicina
- Epidoxorubicina
- Etoposide
- Mitomicina
- Mitoxantrone
- Vinblastina
- Vincristina
- Vindesina

### Prevenzione

Manipolare i farmaci chemioterapici in ambienti controllati, utilizzare i DPI specifici  
Manipolare i farmaci antibiotici sotto cappa utilizzando guanti e qualora non fosse possibile utilizzare la cappa indossare guanti e occhiali a mascherina.

## RESINE E METALLI

Resine

Due sono i tipi di resine di interesse in campo sanitario:

Resine acriliche (cemento ortopedico, protesi odontoiatriche)

Resine epossidiche (reattivi per microscopia elettronica)

Le prime possono determinare l'insorgenza di eczema allergico professionale in odontotecnici e odontoiatri per il contatto con le resine acriliche a base di metile metacrilato impiegate per

protesi, ponti provvisori, otturazioni, ecc.

Anche in ortopedia viene largamente impiegato, per fissare le protesi all'osso, cemento a base di acrilati con composizione analoga a quella usata in odontoiatria e sono possibili i casi di eczema allergico professionale.

Alcune manifestazioni allergiche sono state segnalate in addetti alla microscopia elettronica associate all'utilizzo di resine epossidiche.

## Metalli

Varie indagini condotte su personale ospedaliero documentano che il nichel è la sostanza per la quale si trova la più alta percentuale di sensibilizzazioni allergiche cutanee, come peraltro nella popolazione generale. Sembrano essere i ripetuti contatti con i ferri chirurgici, strumentazione metallica ecc., responsabili di DAC professionale negli infermieri sensibilizzati ai sali di nichel. Sali di nichel, cobalto e soprattutto di cromo sensibilizzano gli addetti alle pulizie per il contatto con detergenti contenenti tali allergeni.

La rottura accidentale di termometri provoca eczemi nei sensibilizzati ai mercuriali.

In odontoiatria possono essere responsabili di eczema professionale il mercurio metallico, componente essenziale delle amalgame per otturazione, i sali di cromo (probabilmente presenti nei cementi) e il nichel ( in seguito all'uso di strumenti metallici o alla preparazione di protesi in acciaio).

## ALLERGIE AGLI ANIMALI

Nelle strutture sanitarie alcuni operatori - veterinari, altro personale assegnato alle unità operative di veterinaria, addetti agli stabulari - possono manifestare reazioni allergiche dovute per lo più ad allergeni di origine animale: quali le proteine salivari, urinarie, sieriche, o vari enzimi (es. amilasi), o prodotti di animali (escrementi, peli, residui cutanei, forfora e lana di animali).

L'esposizione ad allergeni di origine animale può avvenire nei mattatoi, macellerie, negli allevamenti, negli stabulari e nei laboratori di ricerca.

I derivati epiteliali come forfora e pelo o gli escreti possono essere l'origine di manifestazioni sia cutanee che respiratorie.

Il pelo degli animali può essere fortemente sensibilizzante; ad esempio, nel registro finlandese delle malattie professionali nel quinquennio 1990-1994, i veterinari occupavano il primo posto tra le professioni con la più alta frequenza di orticaria dovuta a contatto con animali.

Le cause più frequenti di eczema o di orticaria sono legate al contatto con cani, gatti, cavalli, ratti, bovini e conigli ed in particolare con i loro derivati epiteliali nonché al fluido amniotico, la placenta, il sangue e il siero.

I veterinari che si occupano di piccoli animali possono soffrire di reazioni cutanee, sia immediate che ritardate, e respiratorie; i sintomi possono variare dall'eczema, ai rash maculopapulari o pomfoidi, sino alla rinocongiuntivite e asma; il rischio di allergia è in parte legato al tipo di esposizione; va ricordata, per esempio, la possibilità di alti livelli di allergeni aerodispersi negli allevamenti chiusi, come pure negli stabulari.

Di alcuni piccoli animali, in questi ultimi anni sono stati identificati e caratterizzati dal punto di vista molecolare gli allergeni responsabili.

Per il cane e per il gatto, ad esempio, gli allergeni responsabili sono due diversi tipi di albumina che possono generare da pelo, forfora, saliva e siero.

Per i roditori le urine rappresentano la principale fonte dei loro allergeni.

Per i veterinari, un allergene specifico è la melitina (sostanza prodotta dalla Brucella e presente nelle secrezioni vaginali e nel liquido amniotico delle vacche affette da malattia), responsabile di un quadro eczematoso acuto ad insorgenza immediata dopo il contatto.

I veterinari sono inoltre frequentemente sensibilizzati oltre che dagli antibiotici betalattamici e aminoglicosidici anche dalla spiramicina e tilosina, impiegati negli allevamenti bovini.

## Prevenzione

Cambiare gli abiti a inizio e fine lavoro

Utilizzare dispositivi di protezione individuale: guanti, mascherine, stivali

Effettuare idonea pulizia e ventilazione dei locali

Ridurre l'affollamento degli animali nelle gabbie

Usare lettiere che non producano polvere

Pulire gli stabulari sotto aspirazione