

Factsheet

Lavoro a basse temperature

Irène Kunz

1. Introduzione

Le attività che vengono svolte in spazi aperti o al coperto nell'industria o in esercizi commerciali possono comportare un'importante esposizione al freddo, in cui i singoli lavoratori possono inoltre essere esposti a condizioni di umidità e vento. In ambienti freddi si può avere un effetto negativo sul rendimento e sulla salute dei soggetti. Questi effetti consistono in disagio, aumento dello stress fisico, riduzione del rendimento e malattie e lesioni da freddo. Il freddo si può anche sommare ad altri fattori presenti sul posto di lavoro e quindi aumentare il rischio di altri effetti e di lesioni associate al freddo.

Dato l'effetto negativo del freddo sia sulla salute umana e sul rendimento sia anche su produttività, qualità e sicurezza del lavoro è necessario tenere presente una strategia globale che consiste in pratiche e procedure per la valutazione e la gestione del rischio in ambienti freddi.

1.1 Definizione del lavoro a basse temperature

A seconda degli standard applicati, vengono definiti come lavoro a basse temperature quei lavori svolti a temperature inferiori a +10 o inferiori a +15°C. Per lavori svolti in ambienti interni l'ambito di bassa temperatura viene suddiviso in cinque fasce tra +15°C e -30°C. A seconda delle sollecitazioni fisiche sono state stabilite diverse temperature minime ambientali.

1.2 Effetti del freddo sulle persone

Nelle persone sane la normale temperatura corporea interna varia tra 35,8 e 37,2°C. Questa può essere misurata con un termometro per la febbre. I normali punti di misurazione sono la bocca, il cavo ascellare o l'intestino retto; i valori misurati nell'intestino retto (temperatura rettale) rappresentano meglio la temperatura corporea interna. La temperatura corporea solitamente rimane invariata quando il calore corporeo in eccesso può essere ceduto all'ambiente. Quindi, soggiornando in ambienti con temperature nell'ambito del comfort, prevale la perdita di calore. Il 55-65% viene quindi ceduto sotto forma di calore radiante, il 2-3% sotto forma di calore di conduzione. La cessione di calore al di sopra del calore di

conduzione può essere notevolmente aumentata fino a 5 volte indossando vestiti umidi, e fino a 25 volte restando nell'acqua fredda.

Quando la perdita di calore supera la produzione di calore del corpo entrano in funzione dei meccanismi di compenso per il mantenimento della temperatura corporea. Il più spiccato è la reazione che consiste nella restrizione dei vasi sanguigni e nella redistribuzione dei volumi ematici agli organi interni, per proteggere questi ultimi da un'ulteriore perdita di calore. Questa redistribuzione del sangue verso gli organi interni comporta una riduzione della irrorazione sanguigna di superficie corporea, braccia, gambe, viso ed estremità. A fronte dell'effetto positivo di questa reazione del corpo si verifica una continua diminuzione della temperatura nelle aree meno vascolarizzate. Localmente si produce una vasocostrizione periferica e una riduzione del flusso ematico che possono portare a lesioni tissutali locali. Con una sempre maggiore esposizione al freddo aumentano le lesioni tissutali associate alla ridotta irrorazione e si formano coaguli ematici all'interno dei vasi. Attraverso un aumento del tono muscolare e del tremore muscolare, cosiddetto tremore da freddo, viene prodotto calore e il metabolismo viene aumentato ai fini della termogenesi. Un tremore intenso può aumentare la temperatura corporea di 3-4°C nel giro di un'ora. In caso di ipotermia da lieve a moderata il tremore da freddo porta ad un aumento del metabolismo da 5 a 6 volte rispetto alla situazione di riposo. Se la temperatura del corpo scende sotto i 28°C di regola si verifica una perdita di coscienza e il tremore muscolare, fattore fondamentale per il riscaldamento del corpo, alla fine si arresta. Se l'esposizione al freddo continua si verifica la morte per ipotermia.

La ridotta irrorazione sanguigna di cute ed estremità provoca sensazioni da freddo e limitazione di mobilità, sensibilità e capacità di manipolazione. Il rischio di infortunio aumenta a causa della contemporanea riduzione di reattività, attenzione e rendimento.

L'esposizione al freddo al di sotto del punto di congelamento ha effetti su diversi tessuti all'interno dei quali si formano cristalli di ghiaccio. Questi ultimi portano direttamente a un danno meccanico delle cellule, in particolare dei nervi e della cute, che provoca un'alterazione della capacità di conduzione nervosa o una depigmentazione cutanea, che in alcuni casi può persistere anche parecchio tempo dopo la guarigione dei danni cutanei locali.

La comparsa di danni da freddo dipende da un lato dalla temperatura ambientale o dell'acqua, dall'umidità ambientale, dalla velocità del vento e dalla durata dell'esposizione e dall'altro da fattori individuali come abbigliamento (protettivo), sollecitazioni fisiche, età e condizioni di salute del lavoratore.

La principale delle misure di protezione consiste nell'evitare l'eccessivo raffreddamento delle parti interne e della periferia del corpo, mentre è particolarmente alto il rischio di congelamento a livello del viso, in particolare del naso e delle orecchie, delle mani e delle dita di piedi e mani.

1.3 Pericoli per i lavoratori

In linea di principio tutti i gruppi di lavoratori che effettuano attività all'aperto sono potenzialmente esposti a un rischio sanitario da freddo. Così per esempio i lavoratori nei settori dell'edilizia in generale, costruzioni sotterranee, aziende forestali, ditte di trasporti, operatori di ski-lift, addetti alla manutenzione delle strade; settori la cui attività si svolgono sopra o dentro l'acqua come pescatori, polizia marina, sommozzatori di professione; lavoratori dell'agricoltura o presso il comune.

Lavori con esposizione al freddo in ambiente interno vengono effettuati per esempio nell'industria di trattamento degli alimenti o in celle frigorifere o magazzini frigoriferi di diverse industrie.

Le donne in gravidanza e i giovani rappresentano un gruppo particolarmente a rischio. A norma della legge sul lavoro le donne in gravidanza (OLL 1, Art. 1) e i giovani (OLL 5, Art. 4) non devono effettuare lavori gravosi o pericolosi. A questi appartengono anche i lavori al freddo al di sotto di -5°C o all'umido.

Si tiene qui conto del fatto che i giovani, a causa della mancanza di esperienza e formazione, hanno una minore coscienza dei pericoli e capacità di proteggersi da questi rispetto agli adulti. Le donne in gravidanza possono effettuare lavori pericolosi e gravosi soltanto se in base alla valutazione del rischio si stabilisce che non è presente alcuna esposizione dannosa per la salute oppure se questa esposizione può essere evitata attraverso adeguate misure di protezione.

1.4 Malattie e farmaci

Il rischio di lesioni da freddo aumenta con l'età o con il consumo di alcuni farmaci e di alcol. Vanno citati in particolare l'assunzione di farmaci attivi sulla psiche o il consumo di sigarette. Le malattie che predispongono alle lesioni da freddo sono alcune malattie della tiroide, il diabete mellito, alcune alterazioni ormonali, le malattie neurologiche con alterazioni funzionali dell'ipofisi o malattie che causano un peggioramento della sensibilità periferica per il freddo, una vasocostrizione arteriosa periferica oppure la presenza di patologie cardiovascolari.

2. Lesioni da freddo

Le lesioni da freddo locali vanno distinte da quelle sistemiche, situazioni minacciose per la vita, nelle quali la temperatura del corpo scende a valori che non permettono un metabolismo normale e non sono più compatibili con la vita. Alcune malattie vengono influenzate negativamente dall'esposizione al freddo.

Le lesioni da freddo possono essere classificate come segue:

2.1 Lesioni da freddo sistemiche

- Acute
- Croniche

2.2 Lesioni da freddo locali

- Geloni
- Piede da immersione (*trench foot*)
- Congelamento locale

2.3 Malattie che vengono influenzate negativamente dall'esposizione al freddo

2.1.1 Lesioni da freddo sistemiche acute

Un raffreddamento sistemico (ipotermia) si verifica quando la temperatura interna del corpo scende sotto i 35°C. Questo si può verificare già con temperature ambientali inferiori a circa 18,3°C oppure con temperature dell'acqua di 22,2°C.

Il verificarsi di un'ipotermia avviene in modo inosservato e subdolo, senza "particolari segnali d'allarme". All'inizio si presentano tremori da freddo, sonnolenza, eloquio confuso, irritabilità, peggioramento della coordinazione, debolezza generale, stimolo della minzione, cute fredda e pallida e pallore del viso. Con l'aumento dell'ipotermia compaiono alterazioni mnesiche, una riduzione del tremore da freddo, rigidità muscolare e articolare ed infine perdita di coscienza.

Stadi dell'ipotermia secondo l'ICAR (<i>International Commission of Alpine Rescue</i>)		
	Temperatura interna	Stato di coscienza
Stadio HT I	35 - 32 °C	Coscienza conservata con tremori muscolari
Stadio HT II	32 - 28 °C	Alterazioni di coscienza senza tremori muscolari
Stadio HT III	28 - 24 °C	Perdita di coscienza
Stadio HT IV	24 - 15 °C ?	Morte apparente (arresto respiratorio e circolatorio)

2.1.2 Lesioni da freddo sistemiche croniche

Negli studi sperimentali è stato possibile dimostrare che l'esposizione al freddo può aumentare la pressione sistolica e diastolica in persone sane. In questo caso l'aumento dipende dal tipo di esposizione (di tutto il corpo, locale, in acqua, in aria) e da fattori individuali. Quindi l'effetto di un'esposizione locale improvvisa è molto maggiore rispetto ad un'esposizione di tutto il corpo a un freddo moderato.

In persone affette da ipertensione essenziale uno studio di Fujiwara ha potuto dimostrare un aumento della pressione arteriosa con l'esposizione a basse temperature e uno studio di Brennan durante i mesi invernali ha dimostrato un lieve aumento dei valori di pressione arteriosa misurati. Sulla base di queste osservazioni si può supporre che l'esposizione cronica al freddo possa avere un'influenza negativa su un'ipertensione arteriosa oppure che, in generale, possa aumentare i valori di pressione arteriosa.

Ci sono evidenze che mostrano che l'esposizione al freddo aumenta il rischio di malattie tromboemboliche, in particolare cardiache e cerebrali. La comparsa di insulti vascolari cardiaci e cerebrali è nettamente più frequente nelle regioni fredde del mondo. Per questi motivi si deve valutare nel singolo caso se soprattutto le persone con patologie vascolari preesistenti, come per esempio cardiopatia coronarica e arteriopatie periferiche ostruttive, o coloro che soffrono di insufficienza cardiaca, possano essere utilizzate per lavori con esposizione al freddo.

2.1.3 Misure di primo soccorso nell'ipotermia

Le persone con un'ipotermia lieve (stadio I) o moderata (stadio II) possono essere riscaldate passivamente. È molto importante l'isolamento termico del paziente in modo che la produzione endogena di calore porti a una risalita della temperatura interna del corpo. Coprire i pazienti con coperte e lenzuola riscaldate o riscaldarli in bagni caldi sono procedure che di solito hanno successo nelle ipotermie lievi o moderate. Il riscaldamento in bagni caldi in questi casi è il più efficace, con temperatura dell'acqua da 40 a 42°C e con una velocità di riscaldamento da 1 a 2°C all'ora.

Persone in ipotermia con una temperatura corporea interna >33°C, che per il resto sono sane, possono essere riscaldate in bagni o letti caldi oppure con impacchi caldi e con assunzione di liquidi e cibi caldi e ricchi di calorie.

Anche le persone con una lieve ipotermia (temperatura rettale tra 30 e 33 °C) possono allo stesso modo essere riscaldate passivamente, e in questo caso l'ausilio migliore consiste nell'utilizzo di coperte riscaldate (37°C).

Va evitata l'assunzione di bevande contenenti caffeina e di bevande alcoliche.

In caso di temperatura corporea inferiore a 32°C al riscaldamento passivo va preferito quello attivo e invasivo; in questi casi si deve procedere all'ospedalizzazione.

2.2 Lesioni da freddo locali

Già in caso di basse temperature al di sopra dello zero sono possibili lesioni da freddo, in quanto per esempio il vento o l'umidità possono ulteriormente ridurre la temperatura cutanea. Mani e piedi, guance, naso, padiglioni auricolari, dita (di mani e piedi) sono le zone a maggior rischio di sviluppare lesioni locali da freddo. Quando la temperatura cutanea scende sotto i 25°C il metabolismo locale viene rallentato anche se il fabbisogno di ossigeno aumenta continuando il lavoro. I danni tissutali possono comparire già con una temperatura ambientale di 15°C in conseguenza di una riduzione della irrorazione sanguigna e a -3°C come conseguenza di un congelamento locale dei tessuti.

2.2.1 Geloni

I geloni non sono un congelamento ma lesioni cutanee dolorose, arrossate e pruriginose prodotte dall'infiammazione dei tessuti causata da freddo o da freddo e umidità. In caso di esposizione al freddo di lunga durata o ripetuta i geloni in forma acuta possono cronicizzare e portare alla formazione di dita dei piedi bluastre. Queste sono caratterizzate da ferite cutanee arrossate ed edematose delle dita dei piedi che successivamente evolvono in formazioni cicatriziali.

Fattori predisponenti per i geloni sono scarpe o vestiario inadeguati o troppo stretti. Fattori di rischio per il congelamento sono le pregresse lesioni da freddo, fumo e malattie di tipo reumatico.

2.2.2 Piede da immersione

Il piede da immersione è causato dalla combinazione di basse temperature ed esposizione all'acqua. Si produce a causa dell'effetto esercitato dall'acqua per lungo tempo, di regola nel giro di 12 ore. Inizialmente i piedi sono freddi, intorpiditi e con un colorito ceruleo o bluastro.

Due o tre giorni dopo la fine dell'esposizione al freddo compaiono dolori, edema, arrossamento, senso di bruciore, formazione di vescicole, sanguinamenti, cianosi e in alcuni casi, come complicanza tardiva, si verifica un'inflammatione dei tessuti sottocutanei con gangrena della ferita. Dopo circa 10-30 giorni possono comparire parestesie intense associate a viva sensazione di freddo e un aumento locale della sudorazione che in alcuni casi possono durare anni.

2.2.3 Congelamenti

Il termine congelamento indica la formazione di ghiaccio in cute e tessuti sottocutanei. Di solito compaiono un senso di anestesia, prurito e bruciore. La cute è di colorito grigiastro e diventa dura. Nei casi gravi possono manifestarsi inoltre parestesie e rigidità, se sono colpite strutture come i tessuti muscolari, i tessuti connettivi, nervi o ossa. Congelamenti profondi possono associarsi a ulcere cutanee, congelamenti di terzo grado e morte tissutale.

1° Grado	Lesioni della superficie cutanea. I congelamenti di primo grado danno una sensazione di intorpidimento e di freddo e la parte diventa bianca, in quanto il sangue non può più fluire normalmente. Appena si riscaldano nuovamente le parti di cute colpita, queste assumono un colorito rosso con aree bluastre. Le conseguenze sono relativamente lievi: le si potrebbe paragonare ai disturbi conseguenti a una leggera ustione solare. La cute può desquamare ma i sintomi rapidamente si attenuano.
2° Grado	La lesione colpisce aree più profonde di cute. Nei congelamenti di secondo grado sono presenti lesioni delle pareti vascolari per cui possono verificarsi sanguinamenti. La presenza di questo liquido fa sì che lo strato più superficiale della cute venga perso. Esternamente la lesione appare come se si fosse verificata un'ustione con vescicole. La cute diventa insensibile. Fatta eccezione per lievi alterazioni dell'irrorazione sanguigna, non si verificano complicanze a lungo termine.
3° Grado	Gangrena, morte tissutale locale. I congelamenti di terzo grado impediscono l'apporto di sangue nelle parti colpite. Il sangue cerca di irrorare il tessuto e ciò provoca una colorazione molto scura fino a un colorito nerastro. Il tessuto va in necrosi e inizia la decomposizione appena questo viene riscaldato.
4° Grado	Congelamento tissutale. Nei congelamenti di quarto grado congelano i liquidi del corpo e tutte le parti come muscoli e ossa. Il tessuto subisce una morte completa. Diventa nero e appare freddo.

Un tipo particolare di congelamento sono le lesioni della cornea dell'occhio che si verificano in caso di riduzione dell'ammiccamento che viene ridotto a causa della diminuzione di temperatura della cornea. Si verifica una lesione dei tessuti della cornea con edema della stessa che causa una visione sfocata. Questo fenomeno si osserva con temperature inferiori a -15°C in combinazione con il vento. Di solito questa lesione è transitoria e guarisce dopo 24 ore.

2.2.4 Prevenzione delle lesioni locali da freddo

La cute va mantenuta asciutta. È importante indossare abbigliamento traspirante, maschere per il viso, cappelli, scaldarecchie, guanti, calze, guanti a manopola, sciarpe e scarpe. Vestiti e biancheria umidi o stretti devono essere cambiati più in fretta possibile per prevenire soprattutto lesioni da freddo come il piede da immersione. In tasca devono essere tenuti degli scaldamani.

2.2.5 Primo soccorso

Geloni e congelamenti: scopo della terapia è la protezione delle lesioni e il miglioramento della circolazione attraverso il riscaldamento in ambienti caldi. Le parti congelate devono essere liberate da guanti, calze e scarpe umide, e l'estremità deve essere asciugata e nuovamente coperta da abbigliamento asciutto. L'estremità deve essere mantenuta in una posizione sollevata, meglio vicino al corpo. Sono controindicati i massaggi, il calore elevato, gli impacchi di ghiaccio o i bagni.

Prima del trattamento definitivo non si deve procedere al riscaldamento se è probabile un nuovo raffreddamento.

In caso di gravi congelamenti, soprattutto in associazione a ipotermia sistemica, il paziente deve essere ospedalizzato il più in fretta possibile.

2.3 Quadri clinici che vengono influenzati negativamente dall'esposizione al freddo

L'esposizione al freddo dei lavoratori che soffrono di asma o di pneumopatie cronico-ostruttive può avere un effetto negativo su queste malattie. Essa inoltre può causare rinorrea a causa di meccanismi vasomotori.

Spesso l'esposizione al freddo si associa a un lavoro fisico ed entrambi questi fattori, sollecitazione fisica ed esposizione al freddo, causano un aumento della pressione arteriosa e della gittata cardiaca. In caso di patologie vascolari preesistenti si possono verificare soprattutto infarti cardiaci e cerebrali.

Il diabete mellito si può associare a un'alterazione della termoregolazione. Negli stadi avanzati si osserva una patologia di nervi e vasi che riduce la capacità di regolazione della conservazione del calore a livello delle estremità. Pertanto nei diabetici la vasocostrizione da esposizione al freddo è ridotta rispetto alle persone sane. I diabetici hanno inoltre un rischio aumentato di cardiopatia coronarica.

Il fenomeno di Raynaud è caratterizzato da pallore improvviso delle dita a causa di un'improvvisa vasocostrizione (vasospasmo). Nella maggior parte dei casi questi spasmi scompaiono spontaneamente. Le donne vengono colpite cinque volte più frequentemente degli uomini. Un'esposizione di lunga durata al freddo nelle persone che soffrono di fenomeno di Raynaud primario causa i tipici sintomi sopradescritti. Anche nelle forme secondarie di fenomeno di Raynaud, così come nella sindrome di vibrazione mano-braccio, i disturbi compaiono con un'ulteriore esposizione al freddo.

Diverse malattie di tipo reumatico possono essere peggiorate dal freddo. In alcuni studi, soprattutto tra i lavoratori dell'industria della lavorazione degli alimenti, è stato possibile

dimostrare che l'esposizione al freddo può aumentare contratture nella zona collo-spalla-braccio e si possono osservare più spesso tendiniti. Anche una sindrome del tunnel carpale può peggiorare a causa del freddo.

Nelle crioglobulinemie si trovano nel sangue anticorpi, crioglobuline, che diventano insolubili al freddo e vanno nuovamente in soluzione quando la temperatura aumenta. Nella maggior parte dei casi di crioglobulinemia è presente un'http://de.wikipedia.org/wiki/Hepatitis_C Hepatite C cronica. I sintomi possono essere molto diversi. Si possono manifestare sintomi cutanei come emorragie cutanee da lesioni vascolari acrali che vengono dette "porpora palpabile" oppure si possono verificare il fenomeno di Raynaud, un'acrocianosi, necrosi acrali oppure i pazienti possono lamentarsi di dolori articolari e muscolari. La VES è molto aumentata a 37°C, e normale a 4°C. Le crioglobuline possono essere dimostrate con l'elettroforesi.

L'orticaria da freddo è una reazione cutanea scatenata dal freddo caratterizzata da prurito, arrossamento e pomfi. La causa della reazione cutanea è la liberazione di istamina dai mastociti indotta dall'azione del freddo. Molte persone "allergiche al freddo" mostrano nella maggior parte dei casi solo sintomi innocui ma fastidiosi come arrossamenti, gonfiore e prurito. Le complicanze gravi si verificano solo raramente, tuttavia, per esempio dopo un tuffo nell'acqua fredda, si può avere una notevole riduzione della pressione arteriosa con collasso cardiocircolatorio.

Si ritiene che altre malattie dermatologiche come la dermatite atopica o la psoriasi possano essere peggiorate dall'esposizione al freddo anche a causa dell'elevata umidità dell'aria fredda.

Viene detta panniculite un'inflammatione localmente delimitata del grasso sottocutaneo. La panniculite da freddo è una manifestazione che persiste solo alcune settimane dopo un intenso effetto del freddo.

3. Valutazione delle condizioni climatiche

L'esposizione al freddo associata all'attività lavorativa viene suddivisa in tre livelli. Il livello di comfort, quello di tollerabilità e quello di praticabilità. Al livello di comfort lo scambio di calore è in equilibrio. Al livello di tollerabilità si raggiunge l'equilibrio tra intensità del lavoro eseguito e la sollecitazione causata dal clima. Secondo la norma DIN 33403-5 (1997) la temperatura cutanea media non deve scendere sotto i 33°C. Non si tiene conto dei raffreddamenti locali delle estremità. Per lavori al di fuori del livello di tollerabilità si devono prendere misure di protezione.

Secondo la norma DIN 33 403-5 (1997) i posti di lavoro in ambiente freddo sono quelli in cui gli ambienti nei quali si svolge il lavoro hanno una temperatura dell'aria di +15°C o inferiore, cioè fino a oltre -50°C. La temperatura dell'aria vale come principale indicatore. In base alla temperatura dell'aria, quindi, si distinguono cinque fasce di freddo:

	Temperatura dell'aria
I	Fascia fresca da +15° fino a +10°C
II	Fascia di freddo leggero da +10° fino a -5°C
III	Fascia di freddo da -5° fino a -18°C
IV	Fascia di freddo rigido da -18° fino a -30°C
V	Fascia di freddo intenso inferiore a -30°

Gli altri indicatori fisici del clima ambientale come l'umidità dell'aria, la velocità dell'aria e l'irradiazione di calore, oltre al dispendio energetico e all'isolamento del vestiario, hanno un'influenza immediata sul bilancio di calore degli individui. Per l'effetto esercitato dal freddo è determinante non solo la temperatura dell'aria ma la perdita di calore eventualmente risultante dal complesso formato da clima e lavoro. Ciò significa che l'effetto negativo del clima dipende anche da attività fisica, tipo di vestiario e durata dell'esposizione. I limiti temporali dell'esposizione al freddo e l'introduzione di periodi di riscaldamento rappresentano le misure più efficaci per contrastare la perdita di calore centrale globale della persona o il raffreddamento periferico, per esempio di mani e piedi. Secondo la norma DIN 33 403-5 i locali nei quali si effettuano delle pause devono avere una temperatura ambientale di almeno 21°C. Questi locali devono essere asciutti e senza correnti d'aria.

	Temperatura dell'aria	Durata massima del soggiorno senza interruzioni (Min)	Durata minima del tempo di riscaldamento (Min)
I	Fascia fresca da +15° fino a +10° + 10°C	150	10
II	Fascia di freddo leggero da +10° fino a -5°C	150	10
III	Fascia di freddo da -5° fino a -18°C	90	15
IV	Fascia di freddo rigido da -18° fino a -30°C	90	30
V	Fascia di freddo intenso inferiore a -30°	60	60

I tempi di riscaldamento sono validi per persone abituate a lavorare al freddo con attività regolare.

Fonte: DIN 33 403-5 (1997)

È particolarmente importante tener conto della perdita di calore che avviene per conduzione attraverso il contatto con superfici fredde o liquidi freddi. I liquidi hanno una capacità di raffreddamento molto maggiore dell'aria. Quindi in condizioni di umidità, anche con temperatura dell'aria da 0° a 15°C, si verifica un considerevole raffreddamento delle mani. Particolare attenzione merita quindi la manipolazione di liquidi con un punto di congelamento inferiore a 0°C. Questi raffreddano per conduzione ed evaporazione.

La valutazione del clima freddo, soprattutto negli spazi esterni, si effettua determinando la temperatura percepita utilizzando il "Wind-Chill-Index". Per far ciò si misura la temperatura ambientale con un termometro a bulbo secco e la velocità del vento con un anemometro standard. Con l'aumento della velocità del vento la temperatura percepita si riduce notevolmente. Il rischio di ipotermia è direttamente collegato al "Wind-Chill-Index".

T _{aria} [°C]	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V ₁₀ [km/h]												
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-64	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Tab. 1: *Wind Chill Index* (temperatura percepita in °C). La velocità del vento viene misurata a 10 m di altezza (normale altezza di misurazione di un anemometro). [4]

t _{eff} in °C	Effetto
da -10 a -24	Freddo fastidioso
da -25 a -34	Molto freddo, rischio di congelamento della cute
da -34 a -59	Freddo intenso, la cute scoperta può congelare nel giro di 10 minuti
-60 e oltre	Estremamente freddo, la cute scoperta può congelare nel giro di due minuti

Fonte: prEN ISO 15743:2005

La velocità del vento aumenta la cessione di calore dalla superficie del corpo o del vestiario e in questo modo sottrae ulteriore calore al corpo stesso. La velocità dell'aria nelle aree di lavoro con attività da eseguire in posizione seduta o in piedi non deve essere superiore a 0,2 (±0,1) m/s. L'umidità relativa dell'aria in tutti i luoghi freddi è solitamente vicina al limite della saturazione. A causa della scarsa pressione di vapore e del contenuto minimo di vapore nell'aria, in questo caso non si può influenzare l'effetto negativo del freddo regolando l'umidità dell'aria.

L'irradiazione di calore viene determinata tramite la differenza tra la temperatura delle superfici nell'ambiente di lavoro e la temperatura superficiale delle persone esposte. In alcuni casi può essere necessario compensare l'effetto negativo del freddo con fonti di irradiazione di calore.

4. Principi generali per la prevenzione dei danni da freddo

Il lavoro, gli indumenti da lavoro e l'ambiente di lavoro sono da preparare in modo che non possano verificarsi lesioni da freddo sul corpo. I lavori al freddo se è possibile sono da evitare modificando il processo di lavoro. Ciò si può ottenere per mezzo di misure tecniche, organizzative e personali.

4.1 Misure tecniche

I posti di lavoro devono essere protetti da vento e agenti atmosferici. Utilizzando misure adatte è necessario assicurarsi che la velocità dell'aria nell'ambiente di lavoro non sia superiore a 0,2 ($\pm 0,1$) m/s. Vanno in particolare evitate le correnti d'aria. In casi particolari può essere necessario compensare l'effetto negativo del freddo con fonti di irradiazione di calore. Deve essere evitato un contatto ripetuto o duraturo con superfici fredde. Quindi, per esempio, è necessario sostituire sedili o attrezzi di metallo con equivalenti con ridotta capacità di conduzione di calore.

4.2 Misure organizzative

Se possibile i lavori vanno programmati in una stagione più calda o deve essere valutato se gli stessi possano essere effettuati all'interno. Prima dell'inizio del lavoro si devono verificare le condizioni climatiche. L'attività dei lavoratori deve essere strutturata in modo che questi, durante l'esposizione al freddo, siano sempre fisicamente attivi e per effettuare compiti stazionari siano provvisti di una copertura che protegga da vento e agenti atmosferici. I lavoratori attivi all'aperto devono poter trovare spazi di riposo riscaldati. Il regolamento relativo al lavoro e alle pause deve tener conto della relativa temperatura ambientale e della velocità del vento. Inoltre, in condizioni climatiche cattive, si deve evitare il lavoro da soli. Per il lavoro al freddo e con abbigliamento protettivo deve essere concesso un tempo sufficiente. Devono essere tenuti pronti sufficienti capi di abbigliamento di ricambio. Devono essere istituiti un sistema di comunicazione e stazioni di controllo.

4.3 Misure riferite alle persone

4.3.1 Abbigliamento

Il vestiario deve essere adeguato alle condizioni climatiche, al compito e allo sforzo fisico. L'abbigliamento di protezione deve essere scelto in modo da offrire protezione da vento e pioggia ma anche da permettere l'evaporazione del sudore. In questo caso va prestata attenzione per evitare un'eventuale surriscaldamento indossando diversi strati di abiti. Il necessario isolamento degli abiti (IREQ) può essere desunto considerando il tempo di esposizione e il tempo di riposo secondo la norma ISO 11079 in considerazione di attività fisica e calore radiante. L'isolamento dei vestiti deve essere scelto in modo che la temperatura interna del corpo non scenda sotto i 36°C in caso di lavoro da effettuare a una temperatura ambientale di 4°C. I vestiti umidi devono essere sostituiti più in fretta possibile con altri asciutti. Il vestiario non deve assolutamente essere stretto. Si deve inoltre fare particolare attenzione alla protezione di mani, piedi, capo ed estremità. Le misure di protezione dal freddo devono assicurare che la temperatura cutanea in queste zone del corpo non scenda sotto i 12°C.

4.3.2 Alimenti e bevande

I lavoratori devono assumere bevande e alimenti caldi. In caso debbano essere effettuati lavori fisicamente intensi si deve prestare attenzione a un sufficiente apporto calorico. Si devono evitare caffè e bevande alcoliche.

4.3.3 Formazione

I lavoratori che effettuano lavori al freddo devono essere informati relativamente ai problemi specifici del freddo, in particolare sulle lesioni da freddo, il loro trattamento e le misure di primo soccorso. In particolare i lavoratori che operano all'aperto devono essere istruiti riguardo al loro comportamento in ambiente freddo: "Muoversi, tenersi caldi e asciutti". Questi lavoratori devono essere istruiti sulla necessità di non fumare e di astenersi dagli alcolici. I lavoratori appena assunti devono inoltre essere informati sul vestiario adeguato, sul riconoscimento dei danni alla salute prodotti dal freddo e sui primi segni di ipotermia, sulle fasi del riscaldamento e sulle misure di primo soccorso.

4.3.4 Prevenzione nel settore della medicina del lavoro

Dal punto di vista della medicina del lavoro esistono riserve nel caso di lavoratori esposti al freddo, soprattutto in chi è affetto da malattie vascolari, cardiocircolatorie, polmonari, metaboliche o neurologiche che possono aumentare il rischio di patologie causate dal freddo. La valutazione va fatta nel singolo caso in base alle condizioni del lavoro e ai reperti medici.

4.3.5 Lista di controllo per i lavori con esposizione al freddo

Per migliorare la valutazione dei posti di lavoro nelle celle frigorifere, la Suva ha pubblicato la lista di controllo per le celle frigorifere 67181.i.

Bibliografia

PrEN ISO 15 743 (2005): Ergonomie der thermischen Umgebung - Arbeitspraktiken in der Kälte - Strategie für die Risikobeurteilung und das - management

DIN 33 403-5 (1997): Klima am Arbeitsplatz und in der Umgebung, Teil 5: ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen.

Broschüre: Mutterschaft-Schutz der Arbeitnehmerinnen, Bundesamt für Bauten und Logistik, 3003 Bern: 025.224.d

Broschüre: Jugendarbeitsschutz. Informationen für Jugendliche bis 18 Jahre, Bundesamt für Bauten und Logistik, 3003 Bern: 710.063.d

Grieffhahn B, Mehnert P, Bröde P, Forstoff A (1997): Working in moderate cold: a possible risk for health. *J Occup Health* 39, 36-44.

Kurppa K, Viikari-Juntura E, Kuosma E, Huuskonen M, Kivi P (1991): Incidence of tenosynovitis and peritendinitis and epicondylitis in a meat-processing factory. *Scand J Work Environ Health*, 17, 32-37

Pienimäki T (2002): Cold exposure and musculoskeletal disorders and diseases. A review. *Int J Circumpolar Health* 61, 173-82

Danzl D. (2002): Seminars in respiratory and critical care medicine 23, 57-68

Danzl D. Pozos R. (1994): Accidental Hypothermia. A review article. *JEJM* 310, 1756-1760

Emmett J D (1995): A review of heart rate and blood pressure responses in the cold in healthy subjects and coronary artery disease patients. *J Cardiopulm Rehabil* 15, 19-24

Korhonen I (2006): Blood Pressure an heart rate responses in men exposed to arm and leg cold pressore test an whole-body cold exposure. *Int. J. Circumpolar Health* 65, 178-84

Komulainen S, Tähtinen T, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2000): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of carvediol. *Eur J Clin Pharmacol* 56, 637-42

Komulainen S, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2004): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of metoprolol. *Hum Hypertens* 18, 905-6

Fujiwara T, Kawamura M, Nakajima J, Adachi T, Hiramori K (1995): Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature. *J Hypertension* 13, 1747-52

Kim JY, Jung KY, Hong YS, Kim JI, Jang TW, Kim JM (2003): The relationship between cold exposure and hypertension. *HJ Occup Health* 45, 300-6

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Szyjkowska A et al (2006): Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int J Occup Med Environ Health* 19, 123-31

Brennan PJ, Greenberg G, Miall WE, Thompson SG (1982): Seasonal variation in arterial blood pressure. Br Med J 285, 919-23.

Suva (2011): Checkliste Kühlräume (Raum grosser als 10m³ und Temperaturen unter null Grad) Bestellnummer: 67181.d