

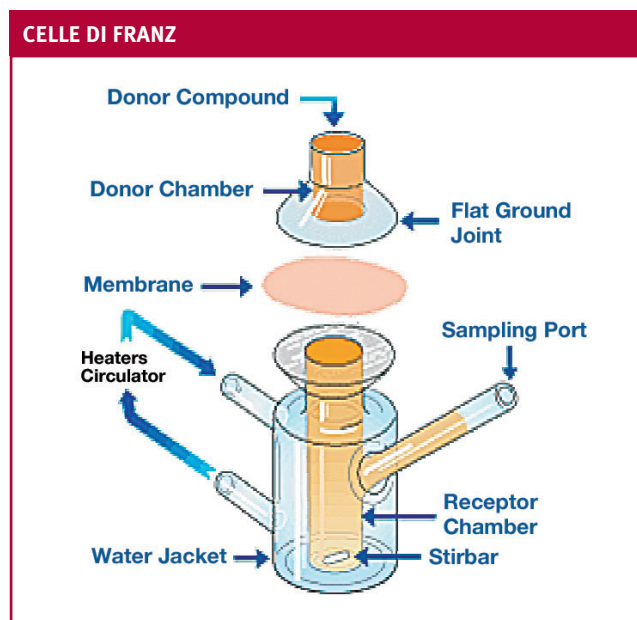
PREMESSA

L'esposizione ad agenti chimici aereodispersi e per contatto considera l'interazione fra i contaminanti ambientali e la pelle sana, una via di assorbimento non presa in considerazione dal monitoraggio ambientale, che valuta l'esposizione inalatoria. La pelle è un organo dalla vasta area superficiale e perciò l'assorbimento per questa via può essere significativo o addirittura preponderante. Le sostanze che possono essere significativamente assorbite attraverso la cute (non irritanti o corrosive) possono produrre effetti tossici sistemici che non sono prevenuti sulla base del solo controllo analitico dell'aria del luogo di lavoro, e perciò riportano la notazione "pelle" associata ai valori limite di esposizione professionale (se esistenti). Si tratta di una notazione qualitativa, basata su criteri diversi a seconda del paese e dell'autorità che stabilisce i valori limite. La pelle danneggiata richiede maggiori precauzioni rispetto alla pelle intatta.

METODI PER VALUTARE LA CAPACITÀ DI PENETRAZIONE CUTANEA DI UNA SOSTANZA

In vitro:

Celle di Franz: valutazione della diffusione passiva attraverso una membrana.



(www.permeagear.com)

In vivo:

Esperimenti su animali "pelati": valutazione tossicologica completa.

Esperimenti su soggetti volontari:

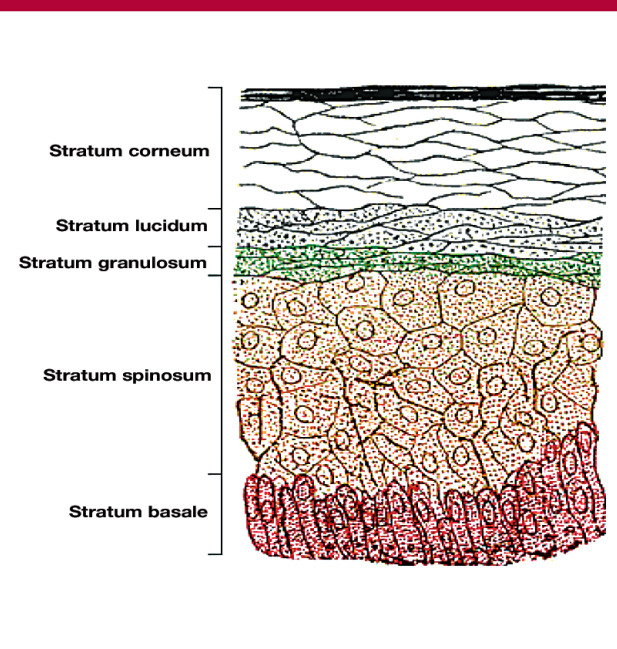
- > Applicazione e successiva rimozione con *tape stripping*.
- > Metodo della scomparsa: applicazione e misura del residuo dopo un tempo noto.
- > Applicazione e misure di escrezione della sostanza e/o dei suoi metaboliti.

CONTAMINAZIONE DELLA CUTE

Le sostanze che entrano in contatto con la cute penetrano lentamente attraverso lo strato corneo (10 - 20 μm), diffondono nell'epidermide (40 - 100 μm) per una via intracellulare (se idrofile) o attraverso gli annessi piliferi (se lipofile) e infine penetrano nel derma (3 - 5 mm) e quindi nel sangue attraverso la rete dei capillari.

I fattori che influenzano l'assorbimento cutaneo sono in primo luogo le caratteristiche chimico-fisiche della sostanza quali la solubilità in acqua e in solventi, il coefficiente di diffusione, il peso molecolare e la volatilità. Poi le caratteristiche della cute, cioè lo spessore dello strato corneo, lo stato di disidratazione, la presenza di fessurazioni e di sostanze lipofile nello strato esterno. Infine il tipo di esposizione, l'area della cute esposta, la durata dell'esposizione, la temperatura e l'umidità dell'ambiente e l'attività fisica.

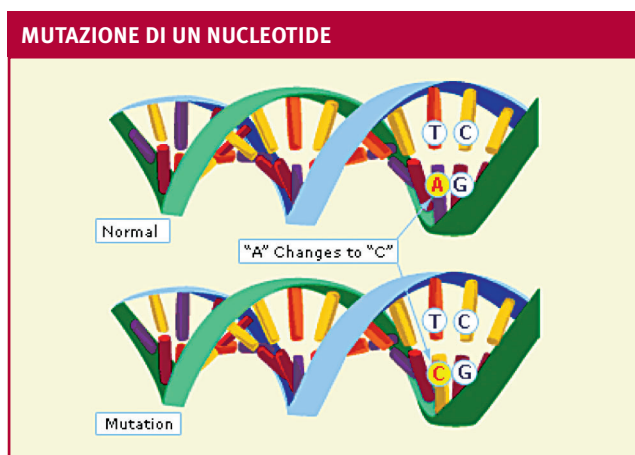
STRATIFICAZIONE EPITELIALE DELLA PELLE: L'EPIDERMIDE



(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Skinlayers.png>. Modificato dall'originale Diagramma di Grey)

Gli eventi che determinano l'assorbimento cutaneo sono in sequenza:

1. Emissione della sostanza in aria.
2. Deposizione dall'aria sulle superfici.
3. Risospensione o evaporazione dalle superfici all'aria.
4. Trasferimento dalle superfici a cute e/o indumenti.
5. Rimozione da cute o indumenti.
6. Ridistribuzione da una parte del corpo all'altra.
7. Penetrazione dagli indumenti alla pelle.
8. Permeazione dallo strato corneo attraverso i vari strati fino al derma.



(Lisa Ormerod. Riprodotta con il permesso di Aetna IntelliHealth®. Copyright 1996-2011).

METODI PER LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CUTANEA

Esistono metodi **diretti** ed **indiretti**.

I primi, intercettazione, rimozione dalla cute e lettura diretta, differenziano la via cutanea dalla inalatoria e digestiva, mentre i secondi sono il **Monitoraggio Biologico** e le tecniche di **rimozione dalle superfici**, che misurano la massa di sostanza presente su una superficie o la quota disponibile per il trasferimento alla cute.

L'**intercettazione** prevede l'utilizzo di un mezzo di raccolta che sia in grado di catturare, trattenere e cedere in fase analitica la sostanza in modo analogo alla cute (pads o indumenti) e fornisce indicazioni sulla localizzazione e

DEFINIZIONI

Dose cutanea: quantità di sostanza applicata per cm².

Esposizione cutanea: quantità di sostanza a contatto con l'unità di superficie per un tempo definito.

Flusso cutaneo: quantità di sostanza che penetra attraverso l'unità di superficie nell'unità di tempo.

Dose cutanea totale: dose cutanea x area esposta.

Esposizione cutanea totale: dose cutanea x area esposta per un tempo definito.

sul livello della contaminazione ma non tiene conto della variabilità interindividuale.

La rimozione del contaminante mediante applicazione di una forza esterna che contrasti l'adesione alla cute può essere effettuata mediante **lavaggio** (in genere si usa per le mani), **Wiping** (strofinamento con tamponi imbevuti di liquido) o **asportazione a strappo** (adesivo che viene attaccato e staccato più volte dalla cute asportando lo strato superficiale). I metodi a lettura diretta in loco misurano la quantità di sostanza tal quale o di un tracciante (fluorescente colorato o con assorbimento IR) appositamente aggiunto alla sorgente di sostanza pericolosa per visualizzarne la dispersione nell'ambiente di lavoro e sulla cute durante la normale attività lavorativa.

La tecnica più usata per la **rimozione dalle superfici** è quella del **Wiping**, "ripulendo" le superfici con tamponi (garze in cotone, TNT, carta, lana di vetro, poliestere) imbevuti di opportuni solventi (acqua, tampone fosfato, soluzione fisiologica, isopropanolo, isottano, esano, metanolo).

L'area da ripulire viene circondata da una cornice che delinea una superficie nota (in genere 100 cm²).

Lo strofinamento viene effettuato prima in senso verticale, poi orizzontale. I tamponi vengono portati in laboratorio dove sono estratti e l'estratto viene analizzato.

Per una completa valutazione del rischio di esposizione a sostanze con assorbimento cutaneo significativo si raccomanda il Monitoraggio Biologico che fornisce una misura integrata di tutte le vie di assorbimento.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.Lgs. 81/2008. *Testo Unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*
- *Strategie di campionamento in relazione agli obiettivi: CEN/TR 15278:2006; Misure, qualità dei dati e report finale: CEN/TS 15279:2006.*

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: g.tranfo@inail.it

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BOLT, H.M., THEIR, R. "Biological Monitoring and Biological Limit Values (BLV): the Strategy of the European Union". *Toxicology Letters* 162 (2006):119-124.
- SARTORELLI, P., AHLERS, H.W., ALANKO, K., et al. "How to Improve Skin Notation. Position Paper from a Workshop". *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 49 (2007):301-307.
- APREA, M. C. "Le modalità di contaminazione cutanea e le tecniche di valutazione dell'esposizione". Atti del 16° Convegno di Igiene Industriale *Le giornate di Corvara*. 2010.
- CARRIERI, M. "Tecniche di rimozione nella valutazione della contaminazione superficiale". Atti del 16° Convegno di Igiene Industriale *Le giornate di Corvara*. 2010.
- LARESE FILON, F., CROSEIRA, M., RUI, F. "Il passaggio percutaneo e i fattori che influenzano l'assorbimento cutaneo". Atti del 16° Convegno di Igiene Industriale *Le giornate di Corvara*. 2010.

PAROLE CHIAVE

Rischi chimici; Assorbimento cutaneo; Monitoraggio biologico; Notazione pelle; Valori limite.