



6. Controllo biologico dei microrganismi: sterilizzazione & disinfezione

Giovanni Di Bonaventura, PhD

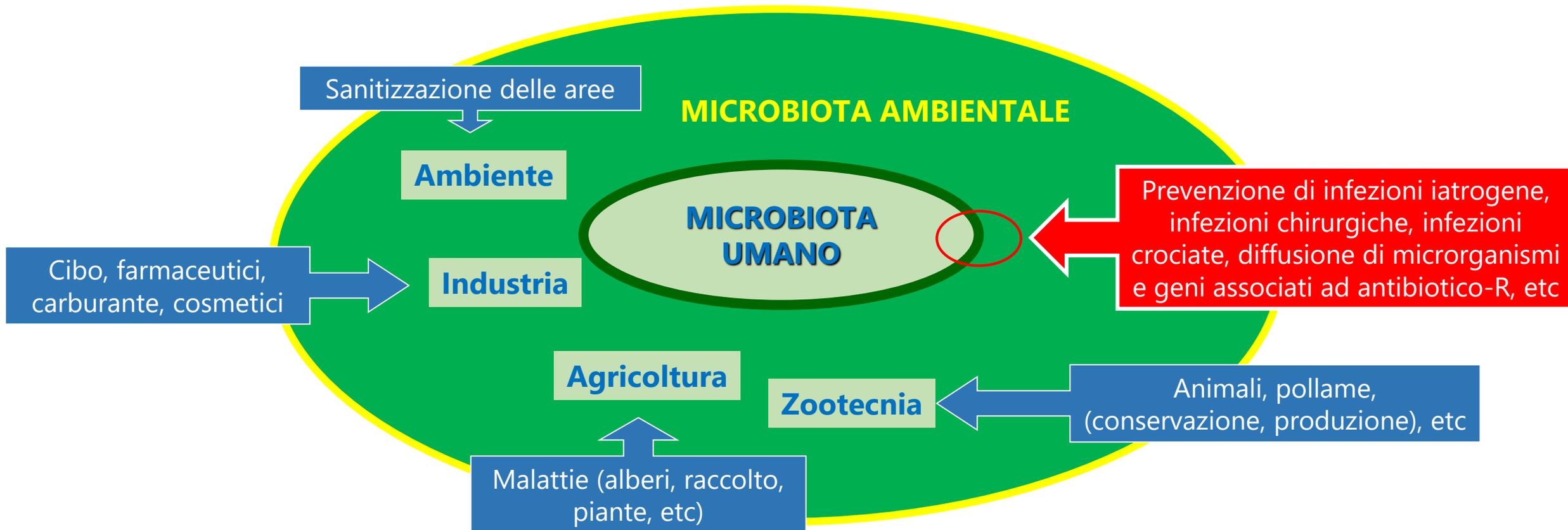
CI «Microbiologia e Microbiologia Clinica»

CdS Infermieristica/Assistenza Sanitaria

AA 2017-2018

Controllo dei microrganismi

«Dove» e «perché» è necessario



Controllo biologico

Tecniche

Il controllo biologico è finalizzato alla **decontaminazione**, ossia alla rimozione od alla inattivazione dei microrganismi mediante un trattamento che rende un oggetto od una superficie «sicuri», ossia tali da poter essere maneggiati o toccati senza rischio di contaminazioni.

Pulizia

Disinfezione

- metodi fisici
- metodi chimici

Sterilizzazione

- metodi fisici
- metodi chimici
- metodi chimico-fisici



DECONTAMINAZIONE

La tecnica viene scelta sulla base della pericolosità e della concentrazione del microrganismo

Controllo biologico

Pulizia

Una **corretta pulizia** rende più efficace la decontaminazione (disinfezione/sterilizzazione).

La materia organica, infatti, può proteggere i microrganismi dal trattamento:

- riducendo la penetrazione dell'agente (calore, sostanza chimica)
- neutralizzando l'agente (sostanza chimica)

PULIZIA = rimozione di materiale organico dal prodotto (strumentazione, attrezzature, etc.)

1. sciacquare l'oggetto con acqua fredda
2. applicare il detergente e rimuovere meccanicamente il materiale organico
3. risciacquare l'oggetto con acqua tiepida
4. asciugare l'oggetto (quindi disinfettare / sterilizzare)

Controllo biologico

Sterilizzazione vs Disinfezione

STERILIZZAZIONE = impiego di procedure chimiche, fisiche e/o chimico-fisiche per la eliminazione o distruzione di qualsiasi forma di vita microbica, incluse le spore batteriche (forme di resistenza).

DISINFEZIONE = processo che riduce il numero dei microrganismi patogeni a livelli di sicurezza per l'uomo. Non è attiva nei confronti delle spore, ma soltanto sulle forme vegetative.

- **Disinfezione:** trattamento di superfici o sostanze inanimate (abiotiche)
 - Disinfettante: agente chimico in grado di uccidere microrganismi; dotato di diversi livelli di efficacia
- **Antisepsi:** applicazione topica a mucose, cute od altri tessuti
 - Antisettico: disinfettante usato su tessuti viventi

Are they dead or not ?

Definizioni

- **Biocida:** composto che uccide tutti i microrganismi viventi (patogeni e non-) incluse le spore
 - battericida, fungicida, virucida, sporicida
- **Biostatico:** composto che impedisce la crescita dei microrganismi, non necessariamente uccidendoli
 - batteriostatico, fungistatico, virustatico
- **Sepsi:** contaminazione microbica
- **Antisepsi:** procedura atta a prevenire una contaminazione (riduzione/inibizione microbica)
- **Asepsi:** assenza di contaminazione microbica

Sterilizzazione

La sterilizzazione di un prodotto può essere ottenuta mediante l'impiego di tecniche:

- **FISICHE**
- **CHIMICHE**
- **CHIMICO-FISICHE**

da: Murray et al. *Medical Microbiology 3rd ed.*, Mosby, 1998

TABLE 10-1 **Methods of Sterilization**

METHOD	CONCENTRATION OR LEVEL
PHYSICAL STERILANTS	
Steam under pressure	121° or 132° C for various time intervals
Dry heat	1 hr at 171° C; 2 hr at 160° C; 16 hr at 121° C
Filtration	0.22- to 0.45- μ m pore size; HEPA filters
UV radiation	Variable exposure to 254-nm wavelength
Ionizing radiation	Variable exposure to microwave or gamma radiation
GAS VAPOR STERILANTS	
Ethylene oxide	450 to 1200 mg/L at 29° to 65° C for 2 to 5 hr
Formaldehyde vapor	2% to 5% at 60° to 80° C
Hydrogen peroxide vapor	30% at 55° to 60° C
Plasma gas	Highly ionized hydrogen peroxide gas
Chlorine dioxide gas	Variable
CHEMICAL STERILANTS	
Glutaraldehyde	2%
Peracetic acid	0.2%

Sterilizzazione

Tecniche FISICHE - calore

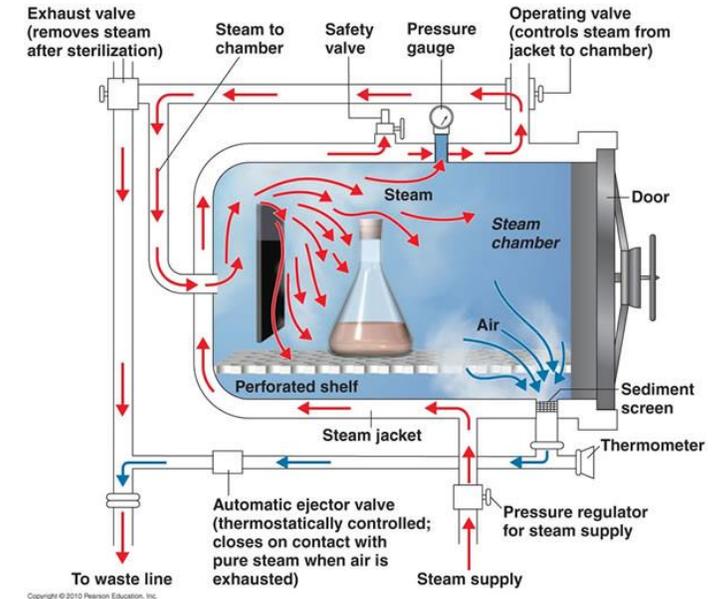
- **Tecnica maggiormente utilizzata in ambito ospedaliero:** tecnica indicata per la maggior parte dei materiali, eccetto i termosensibili, le sostanze chimiche tossiche o volatili
- **L'effetto letale indotto dal calore consiste nella DENATURAZIONE (alterazione strutturale e funzionale) delle macromolecole (proteine enzimatiche):**
 - per ossidazione (calore secco)
 - per coagulazione (calore umido)
- **L'effetto letale è direttamente proporzionale alla temperatura impiegata:**

$$\text{Letalità} = k \times \text{temperatura}$$

Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – calore umido: autoclave

- **Autoclave:** camera a pressione che utilizza vapore saturo (privo di aria) al quale si applica una pressione per ottenere elevate temperature.
- **Meccanismo di azione:** coagulazione irreversibile e denaturazione delle proteine.
- Tecnica di sterilizzazione di **uso più frequente:** rapida, ad elevata capacità di penetrazione (prodotti confezionati, lume di strumenti cavi), scarsamente influenzata dalla presenza di materiale organico/inorganico.
- **Adatta per:** materiali termostabili e resistenti al vapore (es. attrezzatura per terapia respiratoria ed anestesia), contenitori di oggetti pungenti/taglienti.
- Il ciclo di sterilizzazione «classico» di un trattamento in autoclave prevede: **121°C, 15 min, 1 atm.**



Autoclave da banco



Autoclave da pavimento

Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – calore secco: forno Pasteur

- Forno Pasteur
- **Distruzione ossidativa delle proteine**
- **Utilizzabile per materiali termostabili**, quelli danneggiati dal vapore (formazione di ruggine e perdita del «filo» di taglio) o ad esso impermeabili:
 - olii, polveri, oggetti taglienti, vetreria
 - rifiuti infettivi (alternativa all'autoclave)
- **Meno efficace del calore umido** e richiede tempi e temperature maggiori:
 - 180°C, 30 min
 - 171°C, 60 min
 - 160°C, 120 min
 - 149°C, 150 min
 - 141°C, 180 min
 - **121°C, 12 h** (12 ore vs 15 minuti dell'autoclave !)



Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – filtrazione

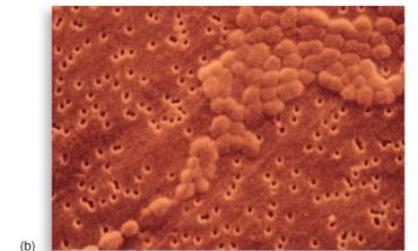
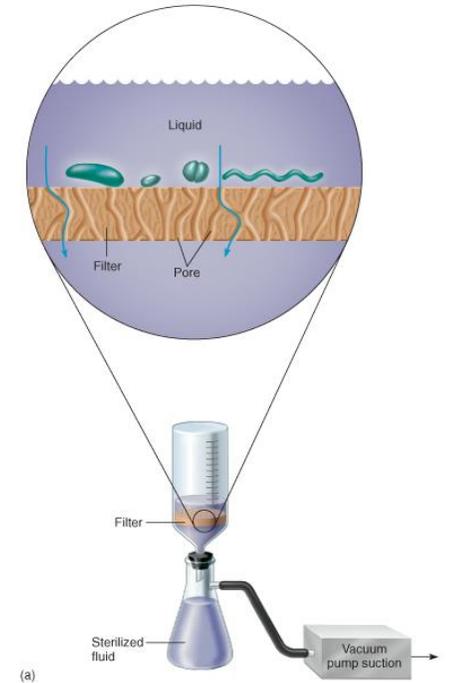
La filtrazione **rimuove “meccanicamente”** i microrganismi da liquidi e gas (aria), non uccidendoli; non è però in grado di rimuovere i microrganismi di piccolissime dimensioni (virus, micoplasmi)

Nella filtrazione si utilizzano **filtri** (nitrato od acetato di cellulosa) i cui pori hanno un diametro ($0.22\ \mu\text{m}$) inferiore alle dimensioni medie dei microrganismi

Viene utilizzata:

- nelle «clean-room» (camere «bianche», a contaminazione controllata) mediante utilizzo di filtri HEPA
- nell'industria alimentare e farmaceutica (farmaci, vaccini)
- sterilizzazione di liquidi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

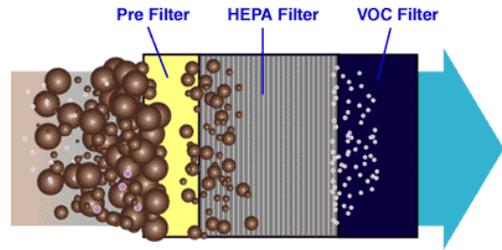


© Fred Hossler/Visuals Unlimited

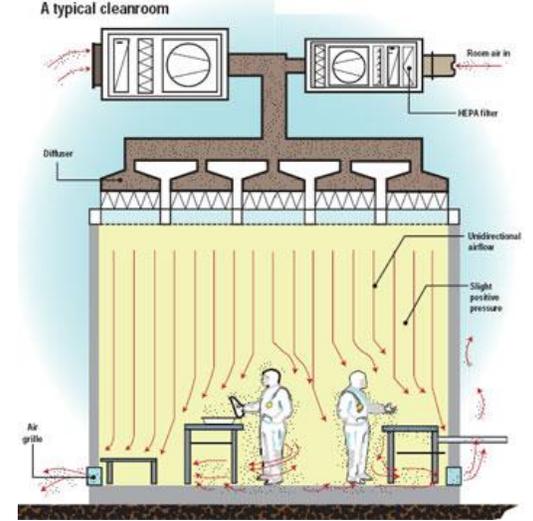
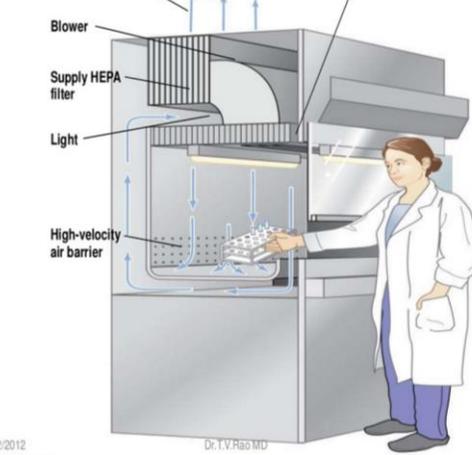
Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – filtrazione

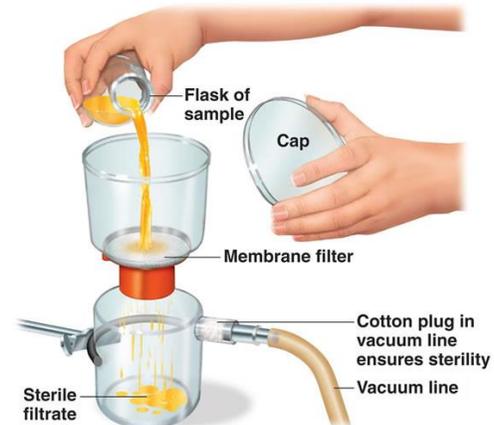
Filtrazione di gas



The roles of HEPA filters in biological flow safety cabinets



Filtrazione di liquidi

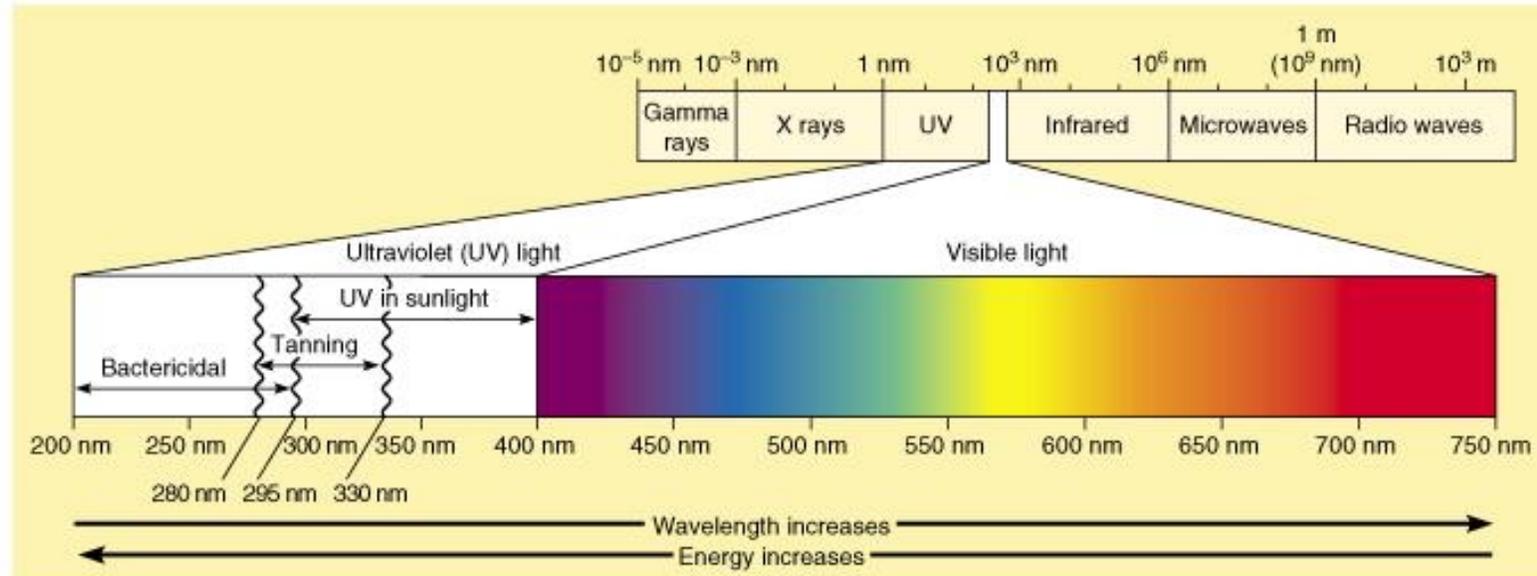


Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – onde elettromagnetiche

Tipologia di radiazioni utilizzata per il controllo dei microrganismi:

- Radiazioni **IONIZZANTI** (raggi γ , raggi X)
- Radiazioni **NON IONIZZANTI** (raggi UV)



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – onde elettromagnetiche ionizzanti

RADIAZIONI IONIZZANTI: radiazioni elettromagnetiche a corta λ (alta energia):

- raggi γ (Cobalto-60)
- raggi X, elettroni (acceleratori elettronici)

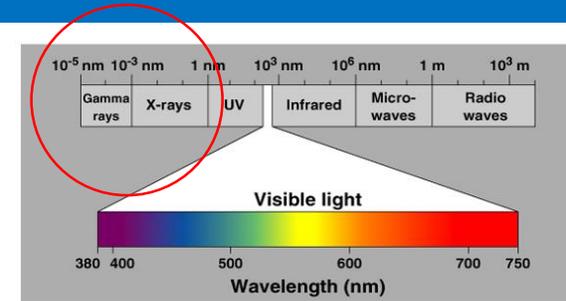
Meccanismo di azione: effetto letale a seguito di ionizzazione (dislocazione di e^- da atomi) della molecola bersaglio causandone la rottura (DNA, proteine) o la denaturazione (DNA)

Applicazioni: i costi elevati ne limitano l'utilizzo a processi industriali (su «larga scala»)

- strumentazione (chirurgica) e dispositivi medicali monouso (aghi, siringhe, cateteri, guanti)
- industria farmaceutica: antibiotici, vaccini, pomate
- tessuti per trapianto (valvola cardiaca, tendine, pelle)

Svantaggi:

- costi elevati
- penetrano nei tessuti
- mutagene per l'uomo



Sterilizzazione

Tecniche FISICHE – onde elettromagnetiche non ionizzanti

RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE (UV): onde elettromagnetiche ($\lambda=220-300$ nm) prodotte dal passaggio di corrente elettrica attraverso vapori a bassa pressione di Hg contenuti all'interno di speciali tubi in vetro

Meccanismo di azione:

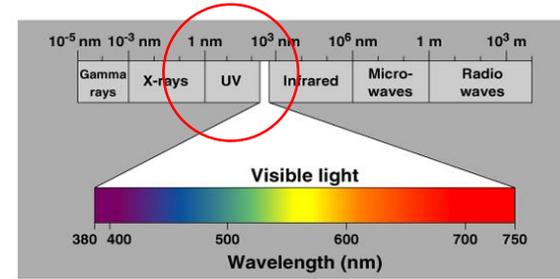
- danno letale a seguito di mutazione del DNA che non è più in grado di replicarsi

Applicazioni:

- decontaminazione di superfici, aria, acqua in ambienti confinati
- sterilizzazione "a freddo" di composti chimici, materiali plastici ad uso farmaceutico, siero per colture cellulari

Fattori critici:

- scarsa penetrazione (non penetra carta, vetro, indumenti)
- dipendenza da ambiente (umidità relativa) e specie microbica
- mutagena per l'uomo (cute, occhi)



Sterilizzazione

Tecniche CHIMICHE

ACIDO PERACETICO (perossido di idrogeno: H_2O_2)

- agente ossidante
- utilizzato per immersione (0.2% per 15 min a 50°C) o micronizzato per la decontaminazione di strumenti chirurgici
- efficace in presenza di materiale organico e sicuro per operatore



GLUTARALDEIDE

- alchilazione di gruppi funzionali (amminici, carbossilici, fenolici, idrossilici) di proteine, DNA, RNA
- usato per immersione (soluzione al 2%) MA richiede tempi lunghi (90 min; 20°C)
- impiegata per materiale medico-chirurgico e preparazione di vaccini
- efficace in presenza di materiale organico MA associato a rischio occupazionale (irritazione mucose respiratorie, dermatite da contatto)



Sterilizzazione

Tecniche CHIMICO-FISICHE

OSSIDO DI ETILENE (ETO)

- composto da: 12% ETO + 88% Freon (oppure CO₂, N₂)
- agente alchilante
- sterilizzazione di materiale/strumentazione sensibile ad alte temperature o calore umido
- il suo utilizzo deve essere regolamentato: ETO è infiammabile/esplosivo, carcinogeno e mutageno



FORMALDEIDE

- vaporizzazione 2-5% formaldeide in presenza di vapor acqueo a 60-80°C
- agente alchilante
- impiegata per sterilizzare filtri HEPA
- irrita le mucose, carcinogena
- rimane in "tracce" nel materiale polimerico (cellulosa, gomma): richiede lavaggio post-trattamento



Sterilizzazione

Caratteristiche di una tecnica «ideale»

Attività: totale (battericida, tuberculicida, fungicida, sporicida, virucida)

Rapidità di azione: sterilizzazione raggiunta in breve tempo

Penetrazione: capacità di penetrare nel materiale trattato o nella confezione in cui esso è contenuto

Compatibilità: non causa rilevanti cambiamenti strutturali o funzionali del materiale in seguito a ripetuti trattamenti

Atossicità: sicuro per l'operatore e l'ambiente

Resistenza a materiale organico: efficacia invariata in presenza di materiale organico

Costo-efficacia: costi ragionevoli per attrezzatura, installazione ed utilizzo

**NON esiste una
tecnica di sterilizzazione IDEALE !**



Disinfezione

La disinfezione di un prodotto o di una superficie può essere ottenuta mediante l'impiego di tecniche:

- **FISICHE**
- **CHIMICHE**

numerosi disinfettanti, se utilizzati ad alte concentrazioni, possono avere un effetto sterilizzante

da: Murray et al. *Medical Microbiology 3rd ed., Mosby, 1998*

TABLE 10-2

Methods of Disinfection

METHOD	CONCENTRATION (LEVEL OF ACTIVITY)
Heat	
Moist heat	75° to 100° C for 30 min (high)
Liquid	
Glutaraldehyde	2% (high)
Hydrogen peroxide	3% to 25% (high)
Formaldehyde	3% to 8% (high/intermediate)
Chlorine dioxide	Variable (high)
Peracetic acid	Variable (high)
Chlorine compounds	100 to 1000 ppm of free chlorine (high)
Alcohol (ethyl, isopropyl)	70% to 95% (intermediate)
Phenolic compounds	0.4% to 5.0% (intermediate/low)
Iodophor compounds	30 to 50 ppm of free iodine/L (intermediate)
Quaternary ammonium compounds	0.1% to 1.6% (low)

Disinfezione

Tecniche FISICHE

CALORE UMIDO

- Ebollizione (100° C): inattivazione delle forme vegetative e virali entro 10 minuti.
- Pastorizzazione:
 - tecnica ideata da Pasteur per conservare il vino previo riscaldamento a 60°C.
 - riduce la carica microbica (*Salmonella typhi*, *Escherichia coli* O157:H7, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella spp*, *Coxiella burnetii*) presente nel latte (ed in altri alimenti deperibili) senza alterarne le caratteristiche organolettiche:
 - pastorizzazione di massa: 63-66°C, 30 min
 - pastorizzazione istantanea (HTST): 71°C, 15 sec
 - pastorizzazione "ultra-high-temperature" (UHT): 140°C, 1-3 sec

Disinfezione

Tecniche CHIMICHE

ALDEIDI (formaldeide, glutaraldeide). Agenti alchilanti.

Battericidi, fungicidi, virucidi, sporicidi.

Irritanti per le mucose (soprattutto formaldeide), non vengono generalmente impiegati per trattamento delle superfici ma nella sterilizzazione, per immersione, di strumentazione (es. endoscopi, broncoscopi).

AGENTI OSSIDANTI (perossido di idrogeno, acido peracetico).

Formazione di radicali ossidrilici ($\text{OH}\cdot$) in grado di ossidare sistemi enzimatici "essenziali" per la vita del microrganismo.

Battericidi, fungicidi, virucidi, sporicidi:

- H_2O_2 (come antisettico, non per ferite aperte ed ustioni).
- acido peracetico (come sterilizzante di strumentazione): battericida e fungicida (5 min), virucida e sporicida (30 min).



Disinfezione

Tecniche CHIMICHE

ALCOOLI (etanolo, isopropanolo). Danneggiano la membrana citoplasmatica mediante denaturazione delle proteine e solubilizzazione dei lipidi.

La loro attività (battericida, tuberculicida, fungicida, virucida) è influenzata dalla presenza di materiale organico. Isopropanolo più efficace dell'etanolo.

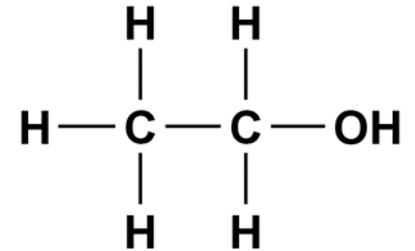
Utilizzati in soluzione acquosa (60-85%) come antisettici (sebbene non per ferite aperte ed ustioni) e disinfettanti.

FENOLI e DERIVATI FENOLICI (fenolo, fenilfenolo, esaclorofene). Distruggono la membrana plasmatica mediante denaturazione proteica.

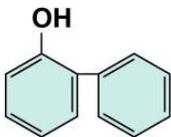
Battericidi, fungicidi, tuberculicidi, virucidi per superfici (banconi di lavoro) a concentrazioni 2-5% (0.5%, HIV; 2%, funghi); attività persistente e non influenzata da materiale organico.

Fenolo: tossico, corrosivo, carcinogenico. Impiego più frequente di derivati fenolici con gruppo funzionale (cloro, bromo, alchil, benzil, phenyl, amil) a sostituzione H dell'anello aromatico.

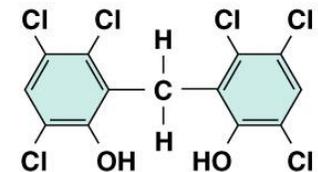
O-phenylphenol (Lysol), Irgasan; esaclorofene (Phisohex): elevata efficacia vs cocchi Gram+, strumenti chirurgici.



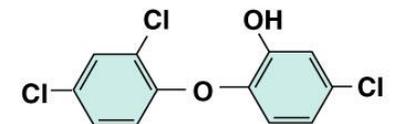
(a) Phenol



(b) O-phenylphenol



(c) Hexachlorophene (a bisphenol)



(d) Triclosan (a bisphenol)

Disinfezione

Tecniche CHIMICHE

ALOGENI (ioduri, cloruri, bromuri, fluoruri). Eliminano i gruppi sulfidrilici (S-H).

Effetto battericida, fungicida, virucida.

Si usano in combinazione con metalli per ridurre la tossicità, instabilità e corrosività.

Ioduri: in soluzione alcolica (tintura di iodio); iodofori: PVP-J (Betadine) per uso cutaneo e chirurgico

Cloruri: 1:10 sodio-ipoclorito (NaOCl) per il contenimento del rischio «ematogeni» (HIV, epatite B, epatite C); irritante per le mucose, può corrodere i metalli.



COMPOSTI DELL'AMMONIO QUATERNARIO (QUATs): benzalconio cloruro, cetrimide, clorexidina.

Agendo da detergenti cationici, distruggono la membrana cellulare ed inattivano le prot. enzimatiche.

Effetto batteriostatico (-cida ad elevate concentrazioni), sporostatico, fungistatico, virustatico.

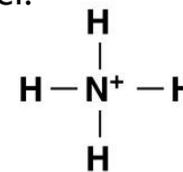
Scarsamente attivi vs Gram-: infezioni da *Pseudomonas spp* QUATs-resistenti

Efficacia ridotta in presenza di materiale organico, saponi e detergenti anionici.

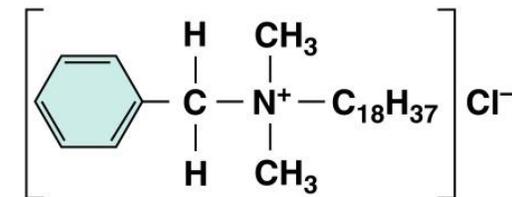
Utilizzati per superfici «non critiche» (pavimenti, muri ed arredamento).

Non corrosivi, non tossici, stabili, inodori.

Zephiran (benzalconio cloruro), cetrimide, clorexidina.



Ammonium ion



Benzalkonium chloride

Disinfezione

Fattori critici per l'efficacia di un disinfettante

Ambiente:

- temperatura: optimum a 20-37°C; efficacia minore a basse temperature
- pH: pH del mezzo in cui deve agire il disinfettante deve essere neutro

Materiale:

- natura del materiale: la porosità riduce l'efficacia
- il materiale organico (sangue, pus, vomito, feci) riduce l'efficacia per inattivazione, sequestro del principio attivo

Disinfettante:

- concentrazione del principio attivo
- tempo di applicazione (contatto con il materiale)
- qualità acqua per diluizione del principio attivo (pH, «durezza»)

Microrganismo:

- i batteri Gram- sono generalmente più resistenti dei Gram+ per la presenza della membrana esterna
- micobatteri, endospore e cisti protozoarie sono molto resistenti ai disinfettanti ed antisettici
- i virus sprovvisti di envelope (enterovirus, rotavirus, rinovirus, poliovirus) sono più resistenti rispetto ai virus con envelope
- carica microbica: la attività di un disinfettante è inversamente proporzionale alla concentrazione microbica
- se organizzati come biofilm - comunità cellulare multistratificata adesa ad un substrato per mezzo di una matrice polisaccaridica di derivazione batterica – i batteri sono meno aggredibili dal disinfettante.

Disinfezione

Caratteristiche «ideali» di un disinfettante

- **Attività:** esteso spettro di azione (battericida, fungicida, sporicida, tubercolicida, viricida)
- **Rapidità di azione:** breve "tempo minimo di applicazione" (1-10 minuti)
- **Atossicità:** non irritante per occhi, mucose, cute
- **Non deve possedere capacità tintoriali**
- **Non corrosivo**
- **Stabilità:** per diluizioni e tempi consigliati (anche in presenza di materiale organico)
- **Buona capacità di penetrazione e deterzione**
- **Costi:** ragionevoli (economicità)

**NON esiste una
tecnica di disinfezione IDEALE !**



Tecniche di sterilizzazione/disinfezione

Criteri per la scelta

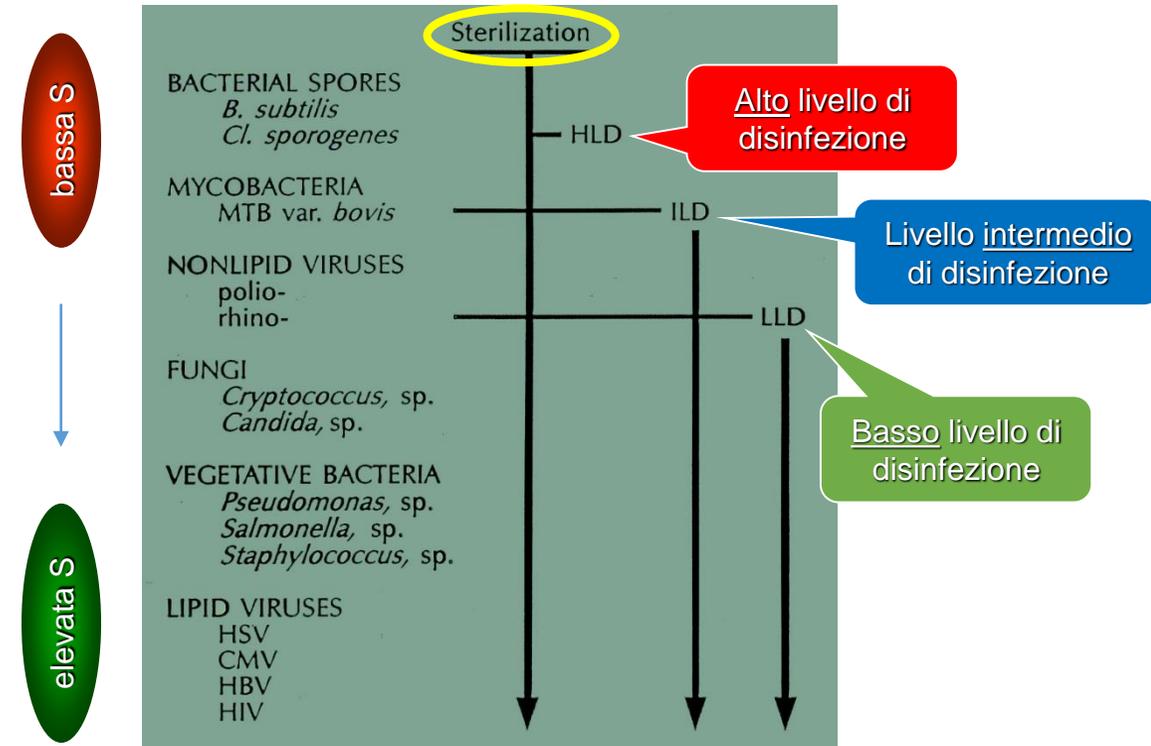
Un approccio conveniente è quello suggerito da Spaulding, applicato nelle linee-guida U.S.

Gli oggetti sono classificati, sulla base del loro impiego, come:

- **critici**
- **semi-critici**
- **non critici**

I relativi livelli di disinfezione sono:

- **elevato** (*High Level of Disinfection, HLD*)
- **intermedio** (*Intermediate Level of Disinfection, ILD*)
- **basso** (*Low Level of Disinfection, LLD*)



Tecniche di sterilizzazione/disinfezione

Criteria per la scelta – trattamento di oggetti «critici»

Oggetti “critici” = quelli collegati ad un alto rischio di trasmettere infezione, qualora vengano contaminati da microrganismi, ivi incluse le spore batteriche:

- a contatto con tessuti viventi fisiologicamente sterili
- inseriti nel sistema vascolare (strumentazione chirurgica, protesi, aghi, cateteri, artroscopi, etc).

Obiettivo: inattivazione forme vegetative e sporali (sterilità).

Metodo: sterilizzante

- fisico (vapore)
- chimico (irraggiamento, glutaraldeide 2%, perossido di idrogeno 6%, acido peracetico)
- chimico-fisico (ETO, plasma gas)

Tecniche di sterilizzazione/disinfezione

Criteri per la scelta – trattamento di oggetti «semi-critici»

Oggetti “semi-critici” = quelli che vengono a contatto con le mucose o con la cute integra (endoscopi, termometri, vasche per idroterapia, attrezzatura per terapia respiratoria/anestesiologica).

Obiettivo: Inattivazione delle forme vegetative. E' tollerabile la presenza di spore in quanto le mucose intatte sono generalmente resistenti all'infezione.

Metodo: High or Intermediate Level of Disinfection (HLD, ILD)

- glutaraldeide
- perossido di idrogeno
- perossido di idrogeno + acido peracetico
- cloro
- composti fenolici
- iodofori

Tecniche di sterilizzazione/disinfezione

Criteri per la scelta – trattamento di oggetti «non critici»

Oggetti “non critici” = quelli che vengono a contatto con la cute intatta ma non con le mucose (strumentazioni mediche, superfici ambientali, suppellettili del paziente: padelle, bracciali per la misurazione della pressione sanguigna, stetoscopi, stampelle, sbarre per i letti, biancheria, alcuni tipi di posate o stoviglie, comodini e arredi dell’unità del paziente).

Obiettivo = basso grado di contaminazione; la cute intatta, infatti, agisce come un’efficace barriera contro la maggior parte dei microrganismi, e la sterilità di questi oggetti non è richiesta.

Metodo: Low Level of Disinfection (ILD, LLD)

- alcool etilico
- ioduri
- composti dell’ammonio quaternario
- fenoli

Tecniche di sterilizzazione/disinfezione

Criteria per la scelta

- (1) Gli strumenti dentistici semicritici (es. manipoli, condensatori di amalgama) dovrebbero essere sterilizzati al calore; fare riferimento al testo per i particolari.
- (2) Vedi testo per quanto riguarda idroterapia.
- (3) Più lungo è il tempo di esposizione ad un disinfettante, più è probabile che tutti i microrganismi possano essere eliminati. Un tempo di esposizione di 10 minuti non è sufficiente alla disinfezione di molti oggetti, specialmente quelli che sono difficili da pulire in quanto provvisti di stretti canali o altre parti che possono ospitare materiale organico e batteri. Un tempo di esposizione di 20 minuti alla glutaraldeide è il minimo indispensabile per uccidere efficacemente *M. tuberculosis* ed i micobatteri non tubercolari.
- (4) I tubi da disinfettare devono essere completamente riempiti; bisogna fare attenzione ad evitare la formazione e l'intrappolamento di bolle d'aria durante l'immersione.
- (5) Uso di laboratorio dove vi siano fuoriuscite di colture o di preparazioni concentrate di microrganismi. Questa soluzione può danneggiare alcune superfici.
- (6) La pastorizzazione (macchine disinfettatrici) delle attrezzature per la terapia respiratoria e l'attrezzatura da anestesia è una efficace alternativa alla disinfezione di alto livello. Alcuni dati mettono in dubbio l'efficacia di certi macchinari da pastorizzazione.
- (7) La termostabilità dovrebbe essere accertata.
- (8) Non mischiare termometri orali e rettali e fare attenzione in ogni fase del processo di trattamento e manipolazione.

STERILIZZAZIONE

DISINFEZIONE

Oggetti	STERILIZZAZIONE		DISINFEZIONE			Note
	Procedura	Tempo di esposizione (ore)	Alto livello oggetti semi-critici (eccetto quelli dentistici (1) che entrano in contatto con mucose o con cute non integra)	Livello intermedio (certi oggetti semi-critici (2) e non critici)	Basso livello (oggetti non critici che entrano in contatto con cute integra)	
Superficie rigida e liscia (2)	A B C D E	MR MR MR 6 MR	C D E F (6) G	G (5) H J K	H I J K L	<p>Note</p> <p>A. Sterilizzazione con calore, compreso il vapore o l'aria calda (vedi istruzioni del produttore).</p> <p>B. Ossido di etilene gassoso (vedi istruzioni del produttore). Preparati a base di glutaraldeide 2% (i prodotti in cui la glutaraldeide richiede la diluizione prima dell'uso devono essere trattati con cautela).</p> <p>C. Perossido d'idrogeno al 6% stabilizzato (può corrodere il rame, lo zinco e l'ottone).</p> <p>D. Acido peracetico concentrazione variabile ≤1% è sporicida).</p> <p>E. Pastorizzazione in ambiente umido a 70° C per 30 minuti dopo pulitura con un detergente.</p> <p>F. Ipoclorito di sodio al 5,2% (varechina domestica), diluizione 1:50 (1000 ppm di cloro libero).</p> <p>G. Alcool etilico o isopropilico (dal 70% al 90%).</p> <p>H. Ipoclorito di sodio al 5,2% (varechina domestica), diluizione 1:500 (100 ppm di cloro libero).</p> <p>I. Soluzione detergente germicida fenolica (seguire le istruzioni in etichetta per le diluizioni).</p> <p>J. Soluzione detergente germicida a base di iodofori (seguire le istruzioni in etichetta per le diluizioni).</p> <p>K. Soluzione detergente germicida a base di composti ammonici quaternari (seguire le istruzioni in etichetta per le diluizioni).</p> <p>L. Istruzioni del produttore.</p>
Tubi in gomma e cateteri (4)	A B C D E	MR MR MR 6 MR	C D E F (6)			
Tubi in polietilene e cateteri (4) (7)	A B C D E	MR MR MR 6 MR	C D E F (6)			
Strumenti con lenti	B C D E	MR MR 6 MR	C D E			
Termometri (orali e rettali) (8)				H (8)		
Strumenti con giunti incernierati	A B C D E	MR MR MR 6 MR	C D E			

Le mani: un efficace «veicolo» di contaminazione

Il Ministero della Salute stima che **in Italia ogni anno si verificano 450.000 - 700.000 infezioni in pazienti ricoverati** (complessivamente il 4,5-7% dei ricoveri), il 30% circa delle quali prevenibili.

La cute, od i guanti, possono essere veicolo di contaminazione per batteri (es. stafilococchi, enterococchi, clostridi, *P. aeruginosa*, enterobatteri) e virus (es. rhinovirus, virus parainfluenzale, virus respiratorio sinciziale).

Le mani: un efficace «veicolo» di contaminazione

Flora residente e transitoria

I batteri presenti sulle mani possono essere suddivisi in due categorie: **residenti o transitori**.

La composizione quali/quantitativa della flora transitoria e residente variano da un soggetto all'altro.



Flora RESIDENTE

- risiede sotto lo strato corneo, ma si trova anche alla superficie cutanea
- composta da BATTERI: stafilococchi (*S. epidermidis*, *S. hominis*), corinebatteri e FUNGHI (*Pityrosporum*)
- ha funzione protettiva, competendo con i patogeni sia per i nutrienti che per i siti di adesione
- può provocare infezioni in siti (cavità) sterili, occhi o cute non intatta



Flora TRANSITORIA

- colonizza gli strati superficiali della cute
- non si replica ma sopravvive; viene quindi rimossa più facilmente con il lavaggio delle mani
- **causa di infezioni associate all'assistenza a seguito di contatto con i pazienti e/o superfici ambientali contaminate**
- le mani di alcuni operatori possono essere costantemente colonizzate da MRSA, Gram-negativi o lieviti (*Candida*)
- la trasmissibilità dipende da: numero e tipologia microrganismi, umidità della cute

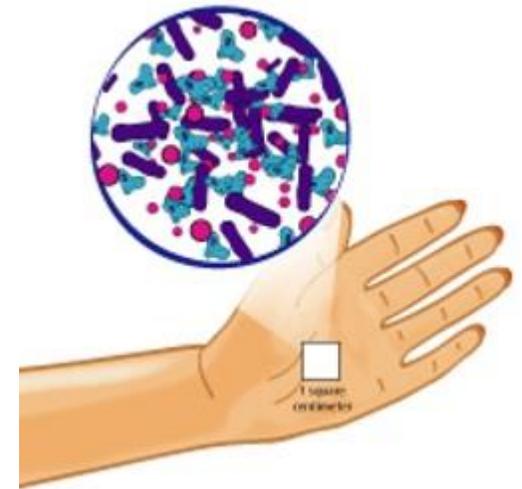
Igiene delle mani in ambito sanitario

Le mani: un efficace «veicolo» di infezioni

FLORA BATTERICA PRESENTE SULLA CUTE

La cute umana normale è colonizzata da batteri, con differenze quantitative sito-specifiche:

- 1.000.000 cellule/cm² sul cuoio capelluto
- 500.000 cellule/cm² nell'ascella
- 40.000 cellule/cm² sull'addome
- 10.000 cellule/cm² sull'avambraccio.



Le conte batteriche totali sulle mani del personale ospedaliero oscillano tra 40.000 a 4.600.000 cellule/cm²

Igiene delle mani in ambito sanitario

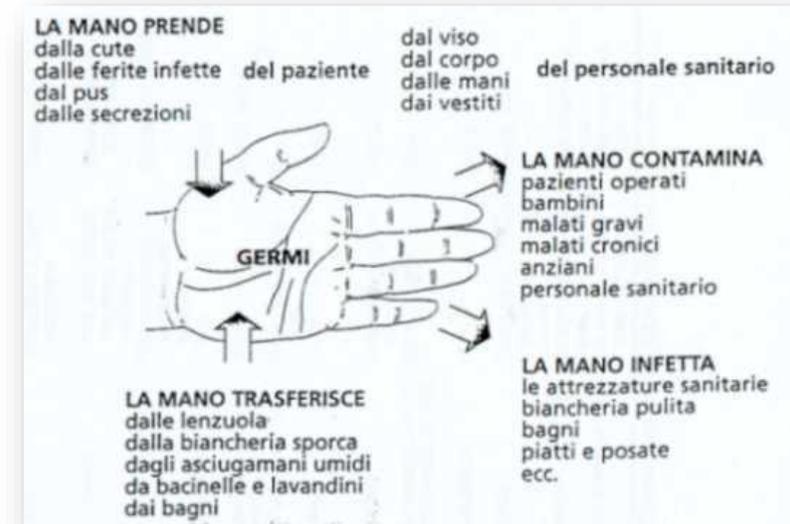
Le mani: efficace «veicolo» di infezioni

TRASFERIMENTI DURANTE LA ATTIVITA' LAVORATIVA

Le mani degli operatori sanitari vengono contaminate nel corso di attività apparentemente "pulite", quali somministrare la terapia, sollevare i pazienti, misurare il polso, la pressione sanguigna o la temperatura, oppure toccando la mano, la spalla o l'inguine del paziente.

I guanti risultano essere altamente colonizzati a seguito di contatto con differenti siti corporei, in particolare l'area inguinale.

Studi relativi alla contaminazione delle mani del personale sanitario prima e dopo il contatto diretto con il paziente, la medicazione di ferite, la gestione di cateteri intravascolari, l'assistenza respiratoria o la manipolazione delle secrezioni dei pazienti, hanno evidenziato che **il contatto diretto con il paziente e l'assistenza respiratoria sono risultate essere le attività che provocavano la più elevata contaminazione delle dita degli operatori.**



Disinfezione delle mani

IL LAVAGGIO DELLE MANI RAPPRESENTA LA PRINCIPALE MISURA DI CONTROLLO DELLA DIFFUSIONE DELLE INFEZIONI IN AMBITO SANITARIO.

"Un rigoroso intervento sul lavaggio delle mani è in grado di prevenire circa il 40% di tutte le infezioni nosocomiali" (Center for Diseases Control – Atlanta, USA)

L'igiene delle mani deve essere altresì intesa anche quale **misura di protezione dell'operatore.**

Igiene delle mani in ambito sanitario

Quando lavare le mani



1 PRIMA DEL CONTATTO CON IL PAZIENTE	QUANDO? Effettua l'igiene delle mani prima di toccare un paziente mentre ti avvicini. PERCHÉ? Per proteggere il paziente dai germi patogeni presenti sulle tue mani.
2 PRIMA DI UNA MANOVRA ASETTICA	QUANDO? Effettua l'igiene delle mani immediatamente prima di qualsiasi manovra asettica. PERCHÉ? Per proteggere il paziente dall'ingresso nell'organismo di germi patogeni, inclusi quelli dello stesso paziente.
3 DOPO RISCHIO/ESPOSIZIONE AD UN LIQUIDO BIOLOGICO	QUANDO? Effettua l'igiene delle mani immediatamente dopo l'esposizione ad un liquido biologico (e dopo aver rimosso i guanti). PERCHÉ? Per proteggere te stesso e l'ambiente dai germi patogeni provenienti dal paziente.
4 DOPO IL CONTATTO CON IL PAZIENTE	QUANDO? Effettua l'igiene delle mani dopo aver toccato un paziente o le superfici nelle immediate vicinanze del paziente uscendo dalla stanza. PERCHÉ? Per proteggere te stesso e l'ambiente dai germi patogeni provenienti dal paziente.
5 DOPO IL CONTATTO CON CIÒ CHE STA ATTORNO AL PAZIENTE	QUANDO? Effettua l'igiene delle mani uscendo dalla stanza dopo aver toccato qualsiasi oggetto o mobile nelle immediate vicinanze di un paziente, anche in assenza di un contatto diretto con il paziente. PERCHÉ? Per proteggere te stesso e l'ambiente dai germi patogeni provenienti dal paziente.

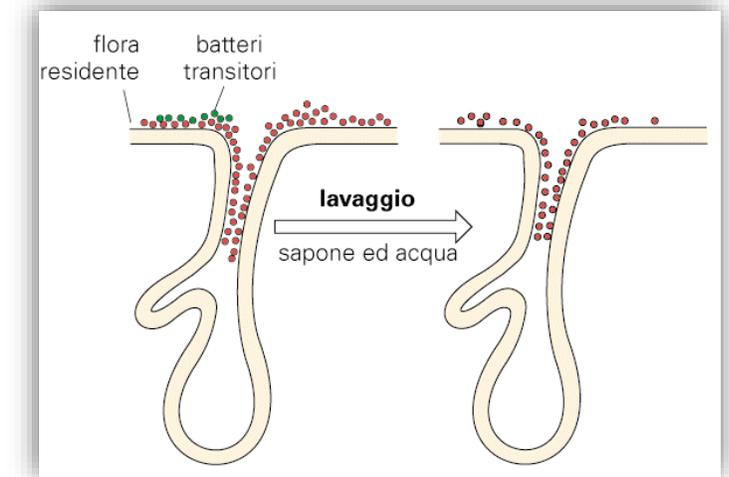
Igiene delle mani in ambito sanitario

Tecniche per la disinfezione delle mani

La decontaminazione delle mani può essere ottenuta mediante **lavaggio normale** oppure **lavaggio antisettico**

1. **LAVAGGIO NORMALE** = **rimuove meccanicamente** (per sfregamento) lo sporco e **gran parte (80%) della flora transiente mediante utilizzo di detergenti** ("sapone semplice») non dotati *per se* di attività antimicrobica.

Occasionalmente, i **saponi semplici possono contaminarsi**, provocando la colonizzazione delle mani degli operatori sanitari. E', pertanto, **preferibile l'utilizzo di dispenser** alla saponetta.

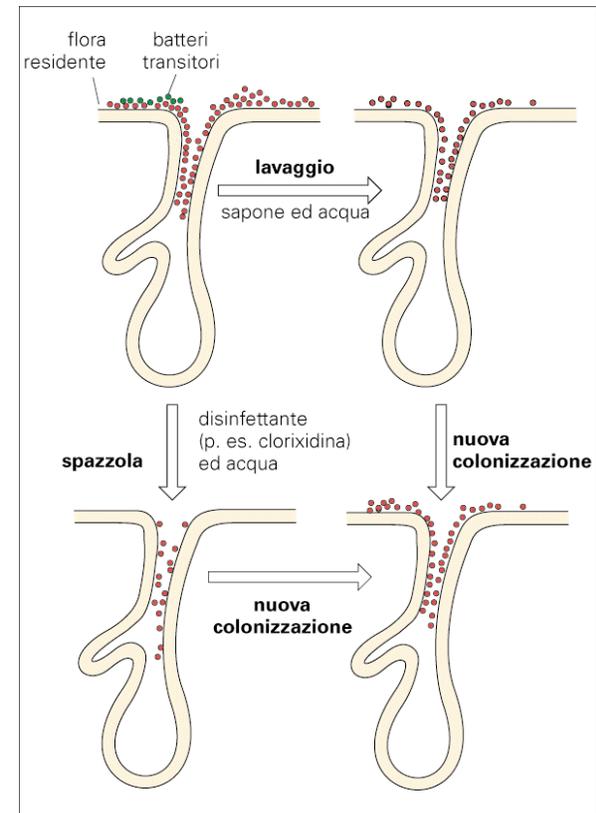


Igiene delle mani in ambito sanitario

Tecniche per la disinfezione delle mani

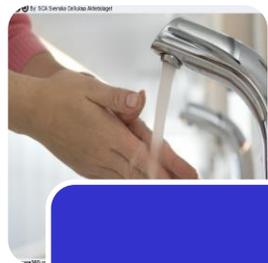
2. **LAVAGGIO ANTISETTICO** = riduce la flora transitoria, con minimo effetto su quella residente. Due tecniche:

- A. La **frizione antiseptica** utilizza prodotti (liquidi, gel, schiuma) a base alcolica (60-80% etanolo/isopropanolo). Si strofinano le mani una con l'altra senza impiego di acqua. Efficace verso batteri, *M. tuberculosis*, virus (herpes simplex, HIV, influenza, RSV) e diversi funghi, MA scarsamente attiva vs virus privi di involucro (rotavirus, adenovirus, enterovirus) ed inattiva verso spore batteriche. Se ne sconsiglia l'uso in caso di mani sporche o visibilmente contaminate con materiale organico (es. sangue).
- B. Nel **lavaggio antiseptico** si utilizza un sapone contenente un agente antiseptico:
- Clorexidina: attività MINORE di alcoli. Più attivi vs Gram+ rispetto a Gram- e funghi, minima vs micobatteri. L'attività NON risente di materiale organico
 - Composti dell'ammonio quaternario (alchil-benzalconio cloruro): più attivi vs Gram+ rispetto a Gram- (soggetti a frequente contaminazione). Debolmente attivi vs micobatteri e funghi, hanno attività vs virus lipofili. Attività INFLUENZATA da materiale organico.



Igiene delle mani in ambito sanitario

Tecnica di lavaggio delle mani



bagnare uniformemente le mani



erogare sulle mani il prodotto antisettico, premendo con il gomito la leva del dispenser



sfregare vigorosamente le mani l'una con l'altra



sfregare il palmo destro sul dorso della mano sinistra e viceversa



sfregare i palmi tra di loro con le dita intrecciate



lavare gli spazi sub-ungueali, utilizzando uno spazzolino preventivamente bagnato e cosparso di una dose di antisettico



assicurarsi che i pollici tocchino i polsi dell'una e dell'altra mano



decontaminare la punta delle dita, sfregandole contro il palmo dell'altra mano



massaggiare vigorosamente la parte superiore delle dita nel palmo dell'altra mano con le dita intrecciate



risciacquare, avendo cura di evitare il ruscellamento di acqua dagli avambracci alle mani



chiudere il rubinetto (pedale, gomito o punta delle dita)



asciugare, con movimenti circolari, le singole dita, quindi le restanti porzioni delle mani

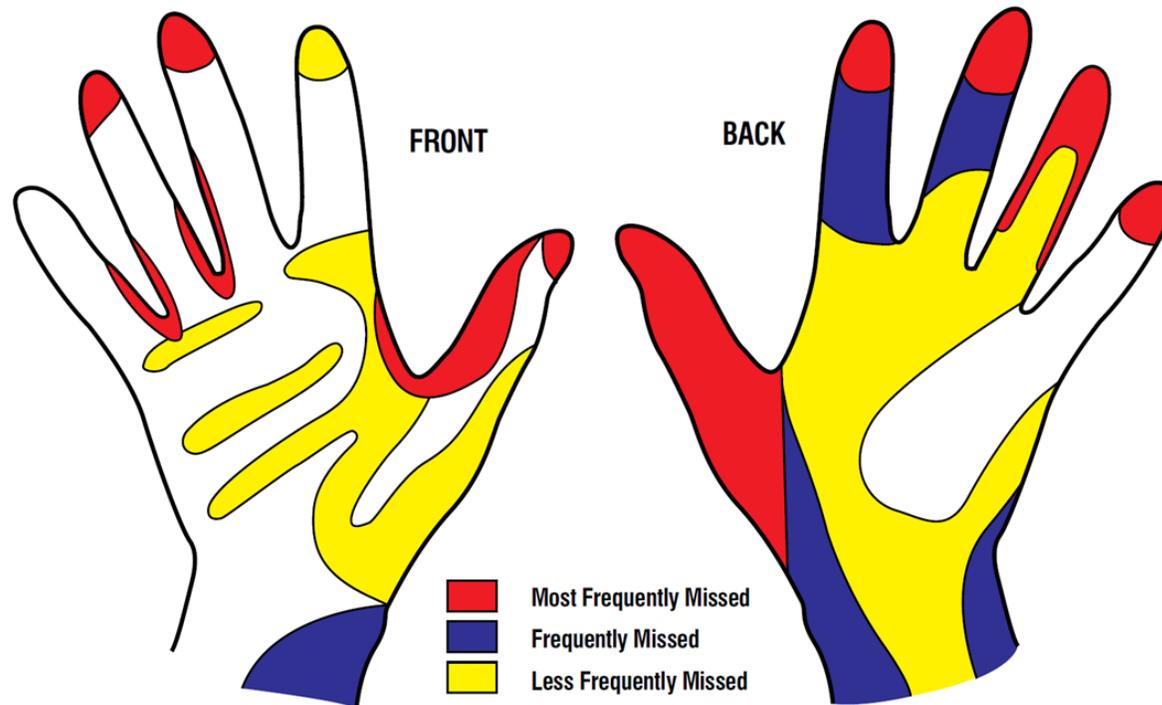
Il lavaggio completo richiede circa **60 secondi**
La frizione antisettica richiede circa **30 secondi**

Igiene delle mani in ambito sanitario

«Inadeguato» lavaggio delle mani

Il lavaggio delle mani **viene spesso effettuato in maniera inadeguata**: ridotto tempo di lavaggio, utilizzo di prodotti inadatti, tecnica errata.

Pertanto, a seguito di un lavaggio «inadeguato» numerosi siti possono risultare ancora contaminati e, quindi, ancora potenzialmente «utili» al trasferimento di microrganismi.



COPYRIGHT

Questo materiale (41 slides, incluso la presente) non può essere distribuito, modificato o pubblicato né in forma cartacea, né su un sito, né utilizzato per motivi pubblici o commerciali.

E' possibile utilizzare il materiale solo per motivi personali e non commerciali, purché ogni copia di questo materiale preservi tutti i diritti di copyright e di proprietà intellettuale, sempre dopo richiesta rivolta al Prof. Di Bonaventura.