



## Chi siamo

L' Infinityredox® Holding è una stabile organizzazione sammarinese basata sull'esperienza e sull'applicazione reale delle conoscenze e delle soluzioni nel campo dei nanomateriali e della funzionalizzazione di superfici. Abbiamo iniziato nel 2008 ad operare nei cantieri proponendo soluzioni sempre più soddisfacenti. Ad oggi siamo l'unica organizzazione in grado di fornire soluzioni a freddo che soddisfino sia le esigenze delle industrie ceramiche che dei clienti finali.

Lo staff di Infinityredox® è composto da personale altamente qualificato, è a disposizione della clientela per testare su qualsiasi tipo di substrato le straordinarie proprietà dei suoi innovativi sistemi/prodotti. Siamo attrezzati con apparecchiature tecnologicamente all'avanguardia per effettuare test puntuali ed accurati tramite i quali misuriamo i parametri rilevanti per la valutazione dell'efficacia e l'efficienza del prodotto finale in ogni fase della sua realizzazione. Tutte le nostre attrezzature come pure le certificazioni che rilasciamo sono conformi agli standard europei ed internazionali.

Infinityredox® Holding è specializzato nell'applicazione di sistemi antiscivolo, protettivi e catalitici su diverse tipologie di materiali quali:

- Piastrelle naturali e lappate
- Marmi e pietre naturali
- PVC
- Legni
- Tessuti
- Materiali plastici
- Vetri
- Automotive
- Pavimentazioni in resina
- Pelletteria



Siamo in grado di adeguare qualsiasi tipo di pavimentazione pre-esistente alle normative vigenti in materia di antiscivolo.

## EMERGENZA COVID-19

L' Infinityredox® Holding a seguito dei DPCM emanati dal governo italiano, ha allineato le proprie capacità tecniche, nel dimostrare attraverso metodo scientifico, quali possano essere i fattori che aumentano il rischio di bio-contaminazione.

Nelle pagine a seguire verranno descritti i concetti base su cui si erge il sistema Infinityredox® e quali sono i modelli attuativi di nuova generazione che l'organizzazione sammarinese offre ai propri partner.

# Introduzione

## **Dal contagio come colpa alla rivoluzione batteriologica.**

Il concetto scientifico di contagio, ormai universalmente accettato, corrisponde a una serie di semplificazioni derivanti dall'affermarsi, nel 19° secolo, della medicina scientifica e in particolare della batteriologia. Storicamente, una definizione corretta di contagio è più complessa. Come lo stesso concetto di malattia, l'idea del contagio, la sua natura, le sue implicazioni, le cause e gli effetti, gli agenti che lo provocano, variano nel tempo, nelle diverse epoche: la definizione del concetto di contagio come lo intendiamo oggi è, dunque, un fenomeno squisitamente culturale.

Secondo Ippocrate (5°- 4° secolo a.C.), ogni malattia è 'unica' per ciascun individuo, legata a una specifica costituzione fisica, alla storia personale, all'ambiente in cui il malato vive. In caso di epidemia, si cercava piuttosto di individuare le differenze con cui la malattia si manifestava in ciascun individuo, piuttosto che i punti in comune. Dal latino *inficere*, "avvelenare, macchiare, corrompere, contaminare", deriva il termine cui i greci ricorrevano per definire la causa della malattia, "miasma", che per lo stesso Ippocrate (Sui venti, Sulla natura dell'uomo) è un'impurità vagante nell'aria. Sofocle, nell'*Edipo re*, usa il medesimo termine con un significato religioso, di impurità dovuta al sangue versato. Si tratta di due opposte concezioni della malattia, una razionale, che si rifà all'ambiente fisico, alla dieta alimentare e alle condizioni geografiche, l'altra irrazionale, che ricorre all'idea della maledizione divina e rientra in una concezione puramente religiosa. Entrambe le concezioni, tuttavia, hanno in comune il concetto di impurità e implicano l'infrazione di un tabù o l'idea di contagio come macchia, contaminazione: esprimono cioè un contenuto morale.

Tucidide (5° secolo a.C.) rifiuta sia le argomentazioni religiose sia quelle razionali e, non essendo condizionato da alcun preconcetto che gli impedisca di credere alla trasmissione di un'epidemia per contagio, concretamente nota come siano proprio i medici i più esposti a contrarre l'infezione. Nel primo libro della raccolta dei *Problemi fisici pseudoaristotelici*, dedicato alla medicina (probabilmente del 3° secolo a.C. ma tramandato a noi in un'edizione del 2° secolo d.C.), si parla di contagio in caso di pestilenze, e si afferma che queste malattie si diffondono perché sono comuni a tutti gli uomini.

Nel 1° secolo a.C., Varrone Reatino parla di minuscoli animali invisibili che sono trasportati dall'aria e trasmettono malattie; nel 2° secolo d.C., Galeno, continuatore e sistematizzatore del pensiero medico ippocratico-aristotelico, pensa che sia l'atmosfera l'elemento determinante in un'epidemia: la costituzione dell'aria varia, secondo le stagioni e i climi, per la presenza di miasmi che vengono generati dalle paludi, dalla sporcizia, dalla putrefazione. Galeno parla anche, per la prima volta, di semi trasportati dall'aria e veicoli di malattie. Con il consolidarsi del cristianesimo, durante il Medioevo, il concetto

di contagio si carica del significato di peccato e l'idea del sorgere delle malattie viene collegata al peccato originale. Per i cristiani, però, la malattia non è soltanto il segno di una punizione, può anche essere mezzo di espiazione e quindi di grazia. Intorno al 10° secolo, il medico arabo ar-Rhazi consiglia di bruciare i vestiti degli ammalati di vaiolo; il suggerimento però gli viene dalla pratica: la teoria cui fa riferimento è sempre quella ippocratico-aristotelica degli umori, teoria che non considera la possibilità del contagio.

Ibn Khatima medico arabo vissuto nel 14° secolo osserva che è sufficiente il contatto con un malato per contrarre la malattia, mentre l'isolamento offre una forma di difesa, e afferma inoltre che il contagio si può trasmettere anche attraverso i vestiti, gli orecchini o le stoviglie. Anche il traduttore cristiano Qusta ibn Luqa assimila il contagio a fenomeni comunicabili come gli sbadigli o il riso, e parla di una sorta di vapore che si propaga.

Durante tutto il Medioevo, molte altre spiegazioni delle epidemie furono di tipo astrologico: si pensava talvolta addirittura a una predisposizione dei luoghi in relazione al loro ascendente. Il dilagare della peste del 1348-50, descritta come la più grande calamità mai sofferta dal genere umano, portò alla pubblicazione di un gran numero di trattati specialistici sulle malattie infettive. Persino la paura era considerata una delle cause di predisposizione al contagio, tanto che ai parenti veniva proibito di portare il lutto.

È però soltanto alla fine del 15° secolo, dopo la scoperta dell'America, con il dilagare della prima epidemia conosciuta di sifilide, che l'Occidente prende coscienza chiaramente del fatto che una malattia può trasmettersi da un uomo a un altro, che almeno certi morbi sono contagiosi, e che l'infezione non si trasmette attraverso l'aria corrotta.

Il medico veronese G. Fracastoro, nel 16° secolo, fu il primo a rifiutare il concetto di uno sbilanciamento dei quattro umori come causa delle pestilenze; egli osserva infatti che anche persone sane, i cui umori, quindi, non hanno sofferto alcuna corruzione, contraggono la malattia soltanto entrando in contatto con gli appestati o con i loro vestiti, e conclude che i principi del contagio sono i germi stessi. L'uso del termine germi, o seminaria - come li definisce Fracastoro - ha fatto talvolta pensare al veronese come a un precursore delle teorie batteriologiche, ma Fracastoro in realtà non ha mai considerato i seminaria organismi viventi.

L'utilizzo e la messa a punto dei primi microscopi fra Seicento e Settecento fa compiere grandi progressi alle scienze della vita e alla medicina. A. van Leeuwenhoek e poi L. Spallanzani sono fra i pionieri che scoprono nel sangue e nello sperma minuscoli esseri viventi. Da queste osservazioni si elaborano teorie sulla generazione, ma anche sulle cause delle malattie.

Lady M. Wortley Montagu, nella prima metà del 18° secolo, introduce in Europa occidentale una pratica popolare nel Medio Oriente: l'inoculazione contro il vaiolo. Sempre sulla base di osservazioni di pratiche popolari nelle campagne verrà messa a punto, nel secolo successivo, la vaccinazione per prevenire il contagio.

Tutte le malattie conosciute, infettive e non, furono classificate nel corso del 18° secolo (fra le varie classificazioni, ricordiamo quella di

C. Linneo e quella semplificata per scopi didattici dallo scozzese W. Cullen). Molti studi sperimentali furono compiuti fra Settecento e Ottocento sulla putrefazione e sulle sostanze 'antisettiche' che sembravano controllarla. Si identificarono, inoltre, alcuni ambienti dai quali potevano facilmente diffondersi pericolose epidemie: le galere spesso troppo affollate, le navi, le miniere, gli ospedali, le fabbriche. Si cominciò a praticare la disinfestazione e ad areare meglio i locali per prevenire il contagio.

Nell'Ottocento, le generalizzazioni statistiche e il metodo numerico, come viene chiamato dai francesi che sono i primi a metterlo in atto, dominano anche gli studi sulle malattie. Viene messo in rilievo che esse si diffondono più velocemente e più frequentemente tra i meno abbienti, a causa delle condizioni igienico-sanitarie in cui vivono. Si intensificano gli studi sulle malattie endemiche, come il vaiolo, il tifo, vari tipi di febbri: talune di esse, come la tubercolosi, vengono considerate contagiose.

Negli anni in cui si compie prima un'importante rivoluzione biologica e quindi un radicale cambiamento della medicina che vuole essere sempre più scientifica, sono complessi anche i rapporti fra scienza e politica, e sorge un primo vero movimento di salute pubblica. Lo studio della fermentazione e dei vari fenomeni della putrefazione permettono al tedesco J. von Liebig, nel corso del 19° secolo, di giungere a una spiegazione chimica della patologia e della fisiologia. Liebig ridefinisce le relazioni fra il mondo organico e quello inorganico, sostenendo che esiste una base molecolare di continuità attraverso la quale i due mondi possono comunicare.

A identificare per la prima volta un agente infettivo è l'italiano A. Bassi nel 1835. Studiando la malattia dei bachi da seta, Bassi individua al microscopio un fungo, il parassita responsabile del morbo. Nella seconda metà dell'Ottocento, le ricerche del chimico L. Pasteur sui fenomeni della fermentazione e sui 'funghi' (una malattia che colpiva alcune piante come la vite) portano all'elaborazione della teoria dei germi. Per spiegare la varietà delle fermentazioni, Pasteur suggeriva la presenza di microrganismi nell'aria e una specifica relazione fra il microrganismo e la fermentazione, fenomeno che non può verificarsi in assenza di specifici organismi viventi: i germi. Pasteur, però, considerava i microrganismi come agenti di trasformazione chimica, non come fonte delle malattie. Le basi della batteriologia erano state poste qualche anno prima da un giovane ufficiale sanitario tedesco, R. Koch, che aveva inoculato dei microrganismi della 'malattia del carbone' in alcuni topi e aveva osservato come i bacilli portassero l'infezione nel sangue e si moltiplicassero, e come potessero sopravvivere al di fuori degli animali sotto forma di spore molto resistenti, che, se reinoculate, si ritrasformavano in bacilli: era stato individuato il ciclo di una malattia infettiva. Negli anni Sessanta, la teoria dei germi aveva avuto immediate ripercussioni cliniche con i metodi antisepsi del chirurgo scozzese J. Lister, ma soltanto verso la fine del 19° secolo verranno adottate nuove misure di asepsi, come quelle indicate da Pasteur. Con la batteriologia la medicina guadagna un'importante fonte di autorevolezza scientifica e consegue indubbi risultati pratici, sia nella prevenzione sia nella cura delle malattie. Da quel momento cambia radicalmente, di nuovo, il concetto di contagio.

#### Bibliografia

Ambiente e salute in Italia, a cura di R. Bertollini, M. Faberi, N. Di Tanno, Roma, Il Pensiero Scientifico, 1997.

# Fattori di rischio per l'essere umano e meccanismo d'infezione

## Relazione fra microrganismo e malattia: postulati di Koch

Quando un particolare microrganismo viene isolato da un tessuto infetto (es. una lesione cutanea purulenta e/o necrotica), non si è nella condizione di poter affermare con certezza che la lesione sia stata indotta proprio da tale microrganismo, e ciò perché l'isolato potrebbe essere semplicemente un membro inoffensivo della flora commensale della cute presente nelle vicinanze, oppure potrebbe trattarsi di un agente patogeno opportunista che ha infettato la lesione cutanea solo in un secondo momento. Questa difficoltà interpretativa nell'attribuzione dell'eziologia di una malattia si è protratta a lungo e si deve al medico e microbiologo tedesco del XIX secolo Robert Koch (1843-1910) la prima dimostrazione diretta che i batteri esercitavano un ruolo eziologico nella patogenesi di una malattia infettiva. Egli si avvale dei criteri proposti dal suo maestro Jacob Henle (1809-1855) per dimostrare il rapporto causale tra l'agente *Bacillus anthracis* e il carbonchio (una zoonosi degli erbivori) e pubblicò i suoi dati nel 1876. L'esperimento di Koch era consistito nel contagio di topi sani con materiale derivato da topi infetti: i topi sani si ammalarono di carbonchio; successivamente egli trasferì l'infezione con una serie di inoculazioni nei topi, i quali svilupparono il carbonchio. A seguito di questa sperimentazione sul carbonchio e dei suoi studi sulla tubercolosi, Koch fissò una serie di criteri (in suo onore detti "postulati di Koch") per cercare di dare una base razionale (metodo scientifico) al processo di dimostrazione che un particolare microrganismo è la causa di una specifica malattia, oltre che di identificazione del patogeno. Va tuttavia sottolineato che tale protocollo si è dimostrato valido nel definire l'eziologia di gran parte delle malattie infettive, mentre non è stato di alcuna utilità nei casi di malattia nei quali non si è ancora in grado di coltivare in vitro il microrganismo sospettato. I postulati di Koch possono essere così sintetizzati :

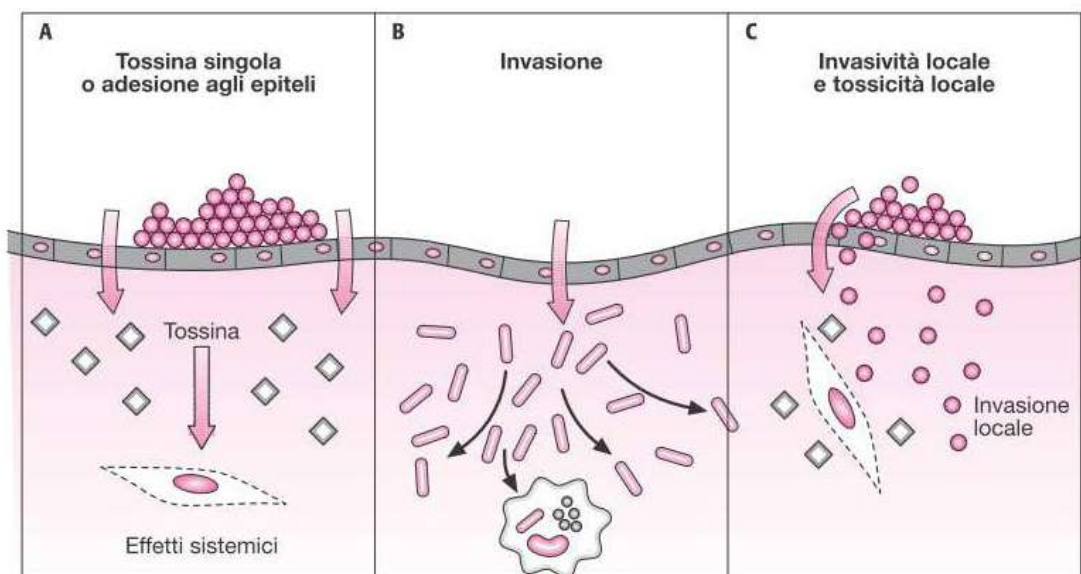
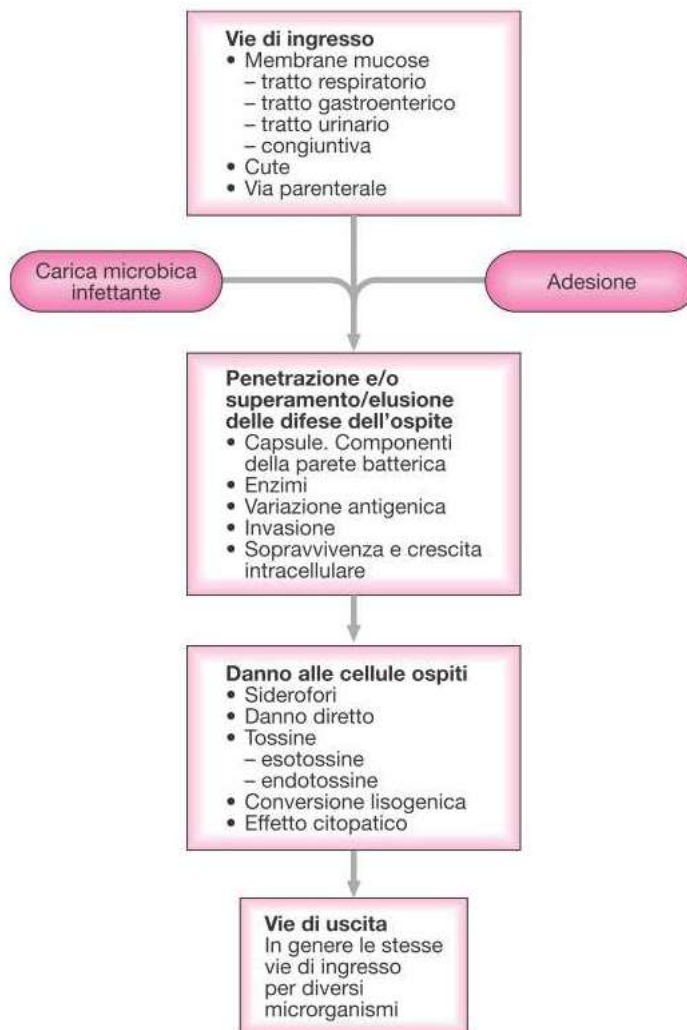
- in tutti i soggetti malati di una determinata malattia deve essere presente (e individuabile) il microrganismo, che invece risulterà assente nei sani;
- il microrganismo sospettato deve essere isolato e fatto sviluppare in coltura pura;
- il microrganismo isolato, se inoculato in un ospite sano, deve essere in grado di indurre la stessa malattia;
- nell'ospite infetto deve essere possibile isolare di nuovo lo stesso microrganismo.



## Meccanismi di patogenicità

Dai molteplici modelli già individuati e proposti ai quali i microbi inducono il danno nell'ospite possono essere estrapolati i seguenti tre principali meccanismi (figg.1 e 2).

- Alcuni batteri provocano malattia attraverso la secrezione di una singola tossina (per esempio *Corynebacterium diphtheriae*, *Clostridium tetani*), oppure per la loro capacità di adesione alle superfici epiteliali, senza invadere i tessuti dell'ospite (come nell'angina da streptococchi gruppo A). L'immunità verso questi microrganismi può richiedere l'intervento dei soli anticorpi per neutralizzare queste importanti funzioni.
- Nella posizione opposta si trovano i microrganismi (per esempio batteri e virus) che non sono tossici e che provocano infezione/malattia per invasione dei tessuti e talvolta delle cellule, il cui danno è da attribuire soprattutto alla carica microbica infettante oppure a meccanismi immunopatologici (danni tissutali connessi con la risposta difensiva immunitaria). Nel caso d'invasione endocellulare (per esempio virus, micobatteri, rickettsie) i microrganismi possono indurre citolisi e devono essere distrutti e degradati da risposte immunitarie cellulo-mediate.
- La maggior parte dei microrganismi si colloca fra questi due estremi: presentano cioè un certo grado di invasività
- locale connessa a una tossicità locale e ad enzimi microbici che degradano la matrice extracellulare (come in *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens*).
- La resistenza verso questi patogeni vede coinvolte sia le risposte mediate da anticorpi (umorali) sia quelle cellulo-mediate.



**Figura 2** meccanismi microbici di patogenicità.

- A** Patologia indotta da tossine.  
**B** Patologia indotta dall'invasione di microbi.  
**C** Patologia indotta dall'interazione fra invasività, tossine ed enzimi microbici.

# Gli aggregati cellulari (Biofilms)

## BIOFILM MICROBICI

Per decenni i batteri sono stati visti come esseri viventi molto individualisti che conducono la loro esistenza come singole cellule libere in un mezzo, alla costante ricerca di nutrienti per sopravvivere e, se ci sono le possibilità, riprodursi. Dagli esami su popolazioni batteriche presenti in una grande varietà di sistemi naturali e patologici hanno mostrato che la maggior parte di questi microorganismi cresce sotto forma di BIOFILM. Il termine biofilm è usato per descrivere comunità strutturate di cellule batteriche (microcolonie) racchiuse in matrici polimeriche (polisaccaridica "slime") extracellulari autoprodotte e aderenti ad una superficie INERTE o VIVENTE all'interfaccia con una fase liquida. Il 65% e l'80% delle infezioni batteriche è causata da batteri che crescono in biofilm.

Tutte le infezioni batteriche associate all'uso di dispositivi medici impiantabili sono da biofilm superficie INERTE:

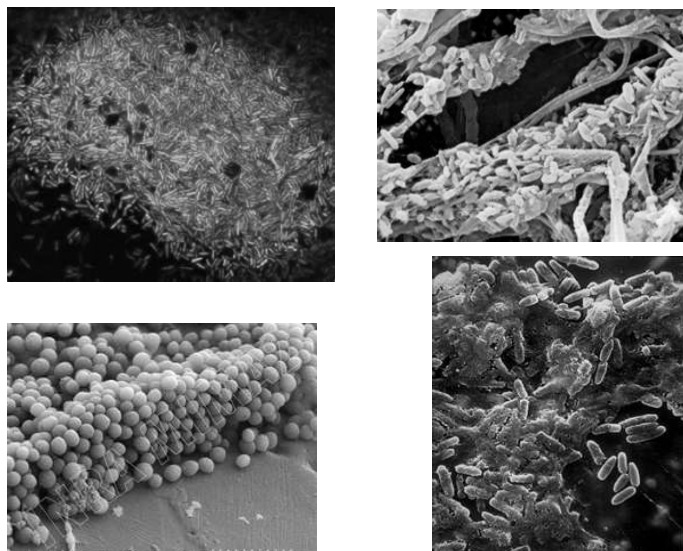
Dispositivi medici impiantabili

- Lenti a contatto
- Valvole cardiache
- Protesi ortopediche
- Cateteri vascolari
- Impianti dentali etc

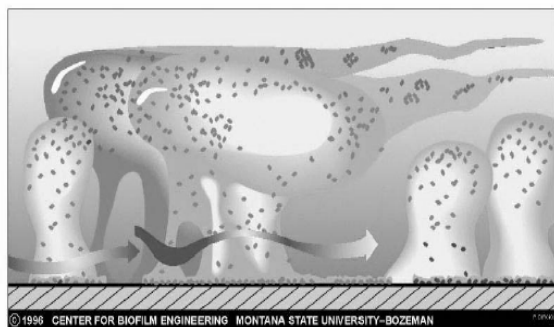
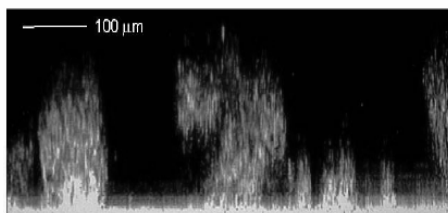
Superficie VIVENTE: Tutti i tessuti dell'ospite.

Immagini al microscopio elettronico delle superfici di presidi medici (cateteri, protesi ecc.) che sono stati focolai di infezioni, mostrano la presenza di comunità batteriche sessili, inserite in una matrice polimerica. Con la CLSM (microscopia confocale laser a scansione) le osservazioni in vivo dei biofilm hanno indicato che la struttura base del biofilm è universale, descrivibile come una foresta di torrette gelatinose fissate alla superficie. Si ritiene che la formazione del biofilm sia un processo che si svolge in due fasi che richiede :

1. ADESIONE dei batteri su un substrato solido ( sup. inerte) anche mediante attacco alle proteine dell'ospite
2. ADESIONE INTERCELLULARE, che determina la formazione degli strati multipli del biofilm.



### UNA VISIONE "AGGIORNATA" DEI BIOFILM BATTERICI



© 1996 CENTER FOR BIOFILM ENGINEERING MONTANA STATE UNIVERSITY-BOZEMAN

## Risposta dell'organismo all'inserimento di un dispositivo : FILM PROTEICO

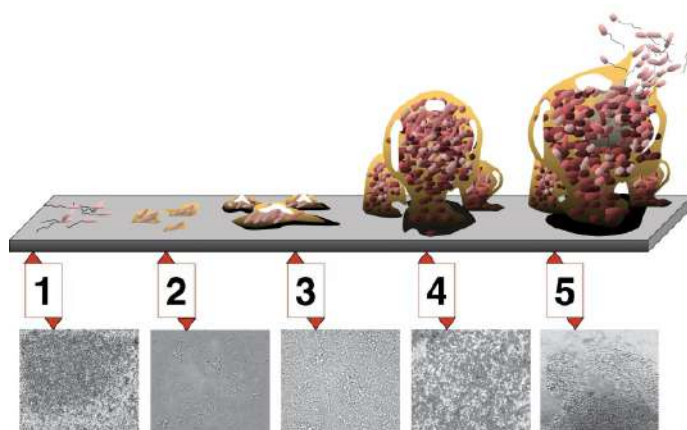
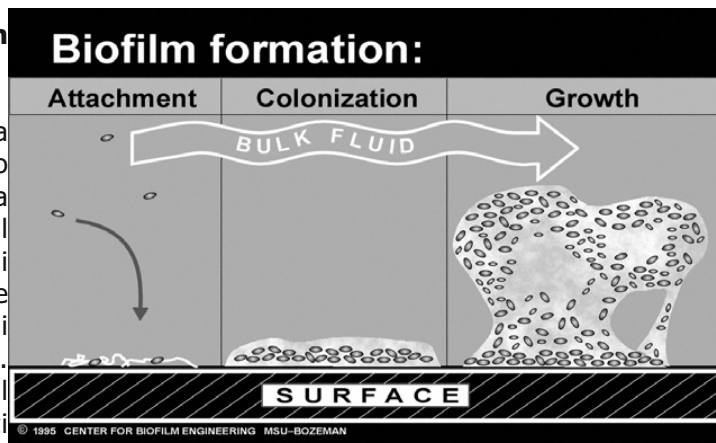
In seguito all'inserimento del catetere nel sistema venoso, le proteine plasmatiche in circolo si legano rapidamente al biomateriale. In pochi minuti si attiva la cascata della coagulazione e il sistema del complemento. Vengono attratte le piastrine e i polimorfonucleati sul sito d'inserzione che insieme alle proteine plasmatiche formano un reticolo in grado di inglobare batteri facilitando la formazione di colonie. Bastano anche pochi batteri per cominciare a formare il biofilm. In pochi minuti avvengono cambiamenti fenotipici che facilitano l'adesione del microorganismo, dopo 12 minuti circa sono indotti i geni che inducono la produzione di polisaccaridi e di proteine che fanno aderire saldamente il batterio alla superficie e tra di loro. Comincia la crescita esponenziale. Dal biofilm maturo le cellule si possono staccare e disseminare. L'eccessiva densità cellulare induce un segnale cellulare che determina la degradazione degli esopolimeri e l'invio in circolo di microcolonie. Si parla di infezione metastatica a distanza, tipo endocarditi o osteomieliti (casi di endocarditi da *S. aureus*)

### Danno dell'infezione da biofilm

Le cellule batteriche sessili rilasciano antigeni e stimolano la risposta immune e quindi la produzione di anticorpi, ma gli anticorpi non sono efficaci nell'uccidere i batteri all'interno del biofilm e possono causare un danno complesso ai tessuti circostanti. Persino in individui con eccellenti reazioni immunitarie umorali e cellulari, le infezioni da biofilm raramente sono risolte da parte dei meccanismi di difesa dell'ospite.

### Caratteristiche cliniche dell'infezione

1. L'agente eziologico è ubiquitario e spesso risulta patogeno per un particolare gruppo di individui
2. I biofilms crescono lentamente e le infezioni sono spesso lente nel produrre sintomi evidenti
3. Raramente sono risolte dai meccanismi di difesa dell'ospite
4. I biofilms possono agire da focolai di infezioni acute
5. La terapia antibiotica convenzionale risulta inefficace





### Formazione di biofilm da parte di microrganismi patogeni:

- adesione
- colonizzazione e formazione di microcolonie
- maturazione

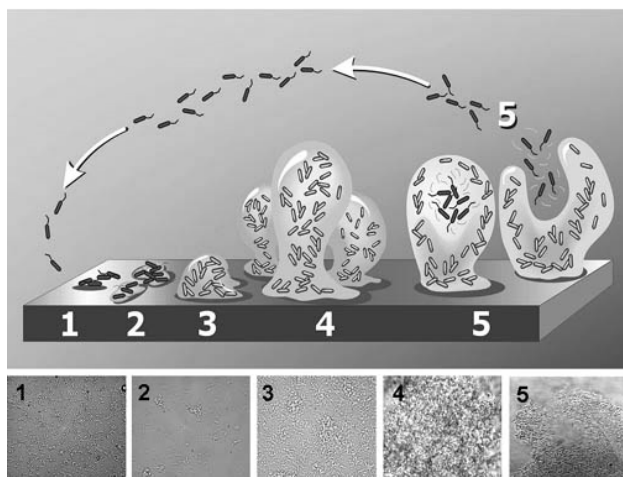
Oggi sappiamo che i batteri fanno parte di una società piuttosto complessa e che sono in grado di "comunicare fra loro". Nella società dei batteri (ambiente in cui una certa popolazione microbica è inserita) corrono costantemente dei segnali chimici, molecole di piccole dimensioni simili agli anticorpi e chiamati autoinduttori.

Le molecole di autoinduttori si accumulano al di fuori delle singole cellule microbiche; finché la carica microbica è bassa e diluita nell'ambiente esterno non succede nulla. Quando la popolazione si accresce e supera un certo livello (un quorum) le molecole che si sono accumulate possono innescare una serie di eventi che si succedono per lo più con effetto "a cascata" determinando qualche reazione o qualche effetto.

Questo sistema di comunicazione è chiamato "quorum sensing". Il "quorum sensing" è un sistema complesso di comunicazione "cellula-cellula" con il quale i batteri sono in grado di comunicare fra loro. Grazie a questo sistema i batteri sono capaci di mettere in atto attività coordinate, una capacità che un tempo si riteneva propria soltanto degli esseri viventi superiori ci fa comprendere che le popolazioni microbiche non sono dei semplici aggregati più o meno caotici di microrganismi che vivono ciascuno per proprio conto, bensì una comunità coordinata al cui interno fluiscono costantemente informazioni che permettono alla comunità stessa di resistere alle condizioni avverse e di avvantaggiarsi per il loro fine.

#### Sfruttando il quorum sensing i batteri possono regolare :

- 1) l'emissione di bioluminescenza
- 2) la formazione di biofilm sulle superfici di lavoro nelle industrie alimentari
- 3) la crescita competitiva tra differenti popolazioni e la sporulazione
- 4) la sintesi di antibiotici e di batteriocine
- 5) l'induzione di fattori di virulenza nelle piante o negli umani
- 6) i processi di infezione degli organismi superiori



Quando viene raggiunto un livello critico di densità della popolazione (quorum) si attiva l'espressione di particolari blocchi di geni che modulano vari processi (sensing) implicati nello sviluppo del biofilm stesso e la liberazione dalla superficie più esterna di cellule planctoniche destinate a colonizzare altri siti complicando ed estendendo il processo infettivo.

La terapia antibiotica può essere risolutiva verso le cellule planctoniche rilasciate dal biofilm, ma non riesce ad eradicare e uccidere il biofilm.

I batteri del biofilm sono 10 a 1000 volte più resistenti al trattamento antibiotico rispetto al fenotipo planctonico.

Per questa ragione le infezioni da biofilm mostrano sintomi ricorrenti, dopo cicli di terapia antibiotica, finché la popolazione sessile non è chirurgicamente rimossa dall'organismo (rimozione di cateteri, di protesi, etc.)

Molte infezioni batteriche croniche vedono coinvolti biofilm batterici, che non sono facilmente eradicati dalla terapia antibiotica convenzionale.

### **Resistenza antibiotica**

Gli antibiotici possono essere inattivati dalla produzione di specifici enzimi all'interno del biofilm

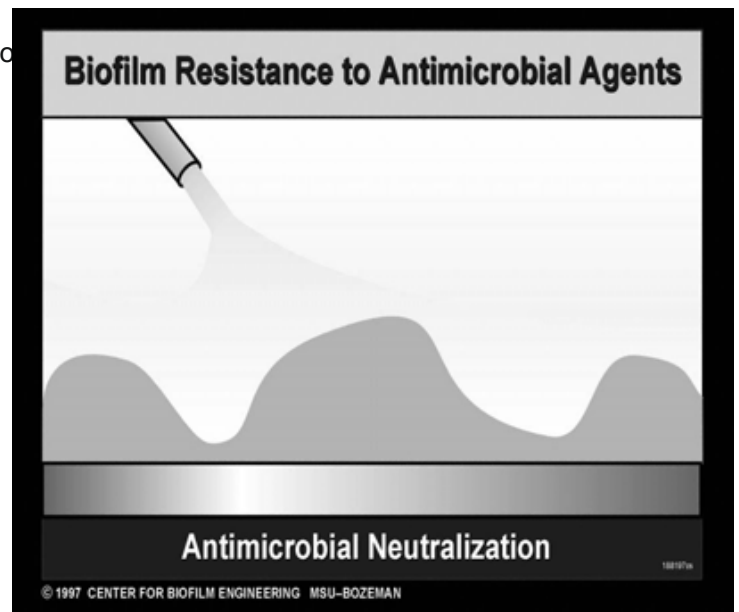
### **Impermeabilità**

I Polimeri che compongono la matrice impediscono la diffusione del farmaco ed altre molecole. La carica negativa sui

polimeri impedisce la penetrazione di molecole cariche positivamente, come gli antibiotici. Se l'antibiotico è inattivato o legato mediante legami ionici alla superficie del biofilm, la sua penetrazione negli strati profondi è ritardata.

Molti organismi sessili, sia vegetali che animali, proteggono se stessi dalla "sepoltura" all'interno di biofilm microbici, producendo sostanze chimiche in grado di bloccarne la formazione.

Queste sostanze sono attualmente utilizzate a livello industriale per controllare la crescita dei biofilm.



# Infezioni ospedaliere

Per infezione acquisita in Ospedale si definisce un'infezione contratta durante il ricovero in ospedale, che non era manifesta clinicamente né in incubazione al momento dell'ammissione, ma che compare durante o dopo il ricovero e da questo è determinata.

Le infezioni acquisite in ospedale comprendono anche le infezioni che il personale ospedaliero può contrarre nell'assistenza ai malati.

L'infezione va distinta dalla "colonizzazione", definita come la moltiplicazione a livello locale di microrganismi senza apparenti reazioni tissutali o sintomi clinici.

(Circolare Ministero Sanità n. 52/1985)

## Definizione di infezione ospedaliera

(NNIS 1988)

Una condizione localizzata o sistemica risultante da una reazione avversa alla presenza di un agente infettivo o di sue tossine che rientra nei seguenti criteri: si presenta in un paziente ricoverato

nell'ambito della rete di sorveglianza, non vi è evidenza di infezione e di una sua incubazione al momento dell'ammissione a meno che non sia correlata ad un precedente ricovero, deve rientrare nei criteri specifici che definiscono i siti di infezione.

Con il termine I.O. sia scientificamente che operativamente oggi si intende un campo più vasto che include tutte le infezioni riconducibili a momenti assistenziali, anche non strettamente ospedalieri, e la prevenzione del rischio biologico per il personale sanitario.

## Frequenza

- 5%-10% dei pazienti ricoverati in ospedale sviluppa un'infezione (Burke Jp, 2003) ,
- Il rischio per giornata di degenza è aumentato negli ultimi decenni (Wenstein, 1988): ,
- l'8%-12% presenta un'infezione entro un giorno.
- Il 90% delle infezioni si presenta in forma endemica, il 6% fa parte di cluster epidemici (Wenzel RP, 1987) ed il 4% di epidemie (Wenzel RP, 1983)

## Situazione italiana (SIPIO)

In Italia, nel 1983, fu effettuato lo Studio Italiano Prevalenza Infezioni Ospedaliere (SIPIO) che coinvolse 142 ospedali (36000 letti) ed evidenziò:

- una prevalenza di infezioni del 6,8%.
- il 12,3% dei pazienti entra in ospedale già infetto (non si tratta di un'infezione ospedaliera ma di una possibile sorgente).

Tali dati sono stati ulteriormente confermati da successivi studi d'incidenza condotti in alcuni ospedali italiani.

La stima numerica annua d'infezioni ospedaliere oltrepassa i 600.000 unità l'anno; tali infezioni prolungano ovviamente la degenza ospedaliera, con un aggravio di costi che oltrepassa i 500 milioni di euro l'anno.

### Bibliografia-

Materiale\_Didattico-  
Infezioni\_ospedaliere\_TLB  
Le infezioni ospedaliere -  
Facoltà di Medicina e  
chirurgia





# Come controllare l'avanzamento di bio film?

## Metodi d'indagine (Bioluminescenza)

### La Microbiologia rapida

La bioluminescenza è un fenomeno osservato in natura, ad esempio nelle lucciole, *Photinus pyralis* (Figura 1). La biochimica di questa manifestazione naturale è conosciuta e studiata già da molto tempo in ambito scientifico e avviene grazie alla reazione tra l'enzima luciferasi e il suo substrato luciferina e la molecola adenosin-tri-fosfato (ATP). Questo nucleotide è una molecola utilizzata da tutte le cellule di organismi animali e vegetali per accumulare energia. Considerando che una cellula danneggiata o morta non è più in grado di produrre questa molecola e che la porzione presente viene in parte degradata, la quantificazione dell'ATP organico può dunque essere un ottimo indice della presenza di cellule vive. La reazione di bioluminescenza si attiva con livelli di ATP estremamente bassi. Ciò ha permesso di applicare tale reazione, con opportuni protocolli di preparazione, alla valutazione della presenza microbica in campioni di varia natura e con gradi di contaminazione molto bassa o nulla. L'analisi di bioluminescenza non permette dunque di discriminare né il tipo né la specie di contaminante, ma di fatto può rapidamente dare una valutazione estremamente precisa paragonabile a un test di "conta totale". Proprio grazie alla rapidità e affidabilità della reazione, questo principio viene utilizzato in ambito industriale prevalentemente per analisi di igiene ambientale. Negli ultimi anni, però, anche nel controllo qualità dei farmaci, la possibilità di valutare in tempi rapidi e in modo accurato la presenza di un'eventuale contaminazione microbiologica è un'esigenza sempre più sentita. Poiché le tecniche tradizionali hanno l'intrinseca limitazione di fornire risultati molto lontani dal momento del campionamento, anche in questo mercato, tradizionalmente restio ai cambiamenti, cominciano a emergere alcune applicazioni di bioluminescenza. I metodi tradizionali universalmente utilizzati e riconosciuti risultano sostanzialmente inadeguati. Gli svantaggi della enumerazione in colonie si possono principalmente riassumere nei seguenti punti: - l'attribuzione della formazione della colonia a opera di un solo microrganismo; - la possibilità di enumerare la popolazione microbica solo quando compresa tra 0 e 200-300 colonie; - i lunghi tempi di risposta rispetto al momento del campionamento; - la grande variabilità dei risultati (30-35%); - la formulazione del giudizio sostanzialmente visiva e pertanto legata alla "sensibilità" dell'occhio umano che equivale a circa 10<sup>7</sup>, ovvero alla presenza di 10.000.000 di microrganismi.(1) I lunghi tempi di attesa (5-7 giorni per enumerazione su agar o 14 giorni e più per test di sterilità o assenza patogeni) sono imposti dall'attesa che la micro colonia in crescita sia visibile. Nelle variabili "biologiche" del campione, sono incluse anche quelle dovute alla manipolazione, ovvero agli operatori, ai materiali, ai terreni di coltura, alle condizioni colturali ecc. Per tutti questi motivi l'unità di misura convenzionalmente utilizzata quale "UFC" (Unità Formanti Colonie) è difficilmente accettabile con dato "analitico". Ecco pertanto l'esigenza di una reale innovazione anche nell'ambito microbiologico, con l'introduzione di parametri strumentali più obiettivi e più facilmente controllabili pur tenendo conto della natura del campione. Il campione microbiologico infatti, ha un'elevata variabilità intrinseca se confrontata con un campione chimico e



che viene generalmente quantificata nell'ambito del 30%. Una tecnologia rapida è in grado di fornire una valutazione obiettiva, analitica e soprattutto in tempo reale e pertanto offre la possibilità unica di una reazione tempestiva a eventuali deviazioni. Unitamente a questa esigenza, si deve anche considerare la riduzione dei costi vista nella globalità del lavoro del controllo qualità, dove il costo lavoro è quello che più incide sul costo complessivo delle operazioni. L'esigenza di poter sperimentare una nuova tecnologia deve peraltro confrontarsi con il suo utilizzo in routine. È proprio l'applicazione quotidiana, dove la manipolazione dei campioni e l'esecuzione delle procedure di test sono messe a dura prova, che fornisce le informazioni per quanto riguarda la ripetibilità.

### BIOLUMINOMETRO

Il bioluminometro è uno strumento che permette di verificare istantaneamente la contaminazione microbica di una superficie o di un liquido, grazie a una reazione di bioluminescenza.

Il bioluminometro "Iegge" un segnale luminoso che viene emesso da un tampone che è stato passato sulla superficie contaminata o nell'acqua da analizzare. Durante il campionamento, il tampone raccoglie una molecola cellulare, l'ATP (adenosina trifosfato) presente in tutti gli organismi vivi. Quando l'ATP viene posta in contatto con il mix di reazione presente nel tampone (contenente luciferina e luciferasi), si svolge una reazione che ha come effetto anche la produzione di luce (fotoni). Questa luce viene misurata dal bioluminometro e convertita in un valore numerico riportato sul display. Più elevata è la contaminazione microbica, più sarà elevata la quantità di ATP raccolta e, di conseguenza, la luce prodotta e il valore misurato dal bioluminometro.

Applicazioni:

Applicazione in-situ per il rilevamento dell'attività microbica su tutti i tipi di materiali del patrimonio culturale.

Principi di base:

ATP (adenosina trifosfato) è una molecola presente in tutte le cellule viventi, e dà una misura diretta della concentrazione microbica e della salute dei microorganismi. L'ATP viene quantificato misurando la luce prodotta attraverso la reazione fra l'ATP e l'enzima luciferasi (naturalmente presente nelle lucciole) usando un luminometro. La quantità di luce prodotta è direttamente proporzionale alla quantità di organismi viventi presenti nel campione.

### BIBLIOGRAFIA

ICVBC - AREA DI RICERCA CNR DI FIRENZE

# Le Nanotecnologie

La nanotecnologia è un ramo della scienza applicata e della tecnologia che si occupa del controllo della materia su scala dimensionale inferiore al nanometro, ovvero un miliardesimo di metro (in genere tra 1 e 100 nanometri) e della progettazione e realizzazione di dispositivi in tale scala. Il termine "nanotecnologia" indica genericamente la manipolazione della materia a livello atomico e molecolare e, in particolare, si riferisce a lunghezze dell'ordine di pochi passi reticolari.

## Approcci

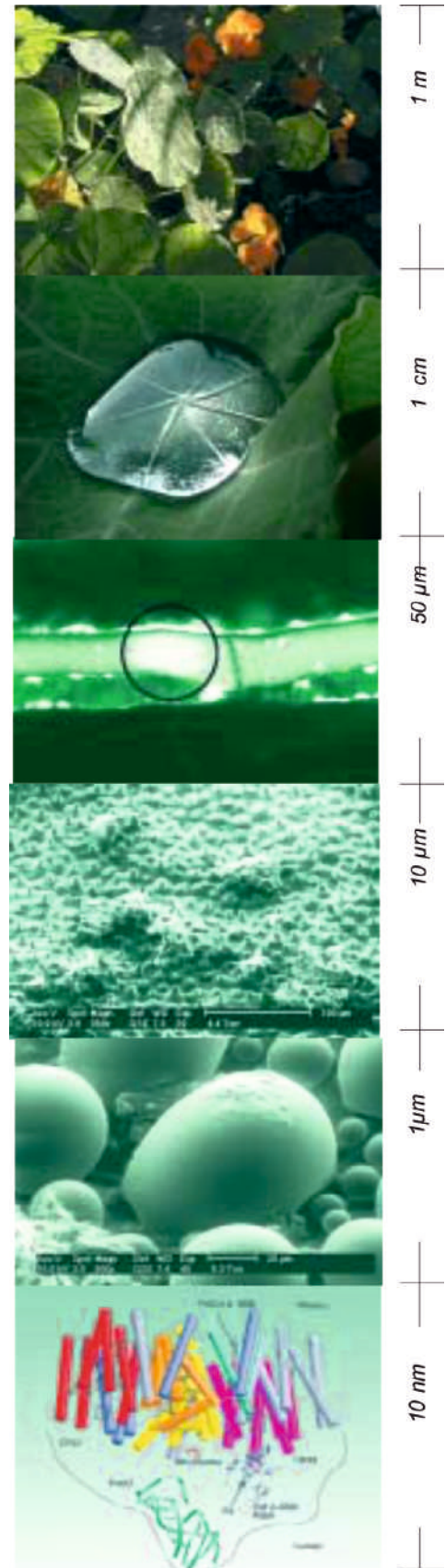
La nanotecnologia opera in un ambito d'investigazione multidisciplinare, coinvolgendo molteplici indirizzi di ricerca, tra cui: biologia molecolare, chimica, scienza dei materiali, fisica (sia applicata che di base), ingegneria meccanica, ingegneria chimica ed elettronica, bioingegneria. Può essere vista sia come un'estensione delle scienze esistenti sulla scala nanometrica, che come un loro "riadattamento". Due sono gli approcci principalmente seguiti in questo ambito: approccio bottom-up (dal basso verso l'alto):

- i materiali e i dispositivi sono realizzati partendo da componenti molecolari che si auto-assemblano tramite legami chimici, sfruttando principi di riconoscimento molecolare (chimica supramolecolare);
- approccio top-down (dall'alto verso il basso): i dispositivi sono fabbricati da materiali macroscopici attraverso un attento controllo dei processi di miniaturizzazione a livello atomico.

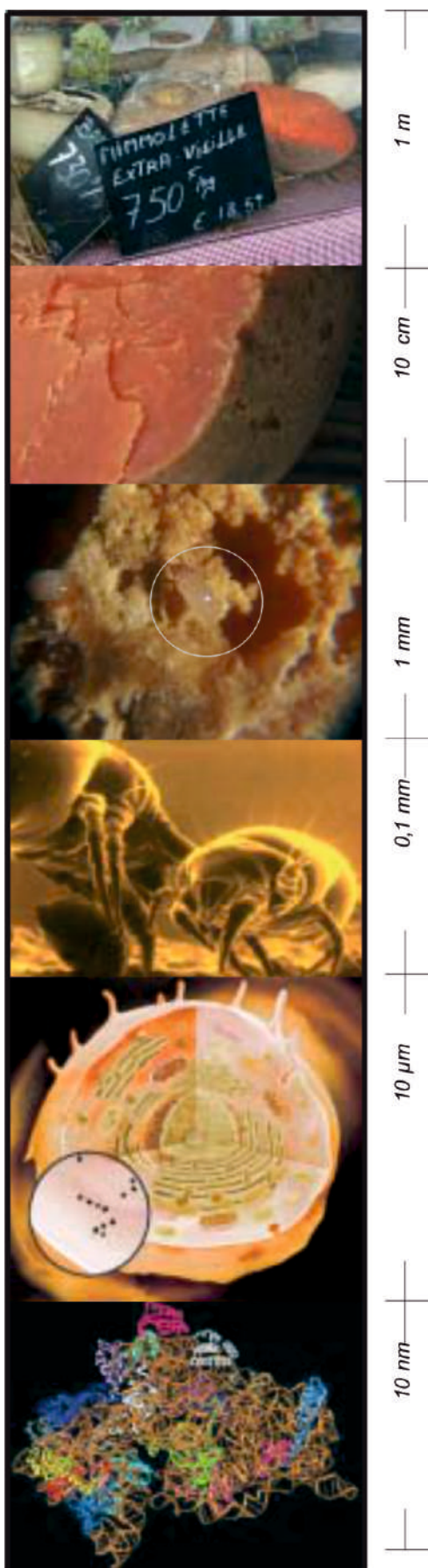
## Trattazione storica

### Progressi sperimentali

La nanotecnologia e la nanoscienza ebbe una spinta agli inizi degli anni '80 con due sviluppi maggiori: la nascita della scienza dei cluster e l'invenzione del microscopio a effetto tunnel (STM, Scanning Tunneling Microscope). Questo sviluppo condusse alla scoperta dei fullereni nel 1985 e alla mansione strutturale dei nanotubi di carbonio pochi anni dopo. In un altro sviluppo, vennero studiati la sintesi e le proprietà dei nanocristalli semiconduttori. Ciò produsse un veloce incremento del numero di nanoparticelle semiconduttrici di punti quantici. Agli inizi degli anni '90 Huffman e Kraetschmer, dell'Università dell'Arizona, scoprirono come sintetizzare e purificare grandi quantità di fullereni, aprendo la porta alla loro caratterizzazione e funzionalizzazione a centinaia di ricercatori nell'amministrazione e nei laboratori industriali. Poco dopo, venne scoperto che il rubidio drogato C60 era un superconduttore di media temperatura ( $T_c = 32 \text{ K}$ ). A un meeting della Materials Research Society del 1992, T. Ebbesen (NEC) descrisse a un pubblico incantato la sua







scoperta e la caratterizzazione dei nanotubi di carbonio. Usando gli stessi strumenti o simili come quelli di Huffman e Kratschmere, centinaia di ricercatori svilupparono ulteriormente il campo della nanotecnologia basata sui nanotubi.

Nel 2007 la pratica della nanotecnologia abbraccia sia gli approcci stocastici (con cui, per esempio, la chimica supramolecolare crea mutande (pants) impermeabili) e approcci deterministici in cui le singole molecole (create dalla chimica stocastica) vengono manipolate su superfici di substrato (create dai metodi di disposizione stocastici) tramite metodi deterministici, spingendole con sonde STM o AFM e facendo modo che si realizzino leganti o reazioni di clivaggio. Il sogno di una nanotecnologia molecolare complessa, deterministica, resta vago. Dalla metà degli anni '90, migliaia di ricercatori della scienza della superficie e tecnocrati delle pellicole sottili hanno fatto propria la causa della nanotecnologia ridefinendo le loro discipline come nanotecnologia. Questo ha causato molta confusione nel campo specifico e ha generato migliaia di documenti riferiti alla "nano" nella letteratura recensita. La maggior parte di queste relazioni sono estensioni della ricerca più ordinaria fatta nei campi di origine.

Per il futuro, si tenta di trovare alcuni mezzi per l'evoluzione progettuale della MNT in nanoscala che imita il processo di evoluzione biologica su scala molecolare. L'evoluzione biologica procede per variazione casuale in aggregati medi di organismi combinati che raccolgono le varianti di meno successo con quelle di più favorevoli per la riproduzione; i progetti di ingegneria in macroscala procedono anche tramite un processo di evoluzione di progetto, dalla semplicità alla complessità come stabilito talvolta in modo ironico da John Gall: "un sistema complesso che lavora invariabilmente si trova ad evolversi da un sistema semplice che lavorava ... Un sistema complesso progettato malamente (scratch) non lavora mai e non può essere rattoppato per farlo lavorare. Si deve partire oltre, iniziando con un sistema che lavora". Un passo significativo nella MNT è necessario che proceda dagli aggregati atomici semplici con cui possono essere costruiti, per es., un STM per sistemi complessi della MNT tramite un processo di evoluzione di progetto. Un handicap in questo processo è la difficoltà di vedere e confrontare la manipolazione su nanoscala con la macroscala creando una selezione deterministica di esperimenti di difficile successo; al contrario l'evoluzione biologica procede tramite l'azione di ciò che Richard Dawkins definiva "orologio cieco" (blind watchmaker) comprendente la variazione molecolare casuale e la riproduzione / estinzione deterministica.



#### Bibliografia

Drexler, K. E., Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology, Anchor Books, ISBN 978-0-385-19973-5 1986

Waldner, Jean-Baptiste Nanocomputers and Swarm Intelligence, ISTE – John Wiley & Sons, ISBN 1-84704-002-0 2008

Hari Singh Nalwa Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology (10-Volume Set), American Scientific Publishers, ISBN 1-58883-001-2 2004

Mark R. Wiesner and Jean-Yves Bottero, Environmental Nanotechnology : Applications and Impacts of Nanomaterials, Mc Graw Hill, New York, ISBN 978-0-07-147750-5 2007

Kurzweil, Ray, Promise and Peril – The Deeply Intertwined Poles of 21st Century Technology, Communications of the ACM, 2006

Mannucci, Alessio Viaggio Allucinante, Boopen, ISBN 978-88-6223-434-4 2006

Sancen Contreras Fernando e Gramigna Anita, L'éthos al tempo delle nanotecnologie, Milano, Unicopli, ISBN 978-88-400-1493-7 (2011).

Sancen Contreras Fernando e Anita Gramigna, Etica e formazione nell'era delle nanotecnologie, in "Pedagógika.it", Rivista trimestrale di educazione, formazione e cultura, a. XIV, n. 4, 2010, ISSN 15932559, pp. 79–86.

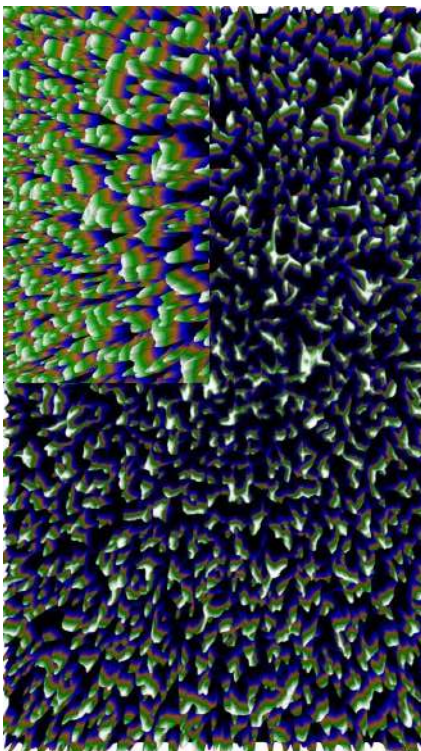


## Le nanotecnologie e l'Italia (Aspen Institute Italia ® 2016)

Le nanotecnologie in Italia presentano vasti problemi di competitività, in primo luogo, gli investimenti sono necessari nel settore della ricerca pubblica e privata. Come quantità di denaro investito, infatti, la percentuale è ancora molto al di sotto rispetto agli standard dei paesi attualmente trainanti nel settore nanotecnologico. Quanto alla ricerca l'Italia è tra i primi paesi al mondo in termini di qualità e quantità di pubblicazioni: il problema è successivo, vale a dire quando si passa alla capacità di trasferire queste conoscenze in ambito industriale e commerciale. L'esperienza dell'Istituto Italiano di Tecnologia (I.I.T.) può dunque essere molto utile, visto che l'I.I.T ha fatto del trasferimento tecnologico una delle sue missioni chiave. L'obiettivo è, dunque, quello di trasferire una ricerca di alto livello ad un settore importante ed avanzato come quello manifatturiero italiano.

A tal fine, le start-up giocano un ruolo importantissimo, in quanto realtà per definizione nuove, nate già con l'idea di portare innovazione sul territorio. Bisogna pertanto trovare il coraggio di investire e potenziarle, aiutandole anche con uno snellimento dei complessi processi burocratici.

Ultima questione, ma di certo non meno importante, è quella della divulgazione scientifica. La necessità di informare, non solo i cittadini, ma anche le aziende stesse della natura e delle potenzialità delle nanotecnologie, è alla base del successo della loro pervasività nel mercato e nella vita quotidiana.



### Stato dell'arte sul contenimento di biofilm attraverso le nanotecnologie

I recenti progressi nella topografia di ingegneria mediate superfici antibatteriche

La tendenza delle cellule batteriche di aderire e colonizzare una superficie di materiale che porta alla formazione di biofilm sono una sfida fondamentale sottostante molte applicazioni diverse, tra cui infezioni microbiche associate a dispositivi e prodotti biomedicali. Anche se, l'attaccamento dei batteri alle superfici è stato ampiamente studiato in passato, l'effetto della topografia superficiale sulle interazioni batteri-materiale ha ricevuto poca attenzione fino a quando, più di recente gli sforzi si sono concentrati sullo sviluppo di superfici battericide. Tuttavia, non tutte le superfici battericide mediate quali topografia sono necessariamente citocompatibili sottolineando così la necessità di continui sforzi per la ricerca in questo settore per lo sviluppo di superfici antibatteriche e tuttavia citocompatibili per l'utilizzo in applicazioni biomediche impiantabili. Questa mini-recensione fornisce una breve



*Il fiore di loto pulisce i suoi petali grazie al cosiddetto effetto "loto".*

panoramica delle attuali strategie e sfide nel campo emergente della topografia mediata superfici antibatteriche.

In un'epoca di ricerca interdisciplinare in cui la chimica incontra l'elettronica e la scienza dei materiali è studiata a livello di nanoscala, gli scienziati hanno ora rivolto la loro attenzione alla progettazione di superfici con funzionalità antivegetative, autopulenti, anti-bagnanti, anti-congelanti, la riduzione della resistenza aerodinamica, la nano-tecnologia antiriflesso e la tecnologia auto-riparazione. Le superfici antibatteriche sono fondamentali in una vasta gamma di applicazioni che vanno dai dispositivi medici alla filtrazione delle acque e la fabbricazione di imballaggi alimentari auto conservanti. Le innovazioni nella progettazione delle superfici antibatteriche hanno tradizionalmente sfruttato la chimica e i percorsi biochimici di modifica della superficie per ridurre al minimo sia l'attaccamento batterico alla superficie che la riduzione della vitalità delle cellule aderenti, e, occasionalmente, una combinazione delle due precedenti strategie.

### **Come si crea un bio film?**

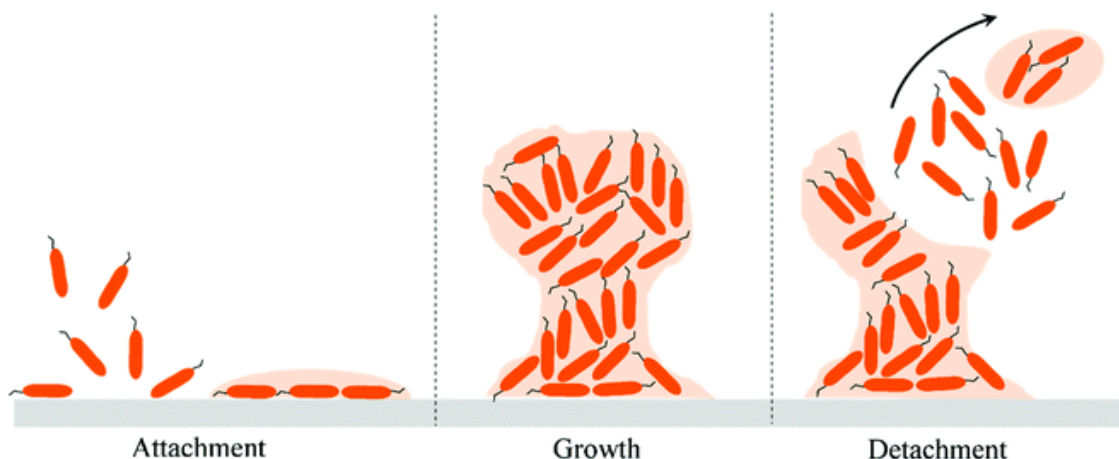
#### **Il punto di vista dei nanotecnologi**

È sempre più evidente negli ultimi anni che la modifica su nano-scala dei materiali offre percorsi innovativi per la progettazione di superfici antibatteriche.

La revisione si concentrerà anche sulla configurazione di attacco batterico su micro e nano-substrati fantasia per applicazioni biomediche, che in genere pongono le richieste più esigenti tra le altre applicazioni.

Il primo studio di attacco batterico su un substrato solido è stato riportato nel 1935 da Zobell e Allen. Da allora gli studi di fissaggio batterico sono stati ampiamente eseguiti su una vasta gamma di substrati naturali e artificiali.

Una cellula batterica attaccata ad una superficie è mediata da forze come interazioni elettrostatiche e idrofobiche, impedimenti sterici, forze di van der Waals, temperature e forze idrodinamiche. L'aggancio secondario viene quindi indotto da adesine specifiche dei batteri che si legano con il substrato. Le adesioni polimeriche extracellulari (EPS) prodotte dai batteri, permettono un attacco irreversibile e la crescita di biofilm sul substrato. I biofilm sono aggregati di cellule batteriche attaccato su un substrato e le celle sono incapsulate all'interno del EPS. Ci possono essere diverse fasi che portano alla formazione di biofilm, di cui tre eventi principali rappresentati schematicamente in Fig. 1 sono i seguenti: (i) eventi di attacco, (ii) la crescita e (iii) eventi distacco..





In questi studi, è in genere dimostrato che le cellule batteriche preferiscono stabilirsi nelle regioni costituite da superfici più lisce rispetto a quelle modellate.

Questi tipi di superfici sono denominate antibiofouling surface.

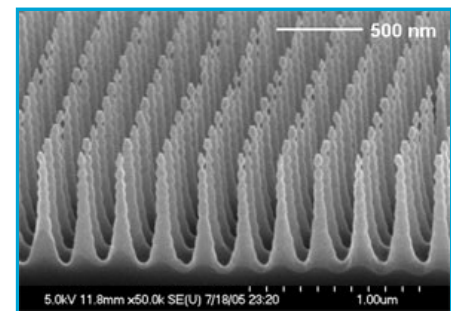
Esistono vari modelli naturali di tali superfici tra i quali ricordiamo la pelle dello squalo e le foglie di loto sui quali sono state osservate proprietà riduttive della colonizzazione batterica su superficie.

### L'essenza delle ali di libellula

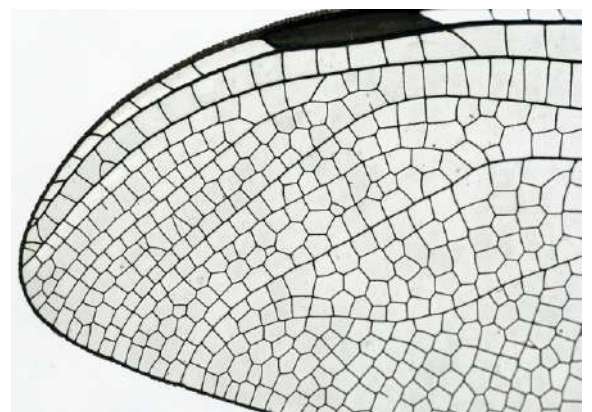
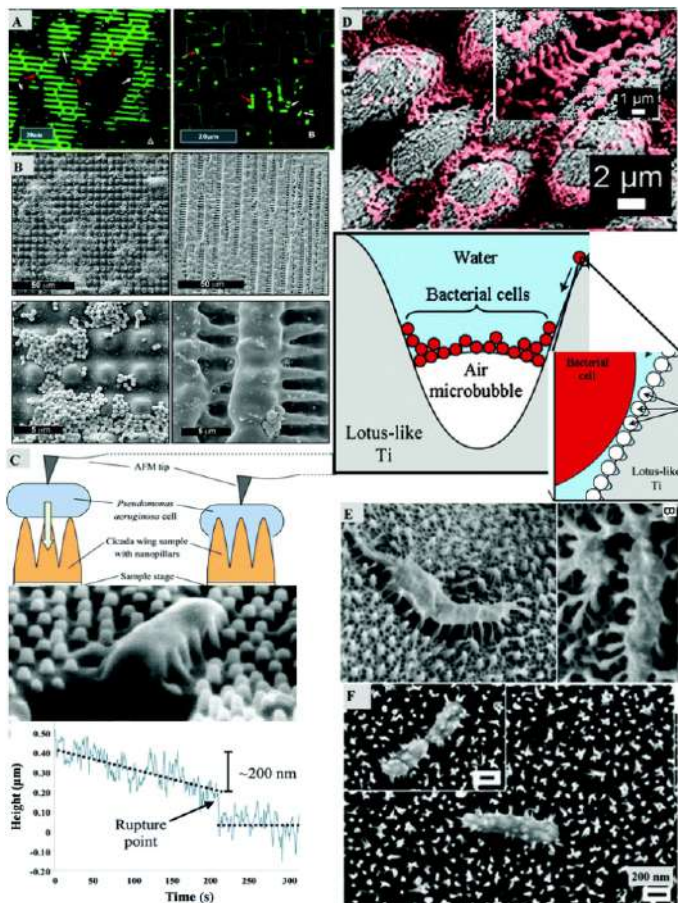
Per risolvere il problema del bio-film gli scienziati hanno tratto ispirazione dalla struttura delle ali delle libellule.

E' stato osservato che la superficie di ogni ala presenta strutture a colonna microscopiche, nelle quali non vi è alcuna colonia batterica.

La presenza di nanoposts sono dotati di capacità di distruggere la membrana di microbi in caso di contatto con la superficie dell'ala. L'ipotesi è stata verificata sperimentalmente. Il team ha posto sulle ali microrganismi patogeni, notando che la struttura a nanoposts ha distrutto quasi tutti i ceppi di batteri gram-negativi, gram-positivi e spore fungine.



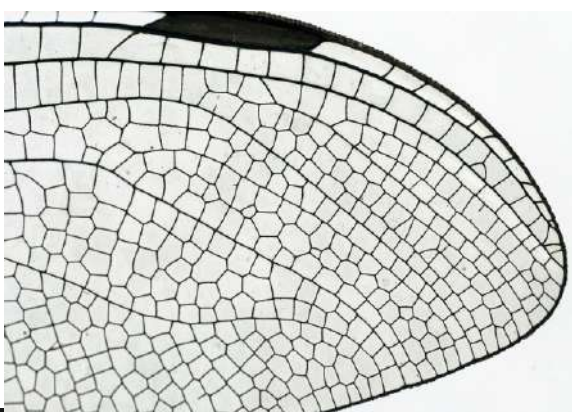
Nanoposts, la configurazione rappresentata in figura è caratteristica delle ali di libellula, la pressione di paracolo esercitata sulle membrane batteriche, impedisce la formazione di biofilm.

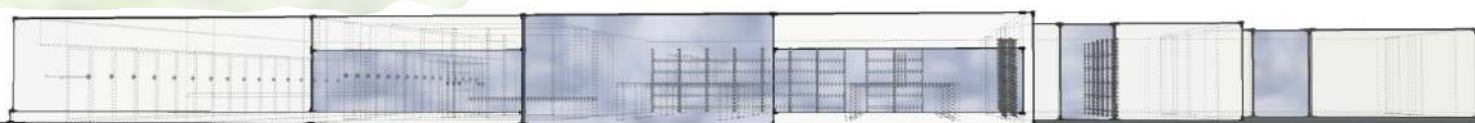




## Bibliografia

- K. Liu, Y. Tian e L. Jiang, *Prog. Mater. Sci.* 2013, 58 , 503-564 . GD Bixler e B. Bhushan, *Nanoscale* 2013, 5 , 7685-7710 RSC .
- A. Persat, CD Nadell, MK Kim, F. Ingremeau, A. Siryaporn, K. Drescher, NS Wingreen, BL Bassler, Z. Gitai e HA di pietra, delle cellule , 2015, 161 , 988-997 CrossRef CAS PubMed . CE Zobell e CE Allen, *J. Bacteriol.* , 1935, 29 , 239-251. M. Ionescu, PA Zaini, C. Baccari, S. Tran, AM da Silva e SE Lindow, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* , 2014, 111 , E3910-E3918. TJ Foster, JA Geoghegan, VK Ganesh e M. Hook, *Nat. Rev. Microbiol.* , 2014, 12 , 49-62. V. Epa, A. Hook, C. Chang, J. Yang, R. Langer, D. Anderson, P. Williams, M. Davies, M. Alexander e D. Winkler, *Adv. Funz. Mater.* , 2014, 24 , 2085-2093. PW Taylor, *Int. J. Antimicrob. Agenti* , 2013, 42 , 195-201 .
- T. Diu, N. Faruqui, T. Sjöström, B. Lamarre, HF Jenkinson, B. Su e MG Ryadnov, *Sci. Rep.* , 2014, 4 Ricerca PubMed .
- WM Dunne, *Clin. Microbiol. Rev.* 2002, 15 , 155-166. J. Costerton, PS Stewart e E. Greenberg, *Science* 1999, 284 , 1318-1322
- C. Solano, M. e I. Echeverz Lasa, *Val. Opin. Microbiol.* , 2014, 18 , 96-104. T. Bjarnsholt, *APMIS* 2013, 121 , 1-58. CR Arciola, D. Campoccia, P. Speziale, L. Montanaro e JW Costerton, *Biomateriali* , 2012, 33 , 5967-5982 . HO Gbejuade, AM Lovering e JC Webb, *Acta Orthop.* , 2014, 85 , 1-12. RC Moellering, *N. Engl. J. Med.* 2010, 363 , 2377-2379. LL Ling, T. Schneider, AJ Popoli, AL Spoering, I. Engels, BP Conlon, A. Mueller, TF Schaberle, DE Hughes, S. Epstein, M. Jones, L. Lazarides, VA Steadman, DR Cohen, CR Felix , KA Fetterman, WP Millett, AG Nitti, PM Zullo, C. Chen e K. Lewis, *Natura* , 2015, 517 , 455-459. D. Yu, Z. Wu e H. Chen, *Acta Biomater.* , 2015, 16 , 1-13 .
- J. Hasan, RJ Crawford e EP Ivanova, *Trends Biotechnol.* 2013, 31 , 295-304 . M. Salwiczek, Y. Qu, J. Gardiner, RA Strugnelli, T. Lithgow, KM McLean e H. Thissen, *Trends Biotechnol.* , 2014, 32 , 82-90. JL Harding e MM Reynolds, *Trends Biotechnol.* , 2014, 32 , 140-146 .
- W. Barthlott e C. Neinhuis, *Planta* 1997, 202 , 1-8. VK Truong, HK Webb, E. Fadeeva, BN Chichkov, AH Wu, R. Agnello, JY Wang, RJ Crawford e EP Ivanova, *Biofouling* , 2012, 28 , 539-550. GS Watson, DW Verde, L. Schwarzkopf, X. Li, BW Cribb, S. Myhra e JA Watson, *Acta Biomater.* , 2015, 21 , 109-122 . M. Ferrari e A. Benedetti, *Adv. Interfaccia Colloid Sci.* , 2015, 222 , 291-304. GD Bixler, A. Theiss, B. Bhushan e SC Lee, *J. Interfaccia Colloid Sci.* , 2014, 419 , 114-133 CrossRef CAS PubMed . GD Bixler e B. Bhushan, *Nanoscale* , 2014, 6 , 76-96 RSC . AR Parker e HE Townley, *Nat. Nanotechnol.* 2007, 2 , 347-353. L. Yao e J. Lui, *Prog. Mater. Sci.* , 2014, 61 , 94-143 .
- Y.-F. Huang, Y.-J. Jen, L.-C. Chen, K.-H. Chen e S. Chattopadhyay, *ACS Nano* , 2015, 9 , 301-311 . B. Zhang, Y. Luo, AJ Pearlstein, J. Aplin, Y. Liu, GR Bauman, GF Payne, Q. Wang, X. Nou e PD Millner, *ACS Appl. Mater. Interfacce* , 2014, 6 , 12467-12478.
- X. Ge, Y. Lung, X. Lu, F. Ren, K. Wang, Y. Ding e M. Yang, *J. Biomed. Mater. Res., Parte A* , 2015, 103 , 384-396.
- J. Valle, S. Burgui, D. Langheinrich, C. Gil, C. Solano, A. Toledo-Arana, R. Helbig, A. Lasagni e I. Lasa, *Macromol. BioSci.* , 2015, 15 , 1060-1069 .
- X. Zhao, *Adv. Mater.* 2013, 25 , 1430-1434.





## L'eccellenza sammarinese in Italia: Applicazione del sistema infinityredox® in camera bianca

Nella seguente camera bianca presente su territorio italiano e' stato applicato il sistema infinityredox®. Il cliente opera nel settore dei dispositivi medici di classe 3.

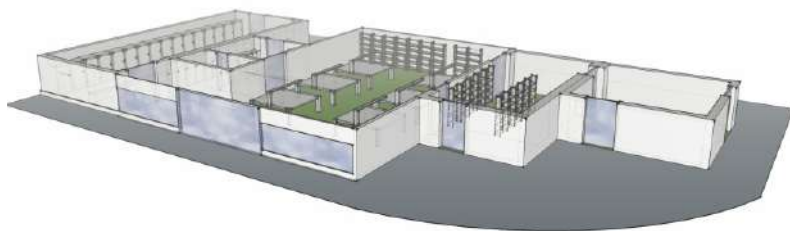
Le normative europee riferite ai fabbricanti nel settore dei dispositivi medici ad alto rischio di progettazione, prevedono importanti norme di sanificazione e controllo biologico, per poter mantenere un livello ottimale si è scelto di operare a livello nanometrico su tutte le superfici della camera bianca. Tale sistema conferisce all'intero ambiente di lavoro, caratteristiche di catalisi eterogenea.

Il sistema permette di tenere sotto controllo tutte le tipologie di inquinante aeriforme. Grazie alla catalisi eterogenea si ha la possibilità di trasformare tutte le specie inquinanti in sali eco compatibili.

### Che cosa e' il sistema Infinityredox® in Italia?

Il sistema e' la consapevole "adesivizzazione" a freddo tramite HVLP di particelle di Oro, Argento, Rame, Platino e Iridio. Le particelle vengono racchiuse una nell'altra per evitare l'ossidazione delle specie ionizzanti.

In presenza di umidità il sistema libellula sulle pareti permette inoltre l'incenerimento di tutte le specie batteriche presenti allo stato aeriforme. Il mantenimento dello stato di pulizia, si riduce quindi al semplice utilizzo di acqua distillata e panni in micro-fibra. A destra le fasi di ap del sistema Libellula all'interno della nuova camera bianca.



Rilevazione Dati Contaminazione

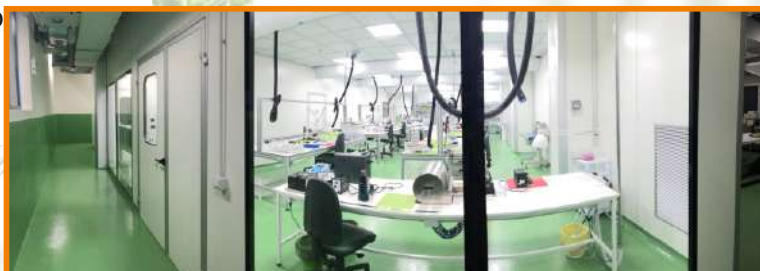


Pulizia di tutte le superfici con acqua distillata



Applicazione Sistema infinityredox®

Camera bianca  
self cleaning  
indoor





## Applicazione del sistema Infinityredox® presso SH Health Service di San Marino

Il Poliambulatorio S.H. quale centro medico specializzato privato è stato autorizzato al funzionamento dalla Authority Sanitaria sin dal 2006 ed è l'unico Poliambulatorio della Repubblica di San Marino ad aver ottenuto la Certificazione ai sensi della Norma ISO 9001:2008 per la qualità delle prestazioni sanitarie erogate.

Per far fronte all'emergenza sanitaria Covid-19 ha pianificato un intervento mirato alla riduzione del biofilm presente all'interno della propria struttura attraverso il sistema infinityredox®.

La clinica presenta nelle superficie interne una parte preponderante realizzata con copertura in PVC.

Lo staff Infinityredox® come da immagini in dettaglio:

- 1 - misurazione della quantità di biofilm presente [valore espresso in RLU 28359];
- 2 - utilizzo spazzola rotante per la rimozione a secco del primo strato di biofilm e aspirazione delle polveri;
- 3 - misurazione della quantità di biofilm ancora disperso su superficie;
- 4 - ulteriore rimozione delle polveri disperse tramite apposito panno e acqua distillata;
- 5 - misurazione della quantità di biofilm ancora disperso su superficie;
- 6 - applicazione del sistema Infinityredox®;
- 7 - validazione del sistema adottato tramite misurazione dopo 48 ore.

Riferimenti su norme tecniche adottate [rapporto Inail 2017]



### Validazione durante l'anno

L'applicazione del sistema Infinityredox® è garantita per 24 mesi. Ogni qualvolta si eseguono i cicli di pulizia prescritti da norma HACCP, occorre riattivare il sistema, utilizzando, acqua bidistillata o simile e apposito panno.