

## Igiene in sanità, innovazione e contenimento dei costi: il sistema innovativo PCHS

### Riassunto

Nella memoria viene affrontato il tema della sanificazione di degenze ospedaliere e delle criticità insite nelle tecniche di comune utilizzo, e vengono proposte nel contempo le possibili soluzioni grazie ai risultati di ricerche sperimentali condotte nel triennio 2010-2012 in alcuni Ospedali italiani, e tuttora in corso.

Viene sottolineata quindi la necessità di disporre di innovativi strumenti atti a consentire, sia alle Direzioni Sanitarie, che agli operatori esterni incaricati del servizio, la puntuale verifica di tutti i processi coinvolti, misurandone nel contempo l'efficacia del risultato e l'efficienza economica dei singoli atti, in modo che l'intera catena degli interventi faccia parte, anche e soprattutto sotto il profilo decisionale, di un sistema integrato di pulizia, con la consapevolezza che questo ha dirette ricadute nella gestione e nel controllo del rischio infettivo.

**S. Mazzacane\***, **P.G. Balboni\*\***, **A. Vandini\*\*\***, **P. Antonioli\*\*\*\***

\* CIAS, Centro studi Inquinamento Ambienti elevata Sterilità, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara

\*\* CIAS, Centro studi Inquinamento Ambienti elevata Sterilità, Dipartimento di Medicina Sperimentale Sezione di Microbiologia, Università di Ferrara

\*\*\* CIAS, Centro studi Inquinamento Ambienti elevata Sterilità, Dipartimento di Medicina Sperimentale Sezione di Microbiologia, Università di Ferrara

\*\*\*\* Azienda Ospedaliero Universitaria di Ferrara, Struttura Dipartimentale di Igiene Ospedaliera e Qualità dei Servizi Ambientali, Ferrara

### PAROLE CHIAVE:

Contaminazione, disinfettanti chimici, probiotici, sanificazione, degenze ospedaliere

### INTRODUZIONE

Le procedure di sanificazione hanno il precipuo scopo di ridurre e contenere la proliferazione dei microrganismi presenti negli ambienti ospedalieri.

Le infezioni nosocomiali (ICA) sono una delle complicanze più frequenti che possono verificarsi in strutture sanitarie. Il 5% -15% di tutti i pazienti ricoverati in ospedale possono sviluppare almeno una ICA durante il ricovero [1]. Tre studi condotti in Italia hanno mostrato una fre-

quenza del 6,7% delle ICA [2], con prevalenza delle infezioni del tratto respiratorio inferiore seguite da infezioni del tratto urinario. Nel 1998, il Piano Sanitario Nazionale italiano ha identificato la riduzione delle infezioni correlate all'assistenza sanitaria come una priorità [3]. Una delle questioni più controverse e dibattute è il ruolo qualitativo e quantitativo del contesto ambientale nel processo di contaminazione del paziente, in particolare il ruolo delle superfici di confinamento e di arredo. Infatti, è noto che queste superfici agiscono

come *reservoirs* [4] per i microrganismi, aumentando il rischio di contaminazione incrociata attraverso il contatto diretto e/o indiretto con il paziente.

Le modalità di inquinamento di un ambiente sono molteplici (Fig.1) e imputabili:

- al tasso di produzione e di rimozione di agenti microbici mediante i processi di ventilazione naturale o meccanica (sistemi di climatizzazione),

- all'apporto dovuto agli individui, con emissione media di particolato di varie dimensioni nella misura variabile tra 100.000 e 1.000.000 di particelle al minuto, molte delle quali con carica microbica (si stima circa il 10%), a seconda della attività svolta e delle specifiche del vestiario;

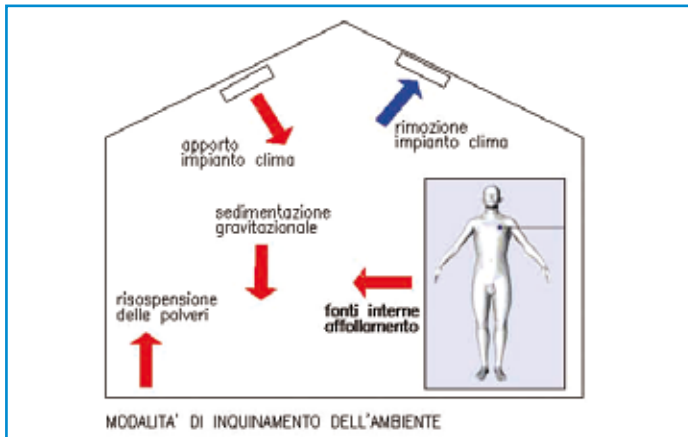
- ai fenomeni di sedimentazione gravitazionale delle polveri, la cui intensità dipende dalle dimensioni e dal peso specifico delle medesime;

- ai processi di risospensione del particolato, a causa dei fenomeni termici (forze di galleggiamento di Archimede) e cinetici (velocità dell'aria) imputabili *in primis* agli impianti di climatizzazione o irraggiamento solare.

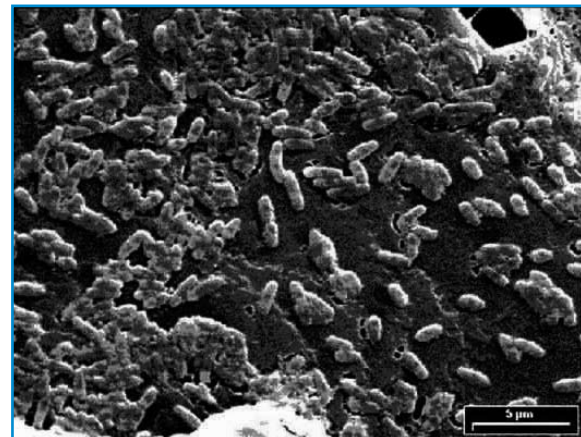
Per questo motivo vengono effettuate procedure di igienizzazione di tutti gli arredi e gli oggetti che interagiscono con gli individui.

In base a consolidate evidenze sperimentali [5] [7], la sanificazione/igienizzazione delle superfici è raccomandata in tutte le linee guida internazionali, rappresentando di per sé una importante procedura utile a prevenire le infezioni [8-11].

Comunemente, tali tecniche fanno uso di disinfettanti chimici, con i conseguenti rischi per l'inquina-



**Figura 1:** Schematizzazione dei processi di inquinamento di un ambiente



**Figura 2:** Adesione batterica con formazione di microcolonie su di una superficie abiotica

mento ambientale e per la sicurezza degli utenti, e con notevoli criticità di risultato [12].

Sulle superfici di qualunque genere si forma naturalmente uno strato di *biofilm*, ovvero una aggregazione complessa di microrganismi con secrezione di una matrice adesiva e protettiva, entro cui le cellule sono strettamente vincolate le une alle altre (Fig. 2).

La formazione di un biofilm ha inizio con un processo di adesione dei microrganismi a una superficie grazie alle forze di Van der Waals (legate alla distribuzione delle cariche elettriche tra le molecole). Questi microrganismi si ancorano poi più stabilmente utilizzando molecole di adesione cellulare, mediante la costruzione una matrice che assicura l'integrità del biofilm. Successivamente il biofilm cresce a seguito delle divisioni cellulari e delle integrazione di batteri esterni, anche di specie diverse (batteri Gram+ e Gram-, miceti uni e pluricellulari, aerobi e anaerobi facoltativi/obbligati, protozoi).

I fattori che influiscono sulla capacità di contaminazione dell'ambiente nei confronti dei degenti sono inerenti:

- alla capacità dei microrganismi di sopravvivere, rimanendo virulenti, per lunghi periodi di tempo sulle superfici contaminate (letti, lenzuola, comodini, pavimenti, corrimano,

bagni, ...)

- alla loro capacità di colonizzare i pazienti (*C. difficile*, *Stafilococcus MRSA*, ... ) anche mediante il contatto delle mani o dei guanti (personale di assistenza e dei servizi "no core")

- al fatto che è sufficiente una dose infettante piccola in pazienti critici o immuno-compromessi

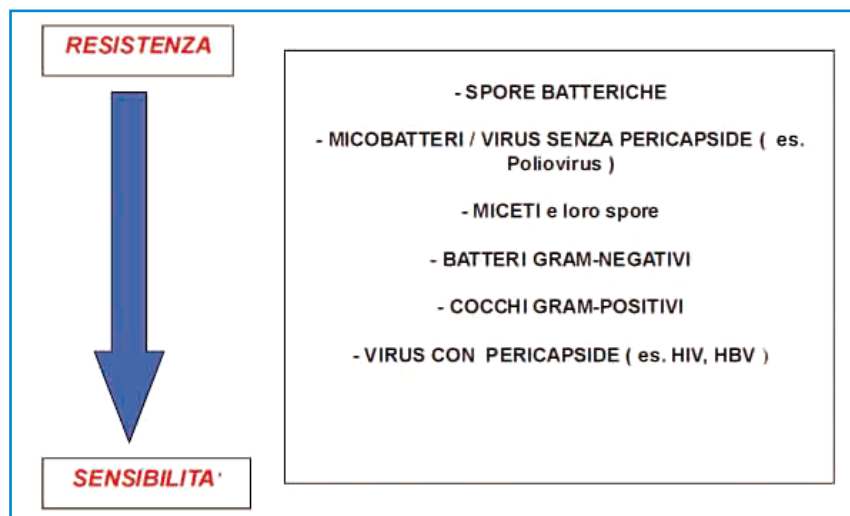
- alla relativa resistenza ai biocidi utilizzati nella pulizia (disinfezione) degli ambienti ospedalieri o sulla strumentazione presente.

Diversi sono i fattori che determinano l'efficacia biocida di un disinfettante chimico: il tempo di contatto, la concentrazione, la temperatura, il pH, la presenza di materiale organico e il tipo di microrganismo (Fig. 3)

e ciò viene sottolineato per sfatare il mito secondo cui è possibile impiegare un qualunque prodotto disinfettante per igienizzare una qualunque superficie.

Pertanto le procedure di sanificazione effettuate mediante l'impiego di disinfettanti chimici presentano diversi svantaggi, riconducibili:

- alla limitata efficacia biocida nel tempo, che normalmente si esaurisce nell'arco di 20-30 minuti dopo l'applicazione, con successiva crescita esponenziale degli agenti microbiologici; ciò è imputabile anche al fatto che l'azione del disinfettante determina produzione di materiale organico da decomposizione, quindi nutrizionale, che favorisce la proliferazione dei microrganismi;



**Figura 3:** Scala di resistenza e sensibilità dei microorganismi nei confronti dei disinfettanti chimici

■ alla diversa efficacia del disinfettante in funzione delle caratteristiche fisico – chimiche del supporto trattato; lo stesso principio chimico può determinare, infatti, risultati completamente diversi su materiali diversi in funzione della struttura e dimensione dei micropori dei medesimi, delle dimensioni delle molecole dell'agente chimico e del tasso di evaporazione (tensione di vapore) alle diverse temperature, velocità e stati di umidità relativa dell'aria circostante;

■ alla capacità, da parte dei microrganismi stessi, di sviluppare continue mutazioni genetiche e difese di diverso genere, atte a rendere inefficace l'azione biocida chimica, con i conseguenti fenomeni di biocida resistenza, ben descritti in letteratura;

■ ai problemi allergenici e di inquinamento dell'ambiente naturale generati dall'uso massivo di sostanze chimiche che possono accumularsi in modo persistente nei grandi serbatoi naturali (suolo, acqua, aria).

Tutto ciò ha peraltro determinato un processo di selezione naturale dei ceppi microbici patogeni, sempre più resistenti alle comuni tecniche di disinfezione.

Recenti ricerche sperimentali hanno individuato la possibilità di utilizzare nuove metodologie di sanificazione [13] [14], che sfruttano il "principio della competizione biologica", utilizzando prodotti probiotici (PIP) - costituiti da *Bacillus species (spp.)* sotto forma vegetativa e sporigena - con carica microbica non patogena, in grado di colonizzare le superfici su cui vengono applicati, contrastando la proliferazione delle altre specie batteriche in base al principio della esclusione competitiva (legge di Gause, 1934).

Tale principio consiste nel fatto che due diverse specie (batteriche e/o fungine), che insistono sullo stesso microcosmo ecologico, non possono coesistere in equilibrio stabile se fanno riferimento agli stessi substrati nutritivi, ma una delle due, normal-

mente la meno esigente per fattori nutrizionali, diventerà predominante rispetto all'altra, potendone causare anche l'estinzione.

Da un punto di vista microbiologico per le superfici trattate con prodotti probiotici il biofilm esistente viene di fatto sostituito da un nuovo tipo di biofilm, in prevalenza formato dai nuovi microrganismi immessi artificialmente con i prodotti di pulizia. Queste procedure possono essere quindi connotate come "tecniche di biostabilizzazione" di una specie rispetto ad un'altra, non implicando pertanto un'azione biocida generalizzata, se non come effetto finale nei confronti di determinate specie microbiche.

La recente disponibilità di questi prodotti biostabilizzanti, destinati quindi alla sanificazione/igienizzazione delle superfici ed al controllo della carica microbica residente, ha suggerito la conduzione di una vasta ricerca sperimentale finalizzata alla verifica quali quantitativa, sia "in vitro" che "su campo", della loro efficacia rispetto all'impiego di trattamenti tradizionali a base di disinfettanti chimici.

La Copma, impresa di pulizia e sanificazione, ha rappresentato il supporto tecnico e operativo nell'applicazione dei protocolli di igiene nelle aree oggetto di sperimentazione.

## INQUADRAMENTO DELLE RICERCHE

A seguito delle osservazioni precedentemente formulate, è risultato di interesse condurre ricerche sperimentali sui seguenti temi:

1. efficacia dei diversi possibili sistemi di igienizzazione di degenze ospedaliere misurata in termini di abbattimento della carica potenzialmente patogena e non solo in riferimento alla carica microbica indifferenziata (conteggio delle UFC/dm<sup>2</sup> – unità formanti colonia per unità di superficie);
2. analisi degli eventi infettivi ospe-

dalieri in relazione alle caratteristiche microbiologiche ambientali.

Il primo tema è stato affrontato in una ricerca sperimentale condotta presso l'Ospedale S. Anna di Ferrara nel periodo maggio-agosto 2011. La ricerca si poneva l'obiettivo di verificare, sia "in vitro" che "su campo", sotto il profilo quali quantitativo, l'azione dei prodotti probiotici (PIP) rispetto all'impiego di trattamenti tradizionali a base di disinfettanti chimici [13]. L'efficacia delle procedure utilizzate è stata valutata confrontando il valore della carica batterica potenzialmente patogena rilevata sulle superfici di ambienti nosocomiali trattate con prodotti PIP, rispetto alla analoga carica risultante dalla applicazione di prodotti tradizionali a base di cloro e calcolandone la differenza percentuale.

I microrganismi oggetto di indagine sono stati quelli ritenuti più interessanti sotto il profilo delle infezioni ospedaliere: *Stafilococcus aureus*, *Pseudomonas spp.*, coliformi (compreso *Escherichia coli*), *Candida albicans* e *Acinetobacter spp.*

Lo studio è stato condotto sia presso i Laboratori dell'Università di Ferrara, per ciò che attiene alle prove "in vitro", sia in alcune aree assistenziali dello stabilimento ospedaliero Arcispedale S. Anna, per quanto riguarda le prove "su campo".

Lo scopo delle prove "in vitro" (UNI ISO 13697:2001) consisteva nel verificare l'efficacia dell'azione competitiva dei prodotti PIP rispetto ad altre specie batteriche in assenza di elementi esterni di disturbo (in laboratorio), ovvero di quei processi di ricontaminazione delle superfici trattate che avvengono naturalmente negli ambienti ad occupazione umana. I risultati ottenuti hanno dimostrato una efficacia di abbattimento della carica iniziale di *Stafilococcus aureus*, *Pseudomonas spp.* e coliformi di 7 logaritmi in 60 minuti.

A seguito di ciò, si sono organizzate le sperimentazioni "su campo", che, essendo effettuate in condizioni

nosocomiali reali, tengono quindi conto anche dei continui fenomeni di ricontaminazione delle superfici trattate. Sono state quindi individuate due diverse aree assistenziali dell'Ospedale S. Anna di Ferrara, delle quali la prima costituita da un'area di Degenza di Medicina Generale e la seconda da un'area Poliambulatoriale [13] [14]. Poichè entrambe risultano articolate in due reparti ciascuna, è stato possibile condurre una sperimentazione parallela, applicando il protocollo che prevedeva l'impiego di probiotici in uno dei due reparti e il protocollo con prodotti tradizionali nel reparto rimanente della medesima area.

In questo modo si sono potuti confrontare i risultati dei diversi metodi di sanificazione in zone (della stessa area) con medesima destinazione d'uso, tipologia di utenza e caratteristiche di contaminazione.

Per verificare la replicabilità dei risultati, si è poi pensato di invertire dopo 1 mese (periodo 1) il tipo di procedura di pulizia tra i reparti di ciascuna area, continuando le sperimentazioni per un altro mese (periodo 2). Successivamente, nel terzo mese di sperimentazione (periodo 3) si è continuato nell'impiego dei PIP per il solo reparto di Medicina Generale, confrontando poi i risultati di contaminazione così ottenuti con quelli misurati prima dell'inizio della sperimentazione nelle medesime aree di riferimento.

In totale sono stati effettuati circa 13.000 campionamenti. Oltre alle specie potenzialmente patogene indagate nella fase "in vitro", in questo caso sono stati presi in considerazione anche *Candida albicans* e *Acinetobacter spp.*. L'impiego dei protocolli a base di probiotici ha determinato una generalizzata compressione e stabilizzazione della carica patogena rispetto al caso delle procedure tradizionali, come mostrato nella Figura 4, con abbattimenti dell'ordine dell'80 % ed oltre.

Il sistema di pulizia PCHS Probio-

Sampling point	pathogen	1st and 2nd period GM	1st and 2nd period AU	3rd period GM
Corridor (beginning and end)	<i>Stafilococcus aureus</i>	12,16%	28,31%	81,03%
	Coliformi spp	82,09%	50,29%	79,72%
	<i>Pseudomonas spp</i>	97,62%	42,24%	88,44%
	<i>Candida spp.</i>	77,54%	67,67%	68,47%
Bath floor	<i>Stafilococcus aureus</i>	58,75%	51,33%	85,88%
	Coliformi spp	89,15%	78,13%	78,31%
	<i>Pseudomonas spp</i>	55,28%	75,94%	78,57%
	<i>Candida spp.</i>	82,90%	67,80%	71,78%
Sink toilet	<i>Stafilococcus aureus</i>	55,74%	52,50%	95,59%
	Coliformi spp	81,56%	75,83%	85,12%
	<i>Pseudomonas spp</i>	67,53%	50,41%	95,16%
	<i>Candida spp.</i>	50,38%	27,93%	94,86%

**Figura 4:** Abbattimento percentuale della carica microbica specifica ottenuta mediante l'impiego dei prodotti PIP rispetto al caso dei disinfettanti chimici a base di cloro (GM Medicina Generale, AU Area poliambulatoriale)

tic Cleaning Hygien System, messo a punto da Copma nella conduzione della ricerca, è costituito da un insieme organizzato di procedure, materiali, tecniche di intervento e specifiche modalità operative, in termini di:

- efficacia delle soluzioni di campo,
- impiego di opportuni mezzi e attrezzature,
- formazione adeguata delle maestranze,
- tracciabilità del ciclo di lavoro
- governo dell'intero processo, inclusa la valorizzazione delle aspettative economiche degli acquirenti e l'impatto ambientale generato dai nuovi metodi di intervento (sostenibilità);
- controllo e certificazione dei risultati.

Questa prima ricerca ha permesso di puntualizzare alcuni aspetti che la comunità scientifica e le Direzioni Sanitarie non hanno ancora affrontato in modo strutturato:

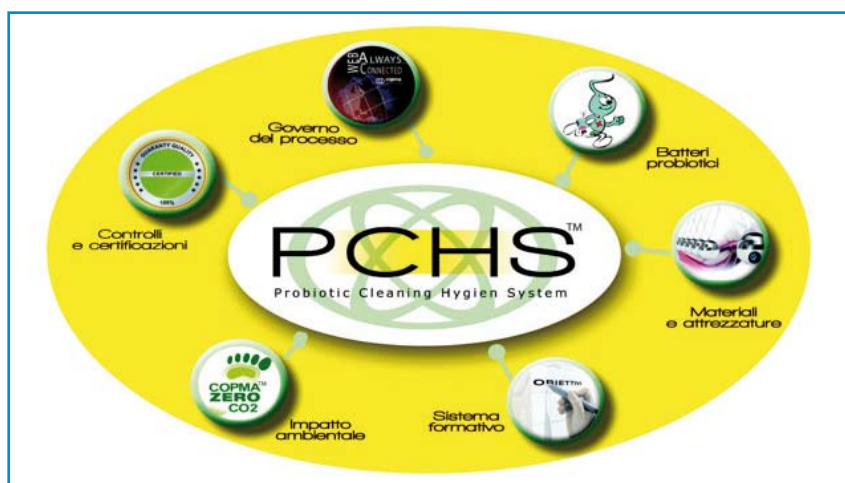
- l'applicazione di un protocollo di igienizzazione non può prescindere dalla misura della efficacia del medesimo; in termini operativi ciò implica l'approntamento di una serie di controlli di campo che periodicamente confermino la opportunità o meno dei sistemi utilizzati, sia in termini di prodotti che di fasi operative e mezzi di impiego;
- nel caso di uso di disinfettanti tra-

dizionali, la carica batterica potenzialmente patogena aumenta molto nell'arco di sole 7 ore (raddoppia o triplica [14]), al contrario dei prodotti PIP, in cui tale aumento è nettamente più contenuto nell'arco delle 24 ore; ciò a conferma del fatto che l'azione dei PIP è continuativa, andando ad incidere sul substrato nutrizionale di riferimento anche per altri microrganismi;

■ la naturale conseguenza di questa osservazione risiede nel fatto che la misura delle UFC/dm<sup>2</sup> non deve essere effettuata solo negli istanti immediatamente successivi al trattamento delle superfici; il valore così ottenuto è significativo in termini di efficacia del trattamento, ma non in termini di durata nel tempo del medesimo; ciò implica la necessità di replicare questi controlli a distanza di 7-14 ore dalla applicazione;

■ la misura delle UFC/dm<sup>2</sup> totali mediante piastre a contatto non è di per sé descrittiva delle caratteristiche di contaminazione ambientale, essendo una misura indifferenziata di presenza delle varie specie e della loro potenzialità patogena; al contrario, l'efficacia di un qualunque protocollo di igienizzazione deve essere valutata in riferimento allo specifico supporto trattato ed allo specifico microorganismo;

■ le metodologie di campionamento alternative ai metodi biochimici (piastre) basate sulla lettura dell'ATP non



**Figura 5:** Inquadramento del sistema PCHS

dicono nulla in merito alla presenza di carica vitale e non sono pertanto descrittive del reale stato di contaminazione ambientale e della potenzialità patogena della medesima.

Quanto sopra comporta una attenta riflessione sul corretto impiego del campionamento microbiologico delle superfici come valutazione del livello di contaminazione delle stesse. A seguito dei risultati ottenuti è stata quindi attivata una seconda ricerca sperimentale, avente per oggetto la necessità di chiarire il rapporto logicamente ipotizzabile tra eventi infettivi (ICA) e caratteristiche microbiologiche ambientali. In questo passaggio, tuttavia, i confini del tema sono mutati, ampliandosi dall'impiego di un particolare prodotto igienizzante alla necessità di disporre di una visione multimodale e multidimensionale per la gestione del rischio infettivo, con la dovuta attenzione all'igiene delle mani, alla gestione dell'ambiente di cura ed in generale all'utilizzo di *good practices*.

Con questi presupposti ed obiettivi il Sistema Probiotico di Pulizia ed Igiene (PCHS) (Fig. 5) ha rappresentato pertanto la naturale premessa per la conduzione anche di questa seconda ricerca, sviluppata nell'arco di 13 mesi, dal gennaio 2012 al gennaio 2013. In questo caso, è stato applicato all'Ospedale Nuovo San Giorgio di Ferrara, ospedale caratte-

rizzato dal seguente particolarissimo e critico contesto:

- reparto di riabilitazione intensiva post-acuta;
- pazienti con mielolesioni e gravi cerebrolesioni (complessità);
- accoglimento dei pazienti spesso in continuità con i reparti per acuti, specie Intensivistici;
- provenienza dei pazienti da ambito provinciale, regionale, extraregionale;
- durata della degenza anche di settimane/mesi;
- alta prevalenza di pazienti colonizzati/infetti all'ingresso con microrganismi resistenti/multiresistenti agli antibiotici (alert organism);
- precedenti studi di prevalenza che indicavano la necessità di effettuare un approfondimento sulle ICA in questo ambito assistenziale poco studiato.

I risultati dello studio sono in fase di elaborazione, ma si possono trarre alcune osservazioni preliminari:

- l'impiego del sistema PCHS ha permesso di comprimere e stabilizzare la carica microbica potenzialmente patogena, confermando i risultati quali-quantitativi ottenuti nella prima ricerca (Fig. 4);
- l'approccio multimodale e multidimensionale, grazie anche alla *compliance* degli operatori sanitari ed esterni, ha permesso la diffusione della consapevolezza delle *good*

*practices* per il raggiungimento/mantenimento di ottimali condizioni di igiene ambientale;

■ le ICA presentano un abbattimento tendenziale in 1 anno di sperimentazione di oltre il 60 % rispetto agli anni precedenti, confermando in questo modo la correlazione tra stato di contaminazione ambientale ed eventi infettivi.

Quest'ultima osservazione genera un ulteriore, nonché indispensabile, scenario: la necessità di disporre di una scala di valori di accettabilità del livello di inquinamento specifico ambientale (si intende in termini di UFC/dm<sup>2</sup> di un determinato microorganismo di interesse), al di sopra dei quali le procedure di sanificazione devono essere ritenute non idonee (e viceversa). Ciò in analogia con le classi di pulizia di Pitzurra comunemente adottate nella determinazione della efficacia di disinfezione delle sale operatorie [17]. Le sperimentazioni hanno permesso di condurre ulteriori approfondimenti. In particolare il raffronto con i sistemi tradizionali di pulizia basati sui disinfettanti chimici ha consentito di compilare le Fig. 6 e 7.

È risultato evidente che, rispetto ai sistemi tradizionali, con il sistema PCHS è possibile ottenere una riduzione dei costi di circa il 5÷15 % per mq di superficie trattata, passando da 3,4 €/m<sup>2</sup> a 2,72 €/m<sup>2</sup> (comprensivo del ripasso), mentre l'€/m<sup>2</sup> di riferimento AVCP è 2,75 senza ripasso. Sotto il profilo ambientale i dati di maggior interesse sono relativi alla forte diminuzione dell'impiego di prodotti chimici definiti "pericolosi", dalla riduzione dei rifiuti e dei consumi energetici, questi ultimi in fase di elaborazione.

## CONCLUSIONI

Utilizzo del sistema PCHS nelle procedure di sanificazione di degenze ospedaliere si è rilevato essere una tecnica di sicuro interesse, essendo in grado di ridurre dell'80 % circa ed

Fattori di costo	Metodo PCHS
produzione del servizio	- 5/15%
rifiuti materiali (in Kg)	- 30/40%
utilizzo prodotti chimici definiti "pericolosi" (escluso ciclo di lavaggio in lavatrice)	- 80/95%
consumi energetici	in analisi per ottimizzazione

**Figura 6:** Ulteriori outcomes del sistema PCHS

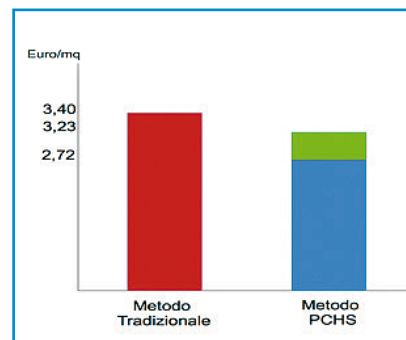
oltre i livelli di carica batterica potenzialmente patogena, di fatto indipendentemente dalle superfici sanificate. Tuttavia un corretto sistema di pulizia delle degenze ospedaliere non è centrato solo sullo specifico agente o prodotto impiegato, ma su di un insieme integrato di operazioni e controlli incrociati in grado di garantire le Direzioni Sanitarie in termini di efficacia del risultato complessivo e di valorizzazione e quantificazione del risultato medesimo. Quanto affermato determina comunque la necessità di un salto culturale da parte degli operatori privati e pubblici del settore, determinato dalla esigenza di approfondire sotto il profilo scientifico le consuetudini in uso, allo stato dei fatti poco o per nulla basate su idonee sperimentazioni di campo, e le corrette modalità di interpretazione e valutazione dei campionamenti microbiologici, comunque condotti.

## BIBLIOGRAFIA

1. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M and Chiarello L. 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Health Care Settings. *Am J Infect Control* 2007;35:865-164
2. Lanini S, Jarvis WR, Nicastrì E, et al. Healthcare-associated infection in Italy: annual point-prevalence surveys, 2002-2004. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30:659-65
3. Nicastrì E, Petrosillo N, Martini L, Larosa M, Gesu GP and Ippolito

G. Prevalence of nosocomial infections in 15 Italian hospitals: first point prevalence study for the INFNOS project. *Infection* 2003;31 Suppl 2:10-5

4. Hota B. Contamination, disinfection, and cross-colonization: are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection? *Clin Infect Dis* 2004;39:1182-9
5. Rutala WA, Weber DJ. The benefits of surface disinfection. *Am J Infect Control* 2005;33:434-5
6. Dettenkofer M, Spencer RC. Importance of environmental decontamination--a critical view. *J Hosp Infect* 2007;65 Suppl 2:55-7
7. Daschner FD, Schuster A, Dettenkofer M and Kummerer K. No routine surface disinfection. *Am J Infect Control* 2004;32:513-5
8. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc. *Am J Infect Control* 1996;24:313-42
9. Sehulster L CR. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2003;52.:1-44
10. WHO/CDS/CSR/EPH. Prevention of Hospital-acquired infections; a practical guide. Vol. 12, 2002
11. Mangram AJ HT, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR, Hospital Control Practices Advisory Committee.



**Figura 6:** Esemplificazione dei costi di massima riferiti ad un campione di aree di degenza.

Guideline for prevention of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:247-80.

12. Frabetti A, Vandini A, Balboni P, Triolo F and Mazzacane S. Experimental evaluation of the efficacy of sanitation procedures in operating rooms. *Am J Infect Control* 2009;37:658-64
13. S. Mazzacane, P.G.Balboni, A.Vandini, A.Frabetti, P.Antonioli, M.C.Manzalini, M.Rovigatti - Sperimentazioni di tecniche di biostabilizzazione nelle procedure di sanificazione delle degenze ospedaliere - 2011, *L'Ospedale*, n. 4/11 pagg 52-58
14. S. Mazzacane, P.G.Balboni, A.Vandini, A.Frabetti, P.Antonioli - L'evoluzione delle procedure di sanificazione negli ospedali: prospettive di riduzione e controllo della carica batterica potenzialmente patogena mediante tecniche di stabilizzazione - 2012, *L'Ospedale*, n. 2/12 pagg 78-83
15. A. Frabetti, A.Vandini, S.P.Rodriguez, F.Margelli, M.Cavicchioli, M.Migliori, D.Arujo Azevedo, P.G.Balboni, S.Mazzacane - Microbiological risk in operating rooms: new strategies for infections surveillance - Congresso Internazionale Environmental Risk, Bologna, settembre 2005
16. Pitzurra M, Savino A and Pasquarella C. [Microbiological environment monitoring (MEM)]. *Ann Ig* 1997; 9: 439-54