

**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**

**Piscine ad uso natatorio:  
aspetti igienico-sanitari e gestionali  
per l'applicazione della nuova normativa**

A cura di  
Lucia Bonadonna e Giancarlo Donati  
*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria*

ISSN 1123-3117  
**Rapporti ISTISAN**  
**07/11**

Istituto Superiore di Sanità

**Piscine ad uso natatorio: aspetti igienico-sanitari e gestionali per l'applicazione della nuova normativa.**

A cura di Lucia Bonadonna e Giancarlo Donati

2007, iv, 134 p. Rapporti ISTISAN 07/11

L'Accordo del 16 gennaio 2003 tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano su "Aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio", elaborato anche con il contributo dell'Istituto Superiore di Sanità, costituisce un importante traguardo nella definizione dei requisiti minimi igienico-sanitari, tecnici e gestionali delle piscine. Nel volume sono presi in considerazione tutti quegli aspetti (riguardanti gli impianti natatori) che possono rappresentare un aggiornamento culturale e scientifico, utile nelle attività di controllo e prevenzione e di tutela della salute dei bagnanti e del personale operativo. Inoltre, sono anche evidenziati alcuni punti critici dell'attuale normativa con proposte di adeguamento, modifica e integrazione. Il volume può quindi costituire un documento utile, non solo per tutte le attività di prevenzione e di verifica che l'autorità sanitaria deve eseguire, ma anche per quelle attività che, come è stabilito nell'Accordo, sono a carico dei gestori degli impianti.

*Parole chiave:* Autocontrollo, Normativa, Piscine, Rischio sanitario

Istituto Superiore di Sanità

**Swimming pools: hygienic and managerial aspects for the implementation of the new rules.**

Edited by Lucia Bonadonna and Giancarlo Donati

2007, iv, 134 p. Rapporti ISTISAN 07/11 (in Italian)

The Agreement of January 16, 2003 among the Ministry of Health, the regions and the provinces of Trento and Bolzano, on "Hygienic aspects for the construction, maintaining and control of swimming pools", worked out also with the contribution of the Istituto Superiore di Sanità (the National Institute of Health in Italy), constitutes an important goal in the definition of the essential hygienic, technical and managerial requirement of swimming pools. In this volume all the aspects (related to swimming pools) are taken into consideration and they can represent a cultural, scientific and useful updating in activities of control and prevention, and in protection of the health of bathers and operating staff. Furthermore, some critical points of the new rules are highlighted and proposals, modifications and adjournments are suggested. The volume can therefore be a useful document, not only for the competent authority in all its control and prevention activities, but also for the managers of the swimming pool facility, responsible for those activities established in the Agreement.

*Key words:* Auto-control, Hygienic risk, Normative, Swimming pool

Si ringrazia Rossella Briancesco per l'impegnativa attività di impaginazione e adattamento delle relazioni nel volume.

Per informazioni su questo documento scrivere a: [lucia.bonadonna@iss.it](mailto:lucia.bonadonna@iss.it).

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: [www.iss.it](http://www.iss.it).

Citare questo documento come segue:

Bonadonna L, Donati G. (Ed.). *Piscine ad uso natatorio: aspetti igienico-sanitari e gestionali per l'applicazione della nuova normativa*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2007. (Rapporti ISTISAN 07/11).

---

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*  
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro, Sara Modigliani e Sandra Salinetti*  
La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto Superiore di Sanità 2007

# INDICE

<b>Premessa</b> .....	iii
<i>Luciana Gramiccioni</i>	
<b>Introduzione</b> .....	1
<i>Lucia Bonadonna, Giancarlo Donati</i>	
<b>Legislazione italiana, europea e internazionale sulle piscine natatorie</b> .....	3
<i>Rossella Colagrossi, Chiarina Lucia</i>	
<b>Piscine ad uso natatorio: inquadramento giuridico e operatività</b> .....	8
<i>Michele Liessi</i>	
<b>Piscine ad uso natatorio: controlli di vigilanza</b> .....	25
<i>Franco Guizzardi, Luigi Cagol, Cristina Franceschini</i>	
<b>Laghi artificiali ad uso natatorio</b> .....	34
<i>Franco Guizzardi, Luigi Cagol, Cristina Franceschini</i>	
<b>Epidemiologia dei rischi fisici nelle piscine</b> .....	36
<i>Marina Torre, Stefania De Angelis</i>	
<b>Agenti microbici associati alle acque di piscina</b> .....	48
<i>Rossella Briancesco</i>	
<b><i>Pseudomonas aeruginosa</i> come causa di infezioni associate alle piscine</b> .....	55
<i>Maurizio Semproni, Claudia Cataldo</i>	
<b>Rischi correlati alla contaminazione microbica delle superfici negli impianti natatori</b> .....	64
<i>Simonetta Della Libera, Lucia Bonadonna</i>	
<b>Epidemiologia e gestione del rischio biologico con metodi molecolari: stato dell'arte e prospettive per le acque ad uso ricreazionale</b> .....	71
<i>Vincenzo Romano-Spica</i>	
<b>Epidemie associate agli adenovirus nelle acque di piscina</b> .....	82
<i>Giuseppina La Rosa, Manoochehr Pourshaban, Marcello Iaconelli, Michele Muscillo</i>	
<b>Indagine su un'epidemia di meningite asettica da Echovirus 30</b> .....	91
<i>Annunziata Faustini, Valeria Fano, Michele Muscillo, Stefania Zaniratti, Giuseppina La Rosa, Laura Tribuzi, Carlo A. Perucci</i>	
<b>Agenti disinfettanti nelle acque di piscina: rischio chimico</b> .....	101
<i>Emanuele Ferretti, Giovanni Citti</i>	
<b>Strumentazione portatile per controlli analitici in piscina</b> .....	113
<i>Mattea Chirico</i>	

<b>Trattamento dell'acqua: principi e schemi generali dei sistemi di filtrazione .....</b>	<b>118</b>
<i>Maurizio Colaiacomo</i>	
<b>Controlli interni e autocontrollo nelle piscine .....</b>	<b>125</b>
<i>Agnese Dalla Riva, Edoardo Chiesa</i>	
<b>Considerazioni conclusive.....</b>	<b>130</b>
<i>Lucia Bonadonna, Giancarlo Donati</i>	
<b>Appendice</b>	
Norme UNI relative ai requisiti per il controllo e la gestione degli impianti natatori.....	134

## PREMESSA

Poco più del 60% del totale della popolazione italiana, dichiara di “ritenersi attivo” praticando una “attività fisica”. I dati del 2000 presentati dall’ISTAT ridimensionano questa percentuale che in realtà si dimezza se si considerano gli italiani che praticano, saltuariamente o con continuità, una o più attività sportive.

Dati più recenti dell’ISTAT indicano due fenomeni paralleli e contrastanti: la pratica sportiva continuativa, dopo il forte calo dei primi anni ‘90, ha ripreso una tendenza di crescita, mentre contemporaneamente è aumentata la tendenza alla sedentarietà. Quasi 23 milioni di persone non praticano alcuna attività fisica nel tempo libero. I valori percentuali per l’anno 2005 si sono collocati intorno al 41%, in diminuzione rispetto al 2003 (42%), ma in forte aumento sul 1997 (36%).

Questi dati sarebbero confermati anche dall’indagine sulle attività fisiche condotta dalla Unione Europea nel 2002 che ha stimato che il 60% degli italiani pratica comunque un’attività fisica insufficiente per la propria salute e percentuali analoghe sono state calcolate in paesi come Francia, Belgio, Spagna e Portogallo.

Ciò giustifica ampiamente l’allarme ripetutamente lanciato dal Ministero della Salute considerando che gli studi di medicina sportiva hanno permesso di verificare come, in coloro che praticano sport con frequenza continuativa, l’uso costante e sorvegliato di un’attività sportiva adeguata incrementa le difese dell’organismo, limita l’involuzione muscolo-scheletrica e cardio-vascolare e stimola le capacità mentali del soggetto.

Lo sport quindi non deve essere considerato solo come un’esigenza meramente agonistica, ma anche come un mezzo per mantenere e recuperare la salute psicofisica e il giusto rapporto con il proprio corpo e con l’ambiente, oltre che un momento di svago e di aggregazione sociale.

È importante sottolineare che per beneficiare pienamente degli effetti salutari derivanti dalle attività sportive, è necessario che l’attività sportiva sia praticata sotto una costante sorveglianza sanitaria e in ambienti adeguati dal punto di vista igienico-ambientale.

Tuttavia, è noto che gli impianti sportivi possono rappresentare ambienti dove la struttura stessa, le condizioni microclimatiche e<sup>78</sup>

le attività che vi si svolgono possono, in modo significativo, condizionare lo stato di salute, la sicurezza e il benessere degli utenti.

In particolare, l’uso di impianti sportivi come le piscine può rappresentare una condizione di rischio se si calcola che, più spesso che in altri ambienti di vita, la frequenza di incidenti che causano traumi, lesioni e annegamenti è abbastanza elevata e probabilmente sottostimata.

Oltre ai rischi generici, sono comunque i rischi igienico-sanitari quelli che assumono una rilevanza sanitaria determinante se si considera che la salubrità dell’ambiente è influenzata non solo dalla presenza di un elevato numero di impianti tecnologici, ma anche dalle caratteristiche di qualità delle acque, delle superfici e dal numero e dalle condizioni di salute dei fruitori dell’impianto.

In questo contesto, l’Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, pubblicato nel marzo del 2003, costituisce un importante traguardo nella definizione dei requisiti minimi igienico-sanitari, tecnici e gestionali degli impianti natatori. La nuova normativa, nata anche con il contributo dell’Istituto Superiore di Sanità, riproduce, in forma più organica e coerente, l’Atto di Intesa del 1992 che, sospeso da alcuni anni, era stato disatteso anche perché complesso e molto articolato. Nell’attuale legislazione, rispetto alla precedente, sono state apportate modifiche sostanziali che riguardano sia gli aspetti gestionali, sia gli aspetti relativi ai controlli igienico-sanitari.

Nel volume verranno quindi presi in considerazione tutti quegli aspetti che, inerenti agli impianti natatori, possono rappresentare un aggiornamento culturale e scientifico, utile nelle attività di controllo, prevenzione e tutela della salute dei bagnanti e del personale operativo. Verranno anche evidenziati alcuni punti critici dell'attuale Accordo con proposte di adeguamento, modifica e integrazione. Il volume potrà quindi costituire un documento utile, non solo per tutte le attività di prevenzione e di verifica che l'autorità sanitaria deve eseguire, ma anche per quelle attività che, come stabilisce l'Accordo del 2003, sono a carico dei gestori degli impianti.

*Luciana Gramiccioni*

Direttore

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

## INTRODUZIONE

Lucia Bonadonna, Giancarlo Donati

*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

La piscina è definita come un complesso attrezzato per la balneazione, con una struttura complessa per tipologie impiantistiche che comprende uno o più bacini artificiali pieni di acqua in cui possono venire esercitate attività ricreative, formative e sportive.

Piscine coperte e piscine scoperte possono presentare caratteristiche diverse, non solo per aspetti strutturali e tecnologici, ma anche per condizioni igieniche di qualità dell'acqua, degli spazi e delle superfici.

Se negli impianti natatori all'aperto, le condizioni ambientali esterne possono rappresentare un mezzo di contaminazione supplementare dell'acqua e delle superfici, con aumento dei fattori di rischio per gli utenti, nelle piscine coperte, la situazione diventa più complessa. Infatti, la salubrità dell'ambiente può essere condizionata, oltre che dalle caratteristiche delle acque utilizzate nell'impianto, anche dall'esistenza di un gran numero di impianti tecnologici, e dalla loro funzionalità. Una particolare rilevanza sanitaria, associata anche alle condizioni di benessere dei frequentatori, è quindi da attribuire primariamente alla qualità dell'acqua di approvvigionamento, ai sistemi di trattamento dell'acqua e dell'aria e alle condizioni termoisometriche, illuminotecniche e acustiche dell'intero complesso. Se l'impianto piscina utilizza acqua di acquedotto o acqua di pozzo idonea all'uso potabile, gli aspetti chimico-sanitari possono considerarsi molto limitati e sono riconducibili alla disinfezione.

Il microclima delle piscine coperte (umidità e temperatura dell'aria, ventilazione) influisce in maniera determinante sullo stato di comfort e benessere degli utenti. L'acqua della vasca rappresenta l'elemento che maggiormente condiziona il microclima dell'impianto, soprattutto negli spazi riservati alle attività natatorie e di balneazione. La cessione dalla superficie dell'acqua in vasca di grandi quantità di vapore determina, infatti, un aumento notevole dell'umidità relativa. Inoltre, la temperatura dell'aria è sempre relativamente elevata. Pertanto, nelle piscine con microclima non adeguatamente controllato, dove l'umidità relativa può raggiungere valori superiori al 70-80% che ostacolano il processo della termoregolazione del corpo, gli utenti possono essere soggetti a sensazioni di discomfort, disagio sensoriale e malessere. L'elevata umidità relativa, inoltre, è causa di condizioni favorevoli alla formazione di nicchie di proliferazione microbica e fungina sulle pareti e sugli elementi strutturali dell'impianto.

Tuttavia, gli impianti natatori, per le loro caratteristiche di ambienti circoscritti e, in alcuni casi, affollati, rappresentano siti dove il rischio più rilevante è quello di carattere igienico-sanitario. L'acqua in vasca, come anche le superfici degli spazi perimetrali, i percorsi a piedi nudi, gli spogliatoi, e gli stessi impianti idrici dei servizi, possono infatti rappresentare una via di trasmissione di infezioni e malattie sostenute da microrganismi che, in condizioni ambientali favorevoli, possono sopravvivere e moltiplicarsi. Gli stessi utenti sono spesso i responsabili del deterioramento della qualità igienica delle acque, come, d'altra parte, una cattiva gestione e una scarsa manutenzione dell'impianto e dei sistemi tecnologici possono favorire il mantenimento di condizioni idonee allo sviluppo microbico e alla trasmissione di patologie. Anche la presenza nell'aria di vari tipi di contaminanti di origine biologica può essere correlata ad un aumento d'incidenza di malattie di tipo allergico e infettivo, soprattutto a carico dell'apparato respiratorio.

Il rischio infettivo associato all'immersione in acque di piscina viene prevalentemente correlato alla contaminazione di origine fecale legata alla diffusione di batteri, virus e parassiti

da parte dei bagnanti che sono i principali veicoli di diffusione di microrganismi nell'acqua. L'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 2006 ha pubblicato le Linee Guida per la valutazione della qualità degli impianti natatori; alla loro elaborazione hanno contribuito anche esperti del settore dell'Istituto Superiore di Sanità. Nelle Linee Guida è stato affrontato con particolare attenzione il problema della qualità microbiologica di acque ad uso ricreativo mettendo in evidenza la complessità della valutazione delle loro caratteristiche igienico-sanitarie e rilevando come, in questo tipo di acque, casi ed epidemie siano spesso associati alla diffusione di virus enterici, la cui presenza non è segnalata sulla base dei controlli di qualità effettuati di routine sulle acque. Parte degli episodi segnalati e documentati di infezioni acquisite in piscina sembrano tuttavia, più frequentemente e facilmente, attribuibili a forme batteriche, alcune delle quali, non solo sono in grado di adeguarsi alle condizioni ambientali avverse, ma anche di trovare nicchie di moltiplicazione. Infatti, oltre che, in alcuni casi nelle acque in vasca, ma soprattutto sui rivestimenti murari e del piano calpestio, microrganismi in concentrazioni elevate possono essere rilevati in corrispondenza dei filtri del sistema di trattamento dell'acqua o delle vasche di compenso degli impianti.

Nelle piscine sono comunque anche facilmente riscontrabili virus di origine non enterica, miceti e protozoi di origine intestinale o ubiquitari delle acque. In questo ambito, è noto anche che nella rete idrica, più che nell'acqua in vasca, può essere presente *Legionella*, sostanzialmente ubiquitaria che prolifera nei biofilm all'interno delle tubature e ai punti d'uso.

In Italia, non esiste una raccolta di dati sugli incidenti che possono verificarsi in associazione all'uso di impianti natatori, così come non esiste un sistema di sorveglianza delle malattie di origine idrica e quindi una raccolta di dati epidemiologici sulle infezioni associate all'uso delle piscine. La mancanza di segnalazioni di casi di infezione comunque non garantisce che esse non si verifichino. Sarebbe invece auspicabile l'istituzione di un sistema che permetta di quantificare e determinare l'incidenza e l'andamento delle patologie attribuibili alla frequentazione delle piscine per valutare la necessità di mettere in atto interventi preventivi e di controllo.

Piani di vigilanza sulla qualità degli impianti natatori rispondono ad un bisogno di tutela della salute e della sicurezza espresso da un bacino di utenza sempre più ampio (famiglie, associazioni agonistiche e gruppi sportivi, frequentatori di centri fitness, appassionati di discipline natatorie, ecc.). Per un'efficace azione di prevenzione e adeguamento, in una logica di promozione e collaborazione tra gli organi sanitari competenti e i soggetti gestori è fondamentale lo svolgimento di attività di formazione/assistenza e di qualificazione del personale che pongano prioritariamente le basi sulle procedure e le modalità tecnico-operative di controllo e vigilanza dei necessari requisiti igienico-sanitari, strutturali e gestionali delle piscine. È quanto, attraverso azioni di formazione/informazione, partecipazione e condivisione di intenti, stanno sviluppando, da alcuni anni, i curatori del presente volume in collaborazione con uffici regionali, AUSL e la Federazione Italiana Nuoto.

*Lucia Bonadonna e Giancarlo Donati*

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

# LEGISLAZIONE ITALIANA, EUROPEA E INTERNAZIONALE SULLE PISCINE NATATORIE

Rossella Colagrossi (a), Chiarina Lucia (b)

(a) *Ministero della Salute*

(b) *Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Attualmente la legislazione sulle piscine ad uso natatorio è affrontata in maniera estremamente varia e disomogenea. Tale diversità di situazione è strettamente connessa ai differenti approcci delle singole autorità sanitarie che sono riconducibili alle diverse condizioni sociali, economiche e culturali di ciascun Paese.

In linea molto generale, ed estremamente semplificata, lo strumento giuridico è necessario quando una materia, se non organizzata mediante una disciplina prefissata, può far insorgere una lite o una controversia, oppure può ledere un diritto, soggettivo o diffuso. L'ordinamento può assumere invece un atteggiamento di indifferenza di fronte ad un certo problema quando non lo consideri apprezzabile dal punto di vista giuridico, mentre si può ritenere che alcune attività vadano protette e che dunque il soggetto debba essere fornito degli strumenti giuridici idonei a realizzare l'interesse sotteso. Nell'ambito della norma sanitaria l'interesse sotteso è la salute, valore primario costituzionale, quindi la necessità di legiferare sulle piscine dovrebbe nascere dalla necessità di prevenire, o ridurre al minimo, i rischi per la salute umana.

I rischi per la salute derivanti dall'utilizzo di una piscina si possono classificare in ordine di gravità e incidenza:

- rischi da annegamento
- rischi legati alle attività sportive o ricreative
- rischi da agenti microbiologici
- rischi da agenti chimici
- rischi da agenti fisici

Pertanto, gli aspetti che un atto normativo dovrebbe andare a trattare sono molteplici e interdisciplinari; queste riflessioni spiegano un po' le grandi differenze di approccio normativo che si riscontrano nei vari paesi.

La situazione negli Stati Uniti d'America può essere presa come esempio emblematico, perché non esiste una norma federale sanitaria, ma solo la prescrizione che la progettazione, la costruzione e la gestione della piscina devono essere autorizzate dalle autorità municipali (1).

Negli USA in cui la cultura della piscina è diffusissima, il rapporto piscine/popolazione è il più alto al mondo, e sono nate, e nascono, ogni anno, decine di discipline sportive acquatiche nuove. Tra i principi sociali rilevanti è inserita la facilità di accesso ad una struttura natatoria per la popolazione.

Anche se non esistono norme federali sanitarie, non significa che non vi sia sufficiente attenzione ai molteplici aspetti di sicurezza e sanità delle strutture acquatiche; in realtà, è l'ordinamento di quel paese ha un approccio diverso. Per esempio, negli USA esiste una specifica branca di studi universitari di "ingegneria per piscine", e solo a questi ingegneri è consentito progettare piscine e/o complessi natatori, così come esiste la qualifica professionale dell'"operatore di piscina".

Evidentemente, nell'approccio giuridico americano, tali specializzazioni di studi portano ad una professionalità e competenza nella materia che offre sufficienti garanzie per l'applicazione delle norme "municipali" e possono adempiere alla necessità fisiologica di garantire l'interesse

dell'utente nella fattispecie concreta del proprio territorio. Infatti, alle figure professionali coinvolte nella gestione delle piscine, le autorità sanitarie statunitensi si rivolgono affidando la responsabilità di applicazione dei principi di auto-controllo tipo HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).

Un approccio normativo simile a quello statunitense lo si ritrova in Canada e Australia, mentre in Giappone le norme d'igiene applicabili alle piscine sono promulgate a livello centrale con "Avvisi" del Ministero della Sanità e Previdenza sociale (l'ultimo è il n. 45 del 1992) (2, 3, 4).

Anche in Europa la situazione risulta molto differenziata e disomogenea.

Infatti, utilizzando motori di ricerca relativi a legislazioni sanitarie, si sono potute reperire solo le disposizioni riportate in Tabella 1.

**Tabella 1. Paesi per i quali è stato possibile reperire una normativa relativa alle piscine, utilizzando motori di ricerca a carattere sanitario**

Paese	Sì	No	Riferimenti bibliografici
Austria	✓		(5, 6, 7, 8)
Danimarca	✓		(9, 10, 11)
Francia	✓		(12, 13, 14, 15, 16)
Paesi bassi	✓		(17)
Spagna	✓		(18, 19, 20, 21, 22)
Cipro	✓		(23)
Bulgaria	✓		(24)
Norvegia	✓		(25)
Belgio		✓	(26)
Finlandia		✓	(27, 28)
Germania		✓	
Grecia		✓	
Irlanda		✓	
Lussemburgo		✓	
Portogallo		✓	
Regno Unito		✓	
Svezia		✓	
Repubblica Ceca		✓	
Estonia		✓	
Polonia		✓	
Slovacchia		✓	(29)
Slovenia		✓	
Ungheria		✓	
Lettonia		✓	
Lituania		✓	
Malta		✓	
Romania		✓	
Svizzera		✓	

Naturalmente non sono state prese in considerazione le norme edilizie o di discipline sportive e, solo parzialmente, quelle ambientali. Per quest'ultime, infatti, è necessario fare una premessa indispensabile per capire, anche dal punto di vista storico, le diversità nella legislazione sulle piscine in Europa.

La Direttiva 76/160/CEE concernente le acque di balneazione, attualmente modificata dalla Direttiva 2006/7/CE (30, 31), è stata, storicamente, una direttiva di grande impatto sociale per gli Stati Membri ed ha influenzato molto l'approccio normativo anche sulla materia piscine.

Di questa direttiva è importante sottolineare alcuni aspetti. Si tratta di una Direttiva del Consiglio che discende dalle attività della Direzione Generale dell'Ambiente (e non della Sanità) che detta i parametri fondamentali per la valutazione della qualità dell'acqua per scopi balneari e ricreativi e imposta l'organizzazione necessaria e la natura dei controlli ufficiali sulle acque.

Nella fase di recepimento della direttiva nei rispettivi ordinamenti interni dei vari Stati Membri, si sono verificate svariate situazioni. Alcuni paesi – Belgio, Finlandia, Germania, Grecia, Irlanda, Lussemburgo, Portogallo, Regno Unito – hanno inserito, nella medesima norma concernente le acque di balneazione, tutte le disposizioni ritenute necessarie per bagni pubblici, stabilimenti termali e piscine precisando, più o meno, la natura dei controlli necessari per tali luoghi. D'altro canto la direttiva europea, nel suo campo di applicazione, fa riferimento anche a bacini natatori, naturali e artificiali, e indica i parametri per la valutazione della qualità dell'acqua a fini sanitari, quando in quest'acqua si svolgano attività natatorie e ricreative. Altri paesi, in conseguenza di un diverso approccio alla materia, hanno ritenuto invece indispensabile adottare delle norme specifiche per le piscine.

L'Austria, con un'ordinanza del 26 luglio 1978 (5), già dettava norme dettagliate sulle piscine, con prescrizioni concernenti la qualità dell'acqua, i trattamenti, gli ambienti circostanti, norme comportamentali, controlli interni e ufficiali. Con provvedimenti successivi (un'ulteriore Ordinanza del 1992, la Legge Federale n. 658/1996, Decreto del 1997) (6, 7, 8) sono state apportate modifiche agli allegati tecnici e ampliamenti nel campo di applicazione, inserendo anche saune, bagni d'aria e di vapore, piccoli bacini e, per finire, a tutte le acque di superficie nei quali i bagni non sono vietati.

La Danimarca, e in particolare il Ministero dell'Ambiente di questo paese, dopo un primo periodo di assimilazione delle acque di piscina a quelle più genericamente "balneari" che rispondevano alla direttiva 76/160/CEE, ha emanato un'Ordinanza nel 1982 (9), poi aggiornata nel 1988, con norme specifiche relative alla qualità, ai trattamenti e ai controlli delle acque di piscina.

In Francia, nell'ambito del recepimento della direttiva sulle acque di balneazione, il Ministero della Sanità, già con decreto del 1981 (12, 13), aggiornato nel 1991 (14, 15), ha ritenuto di dover operare distinzioni per le piscine dettando norme per la valutazione della qualità dell'acqua e delle condizioni generali d'igiene. Con un recente provvedimento, Legge n. 3 del 2003 (16), si rendono anche obbligatori alcuni dispositivi di sicurezza anche per le piscine private.

Nei Paesi Bassi, solo nel 2000 (17), il Ministero della Salute ha ritenuto di dover distinguere le norme applicabili alle acque di piscina e dei bagni terapeutici da quelle genericamente di "balneazione", mentre in Spagna ci sono ben 5 decreti differenti: ogni regione ha un suo disposto normativo (18, 19, 20, 21, 22).

In Italia, al momento, la disciplina vigente è quella che discende dall'Accordo del 16 gennaio 2003, tra il Ministro della Salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano, sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. Però l'Accordo non è un atto giurisprudenziale ma, secondo la Legge 131/2003, un atto convenuto tra organi di pari livello costituzionale nel perseguimento di obiettivi di funzionalità, economicità ed efficacia dell'azione amministrativa, volti a favorire l'armonizzazione delle rispettive legislazioni o il raggiungimento di posizioni unitarie.

Quindi questo Accordo rappresenta solo una manifestazione politica di intenti e non è una norma.

Per quanto riguarda i suoi contenuti, soprattutto se confrontati con le discipline europee e alla luce dei contenuti delle Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (1), il testo dell'Accordo è sicuramente molto valido dal punto di vista sanitario e, contemporaneamente,

sufficientemente moderno da dare grande impulso di professionalità agli addetti ai lavori e tutelare in misura adeguata la sicurezza e la salute degli utenti.

## Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for safe recreational waters. Swimming pools, spas and similar recreational water environments*. Geneva: WHO; 2006.
2. Canada. Swimming pools regulation. *The Alberta Gazette*, parte II, Vol. 81, n. 15, del 15 agosto 1985, p. 1418-26.
3. Canada. Swimming pools regulation. *The Alberta Gazette*, parte II, Vol. 81, n. 15, del 15 agosto 1985, p. 1404-10.
4. Australia. *New South Wales Consolidated Acts. Swimming Pools Act 1992* n. 49. Disponibile all'indirizzo: [http://bar.austlii.edu.au/au/legis/nsw/consol\\_act/spa1992192;ultima\\_consultazione\\_11/06/2007](http://bar.austlii.edu.au/au/legis/nsw/consol_act/spa1992192;ultima_consultazione_11/06/2007).
5. Austria. Ordinanza sulle piscine. *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich* 1978;167:3053-63.
6. Austria. Ordinanza sulle piscine. *Mitteilungen der Österreichischen Sanitätsverwaltung*, 1992;93(11):358.
7. Austria. Legge federale n. 658/96 sulle piscine. *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 1996;212:4617-24.
8. Austria. Decreto di igiene. *Mitteilungen der Österreichischen Sanitätsverwaltung*. 1997;98(5):228-32.
9. Danimarca. Ordinanza sulle piscine. *Lovtidende for Kongeriget Danmark*. Parte A 1982;103:1955-61.
10. Danimarca. Ordinanza sulle piscine. *Lovtidende for Kongeriget Danmark*. Parte A 1983;44:710-2.
11. Danimarca. Ordinanza sulle piscine. *Lovtidende*. Parte A 1988;32:612-5.
12. Francia. Decreto norme tecniche. *Journal officiel de la République française, Edition des Lois et Décrets*. 1983;187:7511-5.
13. Francia. Decreto norme tecniche. *Journal officiel de la République française, Edition des Lois et Décrets*. 1981 ;85 :995-7.
14. Francia. Decreto norme tecniche. *Bulletin officiel du Ministre de la Solidarité, de la Santé et de la Protection sociale*, 20 ottobre 1989, n. 89/33, texte n. 14091, p. 55-59.
15. Francia. Decreto su norme di sicurezza. *Journal officiel de la République française, Edition des Lois et Décrets*. 1991;225:12568-70.
16. Francia Legge n. 2003-9 su requisiti di sicurezza. *Journal officiel de la République française, Edition des Lois et Décrets*. 2003;3:278-9.
17. Olanda. *Norme sulle acque di piscina e sui bagni terapeutici*. Staatsblad van Koninkrijk der Nederlanden, 2000, p.17.
18. Spagna. Norme su acque di piscina. *Boletín Oficial del Ministerio de Sanidad y Consumo* 1987;19:1147-52.
19. Spagna. Norme su acque di piscina. *Boletín Oficial del Ministerio de Sanidad y Consumo* 1988;22:777-83.
20. Spagna. Norme su acque di piscina. *Boletín Oficial del Ministerio de Sanidad y Consumo* 1990;29:249-260.
21. Spagna. Norme su acque di piscina. *Boletín Oficial del Ministerio de Sanidad y Consumo* 1990;30:1171-7.

22. Spagna. Norme su acque di piscina. *Boletín Oficial del Ministerio de Sanidad y Consumo* 1991;34:901-10.
23. Cipro. *Norme sulle piscine*. European Current Law, Monthly Digest, maggio 1993, p. 92.
24. Bulgaria. Norme tecniche sulle piscine. *D'rzaven vestnik* 1994;65:1-14.
25. Norvegia. Norme tecniche sulle piscine. *Norsk Lovtidend*, 1 sezione. 1996;11:767- 73.
26. Belgio. Norme tecniche. *Moniteur belge* 1984;71:4498-506.
27. Finlandia. Norme tecniche. *Finlands Författningssamling* 1996;281-292:807-10.
28. Finlandia. Norme tecniche. *Finlands Författningssamling* 1999;33-35:186.
29. Slovacchia. Norme tecniche. *Zbierka zákonov Slovenskej Republiky* 1994;77:1350-1370.
30. Europa. Direttiva 76/160/CEE del Consiglio, dell'8 dicembre 1975, concernente la qualità delle acque di balneazione.
31. Europa. Direttiva 2006/7/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 febbraio 2006, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione.

# PISCINE AD USO NATATORIO: INQUADRAMENTO GIURIDICO E OPERATIVITÀ

Michele Liessi

Servizio Igiene Pubblica, Direzione Prevenzione, Regione del Veneto, Venezia

## Introduzione

Il 16 gennaio 2003 è stato sancito con l'Accordo tra il Ministro della Salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano (1) il nuovo quadro costituzionale di riferimento sugli aspetti igienico-sanitari concernenti la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio.

Alla sottoscrizione dell'Accordo si è giunti dopo un'intensa attività di concertazione tra Ministero della Salute, le Regioni e le Province autonome, in attuazione del principio di leale collaborazione a cui devono costantemente ispirarsi le diverse istituzioni pubbliche, nella loro azione in materie di comune competenza.

L'Accordo del 2003, pur non essendo dotato, com'è evidente, di forza di legge, reca tuttavia quelli che potrebbero essere considerati come i principi fondamentali della materia (per il profilo dell'igiene delle piscine), introducendo parametri igienico ambientali volti ad assicurare sicurezza e benessere.

Per trattare i contenuti dell'Accordo (di seguito citato più brevemente come Accordo 2003) è necessario partire da un riepilogo della situazione precedente.

La normativa precedente l'Accordo 2003, in riferimento alle piscine, era sostanzialmente riconducibile a norme di Pubblica Sicurezza. Sotto il profilo igienico sanitario il vuoto normativo era quasi assoluto. Tutto era riconducibile a due articoli del Testo Unico delle Leggi Sanitarie del 1934, che però riguardavano aspetti del tutto particolari. Nel 1971, si è aggiunta la Circolare n. 128/1971, che però, non aveva valore normativo.

## Norme sanitarie specifiche precedenti l'Accordo

### Testo Unico delle Leggi Sanitarie RD n. 1265 del 27 luglio 1934

È la prima norma in materia di igiene delle piscine. Fornisce qualche indicazione in due articoli:

– **Art. 24**

*“Il medico provinciale...e) dà parere sui progetti di edifici scolastici e su quelli per la costruzione e l'acquisto, l'adattamento e il restauro di campi sportivi, piscine, bagni pubblici e simili;...”.*

L'art. 24 riguarda il parere igienico sanitario dovuto per le strutture pubbliche e specificatamente le piscine pubbliche. La normativa in questa materia ha subito una notevole evoluzione a seguito delle riforme sanitarie e della legislazione sulla semplificazione amministrativa. Il parere per le piscine pubbliche ora compete all'Azienda Sanitaria Locale.

– **Art. 194**

*“Non possono essere aperti o posti in esercizio stabilimenti balneari, termali, di cure idropiniche, idroterapiche, fisiche di ogni specie, gabinetti medici e ambulatori in genere dove si applicano, anche saltuariamente, la radioterapia e la radiumterapia senza autorizzazione del prefetto, il quale la concede dopo aver sentito il parere del consiglio provinciale di sanità.. “.*

L'articolo 194 riguarda le strutture sanitarie per le quali è previsto l'obbligo di autorizzazione da parte del Sindaco (originariamente del Prefetto).

Oggetto dell'autorizzazione sono evidentemente le strutture sanitarie, non le piscine che costituiscono loro strumenti terapeutici.

La materia è ora disciplinata da disposizioni regionali (per il Veneto la LR n. 22/2002) che, per quanto risulta, non hanno definito le caratteristiche strutturali e gestionali delle piscine terapeutiche e termali.

Questi erano gli unici riferimenti normativi per la disciplina igienico-sanitaria delle piscine ad uso natatorio e terapeutico. Non vi era invece alcuna norma che definisse le caratteristiche igieniche dell'acqua e del microclima.

### **Circolare del Ministero della Sanità n. 128 del 16 luglio 1971**

Il primo documento a fornire specifiche indicazioni sull'igiene delle piscine è la Circolare del Ministero della Sanità n. 128 del 16 luglio 1971, che non è ovviamente un atto normativo ma un mero atto amministrativo. Questa circolare ha avuto certamente il merito di introdurre nuovi elementi di certezza, come le caratteristiche dell'acqua, il controllo dei bagnanti e altre indicazioni per l'azione di vigilanza sanitaria.

Un elemento negativo è rappresentato dalla mancanza di forza giuridica della Circolare nei confronti del privato (gestore di piscina). Per contro la Circolare, coerentemente con la prassi dell'epoca, poneva direttamente a carico dei servizi di igiene pubblica i controlli analitici, anche quelli a carattere gestionale, per la verifica del corretto funzionamento della piscina, determinando così nei fatti la progressiva deresponsabilizzazione dei gestori per qualsiasi attività relativa alla gestione dell'impianto.

Un ulteriore limite della Circolare n. 128/1971 è ricavabile fin dal primo capoverso: la circolare non fornisca indicazioni di ordine igienico sanitario valide per tutte le piscine, ma solo in relazione alle piscine soggette a licenza di Pubblica Sicurezza (pubblici esercizi - piscine pubbliche) e limitatamente ai casi in cui, ricorrendo l'ipotesi di pubblico spettacolo, risultava necessario il parere della Commissione Provinciale di Vigilanza.

Il richiamo alla normativa di Pubblica Sicurezza costituisce però, paradossalmente, anche il principale elemento positivo della stessa circolare in quanto ribadisce l'ampia discrezionalità e l'autonomia tecnico professionale che veniva all'epoca riconosciuta ai Medici Provinciali.

L'art. 104 della circolare n. 16 del 15 febbraio 1951 del Ministero dell'Interno recitava infatti:

*“L'agibilità delle piscine è subordinata all'osservanza delle norme sanitarie stabilite dal medico provinciale dalle quali deve risultare il sistema di depurazione dell'acqua e il numero dei cicli giornalieri di rinnovo della medesima”.*

Questa discrezionalità e autonomia non è andata perduta ma, per effetto delle norme nazionali e regionali di attuazione della riforma sanitaria, sono transitate ai Servizi di Igiene Pubblica delle Aziende Sanitarie Locali. (in Appendice la normativa di riferimento)

Con la netta separazione tra controlli interni e controlli esterni introdotta dall'Accordo 2003 e dall'individuazione delle nuove figure professionali cui rapportarsi, questa autonomia e discrezionalità dei professionisti sanitari viene ulteriormente recuperata e valorizzata.

## **Atto d'Intesa Stato Regioni 11 luglio 1991**

A distanza di venti anni dalla circolare n. 128/1971 comparve il primo documento che affrontava la materia dell'igiene delle piscine ad uso natatorio in modo specifico e complessivo. Si tratta dell' "Atto d'Intesa tra Stato e Regioni relativo agli aspetti igienico-sanitari concernenti la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio", approvato dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano nella seduta dell'11 luglio 1991, pubblicato nel febbraio 1992.

Il preambolo ne dichiara la finalità di assicurare "l'uniforme disciplina della materia", considerata "l'inesistenza di disposizioni unitarie relative agli aspetti igienico-sanitari" delle piscine ad uso natatorio.

A molti sembrò potesse rappresentare una disciplina organica del settore in via di espansione, anche se così a lungo trascurato dal legislatore.

Presto l'Atto d'Intesa si rivelò invece carente sia sul piano tecnico che su quello giuridico.

Sul piano tecnico il documento, pur completo e organico dal punto di vista dei contenuti, manifestava numerose incongruenze e contraddizioni che lo rendevano inapplicabile nella maggior parte delle realtà locali; ciò emerse in particolare in una giornata di studio organizzata dalla Regione Veneto, a Venezia il 26 giugno 1992, alla quale parteciparono anche docenti dell'Istituto Superiore di Sanità.

Sul piano giuridico nel 1991 l'Intesa non era ancora configurata come istituto giuridico (poi previsto con il DL.vo n. 281 del 28 agosto 1997) e in quel contesto il Ministero della Sanità presentò alla Conferenza un documento già confezionato sul quale raggiungere un'intesa con le Regioni, in un'ottica di mera informazione o al massimo di consultazione.

L'Atto di Intesa venne così pubblicato in Gazzetta Ufficiale senza assumere una veste giuridica diversa (in ipotesi Decreto Ministeriale o Decreto del Presidente della Repubblica)

Successivamente nel 1993 il Ministero della Sanità intervenne invitando le Regioni, ove possibile, a non adottare alcun provvedimento legislativo in attesa di rivedere l'atto (nota Ministero della sanità 21 luglio 1993, n. 400.4/12/1205).

L'atto d'Intesa del 1991 rimase comunque un documento tecnico preso a riferimento dagli operatori del settore fino alla comparsa dell'Accordo 2003.

## **L'Accordo del 2003 e l'Accordo interregionale del 2004**

Secondo il nuovo assetto costituzionale, derivante dalla Legge costituzionale n. 3 del 18 ottobre 2001, la tutela della salute è materia di legislazione concorrente, vale a dire che lo Stato fissa i principi fondamentali mentre le regioni emanano le specifiche normative di attuazione.

Nel caso dell'igiene delle piscine i principi fondamentali sono stati fissati dallo Stato, non con un atto di "supremazia" ma mediante un Accordo Stato Regioni, formula giuridica espressamente prevista dall'art. 4 del DL.vo n. 281 del 28 agosto 1997, secondo il principio della leale collaborazione tra enti istituzionali, in un nuovo sistema di pari ordinazione.

L'Accordo è pertanto espressione della libera volontà delle parti e impegna le stesse all'adozione di norme corrispondenti ai principi in esso contenuti.

### **L'Accordo 16 gennaio 2003**

L'Accordo 16 gennaio 2003 tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la

vigilanza delle piscine a uso natatorio è nato dalla “rivisitazione” dell’ultima bozza di Atto di Intesa presentata dal Ministero della Salute nella primavera del 2002.

La scelta strategica delle Regioni è stata quella di trovare un accordo col Ministero della Salute sugli elementi fondamentali del documento ministeriale, abbandonando tutte le parti di dettaglio.

Sono stati sviluppati i seguenti punti:

- definizione;
- classificazione;
- campo di applicazione e finalità;
- dotazione di personale, attrezzature e materiali;
- controlli interni;
- controlli esterni;
- sanzioni;
- regime transitorio;
- allegato 1 (Requisiti igienico-ambientali di competenza del Ministero).

Il testo del preambolo non è stato oggetto dell’istruttoria condotta dal gruppo tecnico Ministero-Regioni, ma è stato successivamente introdotto dalla segreteria della Conferenza recuperando in estrema sintesi alcuni riferimenti normativi e tecnici individuati dal gruppo durante la discussione.

Alcuni riferimenti normativi erano stati ripresi per escludere le relative materie dall’ambito dell’Accordo.

È il caso del DL.vo n. 626/1994 in materia di sicurezza dei lavoratori, del Decreto del Ministro dell’Interno del 1996 sulla sicurezza degli impianti sportivi, del RD n. 773/1931 sulla pubblica sicurezza, del DPR n. 616/1977 in ordine alle competenze dei comuni in materia di autorizzazioni, del DPR n. 425/1994 relativo all’agibilità degli edifici come anche degli articoli 193 e 194 del TULLSS, RD n.1265/1934, che trattavano aspetti sanitari, con i quali l’Accordo non intendeva interferire.

Il DL.vo n. 155 del 26 maggio 1997 riguardante gli alimenti era invece stato richiamato in quanto, per il gruppo tecnico, rappresentava l’archetipo della normativa di autocontrollo, che si intendeva introdurre nella disciplina igienico-sanitaria delle piscine.

Per quanto riguarda il richiamo alla norma UNI 10637 del giugno 1997 il gruppo delle regioni aveva già valutato che per il suo valore tecnico questo riferimento andava rinviato alla fase regionale di elaborazione di dettaglio.

Il richiamo alla semplificazione amministrativa contenuto nell’ultimo capoverso verrà poi ripreso dal documento interregionale.

Con questo Accordo si è aperta una nuova fase legislativa, che si prospetta lunga e complessa, ma che stavolta sembra avviata nella giusta direzione.

L’Accordo contiene i principi fondamentali su cui si fonderanno le leggi regionali e soprattutto reca la definizione dei parametri igienico ambientali a tutela della salute pubblica, quali livelli minimi di assistenza da rispettare su tutto il territorio nazionale.

### **Valore giuridico dell’Accordo 2003**

Senza spingersi in considerazioni che competono alla dottrina e alla giurisprudenza, si può dire che l’Accordo di per sé non ha forza di legge, ma ha un preciso riconoscimento giuridico nell’art. 4 del DL.vo n. 281/1997 sopra richiamato.

Forse però il vero valore di questo atto sta nel fatto che l’Accordo costituisce un impegno talmente forte e significativo tra le parti, che liberamente l’hanno sottoscritto nell’interesse superiore della salute pubblica, da assumere un valore politico istituzionale fondamentale.

Se è vero che l'Accordo impegna non solo politicamente, ma anche giuridicamente le amministrazioni contraenti secondo il principio di leale collaborazione definito costituzionalmente, viene da chiedersi quale possa essere la sua efficacia nei confronti dei privati e degli organi di vigilanza.

Un elemento determinante in questo senso è sicuramente la pubblicazione dell'Accordo 2003 che ha portato il documento ufficialmente a conoscenza di tutti i cittadini, i quali possono pretendere il rispetto dei livelli minimi di tutela sanitaria previsti dall'Accordo e sollecitare le singole Regioni per l'adozione di disposizioni coerenti con i contenuti concordati.

Per le stesse motivazioni anche gli organi di vigilanza possono legittimamente far riferimento ai contenuti dell'Accordo 2003, per tutti i provvedimenti di prescrizione o di tutela, fatta eccezione per le sole sanzioni, in quanto non ancora introdotte dalla legge regionale.

### **Recepimento regionale**

Quando le Regioni al tavolo della Conferenza Stato Regioni decisero di percorrere la strada del rispetto dei diversi ruoli e competenze nell'ambito del rapporto di leale collaborazione erano consapevoli che il lavoro più complesso sarebbe venuto dopo la sottoscrizione dell'Accordo 2003.

La formula giuridica più compiuta di recepimento dell'Accordo è sicuramente la legge; inoltre va anche considerato che le sanzioni amministrative, previste dall'Accordo, possono essere definite solo tramite una legge, per il principio costituzionale di "legalità" (art. 25 della Costituzione), ripreso dall'art. 1 della Legge n. 689 del 24 novembre 1981.

Vi è stata però anche la netta consapevolezza da parte di molte Regioni che l'iter di approvazione di una legge regionale, in questa materia a lungo trascurata dal legislatore e carica di implicazioni socio-economiche, sarebbe stato lungo e tortuoso, perciò l'orientamento prevalente è stato quello di procedere ad un recepimento formale con Deliberazione di Giunta Regionale, per dare immediata applicazione ai parametri dell'acqua.

Tale è stata ad esempio la scelta della Regione Veneto, che con DGR n. 1173/2003 ha disposto l'immediata applicazione dei requisiti igienico-ambientali dell'Allegato 1, rendendo obbligatori i controlli interni da parte dei responsabili degli impianti natatori. La stessa delibera ha tra l'altro dichiarato superate la Circolare n. 128/1971 e l'Atto d'Intesa 1991.

Con tale delibera l'Accordo è diventato efficace tanto nei confronti delle amministrazioni pubbliche (ad es. Comuni, ASL, Prefetture) quanto nei confronti dei gestori privati.

### **L'Accordo interregionale 2004**

Dopo la sottoscrizione dell'Accordo 2003 le Regioni hanno sentito l'esigenza di collaborare insieme alla predisposizione di un documento comune che, sviluppando alcuni elementi dell'Accordo 2003 e introducendo altri aspetti di propria competenza, potesse costituire la base delle future norme regionali, pur nel rispetto delle specificità locali.

Il documento "Disciplina interregionale delle piscine" elaborato a partire da febbraio del 2004 dal gruppo tecnico interregionale, coordinato dalla Regione Veneto, è stato approvato prima dal Coordinamento Interregionale Prevenzione (22 giugno 2004) poi dal Coordinamento degli Assessori alla Sanità (14 luglio) e infine dal Coordinamento dei Presidenti ed è divenuto: "Accordo 16 dicembre 2004 tra le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sulla disciplina interregionale delle piscine" (2).

L'Accordo Interregionale è una formula giuridica innovativa di collaborazione tra le Regioni, prevista dall'art. 177, comma 8, della Costituzione (come modificata dalla Legge Costituzionale n. 3/2001) ed è considerata espressione del principio di leale collaborazione.

L'Accordo 2004 non è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, tuttavia, in data 22 dicembre 2004, con nota prot. n. 4766/A4SAN, è stato ufficialmente inviato dal Presidente della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome a tutti i Presidenti delle Regioni, agli Assessori alla Sanità e ai Referenti della Conferenza col preciso fine di "un'applicazione omogenea sul territorio".

Anche questo accordo non ha alcuna forza di legge, ma costituisce un preciso impegno politico e istituzionale, già condiviso sul piano tecnico.

La Giunta Regionale del Veneto, con recentissima DGR (Deliberazione della Giunta Regionale) n. 2872 del 4 ottobre 2005, riguardante iniziative del Progetto Regionale Piscine, ha preso atto dell'Accordo 2004, di modo che, con la pubblicazione della DGR nel Bollettino Ufficiale Regionale, anche l'Accordo 2004 troverà Applicazione nell'ambito della Regione Veneto.

## Contenuti degli accordi e l'operatività

Di seguito vengono discussi gli Accordi 2003 e 2004 evidenziando gli aspetti più significativi per l'operatività, non solo dei Servizi delle ASL, ma anche, più in generale dei vari soggetti pubblici e privati coinvolti nella tutela della salute in piscina.

### Definizioni

L'Accordo 2003 definisce la piscina: "Punto 1) -Si definisce piscina un complesso attrezzato per la balneazione che comporti la presenza di uno o più bacini utilizzati per attività ricreative, formative, sportive e terapeutiche esercitate nell'acqua contenuta nei bacini stessi".

Si tratta di una definizione molto ampia, che comprende praticamente tutti i possibili tipi di piscina e perciò dà la possibilità di affrontare la materia in modo complessivo.

Tuttavia la stessa definizione contiene un possibile tranello nella concreta applicazione. Infatti la parola "piscina" nell'uso comune è strettamente collegata all'idea di una vasca nella quale si nuota, mentre questa definizione assume un diverso significato: ai fini dell'Accordo la piscina è individuata nell'intero complesso formato dalle vasche, ma anche da servizi, spogliatoi, solarium, locali tecnici e ogni altro locale accessorio, anche non strettamente destinato alle attività natatorie.

Inoltre, a dispetto del titolo che si riferisce alle piscine destinate ad attività natatorie (nuoto) nella definizione del punto 1) dell'Accordo 2003 sono compresi anche usi diversi come quelli terapeutici.

L'Accordo 2004 aggiunge altre definizioni che rendono ancora più evidente il significato onnicomprensivo attribuito a questo documento.

Tali definizioni aggiuntive sono relative a:

- "piscina ad uso terapeutico" e "piscina termale" in riferimento all'art. 194 del TULLSS RD 27/7/1934 n. 1265
- "vasca di piscina" alla quale viene associata la presenza di impianto di trattamento dell'acqua;
- "vasca di piscina termale" facendo riferimento al mantenimento delle caratteristiche originali dell'acqua con continuo ricambio;
- "bacino di balneazione" in riferimento ai bacini alimentati con acque all'origine idonee alla balneazione, secondo la normativa specifica e mantenute tali con continuo ricambio d'acqua.

## **Classificazione**

La classificazione del punto 2) è una delle più importanti novità dell'Accordo 2003 ed è stato un elemento di chiarificazione della materia.

La classificazione delle piscine non è fine a se stessa, ma costituisce il presupposto per realizzare una disciplina veramente applicabile alla situazioni reali.

Attraverso una precisa articolazione della classificazione si apre la possibilità di prevedere successivamente differenti disposizioni tecniche regionali per le diverse situazioni codificate.

D'altra parte, definire un'unica regolamentazione da applicare acriticamente a tutte le realtà, senza distinzione di ambito giuridico o socio-economico, significa porre le basi per la sua inapplicabilità, così come è avvenuto nel 1991.

La nuova classificazione dell'Accordo 2003 è stata meglio specificata ed "esplosa" nell'Accordo 2004 e, nel Veneto, nel progetto di disegno di legge in attesa di approvazione da parte della Giunta Regionale (v. Sez. IV Dossier piscine). I contenuti innovativi di questo progetto verranno citati in quanto già condivisi in sede tecnica e perciò spunti utili per la discussione e la riflessione personale.

In sede di elaborazione interregionale e regionale sono emersi alcuni nodi, rispetto alla classificazione dell'Accordo 2003, che sono stati affrontati e superati con ulteriori specificazioni dell'Accordo 2004.

## **Categoria A**

È stata meglio dettagliata la definizione delle piscine ad uso collettivo suddividendole in gruppi corrispondenti alle diverse posizioni giuridiche. Così sono stati separati in gruppi diversi:

- pubblici esercizi;
- attività turistiche e agrituristiche;
- collettività quali collegi, convitti, scuole, comunità, case di riposo, ecc.;
- palestre, centri estetici e simili;
- circoli, associazioni.

Restavano altri nodi che sono stati chiariti in sede tecnica in base a delle considerazioni che si riportano sinteticamente:

## **Agriturismo**

La Legge 5 dicembre 1985 n. 730 "Disciplina dell'agriturismo", prevede finalità e procedure proprie di un "servizio destinato al pubblico". Le stesse procedure sono state riprese e sviluppate dalle varie leggi regionali (l.r.) di attuazione (l.r. Veneto n. 9/1977; l.r. Umbria n. 28/1977; l.r. Toscana n. 30/2003; l.r. Marche n. 3/2002; l.r. Lazio n. 36/1997), che tracciano una netta separazione tra l'ambito privato che contraddistingue l'azienda agricola in origine e l'ambito di uso pubblico cui è invece finalizzata l'attività di agriturismo.

## **Attività extra alberghiere**

Si tratta di quelle unità abitative inserite in edifici residenziali che vengono affittate per brevi periodi di soggiorno a scopo turistico. In effetti, si tratta di attività ben rientranti nella sotto categoria delle "piscine ad uso collettivo", con finalità di servizio pubblico. Queste infatti sono state precisamente definite e disciplinate da leggi regionali del settore (nel Veneto la legge regionale 4 novembre 2002 n. 33), che le classificano, in base a precisi requisiti strutturali e gestionali, e richiedono speciali comunicazioni di inizio attività.

## **Categoria B**

Per la definizione dell'ambito privato, l'Accordo 2003 fa riferimento al codice civile e particolarmente agli articoli 1117 e seguenti, che regolano la proprietà condominiale negli edifici, a beneficio dei quali l'eventuale piscina rappresenta uno dei possibili servizi, come l'ascensore, l'autoclave o l'antenna televisiva. La dimensione del condominio non può mutare la sua natura giuridica.

È stato definito il "condominio" comprendendovi l'edificio con più di quattro unità abitative, di unico proprietario o in comunione.

Sono state inoltre definite "l'unità abitativa" (alla quale è stata equiparata l'unità commerciale, artigianale e direzionale, limitatamente all'uso della piscina da parte degli addetti) e la "singola abitazione" (alla quale è equiparato l'edificio non "condominio" fino a quattro unità abitative).

La questione potrebbe essere risolta anche in modo più semplice se si decidesse di escludere *tout court* gli edifici fino a quattro unità abitative indipendentemente dal fatto che si tratti o meno di condomini.

## **Categoria C**

Come precedentemente detto le piscine terapeutiche rientrano nella disciplina delle strutture sanitarie delle quali sono strumenti.

L'Accordo 2004 al punto 2.4 ammette che nelle strutture di categoria C possano essere svolte attività ricadenti nella Categoria A, nei limiti definiti dalle disposizioni regionali, purché non in contemporaneità con le attività terapeutiche.

Si tratta di una notevole apertura che è stata meglio precisata nel progetto di disegno di legge del Veneto, dove viene stabilito che si tratta di attività "ludico ricreative aggiuntive" e che la responsabilità rispetto alla loro ammissione è del Direttore Sanitario, responsabile della struttura sanitaria.

La classificazione delle piscine introdotta dall'Accordo 2003 e precisata dall'Accordo 2004, fondata su elementi giuridici, indipendentemente dalla futura regolamentazione regionale, già rappresenta una efficace griglia cui far riferimento per inquadrare le varie realtà ai fini dell'assunzione di decisioni nelle varie fasi di progettazione, costruzione, gestione e vigilanza.

## **Il campo di applicazione**

La parte più significativa del punto 3 dell'Accordo 2003 è la precisazione contenuta nel punto 3.2, il quale stabilisce che per le piscine di categoria b (private) le regioni elaborano specifiche disposizioni in riferimento alle caratteristiche strutturali e gestionali, ma che le stesse sono soggette ai requisiti dell'acqua previsti dall'allegato 1 dell'Accordo. Analogamente per le piscine di categoria c (terapeutiche e termali) le regioni adotteranno appositi provvedimenti.

In altre parole già l'Accordo avvalorava la tesi secondo la quale la classificazione favorisce l'adozione di discipline speciali piuttosto che costituirne un ostacolo.

L'Accordo 2004 ha ulteriormente sviluppato il punto 3) prevedendo diversi regimi per le piscine termali e per i "bacini di balneazione": per questi tipi di piscina dei requisiti igienico-ambientali dell'Allegato 1 dell'Accordo si applicano solo quelli illuminotecnici e acustici. Le caratteristiche dell'acqua devono essere corrispondenti rispettivamente alla normativa sulle acque termali e a quella sulla balneazione. È una precisazione che per certi versi può risultare superflua, in quanto le stesse definizioni di piscina termale e di bacino di balneazione contengono il riferimento implicito alla specifica normativa. Ad ogni modo questa esplicitazione toglie ogni dubbio interpretativo.

## **Dotazione di personale**

L'Accordo 2003, al punto 4, riconosce la necessità che nelle piscine siano individuati diversi livelli di responsabilità e lascia alle regioni la definizione delle diverse figure professionali, prevedendo come obbligatoria la figura dell'assistente bagnanti. Inoltre viene prevista la presenza di un locale di primo soccorso.

Nell'Accordo 2004 le Regioni già delineano più in dettaglio quali debbano essere le figure professionali in gioco.

## **Responsabile della piscina**

Il punto 4 distingue in modo netto la figura del "responsabile della piscina" descrivendone i compiti, con particolare riguardo alle responsabilità legate all'autocontrollo che costituisce uno dei pilastri dell'Accordo 2003.

Precisa ancora che il responsabile delle piscine di categoria B è l'Amministratore (in mancanza sono i proprietari secondo il Codice Civile o le leggi che regolano la proprietà), mentre per le piscine di categoria C (terapeutiche e termali) il responsabile viene indicato nel Direttore Sanitario.

## **Altre figure professionali**

Con un nuovo punto 4bis l'Accordo 2004 distingue le figure subordinate, a significare un diverso livello di responsabilità. Si prevedono le seguenti figure:

- assistente bagnanti;
- addetto agli impianti tecnologici.

L'assistente bagnanti dovrà quindi interessarsi anche del comportamento degli utenti, principalmente con azioni educative; in questa ottica la sua presenza a bordo vasca non sarà più considerata solo come una voce passiva della gestione, ma al contrario come una delle migliori forme di investimento, in grado anzi di incidere sulla riduzione dei costi e sulla qualità della gestione, anche in termini di qualità percepita.

Il punto 4bis.3 dell'Accordo 2004 rinvia alle Regioni la definizione del "numero proporzionato" di assistenti bagnanti. Tale definizione ancora non c'è.

Qualcuno potrebbe osservare che la mancanza di disposizioni regionali in questo senso sollevi il gestore da ogni responsabilità in caso di incidenti.

È opinione di chi scrive che le cose stiano esattamente al contrario.

Si ritiene infatti che il gestore abbia la responsabilità imprenditoriale di garantire la sicurezza dei propri utenti. Perciò a lui spetta valutare la propria situazione nell'ambito delle procedure di autocontrollo e adottare i mezzi ritenuti adeguati, sapendo che potrebbe essere chiamato a rispondere penalmente e civilmente, non tanto per mere inadempienze formali di disposizioni regolamentari, quanto per reali danni che il suo cliente potrebbe subire.

In questa ottica si colloca anche la previsione elaborata nel gruppo veneto di prevedere la possibilità di sistemi di sorveglianza a distanza, alternativi alla presenza continuativa dell'assistente bagnanti a bordo vasca (v. Dossier piscine Sez. IV).

## **Controlli**

Il punto 5 dell'Accordo 2003 introduce una importante novità: la netta separazione dei controlli interni da quelli esterni e delle relative responsabilità.

*“I controlli per la verifica del corretto funzionamento del complesso sono distinti in controlli interni, eseguiti a cura del responsabile della gestione della piscina, e controlli esterni, di competenza dell’Azienda Unita’ Sanitaria Locale.”*

Pertanto, da una parte si hanno i controlli finalizzati alla verifica della gestione, ovvero l’autocontrollo, dall’altra quelli effettuati dalle autorità sanitarie.

## **Controlli interni**

I controlli interni (punto 6 dell’Accordo 2003) sono funzionali e finalizzati a una corretta e puntuale gestione igienico-sanitaria della piscina; sono a carico del gestore e, relativamente ad essi, l’Accordo ha introdotto il sistema dell’autocontrollo.

Il principio dell’autocontrollo è basato sulla metodologia scientifica HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point - Analisi del rischio e controllo dei punti critici) ed è stato mutuato dal DL.vo n.155/97, che già lo aveva introdotto nel campo dell’igiene degli alimenti.

Si tratta di una inversione di prospettiva in quanto si abbandona la visione secondo cui la legge detta minuziosamente quali devono essere i controlli interni, per passare ad una responsabilizzazione del gestore. Al gestore è lasciata ampia autonomia nell’organizzare il proprio sistema di controllo, tale sistema deve però seguire una metodologia scientifica che assicuri efficacia al sistema stesso e deve raggiungere gli obiettivi di tutela della salute degli utenti.

L’Accordo descrive in modo dettagliato – forse eccessivo se si considerano gli obiettivi generali prefissati – alcuni passaggi che caratterizzano le procedure di autocontrollo.

La finalità è quella di intervenire prima che i pericoli si manifestino.

L’autocontrollo deve inoltre essere esteso all’analisi di tutti i pericoli che possono occorrere in piscina, sia quelli derivanti dalla qualità dell’acqua, che quelli legati alle condizioni degli ambienti e delle attrezzature, per la possibilità che si verifichino incidenti o eventi pericolosi per la salute.

In questo contesto le analisi dell’acqua perdono quel valore assoluto spesso attribuito loro dai gestori nell’intento di dimostrare il rispetto della normativa. Le analisi pianificate all’interno del piano di autocontrollo servono per verificare l’affidabilità delle procedure messe in atto per prevenire rischio per la salute degli utenti.

A ben vedere si tratta di una evoluzione culturale, ancor prima che scientifica, dalla quale uscirà certamente valorizzata la professionalità del gestore e di tutto il personale coinvolto. Professionalità che non può essere data per scontata, ma va costruita e verificata attraverso specifici percorsi formativi del tutto analoghi a quelli che dovranno coinvolgere i professionisti sanitari destinati alla vigilanza.

L’elemento cardine di tutto il sistema è comunque quello enunciato al punto 6.6 dell’Accordo 2003:

*“Qualora, in seguito all’auto-controllo effettuato, il responsabile riscontri valori dei parametri igienico-sanitari in contrasto con la corretta gestione della piscina, deve provvedere per la soluzione del problema e/o il ripristino delle condizioni ottimali. Qualora la non conformità riscontrata possa costituire un rischio per la salute il titolare dell’impianto deve darne tempestiva comunicazione all’Azienda unità sanitaria locale.”*

È pensabile che il gestore, in particolari condizioni di rischio per la salute degli utenti, possa giungere fino alla chiusura di vasche o dell’intera struttura, di propria iniziativa senza aspettare che sia l’Autorità Sanitaria a disporla. Sarebbe un atto di vera responsabilità, coerente con la fiducia che il legislatore, a tutti i livelli, da tempo ripone sul privato cittadino, mediante concreti provvedimenti legislativi.

Un’ultima annotazione: ogni piano di autocontrollo va progettato su misura di ciascuna piscina e non può essere astrattamente predeterminato, né definito dall’ASL; questa ha il compito di verificarne l’affidabilità e l’efficacia in sede di vigilanza.

## Controlli esterni

L'introduzione del sistema di autocontrollo consente una ridefinizione anche dei controlli esterni, che in tal modo diventano più chiari negli obiettivi e maggiormente aderenti ai compiti della pubblica amministrazione.

Viene abbandonato il vecchio metodo dei controlli secondo cadenze prestabilite come previsto dalla Circolare n. 128/1971 e dall'Atto d'Intesa del 1991. Vengono invece valorizzati gli interventi a campione, sulla base di piani predisposti tenendo conto delle reali situazioni locali.

L'Accordo 2004, al punto 7.1 esplicita in modo ancora più chiaro che i controlli non sono limitati ad analisi di routine, ma vanno effettuate ispezioni, verifiche documentali, misurazioni strumentali e prelievi di campioni per le analisi, secondo piani di controllo.

I controlli esterni sono dunque finalizzati al controllo sulle azioni del gestore cui spetta la responsabilità della tutela della salute dei suoi utenti-clienti.

Ai punti 7 e 7bis l'Accordo 2004 considera anche la problematica dei prelievi e delle misure sul campo, prospettando alcune soluzioni da concretizzare in sede regionale.

Rispetto a misurazioni complesse (si pensi agli accertamenti sui parametri microclimatici) è stata prevista la possibilità di intervento diretto dell'ARPA in stretto raccordo con l'ASL territorialmente competente.

Nell'ambito del Progetto Piscine Veneto si sta ad esempio costituendo, per iniziativa del Servizio Igiene Pubblica della Direzione Prevenzione, un'unità specialistica mobile dell'ARPAV che effettuerà i controlli *indoor* nelle piscine della Regione.

Rispetto ai prelievi è stato previsto il rispetto delle procedure a tutela delle garanzie di difesa, mentre per i controlli sul campo (ad es. pH, Cloro residuo) viene ipotizzata la possibilità di definizioni di protocolli regionali in attesa di metodiche ufficiali.

Anche in questo caso la soluzione migliore sta nella professionalità degli operatori di vigilanza, dalla quale effettivamente dipende l'affidabilità dei controlli e misure effettuati sul campo, a prescindere dal metodo utilizzato.

## Provvedimenti d'Autorità

*“Qualora l'autorità sanitaria competente accerti che nella piscina siano venuti meno i requisiti igienico-sanitari previsti disporrà affinché vengano poste in atto le opportune verifiche e adottati i necessari provvedimenti per il ripristino di detti requisiti, sino a giungere all'eventuale chiusura dell'impianto.”*

Lo strumento a disposizione è sempre quello dell'ordinanza contingibile urgente dell'Autorità Sanitaria Locale (Sindaco).

Sul punto gli accordi non forniscono parametri di giudizio, né formule precostituite per stabilire i casi di chiusura obbligatoria degli impianti.

Qui in realtà si esprime tutta la professionalità e competenza dei professionisti sanitari dei Servizi di Vigilanza.

Se si ipotizza la necessità di un provvedimento di chiusura ordinato dall'Autorità Sanitaria, significa che ci si trova di fronte ad una situazione di effettivo e immediato pericolo per l'utente, ma anche che l'autocontrollo ha fallito il suo obiettivo.

Sono situazioni che escono dall'ordinaria amministrazione e richiedono l'effettivo esercizio di quella discrezionalità tecnico professionale che è stata ereditata dal Medico Provinciale e dall'Ufficiale Sanitario.

Potranno essere predisposte linee guida regionali o griglie di valutazione del rischio secondo le più sofisticate metodologie, ma alla fine ciò che risulterà davvero determinante sarà ancora la

responsabilità del professionista sanitario nell'ambito del sistema organizzato nel quale e col quale si trova ad operare.

## Sanzioni

La materia delle sanzioni (punto 8 dell'Accordo 2003) è particolarmente delicata e tuttavia risulta fondamentale per una disciplina di questo tipo. La competenza in questo campo è delle Regioni, trattandosi di sanzioni esclusivamente "amministrative".

Già in fase di discussione precedente all'Accordo era stato chiarito che le sanzioni sono stabilite necessariamente con legge regionale, in quanto com'è noto la disciplina sanzionatoria è riservata alla legge, per il principio di legalità (art. n. 25 della Costituzione). Pertanto è da escludersi che delibere di giunta possano legittimamente introdurre disposizioni a carattere sanzionatorio.

L'Accordo 2004 ha stabilito alcuni criteri di massima per uniformare l'individuazione degli illeciti e delle sanzioni a livello regionale. Sono stati indicati anche specifici comportamenti sanzionabili, nonché la possibilità di sospendere le sanzioni relative a particolari violazioni in materia di autocontrollo.

In questa situazione transitoria bisogna giocoforza far ricorso ad altri strumenti quali ad esempio l'adozione di prescrizioni motivate, che spesso possono risultare più efficaci in termini di prevenzione rispetto alle sanzioni.

La parola chiave in queste occasioni è allora la "motivazione" dei provvedimenti da adottare. I contenuti degli Accordi 2003 e 2004, assieme alle evidenze scientifiche, rivestono un'importanza fondamentale a sostegno di tali motivazioni.

## Allegato 1. Requisiti igienico-ambientali

Tra gli aspetti che le Regioni e le Province autonome hanno esplicitamente riconosciuto di competenza statale vi è certamente quello dei requisiti igienico-ambientali.

Tali requisiti sono stati proposti dal Ministero della Salute al gruppo tecnico, che li ha così accolti, riconoscendoli come livelli essenziali di assistenza da garantire su tutto il territorio nazionale.

Se i parametri igienico-sanitari e altri principi generali sono stati definiti con un Accordo Stato, Regioni e Province autonome, con lo stesso strumento giuridico dovranno essere eventualmente modificati.

Quindi nel rispetto del principio di leale collaborazione verticale e orizzontale è da escludersi ogni iniziativa unilaterale o trasversale per la modifica dell'Accordo 2003.

Rispetto ai requisiti igienico-ambientali l'Accordo 2004, al punto 15.2 ha aggiunto una precisazione importante:

*"Ogni piscina deve essere dotata di impianti tecnologici per il trattamento dell'acqua sufficienti a mantenere la stessa costantemente entro i limiti previsti dall'Allegato 1, in ogni condizione di utilizzo, salvo quanto stabilito per le "vasche di piscina termale" e per i "bacini di balneazione" al punto 3 (Campo di applicazione)".*

Le caratteristiche dell'impianto non vengono definite dagli Accordi ed è verosimile che neppure le norme regionali lo faranno, in considerazione del fatto che le tecnologie sono competenza del privato, al quale è affidato il compito di assicurare il rispetto dei parametri della Tabella A, ritenendo ciò sufficiente a tutelare la salute pubblica.

Spetta al progettista stabilirne le caratteristiche e al responsabile della gestione assicurarne il funzionamento.

## Acqua di vasca e acqua di immissione

L'idoneità igienico-sanitaria dell'acqua di vasca è l'obiettivo principale delle azioni di controllo (interno ed esterno). L'Accordo 2003 stabilisce che i requisiti di qualità *“dell'acqua in vasca devono essere raggiunti in qualsiasi punto”*.

I campioni per le analisi a fini di vigilanza hanno perciò sempre valore e significato pieno anche se non rappresentativi dell'intera massa d'acqua e perciò ai fini della vigilanza risulta priva di fondamento ogni pretesa di campionamento medio ottenuto per miscelazione di campioni parziali.

Completamente diverso è il ragionamento relativo all'acqua di immissione, in merito al quale l'Accordo 2003 stabilisce: *“il controllo all'acqua di immissione sarà effettuato ogni qualvolta se ne manifesti la necessità per verifiche interne di gestione o sopraggiunti inconvenienti”*.

Risulta del tutto evidente che l'acqua di immissione ha valore esclusivamente per i “controlli interni”, mentre non ne ha affatto ai fini dei “controlli esterni”. Tale orientamento largamente condiviso a tutti i livelli è recepito tra l'altro nel progetto di disegno di legge veneto.

## Procedimenti autorizzativi

L'Accordo Interregionale 16 dicembre 2004, oltre a sviluppare alcuni punti dell'Accordo 2003, ne ha introdotti di nuovi.

Ai punti 10, 11 e 12 sono previste semplici comunicazioni di inizio attività, distinte per categoria, corredata di documentazione sufficiente a consentire l'esercizio della vigilanza.

Fatta salva l'espressione dei pareri ai fini edilizi quando previsti (DPR n. 380/2001) non è prevista alcuna forma di autorizzazione, validazione o presa d'atto preventiva. È però prevista la possibilità di richiedere documentazione integrativa.

Questa previsione è perfettamente coerente con la normativa generale di semplificazione amministrativa che responsabilizza il privato e nello stesso richiama la parte pubblica a nuove forme di vigilanza attiva, quindi di responsabilità.

## Utenti

L'Accordo 2004 ha finalmente risolto il problema della definizione degli utenti della piscina. Distingue infatti “frequentatori” e “bagnanti”.

I frequentatori sono gli utenti all'interno dell'impianto natatorio, cioè della prima barriera, mentre i “bagnanti” sono i frequentatori che si trovano in vasca e negli spazi strettamente funzionali all'attività natatoria (banchina perimetrale). In figura 3 è schematizzata la definizione.

Questa distinzione permette di adottare diversi parametri per il dimensionamento degli spazi, degli impianti e dei servizi.

Infatti il numero di bagnanti in acqua è strettamente rapportato allo spazio disponibile per svolgere in sicurezza le attività di nuoto e influisce in modo diretto sul carico inquinante cui l'impianto di trattamento deve far fronte. Viceversa i frequentatori che usufruiscono prevalentemente degli spazi accessori come il solarium (si pensi a piscine scoperte ad alta frequentazione) incidono sull'affollamento dei servizi, wc e spogliatoi, ma non sulle caratteristiche dell'acqua. In altre parole l'affollamento dei bagnanti ha una forte valenza igienico sanitaria e di sicurezza, mentre i frequentatori rivestono una maggiore importanza in riferimento alla capacità complessiva della struttura.

Per queste stesse ragioni l'Accordo 2004 ha stabilito i valori massimi di affollamento di *bagnanti* in relazione alla superficie delle vasche e al tipo di attività che vi si svolgono:

- attività di nuoto: un bagnante ogni 5 metri quadrati di specchio d'acqua;

– attività ludico ricreative: un bagnante ogni 3 metri quadrati di specchio d'acqua.

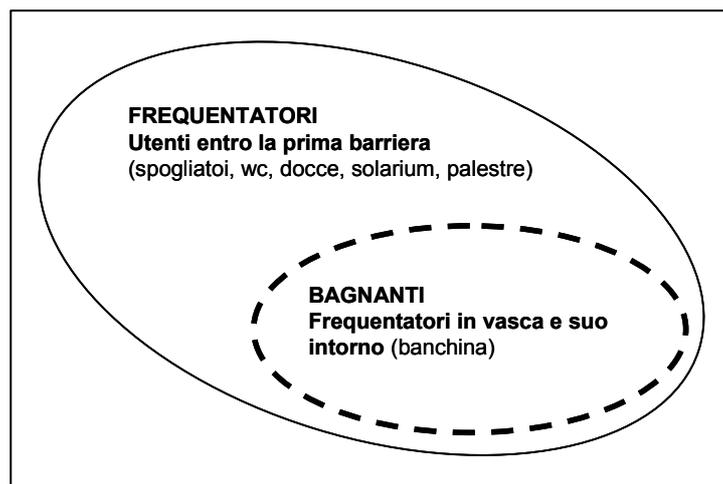
Va ricordato che la natura giuridica dell'Accordo 2004 è tale che questi limiti non siano di per sé vincolanti per il privato (progettista o gestore), perciò per essere applicati devono essere espressamente ripresi dalla pubblica amministrazione e imposti al gestore con gli appropriati atti amministrativi. Ad esempio: prescrizioni in occasione di pareri su progetti o condizioni di autorizzazione amministrativa. Diversamente in sede di vigilanza devono essere oggetto di specifici provvedimenti prescrittivi o ordinativi dell'Autorità Sanitaria, a fronte di situazioni di grave pericolo per la salute pubblica.

Anche in questo caso la chiave è la responsabilità nel cercare forme di raccordo tra le Amministrazioni interessate (Comune, ASL).

Per quanto riguarda i frequentatori ammissibili è abbastanza intuitivo come il loro numero dipenda dalle dimensioni complessive della struttura, dei servizi, degli spazi di sosta, nonché dal sistema organizzativo e non possa quindi essere predeterminato astrattamente, ma debba essere stabilito caso per caso. Per questo motivo l'Accordo 2004 non stabilisce alcun valore, rinviando la definizione implicitamente al responsabile della piscina sulla base di parametri da definirsi in sede tecnica regionale.

In mancanza di parametri la determinazione fa fatta in sede di progetto del piano di autocontrollo.

Questa definizione di frequentatori e bagnanti è stata riconosciuta valida ed è stata adottata dal Gruppo di lavoro Piscine dell'UNI e inserita nella norma UNI 10637 sugli impianti di trattamento dell'acqua di piscina, in corso di revisione.



**Figura 1. Differenze di nella classificazione tra frequentatori e bagnantiRequisiti strutturali**

L'Accordo 2003 non parla di requisiti strutturali, la cui definizione come più volte detto, compete alle Regioni.

L'Accordo 2004, in quanto documento delle Regioni, ha tracciato le prime indicazioni di principio, ha definito in linea massima le *sezioni* in cui si articola la piscina e ha stabilito dei limiti d'uso delle varie sezioni.

Le disposizioni tecniche regionali nel definire le caratteristiche strutturali difficilmente potranno entrare molto nei dettagli. Piuttosto che un carattere *morfologico*, come in passato, le disposizioni tecniche potranno più utilmente avere carattere *prestazionale*, lasciando al progettista l'individuazione delle soluzioni tecniche più idonee.

Il progettista, il costruttore e l'impiantista dovranno fin dall'inizio coordinarsi con il gestore, perché le loro scelte condizioneranno positivamente o negativamente la gestione e l'affidabilità dell'autocontrollo.

I professionisti delle ASL da parte loro non devono sostituirsi ai privati (progettisti o gestori), ma verificare la fondatezza e la coerenza delle scelte operate da questi.

Per questo motivo devono esigere che le relazioni tecniche (di progetto o di autocontrollo) siano redatte in modo completo ed esaustivo e contengano tutte le motivazioni e i parametri in base ai quali sono state operate le scelte. La stessa documentazione e gli stessi parametri saranno decisivi anche per le eventuali decisioni che l'Autorità Sanitaria fosse chiamata ad assumere in fase di vigilanza.

Nella valutazione dei progetti e della documentazione di autocontrollo potranno essere utili anche riferimenti di tipo tecnico scientifico che forniscano una visione sistematica della materia o ne chiariscano alcuni aspetti. Nell'ottica della tutela della salute pubblica potrebbero essere definite anche modalità o procedure inedite, come ad esempio valutare le varie parti di una struttura non dal punto di vista della loro morfologia (approccio morfologico), da quello dell'effetto che l'uso delle varie parti può avere sulla salubrità dell'ambiente piscina (approccio prestazionale).

Si fornisce un esempio tratto dal progetto di disegno di legge della Regione Veneto dove all'art. 10 sono state definite le varie aree di tutela igienico-sanitaria in base al loro uso e ai requisiti di accesso:

*"1. Nell'ambito delle piscine di categoria A, di gruppo B1 e di categoria C sono individuate, in relazione ai differenti gradi di tutela igienico sanitaria, le seguenti aree:*

- a) area pubblico: accessibile alla generalità degli utenti, senza alcuna barriera di protezione igienica;*
  - b) area di rispetto: destinata ai frequentatori e che separa l'area pubblico dall'area a piedi nudi;*
  - c) area a piedi nudi: riservata ai frequentatori, percorribile anche a piedi nudi, la cui pavimentazione ha caratteristiche rispondenti all'esigenza di facile pulizia e disinfezione;*
  - d) area bagnanti: area della sezione vasche comprendente le vasche stesse e gli spazi perimetrali funzionali all'attività balneatoria;*
  - e) area frequentatori: costituita dall'insieme dell'area a piedi nudi e dell'area di rispetto;*
  - f) "solarium" area destinata alla sosta ed eventuale esposizione al sole dei frequentatori, avente i requisiti dell'area a piedi nudi;*
  - g) solarium verde: area destinata alla sosta ed eventuale esposizione al sole dei frequentatori, facente parte dell'area di rispetto, la cui pavimentazione non possiede le caratteristiche dell'area a piedi nudi.*
- 2. L'accesso all'area di rispetto è consentito esclusivamente con calzature pulite, lavabili e disinfettabili.*
  - 3. L'area a piedi nudi deve essere delimitata e accessibile esclusivamente dall'area di rispetto, previo lavaggio e disinfezione dei piedi e delle calzature destinate a tale area.*
  - 4. L'accesso all'area bagnanti è consentito esclusivamente previa completa pulizia personale mediante doccia".*

Le definizioni di questo articolo possono essere rappresentate schematicamente come in figura 4, dove le aree a maggior protezione sono interne alle altre e presidiate da barriere e sistemi di bonifica coerenti con la destinazione di ciascuna area.

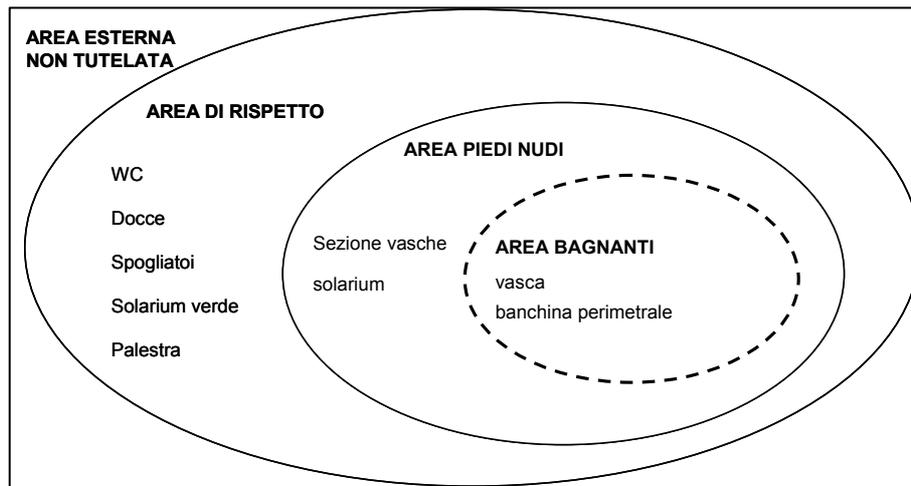


Figura 2 . Aree di tutela igienico-sanitaria

## Conclusioni

L'Accordo Stato Regioni 16 gennaio 2003 e l'Accordo Interregionale 16 dicembre 2004 hanno certamente affrontato la materia della tutela della salute nelle piscine in modo nuovo e complessivo.

Come si è più volte ribadito, questi Accordi non hanno valore normativo, ma un proprio valore giuridico e politico istituzionale importante e sono stati recepiti con atti amministrativi.

Nel loro insieme permettono ai professionisti delle ASL, nell'esercizio della propria responsabilità tecnico professionale, di sostenere e ben motivare le prescrizioni o i provvedimenti ritenuti discrezionalmente necessari per la tutela della salute pubblica.

Molti sono i problemi ancora aperti e l'iter normativo regionale è appena cominciato, perciò gli operatori del settore sono impegnati nel dare attuazione ad una nuova disciplina ben delineata, ma ancora non opportunamente supportata dal punto di vista normativo.

Il riferimento agli Accordi, ampiamente condivisi sul piano istituzionale, può certamente essere una importante via di sperimentazione di quella che può essere considerata l'anticipazione di una prossima disciplina normativa regionale.

È una sfida che vede impegnati diversi protagonisti.

## Privati

- Progettisti, costruttori, impiantisti, enti di normazione tecnica (UNI), proprietari (anche quando è il Comune), chiamati a realizzare strutture e impianti in grado di garantire il raggiungimento degli obiettivi di tutela igienico-sanitaria assegnati.
- Gestori, responsabili, addetti agli impianti, assistenti bagnanti, chiamati a gestire con responsabilità l'autocontrollo.

## **Pubbliche Amministrazioni**

- Regioni chiamate a dar compimento alla normativa coerentemente con gli Accordi volontariamente sottoscritti.
- Comuni, Aziende Sanitarie, ARPA Regionali, chiamati a verificare la progettazione e la gestione dei privati, senza sostituirsi ad essi.

## **Utenti**

Al centro di tutto questo c'è un altro soggetto: l'utente.

Chi frequenta la piscina deve essere coinvolto in questo processo di cambiamento partecipando da protagonista al sistema di "autocontrollo".

L'utente deve essere reso consapevole che la salubrità della piscina dipende in larga misura dal suo stesso comportamento.

Non a caso l'Accordo 2004 al punto 17.1 stabilisce:

*"Le piscine devono essere dotate di regolamento interno per la disciplina del rapporto gestore - utenti in riferimento agli aspetti igienico sanitari. In particolare esso deve contenere gli elementi di educazione sanitaria, comportamentali e di igiene personale, che contribuiscono a mantenere idonee condizioni nell'impianto natatorio, secondo le indicazioni delle disposizioni tecniche regionali."*

La "chiave di volta" di tutto questo processo è la responsabilità coniugata con una rinnovata professionalità da parte di tutti.

## **Bibliografia**

1. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.
2. Italia. Accordo tra le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sulla "Disciplina interregionale delle piscine" in attuazione dell'Accordo stato - regioni e pp.aa. del 16 gennaio 2003. Conferenza dei presidenti in seduta del 16 dicembre 2004. Disponibile all'indirizzo: [http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/D6145657-1907-45FD-B639-927D7A01C3BC/0/DOCCPp06d\\_disciplinaInterregionalePiscine.pdf](http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/D6145657-1907-45FD-B639-927D7A01C3BC/0/DOCCPp06d_disciplinaInterregionalePiscine.pdf); ultima consultazione 1/06/2007.

# PISCINE AD USO NATATORIO: CONTROLLI DI VIGILANZA

Franco Guizzardi, Luigi Cagol, Cristina Franceschini  
*Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, Provincia Autonoma di Trento, Direzione Igiene e Sanità  
Pubblica, Unità Operativa Prevenzione Ambientale, Trento*

## Premessa

La Provincia Autonoma di Trento ha recepito, con Deliberazione della Giunta Provinciale 29 agosto 2003 n. 2135 (1), l'Accordo 16 gennaio 2003 tra il Ministero della Salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio (2) e sta approntando il recepimento del documento interregionale sulle piscine (3), licenziato in data 16 dicembre 2004, con un regolamento che, accogliendo il documento interregionale, si articolerà in modo coerente con la realtà natatoria locale, tratterà le linee per regolamentarne la sua gestione indirizzando nel contempo il suo sviluppo nel futuro.

L'area di pertinenza è distribuita su un territorio a forte vocazione turistica nel quale le strutture natatorie, pubbliche e private, svolgono un ruolo importante sia di richiamo che di svago. Va da sé che l'offerta deve essere adeguata e di qualità. Questa qualità si dovrebbe declinare attraverso:

- una progettazione attenta, che risponda all'evoluzione della domanda nella sua multiforme differenziazione;
- l'utilizzo di materiali idonei;
- la qualità e igienicità dell'acqua;
- la sicurezza dell'impianto;
- un autocontrollo, che ne declini una gestione puntuale e coerente e abbia come finalità la tutela del bagnante, nella sua complessità;
- un controllo esterno, che verifichi puntualmente la qualità del servizio erogato e laddove si riscontrino delle carenze, si faccia interprete presso l'ente gestore attraverso suggerimenti e/o prescrizioni degli interventi necessari al fine di ripristinare il servizio erogato garantendone la qualità.

Tra le attività istituzionali dell'Unità Operativa Prevenzione Ambientale (UOPA) vi è la competenza diretta nella vigilanza e nel controllo delle matrici aria, acqua e suolo.

L'UOPA, all'inizio di ogni anno, predispone un piano generale dei controlli che declini in modo coerente l'attività istituzionale.

I criteri con cui viene redatto il piano generale si richiamano alla presenza di:

- obiettivi, *che sono dati dalla Provincia Autonoma di Trento - Assessorato alla Sanità e dalla Direzione Igiene e Sanità Pubblica dell'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari;*
- risorse umane disponibili: personale medico, tecnico e amministrativo;
- risorse tecniche disponibili: mezzi e strumentazione varia;
- coinvolgimento e disponibilità di altre strutture per svolgere l'attività prevista, con particolare riferimento all'attività di laboratorio, supporto indispensabile per la realizzazione del piano;
- budget economico a disposizione.

Dei vari comparti a cui si applica il piano generale dei controlli, quello delle acque è il più significativo e comprende:

- acque potabili;
- acque di balneazione;
- acque minerali;
- acque termali;
- acque sanitarie per la ricerca di *Legionella*;
- acque degli impianti natatori;
- acque superficiali destinate a scopo potabile.

Limitandoci alle strutture natatorie, il piano relativo ai controlli è governato da alcuni criteri generali:

- censimento delle strutture natatorie;
- dimensioni delle strutture natatorie;
- numero di bagnanti;
- localizzazione delle strutture natatorie;
- stagionalità;
- flussi differenziati di bagnanti ovvero target di bagnanti diversi per età e attività si alternano nella stessa vasca in tempi differenti (ad esempio nelle piscine ubicate all'interno di strutture scolastiche);
- segnalazioni o evidenze di potenziale rischio;
- memoria e criticità rilevate attraverso i controlli diretti.

È opportuno considerare che questi criteri presi singolarmente hanno un valore e un significato che cambia sensibilmente se gli stessi sono associati tra di loro.

Infatti, una struttura natatoria di per sé non dovrebbe presentare criticità, che invece si possono riscontrare e acuire nel caso in cui vari elementi e situazioni si assommino.

Tra gli elementi e le situazioni più diffuse che possono generare criticità ricordiamo: la dimensione con più specchi d'acqua, la contemporanea presenza di attività natatorie diversificate, gli impianti di trattamento comuni a più vasche, l'ubicazione in centri fortemente antropizzati (ad esempio città e aree ad alta vocazione turistica) che alimentano la domanda di servizi natatori particolarmente nei periodi estivi e l'elevato numero di bagnanti presenti contemporaneamente.

Se a tutto ciò si aggiunge una gestione approssimativa dell'impianto natatorio, le criticità che ne scaturiscono possono essere anche di grave entità, portando alla chiusura dell'impianto stesso.

Inoltre, le segnalazioni o le evidenze di potenziali rischi effettuate da terzi, nonché le informazioni deducibili dai questionari somministrati ai frequentatori per rilevare la loro percezione sulla qualità del servizio, sono di forte ausilio per cogliere utili indicazioni per modulare i controlli e valutarne adeguatezza, puntualità ed efficacia. Un utile strumento è anche rappresentato dall'esame comparativo della valutazione che i frequentatori fanno dei servizi e i risultati dei controlli effettuati dalle autorità sanitarie preposte.

Con l'ultimo punto si introduce un aspetto rilevante che attiene e regola l'attività di controllo in queste strutture.

L'attività di controllo che viene svolta presso le strutture natatorie si può condensare in questi passaggi:

- verifiche documentali e comunicazioni all'ente gestore;
- esecuzione delle ispezioni;
- misurazioni strumentali;
- effettuazioni di prelievi di campioni d'acqua per le analisi;
- gestione delle non conformità.

In Tabella 1 è riportato in dettaglio il percorso tipo di un'ispezione igienico-sanitaria con prelievi, presso un impianto natatorio.

**Tabella 1 . Criteri generali per il percorso tipo di un'ispezione nelle strutture natatorie**

<b>Tipo di verifica</b>	<b>Criteri</b>
Verifiche documentali e comunicazioni all'ente gestore	verifica della presenza del piano di autocontrollo; regolamento relativo ai comportamenti da tenere da parte degli utenti all'interno dell'impianto natatorio; raccolta di informazioni; trasmissione informazioni al personale dell'impianto natatorio, effettuate dal tecnico UOPA all'atto del sopralluogo;
Ispezione	verifica della separazione del percorso a piedi nudi rispetto al percorso a piedi calzati; sezione servizi igienici-spogliatoi; presidi di bonifica; sezione attività natatorie e di balneazione; locale di primo soccorso; impianti tecnici;
Misurazioni strumentali	rilevi eseguiti sul posto (ricerca cloro libero; ricerca cloro totale; ricerca pH; misurazione temperatura dell'acqua di vasca; misurazione temperatura ambiente; misurazione umidità relativa, per gli impianti natatori coperti; indicazione delle condizioni meteorologiche, per gli impianti scoperti);
Prelievi per le analisi microbiologiche e chimico-fisiche	prelievi per le analisi microbiologiche e chimiche dell'acqua di approvvigionamento e dell'acqua in vasca;
Procedura per la gestione delle non conformità	le non conformità microbiologiche e chimico-fisiche sono gestite in base alla loro entità;

## Percorso tipo

### Verifiche documentali e comunicazioni all'ente gestore

#### Verifica della presenza del piano di autocontrollo

Qualora il piano non sia stato predisposto, si attiva la verifica di elementi ritenuti indispensabili, quali:

- analisi relative alla qualità dell'acqua;
- registro di gestione dell'impianto natatorio con la verifica delle voci riportate (pH, cloro libero, cloro totale, numero bagnanti, temperatura ambiente, temperatura dell'acqua di vasca, ecc.);

- modalità di gestione delle pulizie all'interno dell'impianto natatorio (sezione servizi-spogliatoi, sezione attività natatorie e di balneazione, locale di primo soccorso, ecc.);
- controlli periodici dei materiali e della strumentazione presenti nel locale di primo soccorso;
- modalità di gestione delle emergenze;

### **Regolamento relativo ai comportamenti da tenere da parte degli utenti all'interno dell'impianto natatorio**

- controllare che il regolamento sia esposto all'ingresso dell'impianto natatorio;
- controllare che il regolamento sia scritto in plurilingue (almeno inglese e tedesco oltre che italiano);

### **Raccolta di informazioni**

#### **Trasmissione delle informazioni al personale dell'impianto natatorio (effettuate dal tecnico dell'UOPA all'atto del sopralluogo)**

Le informazioni riguardanti i rilievi eseguiti *in loco* dal tecnico dell'UOPA sui parametri dell'acqua in vasca e ambientali (dati riportati nel verbale di prelievo) e eventuali inconvenienti igienico-sanitari riscontrati (dati riportati nel verbale di prelievo); dette comunicazioni vengono fatte al personale dell'impianto natatorio presente al sopralluogo e che firma il verbale di prelievo;

### **Ispezione**

#### **Verifica dei percorsi**

Verifica della separazione del percorso a piedi nudi rispetto al percorso a piedi calzati e verifica dell'esistenza di una sovrapposizione tra il percorso utilizzato dalle persone con problemi motori che utilizzano la propria carrozzina e il percorso a piedi nudi degli altri utenti nella sezione servizi-spogliatoi e nei presidi di bonifica.

#### **Sezione servizi igienici-spogliatoi**

- controllo dello stato di pulizia dei servizi e degli spogliatoi;
- controllo del regolare funzionamento delle docce, dei lavelli, dei phon, dei servizi, dei dispositivi lavapiedi (se esistenti), degli erogatori di sapone e della presenza di dispositivi monouso per l'asciugatura delle mani;
- controllo della presenza di eventuali tracce di umidità;
- verifica delle modalità di raccolta e allontanamento delle acque di pulizia dei pavimenti;
- controllo di eventuali situazioni contingenti che possono costituire un rischio di natura igienico-sanitaria, come la cattiva condizione dei materiali (panche e armadietti in cattivo stato di conservazione con presenza, ad esempio, di ruggine; spogliatoi con piastrelle scheggiate, ecc.).

### **Presidi di bonifica**

- controllo del regolare funzionamento dei presidi di bonifica, quale la doccia e la vasca lavapiedi (presenza di acqua contenente soluzione disinfettante e livello della stessa, presenza di eventuali corpi estranei, ecc.);
- controllo che i presidi non siano bypassabili;
- controllo della presenza di presidi di bonifica per le persone portatrici di handicap e del regolare funzionamento;
- controllo della separazione delle sezioni dedicate alle attività “accessorie” dell’impianto natatorio (bar, prato, solarium, ecc.) e di quelle adibite alle attività natatorie e di balneazione;
- vigilanza sulle modalità di accesso alla sezione attività natatorie e di balneazione, dalla sezione servizi-spogliatoi e dalle sezioni accessorie, che deve avvenire solo ed esclusivamente attraverso i presidi di bonifica.

### **Sezione attività natatorie e di balneazione**

- rispetto del regolamento relativo ai comportamenti degli utenti dell’impianto natatorio (ad esempio obbligo dell’uso della cuffia);
- pulizia delle zone perimetrali alla/alle vasche;
- controllo della presenza di eventuali tracce di umidità sulle pareti degli impianti natatori coperti;
- verifica che gli spazi perimetrali attorno alla/alle vasche che costituiscono l’impianto natatorio siano privi di ostacoli;
- verifica della presenza del beverino e del regolare funzionamento;
- presenza di assistenti ai bagnanti;
- controllo delle modalità di raccolta e allontanamento delle acque di pulizia del piano vasca, mediante verifica che le stesse non abbiano possibilità di commistioni con l’acqua in vasca e con il suo sistema di ricircolazione.

### **Locale di primo soccorso**

- verifica della pulizia del locale;
- verifica dell’uso esclusivo, nelle ore di funzionamento dell’impianto natatorio (verifica utilizzi impropri, ad esempio deposito, spogliatoio, ecc.);
- verifica delle dotazioni e disponibilità di attrezzature di primo soccorso rispetto all’elenco stilato dalla UOPA;
- verifica disponibilità di farmaci e controllo delle relative date di scadenza, rispetto all’elenco stilato dalla UOPA.

### **Impianti tecnici**

- verifica del funzionamento (centralina automatica dosaggio cloro e correttore di pH).

### **Misurazioni strumentali**

#### **Rilievi eseguiti sul posto**

- determinazione del cloro libero;

- determinazione del cloro totale
- determinazione del pH;
- determinazione della temperatura dell'acqua di vasca;
- determinazione della temperatura dell'ambiente;
- determinazione dell'umidità relativa, per gli impianti natatori coperti;
- determinazione delle condizioni meteorologiche, per gli impianti scoperti.

Tutti gli strumenti utilizzati per i rilievi sono sottoposti a verifiche e tarature periodiche presso il Settore Laboratorio e Controlli della Provincia Autonoma di Trento.

## Prelievi per le analisi microbiologiche e chimico-fisiche

### Acqua di approvvigionamento

I prelievi per il controllo di qualità dell'acqua di approvvigionamento sono effettuati nei punti di distribuzione (servizi, pronto soccorso, bar, beverino, ecc.) secondo le modalità di prelievo indicate nell'allegato III del Decreto Ministeriale 26 marzo 1991 (4).

### Acqua di vasca

Le modalità di prelievo sono specificate al punto n. 1.2. dell'Atto di Intesa tra Stato e Regioni relativo agli aspetti igienico-sanitari concernenti la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 17/02/1992).

## Procedura per la gestione delle non conformità

Le non conformità microbiologiche e chimico-fisiche sono gestite in base alla loro entità, nel rispetto delle indicazioni riportate nelle Figure 1 e 2.

Nella Tabella 2 sono riportati alcuni tra gli inconvenienti più diffusi rilevati negli ultimi due anni nell'attività di vigilanza dell'UOPA (circa 180 sopralluoghi e 595 prelievi) e le relative cause.

**Tabella 2. Inconvenienti più frequenti rilevati negli ultimi due anni**

Tipo di inconveniente	N.	Causa
Non conformità di natura microbiologica	17	gestionale
Non conformità di natura chimico-fisica	12	gestionale
Presidi di bonifica	18	gestionale
Insufficiente separazione del percorso piedi calzati / piedi nudi	in quasi tutti gli impianti	progettuale
Sovrapposizione, nel tratto compreso tra la sezione servizi-spogliatoi e presidi di bonifica, tra il percorso utilizzato dalle persone con problemi motori che utilizzano la propria carrozzina (percorso a piedi calzati/sporchi) e il percorso utilizzato dagli altri utenti (percorso a piedi nudi)	in quasi tutti gli impianti	progettuale
Inconvenienti igienici, quali: umidità alle pareti, scarsa pulizia, materiali deperiti, ecc.	9	gestionale
Funzionamento insufficiente del materiale tecnologico a presidio del trattamento dell'acqua in vasca	5	gestionale
Carenze nel locale di primo soccorso	5	gestionale e/o progettuale

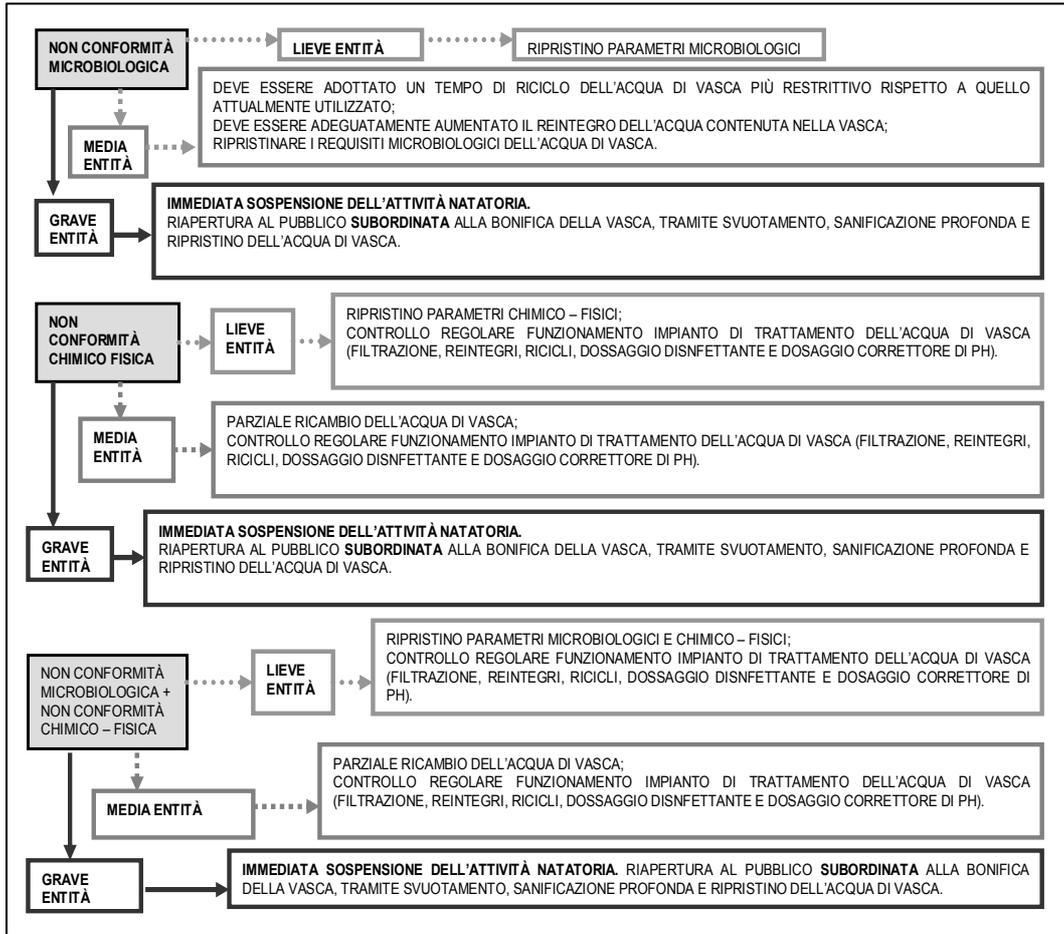


Figura 1 - Gestione delle non conformità

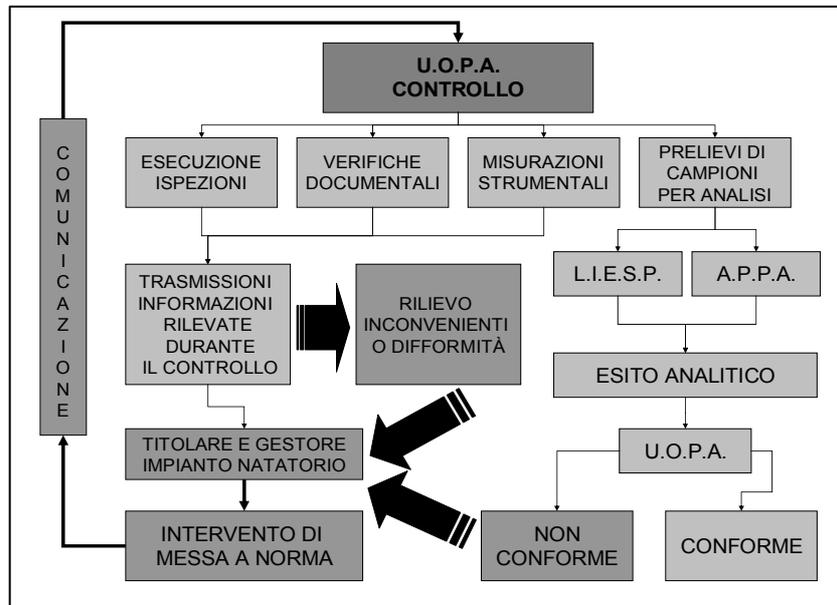


Figura 2 - Schema di vigilanza

## Conclusioni

Gli inconvenienti descritti rilevano due aspetti fondamentali: una gestione talvolta insufficiente o superficiale, responsabile di una caduta di qualità nei servizi in genere e in particolare nella qualità dell'acqua e un deficit di progettazione che incide con gravami gestionali laddove questo si riverbera nei locali tecnologici, nei percorsi, nell'individuazione e nella localizzazione dei servizi, ect. Questo ultimo aspetto riveste un'importanza strategica poiché una buona gestione è imprescindibile da una valida e attenta progettazione.

Infatti, per progettare un impianto natatorio che sappia coniugare modernità, spinte architettoniche nuove e multiformi, con sicurezza, agibilità, igienicità e gestionabilità della struttura, è necessaria una esperienza nel campo specifico tale da identificare preventivamente le criticità che possono emergere, le cause che le possono determinare, la loro localizzazione e quindi come intervenire e con quali proposte superarle.

Tutto questo presuppone una capacità di progettazione imbevuta di forte esperienza e di un'attenta interpretazione delle norme e del loro evolversi non solo in modo formale, ma anche con l'occhio di chi gestirà e frequenterà l'impianto natatorio.

Questo è il motivo principale per cui, fermo restando l'obbligatorietà di dare comunicazione di inizio attività, è indispensabile in fase di progettazione attivare nei confronti del committente prima e del progettista poi, tutti quei canali utili per un confronto tecnico e per condividere l'esperienza nel campo, dando consigli, indicazioni e previsioni in campo gestionale indispensabili ad evitare errori che se divenissero strutturali potrebbero riverberarsi in modo negativo nella gestione e in ultimo nella qualità dell'autocontrollo.

Al riguardo, potrebbe rivelarsi quanto mai utile la formalizzazione di questa prassi, per esempio attraverso un "parere preventivo" quando il progetto viene formalizzato nella sua fase preliminare, il tutto per dare un visto di aderenza progettuale alle indicazioni espresse dalla norma.

D'altra parte, una buona procedura di autocontrollo trova la sua migliore e più facile applicazione laddove la progettazione, l'utilizzo di materiali idonei, l'applicazione di tecnologie avanzate per la depurazione e il trattamento delle acque, siano pensati, indirizzati e gestiti per governare al meglio queste strutture.

A queste indicazioni, che sono una premessa indispensabile, si deve aggiungere la volontà del gestore di individuare, in un autocontrollo efficace e puntuale, il naturale corollario per svolgere un'attività in sicurezza e per offrire ai clienti un servizio di qualità.

D'altronde, a fronte di un rilevante numero di impianti natatori e con le sempre più limitate risorse umane disponibili da parte dell'Ente di vigilanza, è inimmaginabile dispiegare un programma di controlli puntuale e diffuso.

Si rende pertanto necessario, sviluppare con i titolari e con i gestori degli impianti natatori delle sinergie virtuose che trovino la loro piena applicazione in un sistema di autocontrollo che faccia proprio e declini al meglio i principi richiamati dalla disciplina interregionale.

Infatti, gli accertamenti analitici eseguiti dall'Ente di vigilanza rappresentano uno degli strumenti di controllo della corretta gestione dell'impianto natatorio e si pongono a valle di una serie verifiche che hanno lo scopo di accertare l'efficacia dell'autocontrollo e non di sostituirlo.

Allo scopo, l'Ente di vigilanza valuta in modo critico i risultati delle ispezioni e degli accertamenti analitici tenendo conto del contesto e della storia dell'impianto natatorio al quale si riferiscono.

## Bibliografia

1. Italia. Provincia Autonoma di Trento. Deliberazione della Giunta Provinciale 29 agosto 2003 n. 2135. Recepimento dell'Accordo tra il Ministero della Salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio, del 16 gennaio 2003.
2. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.
3. Italia. Accordo tra le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sulla "Disciplina interregionale delle piscine" in attuazione dell'Accordo stato - regioni e pp.aa. del 16 gennaio 2003. Conferenza dei presidenti in seduta del 16 dicembre 2004. Disponibile all'indirizzo: [http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/D6145657-1907-45FD-B639-927D7A01C3BC/0/DOCCPp06d\\_disciplinaInterregionalePiscine.pdf](http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/D6145657-1907-45FD-B639-927D7A01C3BC/0/DOCCPp06d_disciplinaInterregionalePiscine.pdf); ultima consultazione 1/06/2007.
4. Italia. Decreto Ministeriale 26 marzo 1991. Norme tecniche di prima attuazione del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236, relativo all'attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16-4-1987, n. 183. *Gazzetta Ufficiale* n. 84, 10 aprile 1991.

## LAGHI ARTIFICIALI AD USO NATATORIO

Franco Guizzardi, Luigi Cagol e Cristina Franceschini

Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, Provincia Autonoma di Trento, Direzione Igiene e Sanità

Pubblica, Unità Operativa Prevenzione Ambientale, Trento

Per le loro caratteristiche costitutive tecnico-ambientali i bacini natatori artificiali rappresentano una realtà completamente nuova che si colloca in una posizione ibrida tra i laghi e le piscine, e a cui, per tale ragione, si fa riferimento col termine di laghi artificiali. In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche tecniche di alcuni bacini artificiali di nuova progettazione.

**Tabella 1. Bacini natatori di nuova progettazione**

Caratteristiche del Comune	Pinzolo	Ruffré	Coredo
Altezza (m slm)*	1634-1628	1.200	1.162
Dimensione (m <sup>2</sup> )	22.300	2.560	2.000
Volume Acqua (m <sup>3</sup> )	87.000	2.200	1.200
Tipo alimentazione	Acqua superficiale	Acqua superficiale	Acqua di sorgente (potabile)
Quantità (L/s)	30	5	20
Tipo scarico	Sul fondo del lago	Sul fondo del lago	A sfioro
Profondità (m)	6	1,5, con inclinazione media 12,5%	2, con inclinazione media 12,5%
Acque meteoriche	Raccolte e smaltite autonomamente	Raccolte e smaltite autonomamente	Raccolte e smaltite autonomamente

\*sul livello del mare

Elementi suggestivi per questa definizione sono le dimensioni piuttosto significative (>2000 m<sup>2</sup>) di questi bacini, l'ubicazione in aree medio-alte di montagna inserite in un ambiente naturale con molto verde e aree boschive circostanti e l'approvvigionamento idrico costituito da acque superficiali o sorgive. Tuttavia, per caratteristiche quali la totale artificialità costruttiva, la profondità media intorno ai due metri, l'inclinazione media del 12,5%, la celerità nel ricambio dell'acqua e l'irrilevanza nella proporzione massa d'acqua-superficie, questi bacini potrebbero essere considerati strutture natatorie.

L'aver rilevato una nuova categoria "natatoria", che coniuga elementi costitutivi dei bacini artificiali con elementi naturali, pone il problema di individuarne la collocazione normativa e di definirne gli elementi di controllo.

I materiali impiegati nella costruzione dei laghi artificiali ad uso natatorio sono:

- telo in non tessuto il cui materiale costituente, certificato dalla ditta produttrice, non dovrà dar luogo a cessione di alcun composto per le acque, per la vegetazione e per gli utenti;
- membrana impermeabile in PVC, certificata dalla ditta produttrice, non dovrà dar luogo a cessione di alcun composto nocivo per le acque, per la vegetazione e per gli utenti;
- geogriglia tridimensionale, certificata dalla ditta produttrice, non dovrà dar luogo a cessione di alcun composto nocivo per le acque, per la vegetazione e per gli utenti;
- terreno presente in sito con minimo contenuto di sostanza organica;
- cemento tipo Portland;

- additivo in soluzione acquosa in grado di bloccare il rigonfiamento dei materiali argillosi in presenza dell'acqua del terreno, certificato dalla ditta produttrice, non dovrà dar luogo a cessione di alcun composto che possa alterare le caratteristiche dell'acqua.. Il bacino avrà una profondità massima di 1,5 m e una pendenza del fondo e delle sponde costante e del 12.5%, consentendo la frequentazione in sicurezza. L'acqua di alimentazione e del laghetto, il cui flusso è quantificat in 5 L./sec, verrà prelevata nei pressi del ponte sul Rio Diavola e verrà scaricarla nel corso d'acqua medesimo 80 metri più a valle.

Molteplici sono i rischi associati alla balneazione nei laghi artificiali.

La poca profondità dell'invaso, unita alla relativa ridotta massa d'acqua, all'artificialità del fondo e all'unico scarico collocato per lo più in mezzo al bacino, associate all'alimentazione da acqua superficiale, alla mancanza di autodepurazione per mezzo di elementi naturali (canneto ect.) e alla sostanziale stagnazione dell'acqua, potrebbero creare le premesse per una contaminazione microbica.

Altro fattore, che potrebbe influire in modo significativo sulla qualità dell'acqua, è l'inclinazione media delle sponde di questi laghi che, nei periodi estivi favorisce l'innalzamento delle temperature dell'acqua anche oltre i 30 °C.

Considerato che, per le piscine, il numero di bagnanti ammessi è stimato in base al rapporto tra la superficie e il volume di acqua, similmente si dovrà pensare a porre una limitazione sul numero massimo di bagnanti che possono contemporaneamente usufruire di questi specchi d'acqua, viste le premesse sopra riportate e i rischi relativi al depauperamento della qualità dell'acqua.

## EPIDEMIOLOGIA DEI RISCHI FISICI NELLE PISCINE

Marina Torre (a), Stefania De Angelis (b)

(a) *Centro Nazionale di Epidemiologia Sorveglianza e Promozione della Salute, Ufficio di Statistica, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Reparto di Igiene delle Acque Interne Istituto Superiore di Sanità, Roma*

### Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito ad un considerevole aumento del numero dei frequentatori di piscine, che si sono rivelate una struttura dalla fortissima capacità di attrazione per persone di tutte le età.

La presenza di una piscina in una struttura ricettiva costituisce un incentivo per il turista a sceglierne una piuttosto che un'altra, sia nel periodo invernale che in quello estivo e molti *tour operators* forniscono tra le informazioni anche indicazioni circa l'utilizzo sicuro degli impianti sportivi.

La maggiore diffusione di piscine ha indotto una diversificazione del loro utilizzo (acquagym e acquaspinning) con conseguente ulteriore incremento dell'utenza.

Ad oggi in Italia non sono stati pubblicati dati che rendano conto della rilevanza (incidenza) degli incidenti da trauma, quasi annegamento e annegamento associati alle attività ricreative nelle piscine anche se rappresenterebbero una fonte preziosa di indicazioni per la prevenzione. Per quanto riguarda i dati sulla mortalità per annegamento, la modalità di raccolta delle informazioni inoltre non fornisce la possibilità di distinguere la tipologia di corpo idrico in cui avviene l'evento (1).

Il presente contributo riporta un'analisi della letteratura internazionale relativa all'epidemiologia degli annegamenti, quasi-annegamenti e traumi distinti per causa, per sesso e fasce di età in funzione della diversa tipologia della struttura natatoria.

### Ricerca e selezione della letteratura

La ricerca della letteratura è stata condotta consultando più basi di dati e visitando siti istituzionali. In prima battuta è stata interrogata la base di dati Cochrane per verificare se fossero state pubblicate revisioni sistematiche sul tema dei rischi fisici nelle piscine; è risultata la presenza di una revisione sistematica sull'utilizzo delle recinzioni nella prevenzione degli annegamenti (2) e di un protocollo di una revisione sistematica in corso riguardante gli interventi per la prevenzione degli annegamenti tra i bambini e i giovani (3). Sui siti istituzionali dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), del *Canadian Task Force on Preventive Health Care* e dell'*Irish Water Safety* sono state reperite cinque linee guida: una sulla sicurezza degli ambienti delle acque ricreative (4), tre sulla prevenzione degli incidenti domestici e ricreativi rispettivamente nei bambini di età inferiore a 15 anni (5), negli adulti (6) e negli anziani (7) e una specifica sulla sicurezza delle piscine (8) contenente indicazioni dettagliate sulle caratteristiche strutturali e sulla gestione con particolare attenzione alla vigilanza, al primo soccorso e al rispetto delle norme comportamentali.

È stata in seguito condotta una strategia di ricerca sulla banca dati PubMed, utilizzando i termini MeSH *Swimming Pools, Wounds and Injuries* e *Accident Prevention* opportunamente combinati, al fine di evidenziare la presenza di articoli scientifici, pubblicati negli ultimi 10 anni, inerenti l'epidemiologia degli incidenti nelle piscine causati da agenti fisici e quindi annegamenti, quasi annegamenti, lesioni spinali e traumi. La ricerca, effettuata il 12/03/2007, ha selezionato 52 articoli tra cui anche la revisione sistematica della Cochrane. Da una rapida analisi delle informazioni contenute nel titolo e/o nell'abstract e considerando l'affiliazione degli autori, ove presenti, è risultato che vi sono paesi particolarmente sensibili alle problematiche legate alla sicurezza delle piscine per quanto riguarda i rischi fisici. Infatti, su 39 articoli, ben 12 riguardavano studi condotti in Australia e 11 negli Stati Uniti, mentre nessuno l'Italia; in Figura 1 è riportata la suddivisione degli articoli in base al paese (nella rappresentazione è esclusa la revisione Cochrane). Sono stati quindi definiti i criteri di inclusione degli articoli nello studio: essere pertinenti con l'argomento da esaminare, non essere già stati considerati dalla revisione sistematica Cochrane e dalla linea guida dell'OMS, riguardare studi sperimentali o revisioni della letteratura. Sulla base di queste considerazioni e escludendo la revisione sistematica della Cochrane, già identificata nella precedente ricerca, sono stati selezionati per un'analisi più approfondita 20 articoli: 1 revisione narrativa (9), 16 studi osservazionali - 4 prospettici (10-13) di cui 2 realizzati mediante interviste (12, 13), 11 retrospettivi (14-24), 1 svolto in due fasi: la prima retrospettiva, la seconda mediante interviste (25) - e 3 *case report* (26-28). Infine è stata condotta un'indagine sul motore di ricerca Google per evidenziare eventuali fonti di letteratura grigia. Per uno dei lavori selezionati, per il quale l'articolo era redatto in danese, è stato esaminato solo l'abstract (17).

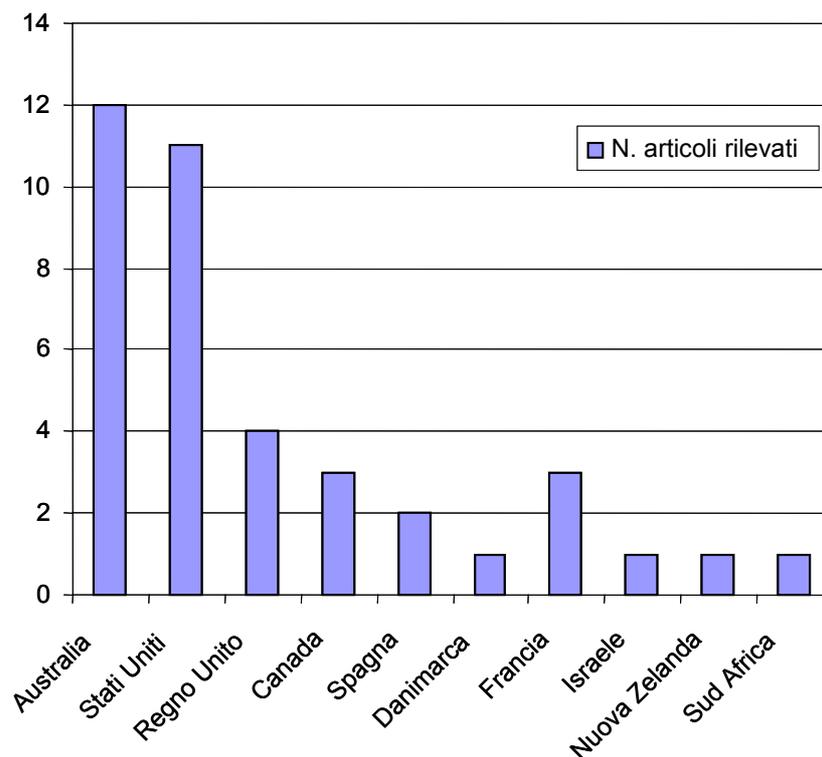


Figura 1. Distribuzione degli articoli pertinenti in base al paese

## Epidemiologia dei rischi fisici

### Annegamenti e quasi-annegamenti

Nella maggior parte dei paesi industrializzati, per i bambini di età inferiore a 15 anni, gli annegamenti si posizionano come seconda o terza causa di morte accidentale, dopo gli incidenti stradali e gli incendi. Sempre per quanto riguarda i bambini, l'incidenza degli annegamenti è più alta per quelli con età inferiore a 5 anni e i fattori di rischio più importanti risultano essere l'età e il luogo dove avviene l'incidente (2). Si stima inoltre che per ogni bambino annegato circa 4 siano ospedalizzati e 14 visitati nei Dipartimenti per l'Emergenza e poi dimessi (2, 5).

L'OMS nel 1997 ha costituito un gruppo di studio multidisciplinare per lo sviluppo di una linea guida per la sicurezza delle acque in ambiente ricreativo (piscine, terme e simili). La linea guida prodotta (4) è stata pubblicata nel 2006, è disponibile *on line* e dedica un intero capitolo, il secondo, agli annegamenti, infortuni e gestione della sicurezza delle piscine. Secondo l'OMS gli annegamenti costituiscono una parte piccola se pur significativa delle morti accidentali e l'incidenza totale, considerando tutte le cause, è di 6 per 100.000; nelle regioni europee, nel 1995, gli annegamenti hanno costituito poco meno del 10% delle 280.000 morti dovute a incidenti (1). In Figura 2 sono riportati i tassi di mortalità per fasce di età relativi a 6.057 annegamenti avvenuti negli Stati Uniti negli anni 1995, 1996 e 1997 (4) il 67% dei quali si è verificato in piscine residenziali, terme e vasche da bagno (Figura 2).

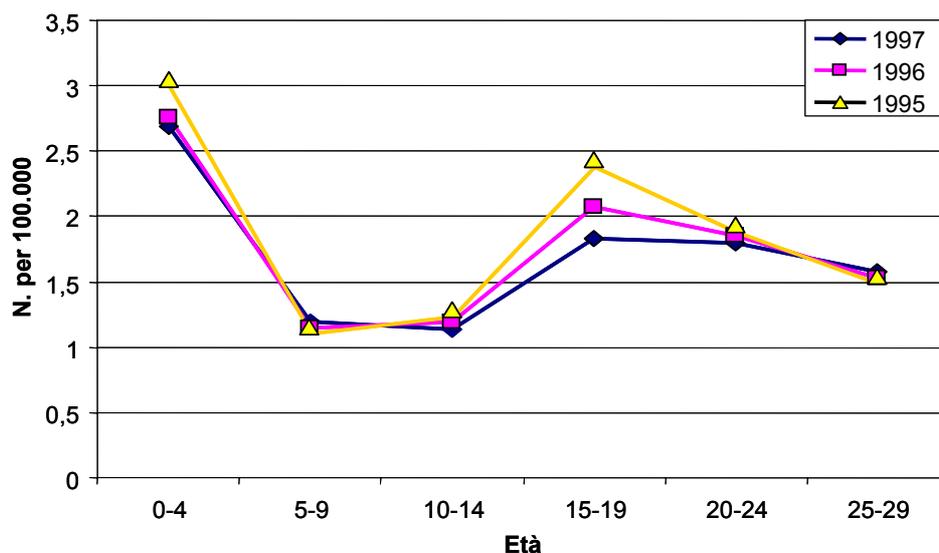


Figura 2. Tassi di mortalità per annegamento negli USA (anni 1995-1997)

L'andamento presenta il tasso più elevato nella fascia di età 0-4 anni, l'incidenza diminuisce nelle fasce successive per aumentare nuovamente in età adolescenziale. Nel triennio considerato si è assistito ad una diminuzione dei valori nelle fasce di età 0-4 e 15-19 anni, tuttavia la stessa linea guida non analizza i fattori che l'hanno determinata.

Le linee guida esaminate hanno individuato come possibili fattori di rischio per l'annegamento le seguenti situazioni: nuotare in acque profonde, eccessiva aspirazione nelle

bocchette di ripresa che possono causare intrappolamento del soggetto, cadute inaspettate nell'acqua, non saper nuotare, nuoto in apnea e tuffi, consumo di alcol, temperatura dell'acqua superiore a 40 °C che induce sonnolenza, facile accesso alle piscine (anche quando non permesso) e coperture inadeguate delle vasche (4, 8).

Negli Stati Uniti circa 600 bambini con età inferiore a 5 anni muoiono ogni anno per annegamento che risulta essere la terza causa di morte per questa classe di età. La maggior parte di questi eventi accade in piscine residenziali (13). Uno studio condotto tra i residenti dello stato di New York tra il 1988 e il 1994 (15), ha mostrato che, nel periodo considerato, 156 annegamenti su 883 sono avvenuti in piscina (17,6%) ma che per la fascia 0-4 anni l'incidenza è stata pari al 72,4% (79 casi su 109). Un'analisi delle cause che hanno provocato l'annegamento dei bambini, ha evidenziato che, nella quasi totalità, l'incidente era avvenuto per assenza di una recinzione o perché non adeguatamente mantenuta o realizzata. Secondo uno studio analogo, condotto nelle contee di King, Snohomish e Pierce dello stato di Washington (18), sui 709 annegamenti avvenuti nel periodo tra il 1 gennaio 1980 e il 31 dicembre 1995, il tasso di incidenza di annegamenti in piscina (da 1 a 3 per 1.000.000 di anni persona per gli individui con più di 5 anni) è stato inferiore a quello misurato per annegamento in acque aperte, mentre nella fascia di età 0-4 i due tassi sono stati uguali e pari a 11 per 1.000.000 di anni persona. Lo stesso studio ha confermato che per i bambini tra 0 e 4 anni l'incidenza di annegamenti in piscina è più alta che per le altre fasce di età (0-4: 36%; 5-14: 24%; 15-19: 3%; 20-34: 4%; 35-64: 8%; >65: 9%) e ha rilevato che, per la fascia di età 0-4 anni, degli 80 annegamenti analizzati, 32 si sono verificati in piscina (40%) (18).

Le linee guida pubblicate dal *Canadian Task Force on Preventive Health Care* riguardanti la prevenzione degli incidenti domestici e in ambiente ricreativo (5-7), affrontano il problema degli annegamenti in termini generali senza disaggregare i dati per tipologia di ambiente natatorio, tuttavia viene fatto un riferimento alle piscine per gli annegamenti di bambini in età inferiore a 5 anni. In Canada nel 1989 il tasso di mortalità per annegamento, aggiustato per età, è stato pari a 2,31 per 100.000 per gli uomini e 0,63 per 100.000 per le donne, per i bambini fino a 14 anni questi valori sono risultati pari a 1,86 per i maschi e 0,95 per le femmine. Anche nel caso degli adulti, il sesso maschile risulta più a rischio (con un rapporto 3:1) e ben il 20% delle vittime avevano assunto alcol. I giovani maschi adolescenti risultano più a rischio come anche i bambini di età compresa tra 1 e 4 anni. Nel 1987, su 429 annegamenti, il 12% ha riguardato persone con età superiore a 65 anni; la metà è avvenuta in laghi o stagni, e il 75% dei bambini che sono annegati nelle piscine avevano meno di 5 anni. Sempre in Canada uno studio retrospettivo che ha analizzato i risultati di 2.422 autopsie condotte presso l'*Hospital for Sick Children* dell'Ontario nel periodo 1984-2003, ha rilevato 81 annegamenti avvenuti in soggetti di età inferiore a 18 anni. Di questi, 18 erano avvenuti in vasca da bagno e sono stati esclusi dall'analisi statistica. I 63 casi rimanenti hanno riguardato 45 maschi e 18 femmine, con un rapporto maschi/femmine pari a 2,5 risultato statisticamente significativo. L'età media dei maschi era 5 anni e 9 mesi, mentre quella delle femmine 4 anni e 4 mesi. Il 57% dei casi era in età prescolare (0-4 anni). La maggior parte degli incidenti era avvenuta nel corso dei mesi primaverili e estivi ma non è stato registrato alcun trend significativo riguardo al numero di annegamenti nel ventennio considerato. Dei 28 annegamenti avvenuti in piscina, 21 hanno riguardato piscine residenziali, 4 piscine pubbliche, 2 piscine presso hotel, in 1 caso non era stata specificata la tipologia. L'età media dei bambini annegati in piscina è risultata significativamente inferiore a quella dei bambini annegati in acque aperte (23).

In Nuova Zelanda (12) l'annegamento è la seconda causa di morte per i bambini al di sotto dei 5 anni. Tra il 1980 e il 1996 il 42% dei 289 annegamenti in questa fascia di età sono avvenuti in piscine private o termali. Essendo nel paese molto diffusa la presenza di piscine private (46 piscine ogni 1.000 abitazioni pari a 16 piscine ogni 1.000 abitanti), nel 1987 il

Governo ha reso obbligatoria la recinzione delle piscine stesse (*Fencing Swimming Pools Act* 1987). Benché l'introduzione di questa misura abbia fatto sì che il numero di annegamenti medio per anno passasse da 8 a 4, un'indagine condotta 10 anni dopo l'emanazione della legge ha mostrato 2 importanti fattori limitanti l'efficacia del provvedimento: incoerenza tra le autorità nel rendere efficace la misura, problema ampiamente legato alle ambiguità contenute nella legge, e scarsa attenzione da parte di alcune autorità a localizzare le piscine e controllarne l'adeguamento.

In Australia già alla fine degli anni '70 era stato evidenziato il problema legato al continuo crescere del numero di annegamenti tra i bambini di età inferiore a 5 anni, probabilmente dovuto al diffondersi dell'installazione di piscine private nelle abitazioni. Tuttavia dopo 25 anni, nel 2002, non erano ancora state implementate soluzioni di *best practice* in ciascuna giurisdizione in quanto si ritiene siano stati commessi errori nella tempistica di promulgazione delle leggi (14). Per questo motivo nei diversi territori si rilevano oggi valori differenti di incidenza per gli annegamenti e quasi annegamenti nei bambini in età 0-14 anni. In particolare nel Northern Territory (NT) l'incidenza di annegamenti e quasi annegamenti è risultata significativamente più alta che nel resto del paese (20). Nel periodo di osservazione compreso tra il 1994 e il 1997 è stato misurato nel NT un tasso di incidenza degli annegamenti e quasi annegamenti nelle piscine di 56,51 per 100.000 bambini in età 0-4 anni e 3,20 per 100.000 bambini in età 5-14 anni, pari a circa 3 volte il tasso nazionale. Poiché i protocolli di rianimazione adottati nel NT sono simili a quelli del resto dell'Australia, questa differenza così rilevante potrebbe essere dovuta al fatto che nel NT, contrariamente a quanto avvenuto in altri territori, non sono state emanate norme per quanto riguarda l'installazione di recinzioni; infatti tutti gli annegamenti rilevati da questo studio sono avvenuti in piscine non a norma con gli standard australiani sulle recinzioni (20).

Nel Regno Unito è stata effettuata un'analisi per verificare se le misure adottate per promuovere la sicurezza dei bambini in acqua nel decennio 1989-1999 avessero dato qualche risultato (19). Da un confronto tra il numero di annegamenti osservati nel 1998-1999 (bambini con età compresa tra 0 e 14 anni e relativi a varie tipologie di specchio di acqua) e quelli attesi nello stesso periodo calcolati sulla base dei dati rilevati nel 1988-9, è emersa in genere una diminuzione del numero di eventi (149 nel periodo 1988-89 (111 maschi e 38 femmine), 140 eventi attesi e 104 osservati nel periodo 1998-99 (78 maschi, 26 femmine)). In particolare, per quanto riguarda le piscine, è stata rilevata una diminuzione significativa del numero di incidenti avvenuti nelle piscine domestiche (18 eventi nel 1988, nel 1998-99 16,97 eventi attesi e 4 eventi osservati), fenomeno legato probabilmente al minor numero di piscine realizzate nel periodo di osservazione e all'aver installato recinzioni e cancelli, mentre per le piscine private e pubbliche la variazione non è stata significativa. Un discorso a parte meritano gli annegamenti di bambini inglesi avvenuti all'estero. È infatti noto che ogni anno si verificano numerosi incidenti che tuttavia non vengono rilevati dall'*Office of National Statistics* britannico. Per questo motivo è stata studiata l'epidemiologia dei bambini inglesi sotto i 16 anni annegati all'estero nel periodo 1996-2003 partendo da un database delle agenzie di stampa (22). Sono stati rilevati 68 annegamenti (45 maschi e 23 femmine), 48 dei quali avvenuti in piscine (29 in hotel, 7 non classificate, 7 in ambiente domestico, 5 in ville). L'analisi statistica ha mostrato che per un bambino inglese vi è un maggiore rischio di annegare all'estero. Gli autori ritengono che questo fenomeno sia probabilmente legato alla mancanza di vigilanza nelle piscine degli hotel.

In Francia gli annegamenti rappresentano la prima causa di morte per incidente domestico e la seconda causa di morte accidentale (dopo gli incidenti stradali) nei bambini di età inferiore a 5 anni. Esistono pochi studi sugli annegamenti in zone non marittime, ma l'epidemiologia di questi eventi è ritenuta estremamente importante per mettere in atto misure di prevenzione tenuto conto anche della rapidità di espansione del numero di piscine private presenti nel paese

(99.000 nel 2003 con un aumento dell'ordine di 30.000 all'anno). A tal fine è stato condotto nel dipartimento dell'Isère uno studio prospettico della durata di 7 anni (1996-2003) nel corso del quale sono stati registrati 101 annegamenti avvenuti accidentalmente (24). L'analisi dei dati ha evidenziato che il 49% degli incidenti sono avvenuti in piscina (23% in piscine private familiari, 22% in piscine pubbliche e 4% in piscine private ad uso collettivo come piscine di albergo) e che l'82% degli annegamenti che hanno riguardato bambini con età inferiore a 5 anni è avvenuto in piscine private familiari. Secondo lo studio i bambini più grandi (6-10 anni) annegano prevalentemente in piscina e la percentuale di annegamenti che avviene nelle piscine pubbliche aumenta con il crescere dell'età.

In una analisi dei rischi fisici non bisogna trascurare i quasi annegamenti che, pur non risultando letali, comportano gravi conseguenze per il soggetto in termini di disabilità (4). Uno studio condotto in Australia tra il 1994 e il 1996 sui quasi annegamenti nei bambini con età inferiore a 5 anni, ha mostrato che su 169 quasi annegamenti, l'82% ha riguardato prevalentemente i maschi (1,6:1) e sono avvenuti nell'abitazione del bambino (piscina o vasca da bagno) durante il periodo estivo. Purtroppo i dati non sono stati distinti in base al luogo in cui è avvenuto l'incidente, tuttavia vengono identificati come fattori di rischio potenzialmente modificabili la facilità di accesso all'acqua e la mancanza di supervisione (16).

## Lesioni spinali

Le linee guida redatte dall'OMS e dall'*Irish Water Safety* hanno individuato come possibili fattori di rischio per le lesioni spinali i tuffi effettuati in una piscina con acqua bassa o in una piscina la cui profondità non è conosciuta, la scelta di tecniche di tuffo inappropriate, il saltare nell'acqua da alberi, balconi o altre strutture e, infine, una scarsa visibilità dell'ambiente sott'acqua (4, 8).

Una revisione della letteratura sull'eziologia degli infortuni dovuti ai tuffi (9) ha evidenziato come ci sia una forte variabilità nel mondo nell'incidenza di questo evento sul totale delle lesioni spinali. Infatti, considerando studi svolti in diversi paesi del mondo in periodi di osservazione diversi e compresi tra il 1955 e il 1991, tale valore sale dal 2,3% del Sud Africa (7 casi su 300 dal 1963 al 1969) al 19,8% in Polonia (383 casi su 1.937 dal 1965 al 1991) avendo considerato tutti i tipi di specchio d'acqua. La frazione di incidenti avvenuti in piscina era riportata solo per alcuni studi svolti negli Stati Uniti (62 su 220 pari al 28% dal 1975 al 1986), in Canada (23 su 45 pari al 45% nel 1979), in Australia (15 su 52 pari al 28% dal 1964 al 1972) e in Inghilterra (48 su 150 pari al 32% dal 1944 al 1977). La vittima tipica di tale tipo di evento è stata ritratta come un maschio atletico di età compresa tra i 15 e i 29 anni di età, di altezza pari a circa 1,83 m e di peso 79,5 kg. Una percentuale variabile tra il 50% e l'80% degli infortunati aveva consumato alcol prima dell'incidente. L'assunzione di alcol, infatti, aumenta il rischio di una lesione spinale in seguito a un tuffo, in quanto sono limitate le capacità di percezione e analisi di segnali interni ed esterni (stima della distanza, altezza e profondità, rallentamento dei riflessi) (4, 8).

Dal 1973, negli Stati Uniti come in altri paesi, i tuffi sono stati tra le prime cause di incidente, riguardando l'8,5% di questi e posizionandosi dopo incidenti stradali, ferite da arma da fuoco e cadute. Questo tipo di infortunio riguarda prevalentemente i maschi di età compresa tra i 15 e 25 anni e la lesione, generalmente neurologicamente completa, è nella regione C4-C6 (21). Nel caso dei bambini l'incidenza di lesioni spinali causata dai tuffi è pari al 19% nella fascia 6-15 anni e costituisce una delle cause prevalenti di lesione spinale; inoltre, generalmente, i maschi si infortunano più frequentemente e le piscine sono il luogo più comune dove avviene l'incidente; i bambini di 8 anni hanno lesioni quasi esclusivamente nella regione C1-C4, mentre gli adolescenti nella regione C4-C7 (9). Uno studio condotto nel 1997 dall'Università

dell'Alabama sul database del *National Spinal Cord Injury Statistical Center* (21), ha evidenziato che dei 1.106 incidenti registrati dal 1973 (l'articolo, pubblicato nel 1997, non specifica in quale data è stata fatta l'analisi), 341 (30,8%) erano avvenuti in piscina. L'86,7% degli incidenti sono avvenuti in piscine private residenziali; il 57,2% è avvenuto dove l'altezza dell'acqua era inferiore a 1,2 m e un ulteriore 38% dove l'altezza era compresa tra 1,2 e 2,4 m. Nel 74,9% dei casi non erano presenti indicatori di profondità dell'acqua, nell'87,4% non c'erano cartelli di avviso, nel 93,8% dei casi la piscina non era sorvegliata e nel 48,9% i soggetti hanno dichiarato di aver fatto uso di alcol (21).

## Traumi

Oltre alle due cause di incidente precedentemente descritte, è importante soffermare l'attenzione sui traumatismi che, pur avendo raramente conseguenze letali, possono essere comunque motivo di disabilità: i traumi cranici e cerebrali, le abrasioni del volto causa di sfiguramento, le dislocazioni retiniche dovute all'impatto non corretto con l'acqua o all'urto con oggetti duri, le fratture degli arti, del piede e delle dita e le abrasioni, incidenti che avvengono molto frequentemente nelle piscine, o nelle immediate vicinanze, ma che spesso non vengono registrati (4, 8). Possibili fattori di rischio per l'accadere di questo tipo di incidente sono quindi i tuffi o i salti in acque basse, il sovraffollamento della piscina, la presenza di oggetti sott'acqua (per esempio scale), una scarsa visibilità nell'acqua, le superfici scivolose, l'aver lasciato sul bordo della vasca ausili per l'attività natatoria o per il salvataggio (tavole, braccioli, "ludotubo", ecc.) (4, 8, 13). Un'analisi generale degli incidenti avvenuti in piscina nel periodo 1998-99 è stata condotta in Danimarca (17) dove esiste il Registro degli Incidenti presso l'Istituto Statale di Sanità Pubblica (*Register of Accident of State Institute of Public Health*). Nel biennio di osservazione il numero degli infortuni rilevato, corretto per quanto riguarda un eventuale *bias* di selezione, è risultato di 2.500 infortuni per anno pari a 1 infortunio ogni 10.000 frequentatori. Il 60% di questi eventi ha riguardato i bambini di età compresa tra 0 e 14 anni e l'incidente dominante è stata la semplice caduta, ma la gravità delle lesioni conseguenti variava in funzione dell'età dell'infortunato.

La letteratura riporta anche casi di traumi, generalmente eviscerazioni, dovuti a suzione generata in corrispondenza delle bocchette di aspirazione dell'acqua (4, 8, 26, 27) o in seguito a utilizzo di uno scivolo ad acqua (28). Lo studio di un caso di prolasso, in una bambina di 6 anni, conseguente alla suzione generata dalle bocchette di aspirazione della piscina (26), ha offerto lo spunto per eseguire nel Regno Unito un'indagine tra i *tour operators* per verificare il grado di consapevolezza delle conseguenze di questo tipo di trauma, le misure di sicurezza che venivano adottate e l'informativa fornita agli utenti. Ne è risultato che su 42 *tour operators* contattati, solo 24 erano in grado di rispondere al questionario, ma di questi nessuno forniva ai propri clienti informativa sulla sicurezza degli impianti e solo uno si serviva di strutture che disponevano di attrezzature di sicurezza e prevedevano un servizio di vigilanza che parlasse la lingua inglese.

## Misure di prevenzione

Non esistendo informazioni sistematiche sui fattori che determinano gli annegamenti e i quasi annegamenti, non sono molte le misure preventive che possono essere prese in considerazione; certamente la presenza di avvisi informativi, espressi anche mediante una chiara iconografia, o comunque scritti nella/e lingua/e prevalentemente parlate dagli utenti, la presenza

di istruzioni inerenti la sicurezza in acqua e l'invito agli adulti a controllare i bambini possono costituire comunque un'utile misura preventiva (4, 8). Per quanto riguarda l'insegnamento ai bambini dei principi di sicurezza in acqua e delle tecniche natatorie le opinioni sono contrastanti (4); tuttavia alcuni studi e le linee guida canadesi raccomandano, in Sanità Pubblica, l'implementazione di programmi educativi e, in ambito legislativo, l'emanazione di norme che richiedano il rispetto degli standard di sicurezza (tra cui la recinzione) nelle piscine sia pubbliche che private, essendovi un'evidenza (grado B) della loro efficacia nella riduzione del numero di annegamenti; viceversa vi sono evidenze insufficienti (grado C) dell'efficacia del *counselling* individuale da parte dei medici (4-7). Analoghe raccomandazioni sulla base di evidenze (grado B) vengono formulate per l'implementazione in ambito legislativo di norme che vietino l'utilizzo di alcol e sostanze d'abuso tra gli adolescenti (6).

Per quanto riguarda le piscine, la recinzione costituisce un intervento ambientale passivo designato a ridurre gli accessi non intenzionali alla vasca e quindi a prevenire l'annegamento nei bambini in età prescolare. Già nel 1991 la *US Consumer Product Safety Commission* aveva compilato una lista delle raccomandazioni minime per una piscina residenziale e la legislazione approvata a Seattle (Washington, USA) impone che la recinzione sia alta almeno 1,5 metri e abbia una spaziatura tra le barre non superiore a 10 cm (2). La revisione sistematica Cochrane ha mostrato che la recinzione isolata, che considera cioè tutti i 4 lati della piscina, con un cancello che si chiuda automaticamente (*self-latching*) costituisce un efficace intervento ambientale che riduce gli accessi non intenzionali alle piscine e riduce i rischi di annegamento per i bambini in età prescolare (2). L'esperienza australiana, in particolare del territorio del Western Australia che dal 2002 ha emanato provvedimenti che obbligano la recinzione sui 4 lati di tutti i nuovi impianti, ha mostrato, inoltre, che è importante eseguire costantemente ispezioni degli impianti per verificare che vengano rispettate le norme di legge, soprattutto nei mesi estivi quando sono più frequenti gli incidenti (25). Tuttavia un'indagine nazionale condotta nel 1994 negli Stati Uniti su un campione di 5.238 famiglie, ha evidenziato che, anche se tutte le piscine del paese fossero recintate, non si riuscirebbero comunque a evitare tutti gli annegamenti tra i bambini e che quindi è necessario adottare anche altre misure di prevenzione (coperture, sistemi di allarme, educazione dei custodi alla continua sorveglianza della piscina, presenza nell'impianto di un telefono e di equipaggiamento per il soccorso, addestramento alla rianimazione cardiopolmonare, attenzione nella rimozione dei giochi dalla piscina dopo l'uso) (13). Per quanto riguarda le coperture bisogna porre particolare attenzione che, per non essere loro stesse causa di annegamento, siano realizzate in materiale sufficientemente resistente da sopportare il peso di un adulto (8). In Francia è stata posta negli ultimi anni una particolare attenzione all'adozione di misure preventive degli incidenti rendendo obbligatoria, per le piscine private, l'installazione di dispositivi di sicurezza quali recinzioni, coperture rigide, protezioni e sistemi di allarme a partire dal 1 gennaio 2004 per tutte le piscine di nuova costruzione e a partire dal 1 gennaio 2006 per le piscine già esistenti (24).

Per quanto riguarda l'attività di vigilanza la linea guida irlandese fornisce utili indicazioni sia sul numero di assistenti in funzione della dimensione dell'impianto e del numero di frequentatori sia sul tipo di preparazione che essi devono avere (8).

Studi condotti in Canada e in Francia (10, 11, 24) hanno evidenziato che la presenza dell'assistente di vasca è associata con una minore incidenza di violazioni del regolamento da parte degli utenti; inoltre l'attività di vigilanza da parte del bagnino è maggiore quando il numero di bambini cresce rispetto al numero di adulti mentre il numero di violazioni diminuisce all'aumentare del rapporto adulti/bambini. Queste considerazioni avvalorano l'idea che la presenza di un genitore o di un adulto possa favorire il rispetto delle regole. Gli studi canadesi (10, 11) hanno sottolineato come l'attività di vigilanza sia stata più intensa quando il bagnino era posizionato in un luogo sopraelevato rispetto al livello della vasca, probabilmente perché

non distratto da altri utenti, mentre il livello di vigilanza diminuiva nel tardo pomeriggio, probabilmente perché gli assistenti risentivano della stanchezza della giornata o perché veniva richiesto loro di svolgere altre attività relative alla manutenzione dell'impianto. In Francia le piscine pubbliche sono sorvegliate da istruttori di nuoto con brevetto di salvataggio in grado di effettuare, in caso di necessità, la rianimazione cardiopolmonare di base con utilizzo di un defibrillatore semiautomatico. Sicuramente la sensibilizzazione dei giovani rispetto ai rischi legati al non rispetto di adeguate norme comportamentali e all'utilizzo di droghe e alcol risulta un altro elemento di prevenzione di fondamentale importanza (24).

Anche per quanto riguarda la prevenzione delle lesioni spinali risulta di estrema importanza intraprendere delle campagne educative già nelle scuole per aumentare la consapevolezza dei potenziali rischi legati a tuffi inappropriati insegnando le tecniche di tuffo appropriate, predisponendo nell'area della piscina avvertimenti sui potenziali rischi e sensibilizzando gli utenti a familiarizzare con l'impianto, a valutare l'altezza dell'acqua, a evitare l'uso di alcol prima di tuffarsi, a non utilizzare la piscina al buio, a porre particolare attenzione a tuffi inusuali e a non utilizzare la piscina se si è soli (4, 9, 21). Un adeguato programma di prevenzione dovrebbe coinvolgere anche i proprietari degli impianti che hanno la responsabilità di garantire la massima sicurezza agli utenti; in questo contesto è necessario sottolineare la necessità di recintare adeguatamente la piscina, per evitarne l'uso in ore non appropriate, fornire un'adeguata illuminazione nel periodo di utilizzo, organizzare un servizio di supervisione con persone convenientemente addestrate, garantire un facile accesso ai servizi di pronto soccorso, garantire una buona visibilità dell'ambiente sott'acqua, predisporre intorno alla piscina indicatori di profondità ben visibili e posizionati opportunamente e strategicamente (4, 8, 21, 26, 29). Essendo ormai riconosciuto il ruolo che gioca la profondità dell'acqua nelle conseguenze di un incidente, è necessario porre attenzione alla progettazione della piscina per evitare improvvisi cambi di profondità come, per esempio, la presenza di una superficie con uno spigolo (*spinal wall*). La letteratura mostra indicazioni diverse circa la profondità minima da raccomandare per eseguire un tuffo da bordo vasca, dipendendo questo valore molto anche dalle capacità e dall'esperienza del tuffatore: la maggior parte delle federazioni nazionali di nuoto e alcuni autori riportano un valore di 1,52 m, solo la FINA (*Fédération Internationale de Natation Amateur*) indica 1 m. Inoltre è fortemente sconsigliato a tuffatori inesperti tuffarsi comunque dai blocchi di partenza (8, 9).

Possibili azioni per la prevenzione dei traumi possono concretizzarsi, anche qui, sia nella sensibilizzazione dell'utente sui potenziali rischi e sull'adozione di un comportamento che rispetti la sicurezza, sia nella scelta in fase di progettazione di appropriate superfici antidrucciolo per la pavimentazione, sia nel limitare il numero di bagnanti in vasca (4, 8, 17). Un ruolo importante nel fornire la corretta informativa può essere svolto dai *tour operators* includendo tra le informazioni che vengono fornite ai clienti anche indicazioni sulla sicurezza degli impianti e rendendosi responsabili del controllo della sicurezza degli impianti delle strutture (26).

## Conclusioni

Poiché non esistono raccolte sistematiche sugli incidenti avvenuti nelle piscine e dovuti a rischi fisici, fatte salve poche eccezioni come per esempio la Danimarca (17), e i dati pubblicati sono relativi a studi *ad hoc* che hanno considerato realtà locali, fatto che implica una rilevazione parziale dei dati e comporta molte difficoltà nel confronto e nella loro generalizzabilità, non è stato possibile fornire una visione d'insieme omogenea del fenomeno ma ci si è limitati a riorganizzare i dati riportati nei vari studi. Sulla base di quanto rilevato che, come premesso,

offre una visione limitata di un fenomeno così vasto e complesso, è possibile tuttavia sintetizzare alcune conclusioni. Sicuramente il problema degli annegamenti, soprattutto tra i bambini e i giovani, è rilevante, costituendo una delle prime cause di morte nei paesi industrializzati; in tal senso la revisione sistematica della letteratura Cochrane (3), riguardante gli interventi per la prevenzione degli annegamenti tra i bambini e i giovani e di cui è stato ad oggi pubblicato il protocollo, e la linea guida dell'OMS (4) potranno fornire utili raccomandazioni basate sull'evidenza scientifica. Si rileva inoltre una particolare e sempre più viva attenzione a questo problema anche a livello europeo ([http://www.childsafetyeurope.org/csi/ecsa.nsf/index/home/\\$file/index.htm](http://www.childsafetyeurope.org/csi/ecsa.nsf/index/home/$file/index.htm)) dove è in corso l'iniziativa "*Be water wise*", una campagna di promozione della sicurezza dell'acqua e di prevenzione degli annegamenti, che vede la partecipazione di 16 paesi europei (Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Portogallo, Svezia e Regno Unito) con lo scopo di inviare un chiaro messaggio che possa portare a ridurre il numero di annegamenti, seconda causa di morte tra i bambini.

Nel nostro Paese risulta, tuttavia, estremamente difficoltoso, se non addirittura impossibile, poter valutare l'impatto del problema limitatamente alle piscine, in quanto non esistono raccolte sistematiche dei dati relativi agli annegamenti stratificati in base al luogo dell'incidente (1). La panoramica offerta dalla letteratura internazionale esaminata, inoltre, rispecchia una realtà che è diversa da quella che possiamo riscontrare in Italia, in quanto considera paesi in cui è molto elevata presenza di piscine private residenziali, come per esempio in Australia e Nuova Zelanda, fatto che spiega come mai si verifichi un elevato numero di annegamenti tra i bambini di età inferiore ai 4 anni e come questo possa costituire un problema sociale. L'esperienza maturata negli altri paesi può offrire tuttavia validi spunti di riflessione per avviare, nelle nostre regioni, attività volte alla valutazione del fenomeno e quindi alla prevenzione degli incidenti e al controllo dei rischi fisici per gli utenti delle piscine. Tenendo conto dei fattori di rischio per gli annegamenti, possibili azioni preventive potrebbero essere di tipo educativo (insegnare a non nuotare oltre le proprie possibilità, a stare lontani dall'acqua e a tuffarsi solo in condizioni opportune, sensibilizzare gli adulti a supervisionare i bambini, promuovere campagne pubbliche di sensibilizzazione sia per i giovani che per gli adulti e di formazione della popolazione in generale alle manovre di primo soccorso, obbligare gli utenti ad indossare la cuffia, assicurarsi che gli assistenti bagnanti seguano corsi di aggiornamento in modo da effettuare un intervento efficace) e di tipo tecnico (dimensionare le bocchette di aspirazione in maniera tale da non poter essere sigillate da una sola persona, installare almeno due riprese per ogni pompa, rendere l'interruttore di spegnimento della pompa facilmente accessibile, posizionare griglie sulle aspirazioni in modo da impedire l'intrappolamento dei capelli e possibili eviscerazioni, mantenere la temperatura dell'acqua sotto i 40 °C, installare recinzioni nelle piscine all'aperto e porte chiuse nelle piscine coperte, predisporre adeguate coperture di sicurezza per le vasche) (4, 8, 24, 26).

Si potrebbe ridurre il numero delle cadute impiegando tappeti antidrucciolo e vietando di correre, mentre potrebbe essere diminuita la gravità della lesione conseguente alla caduta se si evitasse la presenza in piscina di oggetti duri e appuntiti (4, 8, 17).

L'evidenza scientifica dell'efficacia legata all'installazione di una recinzione quale misura di prevenzione degli annegamenti nei bambini piccoli fornisce, come risultato, la raccomandazione di emanare provvedimenti legislativi che, accompagnati da campagne educative, siano implementati in tutte le piscine pubbliche, semi-private e private (2, 5). Inoltre, sia in letteratura (13), come pure nelle condizioni generali di contratto sull'uso delle piscine e sicurezza di alcuni *tour operators* italiani, si raccomanda di togliere tutti i giocattoli dalla piscina dopo l'uso, per evitare che il bambino sia tentato di andare a prenderli.

Per la tendenza attuale a rendere le piscine sempre più un luogo non solo di svago ma anche di divertimento, è necessario considerare che l'introduzione di scivoli può implicare la presenza di nuovi pericoli legati al loro utilizzo; si pensi ad esempio al caso in cui vengano utilizzati in coppia o in cui un utente si fermi improvvisamente o scivoli a testa in giù o si metta in posizione eretta, nonché alla necessità di lasciare immediatamente la zona di arrivo dello scivolo. Anche l'installazione di apparecchiature generatrici di onde, fonte di grande divertimento, attira sicuramente un maggior numero di utenti, situazione che richiede quindi un'intensa attività di vigilanza sia da parte dei bagnini come pure dei bagnanti. Esiste inoltre il reale pericolo di intrappolamento degli arti e pertanto tutte le parti dell'apparecchiatura devono essere inaccessibili; quindi, nella realizzazione dei parchi acquatici, risultano importanti sia le indicazioni progettuali, sia la sensibilizzazione degli utenti e la loro educazione (4, 8).

Infine, sulla base di quanto già sperimentato in altri paesi (12), è importante che un provvedimento legislativo sia pienamente rispettato affinché sia efficace e risulta quindi cruciale identificare gli ostacoli che potrebbero, eventualmente, comprometterne la validità.

## Bibliografia

1. Giustini M, Ade P, Taggi F, Funari E. Incidenti nelle aree di balneazione. *Ann Ist Super Sanità* 2003;39(1):69-76.
2. Thompson DC, Rivara FP. Pool fencing for preventing drowning in children (Review). *The Cochrane Collaboration* 2007;(2):CD001047.
3. Pham CV, Le LC Intervention for drowning prevention in children and young people (Protocol). The Cochrane Library. *The Cochrane Collaboration* 2007.
4. World Health Organization. *Guidelines for safe recreational-water environments. Swimming pools and similar recreational-water environments*. Geneva: WHO; 2006.
5. Wayne Elford R. Prevention of Household and Recreational Injuries in Children (<15 years of age). *Canadian Task Force on Preventive Health Care Systematic Reviews and Recommendations* 1994. Disponibile all'indirizzo <http://www.ctfphc.org/>; ultima consultazione 12/03/2007.
6. Wayne Elford R. Prevention of Household and Recreational Injuries in Adults. *Canadian Task Force on Preventive Health Care Systematic Reviews and Recommendations* 1994. Disponibile all'indirizzo <http://www.ctfphc.org/>; ultima consultazione 12/03/2007.
7. Wayne Elford R. Prevention of Household and Recreational Injuries in the Elderly. *Canadian Task Force on Preventive Health Care Systematic Reviews and Recommendations* 1994. Disponibile all'indirizzo <http://www.ctfphc.org/>; ultima consultazione 12/03/2007.
8. Irish Water Safety. *Pool Safety Guidelines* 2005; Disponibile all'indirizzo <http://www.iws.ie/>; ultima consultazione 12/03/2007.
9. Blanksby BA, Wearne FK, Elliott BC, Blitvich JD. Aetiology and occurrence of diving injuries. A review of diving safety. *Sports Med* 1997;23(4):228-46.
10. Harrell WA. Does supervision by a lifeguard make a difference in rule violations? Effects of lifeguards' scanning. *Psychol Rep* 2001;89(2):327-30.
11. Harrell WA. Lifeguards' vigilance: effects of child-adult ratio and lifeguard positioning on scanning by lifeguards. *Psychol Rep* 1999;84(1):193-7.
12. Morrison L, Chalmers DJ, Langley JD, Alsop JC, McBean C. Achieving compliance with pool fencing legislation in New Zealand: a survey of regulatory authorities. *Inj Prev* 1999;5(2):114-8.
13. Logan P, Branche CM, Sacks JJ, Ryan G, Peddicord J. Childhood drownings and fencing of outdoor pools in the United States, 1994. *Pediatrics* 1998 Jun;101(6):E3.

14. Scott I. Prevention of drowning in home pools--lessons from Australia. *Inj Control Saf Promot* 2003;10(4):227-36.
15. Browne ML, Lewis-Michl EL, Stark AD. Unintentional drownings among New York State residents, 1988-1994. *Public Health Rep* 2003;118(5):448-58.
16. Ross FI, Elliott EJ, Lam LT, Cass DT. Children under 5 years presenting to paediatricians with near-drowning. *J Paediatr Child Health* 2003;39(6):446-50.
17. Nielsen LP, Freund KG. Swimming pool accidents in Denmark. *Ugeskr Laeger* 2003 26;165(22):2299-302.
18. Quan L, Cummings P. Characteristics of drowning by different age groups. *Inj Prev* 2003;9(2):163-8.
19. Sibert JR, Lyons RA, Smith BA, Cornall P, Sumner V, Craven MA, Kemp AM. Safe Water Information Monitor Collaboration. Preventing deaths by drowning in children in the United Kingdom: have we made progress in 10 years? Population based incidence study. *BMJ* 2002; 324(7345):1070-1.
20. Edmond KM, Attia JR, Deste CA, Condon JT. Drowning and near-drowning in Northern Territory children. *Med J* 2001;175(11-12):605-8.
21. DeVivo MJ, Sekar P. Prevention of spinal cord injuries that occur in swimming pools. *Spinal Cord* 1997;35(8):509-15.
22. Cornall P, Howie S, Mughal A, Sumner V, Dunstan F, Kemp A, Sibert J. Drowning of British children abroad. *Child Care Health Dev* 2005;31(5):611-3.
23. Somers GR, Chiasson DA, Smith CR. Pediatric drowning: a 20-year review of autopsied cases: I. Demographic features. *Am J Forensic Med Pathol* 2005;26(4):316-9.
24. Maurin C, Labourel H, Ladwig M, Menthonnex E. Unintentional drowning in fresh water. *Presse Med* 2006;35(6 Pt 1):925-6.
25. Stevenson MR, Rimajova M, Edgecombe D, Vickery K. Childhood drowning: barriers surrounding private swimming pools. *Pediatrics* 2003;111(2):E115-9.
26. Davison A, Puntis JW. Awareness of swimming pool suction injury among tour operators. *Arch Dis Child* 2003 Jul;88(7):584-6.
27. Gomez-Juarez M, Cascales P, Garcia-Olmo D, Gomez-Juarez F, Usero S, Capilla P, Garcia-Blazquez E, Anderica F. Complete evisceration of the small intestine through a perianal wound as a result of suction at a wading pool. *J Trauma* 2001;51(2):398-9.
28. Avidor Y, Rub R, Kluger Y. Vaginal evisceration resulting from a water-slide injury. *J Trauma* 1998;45(4):853.
29. UNI 10637. *Piscine Requisiti degli impianti di circolazione, trattamento, disinfezione e qualità dell'acqua di piscina*. Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione; 2006.

## AGENTI MICROBICI ASSOCIATI ALLE ACQUE DI PISCINA

Rossella Briancesco

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

### Impianti natatori e rischi di natura biologica

La pratica di attività sportive e ricreative che implicano la frequentazione di impianti natatori è inscindibilmente connessa alla potenziale esposizione a condizioni di rischio che, oltre ad eventi di origine traumatica, includono rischi di tipo chimico e, *in primis*, rischi di tipo infettivo.

Attualmente in Italia, diversamente da altri Paesi dove la sorveglianza sanitaria delle patologie idrodifuse è un attivo strumento di vigilanza dello stato di salute della popolazione, i dati epidemiologici relativi alle infezioni e alle patologie connesse all'uso di acque a scopo ricreazionale, come anche quelli correlati all'utilizzo di acqua a scopo potabile, sono scarsi e frammentari. A parte le infezioni da *Legionella*, per le quali esiste l'obbligo di notifica, è plausibile ipotizzare una generale sottostima delle infezioni di origine idrica, comprese quelle acquisite negli impianti natatori.

La qualità igienico-sanitaria degli impianti natatori è determinata da un ampio spettro di fattori che concorrono e interagiscono: caratteristiche strutturali e impiantistiche, efficienza e grado di manutenzione degli impianti di trattamento e riscaldamento dell'acqua e dell'aria, qualità dell'acqua di immissione e in vasca, affluenza di fruitori dell'impianto e loro stato di salute, frequenza degli interventi di sanificazione e pulizia di vasche, superfici e servizi e, non ultimo, rispetto delle regole di igiene comunitaria.

Essendo ambienti circoscritti e ad elevata frequentazione, le vasche degli impianti natatori rappresentano siti dove il rischio infettivo assume proporzioni rilevanti; se, infatti, l'utente è il veicolo attraverso cui i microrganismi sopraggiungono nelle vasche, l'acqua stessa è un valido substrato di sopravvivenza e di crescita, qualora i sistemi tecnologici atti a salvaguardarne la qualità siano inefficaci e le regole comportamentali violate.

In Italia l'attuale legislazione in materia è rappresentata dall'Accordo del 16 gennaio 2003, che stabilisce i requisiti minimi igienico-sanitari, tecnici e gestionali degli impianti natatori (1). Per la valutazione della qualità microbiologica dell'acqua, la normativa prevede la determinazione di alcuni "nuovi" parametri, più idonei rispetto a quelli indicati nella precedente legislazione (2), a rappresentare il rischio di tipo infettivo connesso all'utilizzo degli impianti natatori.

La probabilità di contrarre infezioni e malattie a seguito della frequentazione di piscine è, in prima istanza, associata ad eventi di contaminazione fecale dell'acqua dovuti sia al rilascio di feci da parte dei bagnanti sia all'utilizzo di acqua contaminata o non adeguatamente trattata come fonte di approvvigionamento idrico. Tuttavia, altri eventi quali il rilascio di liquidi biologici (urina, saliva, muco) e di cellule epiteliali e annessi cutanei da parte dei bagnanti rendono plausibile il sussistere di una condizione di rischio dovuta anche ad organismi patogeni di origine non enterica. Gli individui infetti possono contaminare direttamente le acque, le superfici, gli oggetti e i materiali degli impianti causando diffusione di patogeni primari quali virus e funghi e conseguentemente diffusione di infezioni cutanee. Anche batteri patogeni opportunisti possono essere rilasciati nelle acque e sulle superfici umide; molti di loro causano affezioni cutanee, quali congiuntiviti, otiti, dermatiti; in taluni casi i microrganismi possono

crescere e, in altri, possono persino colonizzare gli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento, causando patologie del tratto respiratorio e del sistema nervoso centrale.

La maggior parte degli episodi epidemici correlati alla frequentazione di piscine è stata relazionata a carenze nei trattamenti di disinfezione dell'acqua; le infezioni, più frequentemente di origine virale, in taluni casi sono anche causate da batteri e protozoi.

È assai frequente che gli agenti eziologici di epidemie associate alla frequentazione di piscine non vengano rilevati nelle acque degli stessi impianti; infatti, il lasso di tempo che intercorre tra la diagnosi clinica di una malattia infettiva – basata oltre che sulla sintomatologia, sulla specifica identificazione dell'agente infettivo nei reperti clinici – e l'individuazione della correlazione del fenomeno epidemico con il comune utilizzo di un impianto natatorio da parte degli individui infetti, può non essere abbastanza breve da consentire il rilevamento dell'agente biologico nell'acqua.

In Tabella 1 sono riportati gli agenti infettivi più frequentemente isolati nelle acque di piscina e la loro modalità di trasmissione.

**Tabella 1. Agenti infettivi riscontrabili in acque di piscina**

<b>Categoria</b>	<b>Agente</b>	<b>Origine</b>	<b>Trasmissione</b>
Virus enterici	Adenovirus (3,4,7,7a)	Cont. fecale	Ingestione/inalazione
	Virus dell'epatite A	Cont. fecale	Ingestione
	Norovirus	Cont. fecale	Ingestione/inalazione
	Echovirus	Cont.fecale	Ingestione/inalazione
Batteri enterici	<i>Shigella</i>	Cont. fecale	Ingestione
	<i>Escherichia coli</i> O157	Cont. fecale	Ingestione
Protozoi patogeni	<i>Giardia</i>	Cont. fecale	Ingestione
	<i>Cryptosporidium</i>	Cont. fecale	Ingestione
	<i>Naegleria fowleri</i>	Aerosol (cont. d'origine ambientale)	Inalazione
	<i>Acanthamoeba</i>	Aerosol (cont. d'origine ambientale)	Inalazione
Batteri non enterici	<i>Legionella</i>	Aerosol (cont. d'origine ambientale)	Inalazione
	<i>Mycobacterium</i>	Aerosol (cont. d'origine ambientale)	Inalazione
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Acqua contaminata da individui infetti e portatori asintomatici	Contatto
Virus non enterici	Molluscipoxvirus	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
	Human Papilloma Virus	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
Funghi	<i>Trichophyton</i>	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
	<i>Epidermophyton floccosum</i>	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto

## Organismi di origine fecale

I virus a trasmissione fecale-orale più frequentemente associati ad episodi epidemici negli ambienti di piscina sono rappresentati da adenovirus (Adenovirus 3, 4, 7, 7a), virus dell'Epatite A, Norovirus e Echovirus.

Gli adenovirus, di cui sono noti più di 50 tipi, sono associati a faringiti e congiuntiviti e, più raramente, a gastroenteriti; sebbene la loro origine negli ambienti di piscina sia principalmente connessa al rilascio di materiale fecale, anche le secrezioni oro-faringee e oculari costituiscono fonti di contaminazione (3). I sintomi che caratterizzano le infezioni da virus dell'Epatite A e da

Norovirus sono rappresentati da gastroenterite, vomito, nausea, diarrea e mal di testa mentre meningite, polmonite, gastroenterite e congiuntivite sono causate da Echovirus.

I virus enterici sono presenti a densità molto elevate nelle feci degli individui infetti ( $10^6 - 10^{11}$  ufp/g di feci); ciò fa sì che episodi di rilascio accidentale di materiale fecale in acque di piscina rappresentino una condizione di elevato rischio per la salute dei fruitori anche in considerazione delle basse dosi infettanti dei virus stessi.

Nella maggior parte dei casi il verificarsi di epidemie da virus a trasmissione fecale-orale è stato attribuito a inadeguati trattamenti di disinfezione.

Una concentrazione di cloro residuo pari a 0,4 mg/L sarebbe in teoria sufficiente a mantenere sotto controllo la contaminazione da virus nelle acque di piscina; tuttavia, se la concentrazione di materiale organico nell'acqua diviene particolarmente elevata per il sovraffollamento della piscina stessa, l'aumentata richiesta di cloro riduce la frazione di cloro residuo, annullandone il potere di disinfezione.

Tra i batteri a trasmissione fecale-orale, *Escherichia coli* O157 e alcune specie appartenenti al genere *Shigella* sono stati frequentemente indicati come gli agenti eziologici di epidemie di gastroenterite associate ad attività ricreative in acque di piscina o in laghetti artificiali in cui la disinfezione non era applicata o era inefficace (4).

Negli anni più recenti, numerose epidemie associate alla frequentazione di piscine, verificatesi soprattutto in Gran Bretagna e negli Stati Uniti, sono state ascritte ai protozoi parassiti *Giardia* e *Cryptosporidium* (5, 6, 7). Agenti di gravi forme di gastroenterite nell'uomo, i due protozoi costituiscono un rischio per la salute dei bagnanti poiché le loro forme di propagazione ambientale, cisti e oocisti, sono altamente resistenti al cloro e agli stress ambientali (8); per di più, a fronte di una elevatissima densità di cisti e oocisti riscontrabile nelle feci di individui infetti ( $10^6-10^7$  cisti/oocisti per grammo), le dosi infettive stimate per i due parassiti sono molto basse (ID<sub>50</sub>: 132 oocisti per *Cryptosporidium*, 25 cisti per *Giardia*).

Nella maggior parte dei casi, le epidemie da *Giardia* e *Cryptosporidium* correlate alla frequentazione di piscine sono state attribuite a carenze nei trattamenti di disinfezione, a sversamenti accidentali di acque reflue nelle condutture di alimentazione e al rilascio accidentale di feci da parte dei bagnanti.

Il punto cruciale nella diffusione di tali parassitosi è la straordinaria resistenza delle cisti e oocisti alla disinfezione; le cisti di *Giardia* sono inattivate da una concentrazione di cloro pari a 5 mg/L, per esposizioni di 30 minuti (pH 7,5), mentre occorre una esposizione di 240 minuti a 30 mg/L di cloro (pH 7,2) per inattivare al 99% le oocisti di *Cryptosporidium*. Più efficace si è rivelato l'ozono la cui applicazione trova tuttavia un limite nell'impossibilità di disporre di una frazione residua in grado di persistere nell'acqua tra due successive fasi di disinfezione.

La prevenzione della diffusione del protozoo nelle acque in vasca deve prevedere una rimozione meccanica effettuata mediante filtrazione dell'acqua di ricircolo che, come è anche stato dimostrato dall'analisi delle acque di controlavaggio dei filtri (9), sembra sufficientemente efficace nel trattenere le oocisti.

Come regola generale, a fronte di una accidentale immissione di materiale fecale o di vomito in acqua, le normali concentrazioni di cloro possono essere insufficienti ad inattivare i microrganismi patogeni potenzialmente presenti; in tali casi l'unica strategia cautelativa per la salute dei bagnanti è l'interruzione d'uso della piscina, fino a quando non siano state attuate tutte le misure che ne garantiscano la totale rimozione/inattivazione.

D'altra parte in un più generale disegno di salvaguardia e miglioramento delle condizioni igieniche degli ambienti di piscina è fondamentale la divulgazione di regole comportamentali e di principi educativi soprattutto tra i bambini molto piccoli.

## Organismi di origine non fecale

Tra i batteri di origine non enterica quelli più frequentemente associati ad infezioni e malattie che possono essere contratte in piscina sono rappresentati da *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella* e *Mycobacterium*.

Poiché *P. aeruginosa* è ubiquitario, l'ambiente stesso, oltre agli individui infetti, contribuisce alla diffusione del microrganismo nelle acque di piscina (10, 11). L'ambiente caldo e umido riscontrabile sulle superfici degli impianti favorisce la crescita di *Pseudomonas* che, veicolato nell'acqua attraverso mani e piedi, si nutre del materiale organico ivi rilasciato e trova in esso una barriera fisica da opporre all'azione dei disinfettanti. Le infezioni sono a carico delle vie urinarie e respiratorie, delle ferite, del condotto uditivo (otite del nuotatore), della cornea e dei follicoli piliferi (*rash* e pustole). Inoltre, secondo alcuni autori, gli enzimi extracellulari prodotti da *P. aeruginosa* potrebbero danneggiare la cute favorendo la colonizzazione da parte di altri batteri (12). Ovviamente, la durata e la frequenza dell'esposizione, oltre al numero dei bagnanti nell'acqua e all'età dei bagnanti stessi, influiscono sulla probabilità del verificarsi delle infezioni. D'altra parte, è assai difficile stimare l'incidenza di infezioni associate alla presenza di *P. aeruginosa* nelle piscine poiché i sintomi, spesso di entità lieve e di facile risoluzione, non implicano la richiesta di cure mediche e la segnalazione alle autorità sanitarie.

Tra le specie appartenenti al genere *Staphylococcus* che possono essere rinvenute nelle acque di piscina merita un'attenzione particolare *S. aureus*, riconosciuto come patogeno umano primario (13); la sua presenza nelle acque di piscina può indurre nei bagnanti *rush* cutanei e impetigine, infezione delle ferite, del tratto urinario, degli occhi e delle orecchie. L'uomo è l'unico *reservoir* di *S. aureus* e secondo alcuni studi il 40-50% degli adulti sani presenta *S. aureus* nella cavità nasale e nella gola. L'infezione è trasmessa per contatto con gli essudati secreti dalle lesioni di individui infetti o per il rilascio di batteri da parte di portatori asintomatici. Pur essendo molto resistente agli stress ambientali non è tuttavia in grado di moltiplicarsi nell'acqua. L'inattivazione di *S. aureus* in acqua di piscina richiede una concentrazione di cloro libero residuo di almeno 1 mg/L e la regolare disinfezione dei filtri durante la pratica di controlavaggio. Anche le specie *S. epidermitis* e *S. saprophyticus* sono frequentemente isolate in acqua di piscina; la loro azione patogena su soggetti sani è tuttavia di entità molto limitata. Ci sono inoltre evidenze che l'utilizzo della doccia prima dell'ingresso in piscina riduca significativamente il rilascio di stafilococchi dalla pelle.

Nelle acque di condensa generate dai sistemi di riscaldamento, condizionamento e ventilazione delle piscine possono vivere e replicarsi batteri appartenenti al genere *Legionella* che attraverso aerosol possono essere inalati dai frequentatori. *Legionella* è un batterio di origine ambientale ubiquitario nelle acque dolci (14). Le patologie indotte, nel 90% dei casi attribuibili alla specie *L. pneumophila*, sono la malattia dei Legionari e la febbre di Pontiac, una grave forma di polmonite la prima, una malattia simil-influenzale la seconda. L'ambiente caldo, le condizioni di aerobiosi e la disponibilità di nutrienti possono rappresentare requisiti ideali per la proliferazione di *Legionella* negli impianti natatori. Tuttavia, sembra che *Legionella* sia maggiormente imputabile a casi di legionellosi in relazione alla diffusione di aerosol dalle docce e dai rubinetti dei servizi, e comunque alla frequentazione di stabilimenti termali.

Gli aerosol contaminati degli impianti di piscina possono anche veicolare micobatteri atipici quali *Mycobacterium avium* agente di affezioni polmonari (15); il contatto con le superfici adiacenti alle vasche può inoltre causare infezioni cutanee da *M. marinum* responsabile del granuloma dei nuotatori.

Tra i virus di origine non enterica tipici degli ambienti di piscina si possono annoverare Human Papilloma Virus (HPV) e Molluscipoxivirus, agenti rispettivamente delle verruche plantari ed del Mollusco contagioso.

Una malattia estremamente rara che può essere contratta per esposizione ad acqua di piscina contaminata è la meningoencefalite amebica (*Primary Amoebic Meningoencephalitis*, PAM) causata da *Naegleria fowleri*, un protozoo a vita libera presente nelle acque e sul suolo, che se inalato raggiunge il cervello e il sistema nervoso centrale causando nausea, vomito, allucinazioni. Fortunatamente, infezioni di questo tipo sono piuttosto rare (16).

Anche amebe appartenenti al genere *Acanthamoeba* possono essere rinvenute nelle acque di piscina in virtù dell'elevata resistenza delle cisti al cloro. Molte specie possono causare ulcerazioni della cornea note come cheratiti da *Acanthamoeba*, soprattutto nei soggetti portatori di lenti a contatto (16).

Oltre ad un ruolo diretto nell'eziopatogenesi delle infezioni appena descritte, alcune specie appartenenti ai generi *Naegleria* e *Acanthamoeba*, veicolando all'interno delle proprie cisti batteri quali *Legionella* e *Mycobacterium* – che in tal modo eludono l'azione del cloro – sono indirettamente coinvolte nella trasmissione di infezioni batteriche (17).

Le infezioni fungine negli ambienti di piscina sono piuttosto diffuse e solitamente trasmesse per contatto fisico con le superfici. *Epidermophyton floccosum* e alcune specie di funghi appartenenti al genere *Trichophyton* colonizzano lo strato corneo della cute causando infezioni del cuoio capelluto, delle unghie e della pelle (18). La localizzazione dei due dermatofiti nello strato corneo della cute del piede, dapprima negli spazi interdigitali e, successivamente, sulla pianta e sul dorso, è responsabile di macerazione, desquamazione, lesioni eritemato-vescicolose e ragadiformi, un quadro clinico noto col termine di *tinea pedis* o più comunemente “piede dell'atleta”. Se l'ambiente umido delle piscine e delle docce favorisce la trasmissione indiretta dei dermatofiti attraverso superfici e oggetti contaminati, la sudorazione e la macerazione del piede nella scarpa, esaltate dai materiali e dai tessuti sintetici, nonché dai residui di umidità, ne promuovono l'attecchimento.

Per prevenire le infezioni fungine, pertanto, è buona prassi, oltre che evitare il contatto diretto con le superfici, lavare accuratamente le parti del corpo con detergenti appropriati e asciugare meticolosamente gli spazi interstiziali dei vari distretti corporei.

Una adeguata gestione degli impianti, con particolare attenzione alla concentrazione di cloro residuo, al pH dell'acqua, alla torbidità e alla pulizia dei filtri, rende il rischio microbiologico dovuto alla frequentazione di piscine ragionevolmente contenuto. Il monitoraggio dei parametri microbiologici ad intervalli di tempo appropriati pur non garantendo la sicurezza assoluta in termini di rischio, fornisce informazioni sull'adequazione delle misure adottate.

## Requisiti microbiologici e aspetti legislativi

In Italia l'Accordo del 16 gennaio 2003 tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano stabilisce norme sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio (1). Relativamente ai requisiti microbiologici, in Tabella 2 sono riportati i valori limite previsti per l'acqua in immissione e l'acqua contenuta in vasca.

Anche anticipando le linee guida internazionali, nella nuova legislazione, sono stati sostituiti o eliminati, rispetto ai precedenti riferimenti normativi, parametri microbiologici più tradizionali, e inseriti altri più idonei a caratterizzare la qualità di questo tipo di acque e a segnalare il rischio potenziale o reale per la salute dei bagnanti.

La conta degli eterotrofi, effettuata a 37 °C e a 22 °C, fornendo una stima aspecifica della concentrazione microbica dell'acqua, dà delle indicazioni di carattere generale sul livello igienico in vasca; come per il parametro *Pseudomonas aeruginosa*, la determinazione degli eterotrofi consente inoltre di acquisire informazioni sulla potenziale ricrescita dei microrganismi

nelle acque. Per *Pseudomonas aeruginosa*, l'Organizzazione Mondiale della Sanità stabilisce il valore di  $\leq 1/100$  mL per le acque di piscina disinfettate, mentre per quelle non disinfettate raccomanda valori pari a  $< 10/100$  mL (19). La ricerca di *Escherichia coli* e degli enterococchi è utile per monitorare l'evenienza di una contaminazione di origine fecale, trattandosi di microrganismi specificatamente correlati al tratto intestinale degli animali a sangue caldo. Tra i due parametri, gli enterococchi rappresentano un più efficace indice essendo più resistenti di *E. coli* alla disinfezione. La loro assenza nell'acqua, tuttavia, non implica necessariamente l'assenza di organismi più resistenti al cloro, quali ad esempio cisti e oocisti di protozoi (19).

La normativa prevede inoltre la stima di *Staphylococcus aureus* come parametro indice di rilascio di materiale organico di origine non fecale da parte umana, essendo il microrganismo frequentemente correlato ad infezioni acquisite in vasca e comunque presente in acque deteriorate dalla presenza di bagnanti. In relazione a questa specie, l'Organizzazione Mondiale della Sanità suggerisce di non svolgere di routine il controllo per la determinazione del microrganismo, ma di procedere alla verifica solo nel caso di segnalazione di sospette patologie da esso trasmesse; in ogni caso i valori suggeriti sono pari a  $< 100/100$  mL (19).

**Tabella 2. Requisiti microbiologici dell'acqua in immissione e contenuta in vasca.**

Parametro	Acqua di immissione	Acqua di vasca
Conta batterica a 22 °C	$\leq 100$ ufc/1 mL	$\leq 200$ ufc/1 mL
Conta batterica a 36 °C	$\leq 10$ ufc/1 mL	$\leq 100$ ufc/1 mL
<i>Escherichia coli</i>	0 ufc/100 mL	0 ufc/100 mL
Enterococchi	0 ufc/100 mL	0 ufc/100 mL
<i>Staphylococcus aureus</i>	0 ufc/100 mL	$\leq 1$ ufc/100 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 ufc/100 mL	$\leq 1$ ufc/100 mL

## Bibliografia

1. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.
2. Italia. Ministero della Sanità. Atto di intesa tra Stato e regioni relativo agli aspetti igienico-sanitari concernenti la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario* n. 32, 17 Febbraio 1992.
3. Papapetropoulou M, Vantarakis AC. Detection of adenovirus outbreak at a municipal swimming pool by nested PCR amplification. *J Infect* 1998;36:101-3.
4. Makintubee S, Mallonee J, Istre GR. Shigellosis outbreak associated with swimming. *Am J Pub Health* 1987;77:166-8.
5. McAnulty JM, Fleming DW and Gonzalez AH. A community-wite outbreak of cryptosporidiosis associated with swimming at a wave pool. *J Am Med Ass* 1994;272:1597-600.
6. Porter JB, Ragazzoni HP, Buchanon JD, Waskin HA, Juranek DD and Parkin WE. *Giardia* transmission in a swimming pool. *Am J Pub Health* 1988;78:659-62.
7. Puech MC, McAnulthy JM, Lesjak M, Shaw N, Heron L, Watson JM. A statewide outbreak of cryptosporidiosis in New South Walles associated with swimming pools. *Epidemiol Infect* 2001;126:389-96.
8. Korich D, Mead J, Madore M, Sinclair N and Sterling C. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocysts viability. *Appl Env Micr* 1990; 56:1423-8.

9. Bonadonna L, Briancesco R, Maggini V, Orsini M, Romano Spica V. Ricerca di protozoi nelle acque di piscina in Italia: risultati di un'indagine preliminare. *Annal Ig* 2004;16:709-19.
10. Moore JE, Heaney N, Millar BC, Crowe M, Elborn JS. Incidence of *Pseudomonas aeruginosa* in recreational and hydrotherapy pools. *Com Dis Pub Health* 2002; 5:23-6.
11. Tate D, Mawer S, Newton A. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* folliculitis associated with a swimming pool inflatable. *Epidemiol Infect* 2003;130:187-192.
12. Highsmith AK, Le PN, Khabbaz RF, Munn VP. Characteristics of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from whirlpools and bathers. *Infect Contr* 1985;6(10):407-12.
13. Rivera JB, Adera T. Assessing water quality. Staphilococci as microbial indicators in swimming pools. *J Env Health*.1991;53(6):29-32.
14. Leoni E, Legnani PP, Bucci Sabattini MA, Righi F. Prevalence of *Legionella* spp. in swimming pool environment. *Wat Res* 2001;35:3749-53.
15. Falkinham JO. *Mycobacterial* aerosols and respiratory disease. *Emerg Infect Dis* 2003;9:763-7.
16. Svenasi Z, Endo T, Yagita K, Nagy E. Isolation, identification and increasing importance of "free-living amoebae" causing human disease. *J Med Microbiol* 1998;47(1):5-16.
17. Philippe C, Blech MF, Hartmann P. Intra-amoebal development of *Legionella pneumophila* and the potential role of amoebae in the transmission of legionnaires' disease. *Med Mal Infect*. 2006;36(4):196-200.
18. Al-Doory Y, Ramsey S. Cutaneous mycotic diseases. In: *Moulds and health: Who is at risk?* Springfield (IL): Charles C Thomas Publisher; 1987. p. 61-8, 206-8.
19. World Health Organization. *Guidelines for Safe Recreational Water Environments; Swimming Pools and Similar Environments*. Geneva: WHO; 2006.

# **PSEUDOMONAS AERUGINOSA COME CAUSA DI INFEZIONI ASSOCIATE ALLE PISCINE**

Maurizio Semproni, Claudia Cataldo

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

## **Introduzione**

Le piscine sono frequentate da una popolazione molto eterogenea di persone, che variano per età, salute e standard igienici. Corsi speciali sono organizzati per donne incinte, bambini, persone anziane e portatori di handicap; queste categorie di persone sono potenzialmente più predisposti a contrarre infezioni da patogeni e batteri opportunisti.

Numerose possono essere le fonti di rischio associate alla frequentazione delle piscine e sono direttamente subordinate alle condizioni ambientali-sanitarie dell'impianto e alla sua gestione.

Sicuramente, il rischio più frequente è quello associato alla presenza di microrganismi (batteri, virus e protozoi), patogeni e opportunisti patogeni, che possono essere trasmessi attraverso l'acqua, le superfici contaminate o per contatto diretto con soggetti infetti. Nonostante questo concetto sia noto da tempo, l'impegno nello studio sistematico delle patologie trasmissibili in piscina è ampiamente disatteso.

Le fonti di contaminazione microbica delle piscine possono essere molteplici. La più comune è rappresentata, senza dubbio, dagli utenti stessi che, oltre all'apporto in acqua di flora microbica endogena e saprofitica possono, con l'immersione, trasportare patogeni e opportunisti patogeni. Inoltre, carenze nei trattamenti dell'acqua, cattiva manutenzione dell'impianto, difetti di progettazione e lacune nelle operazioni di pulizia e sanificazione possono incrementare il rischio per i bagnanti e per gli operatori che vi svolgono attività lavorative.

Le infezioni associate al bagno in piscina possono essere principalmente di due tipi: di natura enterica, dovute all'ingestione di acqua contaminata, e per contatto, dovute all'esposizione di pelle e mucose agli agenti infettivi.

Le infezioni enteriche, derivate dalla contaminazione fecale, sono associate a diversi agenti patogeni. Tra i batteri responsabili di patologie acquisite in piscina sono spesso stati segnalati *Escherichia coli* e *Shigella*; inoltre, casi ed epidemie sono state documentate per protozoi, quali *Cryptosporidium* e *Giardia*, e virus, quali norovirus, echovirus, rotavirus e il virus dell'epatite A.

Le infezioni di natura non-enterica vengono trasmesse per contatto con acque che possono contenere virus, funghi e batteri rilasciati durante l'immersione e che possono provocare principalmente infezioni cutanee, dell'orecchio e delle vie respiratorie.

È stato ampiamente dimostrato che tra i virus isolati dalle acque e dalle superfici si ritrovano Adenovirus associati a congiuntiviti e faringiti, virus del papilloma umano (Hpv), responsabile di verruche e Molluscipoxvirus, responsabile del mollusco contagioso.

I funghi più comunemente responsabili di infezioni associate all'uso delle piscine appartengono al gruppo dei dermatofiti: *Epidermophyton floccosum* e varie specie di funghi appartenenti al genere *Trichophyton* sono generalmente quelli più riscontrati. Nelle piscine, l'infezione può essere prevalentemente trasmessa tramite contatti interpersonali, biancheria, teli, indumenti intimi, pavimenti degli spogliatoi, basi delle docce, scarpe e comunque, in generale, superfici infette.

Agenti batterici causa di infezioni cutanee e delle mucose sono spesso *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus*, che generano follicoliti, congiuntiviti, irritazioni cutanee e delle prime vie respiratorie.

Sulle superfici attorno alle vasche si trovano invece generalmente micobatteri ambientali e diversi funghi e lieviti. Negli impianti, soprattutto nelle zone delle docce e dei servizi, può diffondersi grazie all'aerosolizzazione dagli impianti idrici, *Legionella*, agente responsabile di polmoniti.

Rischi infettivi, sembrerebbe più elevati, sono associati a piscine termali, vasche per idromassaggio, *hot tub*, e in genere ambienti acquatici ad uso ricreativo, mentre ancora sono scarsi i dati relativi ai parchi acquatici, ormai ampiamente diffusi anche in Italia.

Nel nostro Paese non esiste una raccolta di dati epidemiologici relativi a epidemie e casi associati all'utilizzo di piscine. Altri Paesi, invece, hanno sistemi più o meno efficienti, di sorveglianza delle malattie idrodifuse. Per quanto riguarda le attività di sorveglianza svolte negli Stati Uniti, dai rapporti dei Centers for Disease Control (CDC) sulle malattie a diffusione idrica associate alle acque ricreative risulta che, nel biennio 2003-2004, si sono verificate, in relazione all'uso di piscine, 62 epidemie che hanno coinvolto 2698 persone, con 58 ospedalizzazioni e un morto. Delle 62 epidemie, 30 (48%) riguardavano epidemie a carattere gastroenterico, derivanti da agenti infettivi, chimici o tossine, 13 (21%) erano epidemie a carattere cutaneo e 7 (11%) erano epidemie a carattere respiratorio acuto. Le restanti 12 epidemie riguardavano altre patologie, meningoencefalite amebica primaria (1), meningite (1), leptospirosi (1), otite esterna (1), e infine patologie miste (8). Di 44 epidemie è stato identificato l'agente eziologico, 20 epidemie (32%) erano di origine batterica; in 15 (24%) erano coinvolti parassiti, 6 (9,7%) erano di origine virale e in 3 (4,8%) erano implicati agenti chimici o tossine. Delle 62 epidemie riportate, 43 erano associate ad acqua trattata, di cui 14 (32,6%) presentavano come agente eziologico batteri, 12 (28%) parassiti, 4 (9,3%) virus e uno (2,3%) agenti chimici. I casi di parassitosi erano tre volte i casi di malattie batteriche (1414 contro 457). Le restanti 19 epidemie erano associate ad acqua non trattata: in 6 (32%) l'agente responsabile erano batteri, in 3 (16%) parassiti, in 2 (11%) virus e in 2 (11%) tossine. In questo caso, a differenza delle acque trattate, i batteri erano i maggiori responsabili dei casi segnalati, sei volte di più dei casi di parassitosi (96 contro 14). La variazione ottenuta tra numero di casi associati ai due tipi di acque è da attribuire alla capacità, da parte dei parassiti, di sopravvivere più a lungo grazie alla presenza di forme infettive di resistenza (cisti, oocisti, uova).

Tra le epidemie di origine batterica nove furono responsabili di dermatiti e, per otto di queste, è stato riconosciuto *Pseudomonas aeruginosa* come agente eziologico. Le otto epidemie si erano verificate in acque trattate e riscaldate di impianti termali e di piscine.

## Caratteristiche del microrganismo

*Pseudomonas aeruginosa* risulta essere uno dei batteri che più frequentemente è implicato nelle malattie od epidemie associate alla frequentazione di impianti ad uso natatorio, anche se non gravi e di solito autolimitanti.

I microrganismi appartenenti alla specie *Pseudomonas aeruginosa* sono batteri a forma di bastoncino diritto o leggermente ricurvo, con lunghezza di  $1,5\pm 3\ \mu\text{m}$  e larghezza compresa tra  $0,5$  e  $0,7\ \mu\text{m}$ , motili tramite uno o più flagelli polari, Gram negativi, aerobi, ossidasi e catalasi positivi, con metabolismo respiratorio ma in grado anche di utilizzare i nitrati come accettori di elettroni alternativi all'ossigeno. La plasticità nel metabolismo dona a questa specie microbica un'elevata capacità di adattamento. *Pseudomonas aeruginosa* è un microrganismo ubiquitario e

si rileva in acque superficiali, reflue e marine, suoli e vegetazione e ovunque ci sia umidità. Esso è stato rilevato sia in acque non clorate sia in quelle clorate. Generalmente, nelle acque trattate la sua presenza è legata ad una concentrazione di cloro residuo inferiore ad 1 mg/L (1) ed è in grado di sopravvivere anche in acqua distillata e in soluzioni contenenti disinfettanti. La maggioranza dei ceppi cresce a 42 °C ma non a 4 °C. *Ps. aeruginosa* si caratterizza per la produzione di pigmenti solubili: piocianina di colore verde-blu, piorubina di colore rossastro-marrone e fluoresceina evidenziabile per fluorescenza. Più del 90% dei ceppi produce piocianina e un rapporto inversamente proporzionale sembra esistere tra i tassi di crescita e la produzione di piocianina; infatti, a decrementi del tasso di crescita corrisponderebbero incrementi nella produzione di questo pigmento. *Pseudomonas aeruginosa* è un batterio ambientale che ha un'alta resistenza alla pulitura meccanica e alla pressione così come ai disinfettanti e antibiotici. La sua persistenza negli ambienti acquatici e la sua resistenza sono anche da mettere in relazione al fatto che è uno dei microrganismi coinvolti nella formazione del biofilm. Infatti, è in grado di aderire a superfici umide o in contatto con liquidi grazie alla produzione, da parte di ceppi mucoidi o non mucoidi, di lipopolisaccaridi e glicoproteine extracellulari (*slime*). È stato ampiamente dimostrato che i batteri che crescono nel biofilm, subiscono cambiamenti a livello fenotipico che li rendono più resistenti delle forme planctoniche, agli antibiotici, ai biocidi e alle difese immunitarie dell'ospite (2). Tale resistenza è dovuta a strategie multicellulari e/o alla capacità delle singole cellule interne al biofilm di differenziarsi in uno stato fenotipico protetto e tollerante l'azione antimicrobica. In aggiunta, ci sono alcune evidenze che dimostrano che *Pseudomonas aeruginosa* è coinvolto nel fenomeno del *quorum-sensing*, che è il meccanismo di comunicazione cellulare usato per promuovere o reprimere, in risposta alla densità cellulare, una serie di geni utili al batterio solo se espressi dalla comunità. In questi stessi studi si è evidenziato che il *quorum-sensing* potrebbe governare specifiche espressioni di geni atte a modulare la resistenza agli antibiotici da parte di *Pseudomonas aeruginosa* (3). Il *quorum-sensing* gioca anche un ruolo nella resistenza di questo batterio al sodio dodecil solfato e al perossido di idrogeno e in generale ad agenti disinfettanti (4, 5). Nel caso del cloro in alcuni studi è stato dimostrato che la produzione di *slime* da parte di ceppi mucoidi di *Pseudomonas aeruginosa* potrebbe essere un potenziale meccanismo di resistenza batterica (6, 7). *Pseudomonas aeruginosa* può abitare nella cavità nasofaringea e nel tratto digestivo inferiore, ma solo occasionalmente è associato ad una malattia; è conosciuto principalmente come patogeno opportunisto in pazienti immunocompromessi. La sua caratteristica di essere multi-resistente agli antibiotici, fa di *Pseudomonas aeruginosa* un rischio per la salute in ambienti ospedalieri dove può provocare infezioni delle vie urinarie, delle ustioni e delle ferite, ulcere corneali e cheratiti, setticemie, gastroenteriti nei neonati, ascessi, broncopolmoniti e meningiti. La sua attività patogena è dovuta alla sua capacità invasiva e alla produzione di sostanze extracellulari, quali alcune proteasi, tossine emolitiche, enterotossine e la tossina letale, esotossina A. È il secondo patogeno nosocomiale Gram-negativo più frequente negli ospedali, ed ha il più alto tasso di caso-esito mortale di tutte le batteriemie contratte in ambiente ospedaliero. In aree ad elevata frequenza di infezioni nosocomiali (es., cardiocirurgia), può essere responsabile del 14,5% del totale delle infezioni.

## Patologie da *Pseudomonas* nelle piscine

*Pseudomonas aeruginosa*, come sopra evidenziato, è un patogeno opportunisto che può essere isolato da differenti habitat acquatici, compreso il biofilm negli ambienti naturali di acqua dolce e nelle reti idriche. Nel 1975, *Pseudomonas aeruginosa* fu descritto per la prima volta come causa di follicoliti associate all'uso di impianti acquatici (8). Da allora sono state riportate

follicoliti da *Pseudomonas* in seguito all'uso di idromassaggi (9, 10, 11, 12, 13), *hot tub* (14), piscine (14, 15), saune (15), scivoli d'acqua (16) e gonfiabili (17). Quindi, la presenza di *Pseudomonas aeruginosa* nelle acque clorate ad uso ricreativo è ampiamente documentata e associata ad un aumentato rischio di contrarre infezioni dermatologiche, soprattutto follicoliti e otite esterna, le prime più frequenti in piscine, vasche termali, *hot tub* e vasche per idromassaggio, la seconda più frequente solo nelle piscine. Inoltre, *Pseudomonas* è causa, più raramente, della sindrome delle "unghie verdi", un'infezione della piega ungueale, infezioni del tratto urinario e respiratorio, congiuntiviti e infezione di ferite. Si ritiene, in questi casi, che la dose infettante per un individuo sano sia elevata e, comunque, superiore a 1000 organismi/mL. Comunque, l'infezione più frequente causata da *Pseudomonas aeruginosa* è la follicolite. Il periodo di incubazione medio è di 48 ore, con un intervallo che va da 8 ore a 5 giorni. Il quadro clinico è caratterizzato con un'eruzione cutanea molto estesa, principalmente causata dalla produzione di esotossine. Tuttavia, l'aspetto dell'eruzione cutanea non è unico ed può essere confuso con punture di insetto, allergie, scabbia, dermatiti da contatto, herpes, orticaria e follicoliti da stafilococco. L'eruzione cutanea presenta una distribuzione caratteristica sulla pelle provvista di peli e mostra una predilezione per le natiche, le anche, le ascelle e l'esposizione laterale del tronco. Anche se non è limitata a queste aree, è quasi sempre più acuta in queste zone. La pelle delle natiche, delle anche e delle ascelle infatti è esposta a una maggiore umidità e frizione rispetto alle altre parti del corpo. Una volta che il microrganismo si è introdotto nei follicoli piliferi, è probabile che questi fenomeni facilitino lo sviluppo dell'infezione superficiale. La penetrazione del batterio nella cute può essere facilitata anche da piccole abrasioni. In alcuni casi, l'eruzione si accompagna ad altri sintomi che includono mal di testa, malessere, infiammazioni al naso, agli occhi e alla gola, febbre bassa. Sebbene guarisca spontaneamente entro 2-5 giorni, i sintomi possono protrarsi per alcune settimane, e l'infezione iniziale potrebbe portare a follicoliti ricorrenti e ascessi cronici. Generalmente non è richiesta alcuna terapia specifica, ma di solito è sufficiente rallentare le attività legate all'acqua e lasciare che la pelle si asciughi.

I fattori che contribuiscono allo sviluppo di questa sindrome comprendono l'alta temperatura, la turbolenza e l'aerazione dell'acqua, un'elevata presenza di bagnanti per volume di acqua, la distribuzione ubiquitaria di *Pseudomonas* e la capacità di questo organismo di resistere al cloro e di moltiplicarsi rapidamente in acqua a temperature elevate. La reale incidenza delle follicoliti da *Pseudomonas* è difficile da determinare poiché i sintomi sono spesso leggeri e autolimitanti e i pazienti spesso non ricorrono alle cure mediche. Comunque sembra che questa sindrome costituisca un problema diffuso di salute pubblica.

Sebbene anche le vasche per idromassaggio offrano un ambiente particolarmente favorevole, gran parte delle epidemie di follicolite da *Pseudomonas* sono state segnalate in associazione con l'uso delle piscine convenzionali e in un'occasione di frequentazione di un parco acquatico (17). Sono stati anche documentati casi nosocomiali che hanno coinvolto un gruppo di fisioterapisti, oltre ai pazienti, che facevano riabilitazione in acqua (18).

Da indagini svolte, sembrerebbe che le epidemie presentino un andamento stagionale, l'incidenza più alta si osserva nei mesi invernali (19). Questo aumento stagionale può dipendere dalla tendenza degli individui ad utilizzare impianti natatori, sistemi per idromassaggio e *hot tub* più frequentemente durante i mesi invernali.

L'affollamento è un fattore di rischio significativo, anche se le epidemie non sono sempre associate con un alto carico di bagnanti. I tassi di infezione sono simili rispetto al sesso, ma l'evento è superiore nei gruppi dei più giovani, probabilmente perché tendono a rimanere in acqua più a lungo. Sebbene la durata del contatto con l'acqua non sembra sia importante in tutte le epidemie, l'uso frequente e prolungato dell'idromassaggio può rappresentare un fattore di rischio aggiuntivo. Questo è sostenuto anche dall'osservazione che la superidratazione dello

strato corneo favorisce la colonizzazione della pelle da parte di *Pseudomonas aeruginosa*. L'occlusione è un altro fattore che favorisce l'infezione da *Pseudomonas*. L'eruzione cutanea infatti si presenta più grave nelle aree chiuse da costumi attillati e le donne, che indossano costumi interi, sono a rischio più alto. Inoltre, portare il costume per alcune ore dopo l'esposizione può facilitare l'infezione, comunque la sindrome è stata riportata anche in casi in cui le persone non avevano alcun indumento mentre erano nell'idromassaggio.

Le acque ad uso ricreativo sembrano rappresentare un rischio per la diffusione di follicoliti da *Pseudomonas*, da attribuire probabilmente a *bloom* intermittenti del batterio nell'acqua. La maggior parte delle epidemie, circa il 50%, sono state associate al sierogruppo O11. Questo è anche il sierogruppo predominante associato all'otite esterna nei palombari di grande profondità, nei nuotatori agonistici e tra i frequentatori degli idromassaggi ed è il sierotipo più comunemente isolato dalle vasche da idromassaggio. Il sierogruppo O11 rappresenta solo l'8% circa degli isolamenti endemici ospedalieri.

Sono comunque state documentate epidemie di follicolite causate da altri sierogruppi, anche se con frequenze molto basse. Il sierotipo O9 è stato documentato in due epidemie (11, 20), il sierotipo O7 è stato isolato in una epidemia tra gli ospiti di un hotel e la fonte dell'infezione è stata rintracciata nell'idromassaggio (21). Sembra che sia un sierogruppo relativamente raro tra gli isolamenti clinici. Un singolo caso è stato attribuito anche al sierotipo O4 (16). Anche se sierogruppi diversi dall'O11 hanno causato un numero relativamente basso di epidemie di follicolite, è chiaro ora che vari sierotipi di *Pseudomonas aeruginosa* sono in grado di causare una sindrome identica in associazione con la frequentazione delle piscine.

Nonostante i numerosi casi di follicolite da *Pseudomonas*, non ci sono dati disponibili che correlino il numero di *Pseudomonas aeruginosa* vitali nell'acqua con il rischio di contrarre l'infezione. Pertanto, non è possibile determinare la concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa* presente nell'acqua al momento in cui il bagnante acquisisce l'infezione. In assenza di questi dati, il rilevamento di qualsiasi numero di *Pseudomonas aeruginosa* potrebbe essere indice di una potenziale causa di follicolite. Questo giustifica il basso valore soglia stabilito, per la qualità delle acque in vasca, nell'Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano (*Pseudomonas aeruginosa*  $\leq 1/100$  mL). D'altra parte, anche l'Organizzazione Mondiale della Sanità stabilisce questo valore per le acque di piscina disinfettate, mentre per quelle non disinfettate raccomanda valori pari a  $<10/100$  mL (22).

La seconda patologia più frequente causata da *Pseudomonas aeruginosa*, associata all'uso delle acque ricreative, è l'otite esterna (23, 24, 25). L'otite esterna è una malattia che comporta una infiammazione del canale uditivo esterno ed è caratterizzata da dolore, gonfiore, e occasionalmente febbre. Poiché è stata frequentemente associata con il nuoto è conosciuta più comunemente come "orecchio del nuotatore". Altri fattori che si ritiene siano associati con l'otite esterna sono l'aria calda e umida, traumi, perdita dello strato lipidico superficiale e una variazione del pH del canale uditivo esterno. In generale, queste condizioni agiscono sul meato uditivo predisponendolo all'infezione da parte di batteri endogeni preesistenti o di batteri esogeni trasportati. Questa esposizione esogena può avvenire attraverso l'inserimento di oggetti nel canale uditivo esterno o con il nuoto. Si ritiene che il nuoto sia di primaria importanza data la maggiore incidenza di questa malattia durante i mesi estivi, cioè luglio e agosto. È ormai appurato che l'incidenza di otite esterna è maggiore tra i nuotatori che tra i non nuotatori, e sono state documentate epidemie di otite esterna associate ai bagnanti nelle piscine. L'otite esterna spesso si manifesta in associazione con epidemie di follicolite quando c'è un uso concomitante di una piscina. Questa associazione non si osserva in altre epidemie, dove la fonte di contaminazione è stata individuata nelle vasche per idromassaggio, presumibilmente perché i bagnanti tengono la testa fuori dell'acqua. Data la natura infettiva della malattia, il suo manifestarsi è in relazione alla qualità microbiologica dell'acqua di piscina. Vi sono sufficienti

dati che sostengono la relazione tra casi di otite esterna e il nuoto, l'alta temperatura ambientale e l'età. È stato anche osservato che la quantità di tempo trascorsa in acqua e il carico di bagnanti sono i fattori di rischio che incidono maggiormente nella probabilità di contrarre l'infezione. In molti casi *Pseudomonas aeruginosa* è stata isolata dall'orecchio, ma non nelle acque dove i soggetti infettati nuotavano. Una possibile spiegazione è che l'otite esterna si manifesti nonostante una buona qualità batteriologica delle acque e quindi anche quando il numero di *Pseudomonas* è così basso da non risultare rilevante ai fini della qualità dell'acqua.

## Fattori che influiscono sulla presenza di *Pseudomonas* nelle acque di piscina

*Pseudomonas aeruginosa* si può rilevare, anche in gran numero, nelle acque di piscina in assenza dei coliformi, l'indicatore batteriologico tradizionale della qualità dell'acqua.

Nella maggior parte delle epidemie registrate, la causa della presenza di *Pseudomonas* è da imputare ad una manutenzione non corretta, a livelli di cloro inadeguati, o a un cattivo funzionamento dell'impianto di disinfezione. Livelli bassi di disinfettante nell'acqua rappresentano una condizione che aumenta anche il rischio per la trasmissione di altri patogeni cloro-sensibili, come *Escherichia coli* O157:H7 e *Shigella sonnei* che possono causare patologie a carattere gastroenterico.

La qualità microbiologica dell'acqua dipende da un insieme di fattori che, oltre all'efficienza della disinfezione, comprende le condizioni igieniche, il numero dei fruitori che si trovano contemporaneamente nell'impianto e il numero totale di bagnanti per giorno.

Gli elementi chiave, per tenere sotto controllo *Pseudomonas aeruginosa*, sono un adeguato livello di disinfettante e una manutenzione quotidiana, ma di fondamentale importanza è mantenere il livello del disinfettante residuo costante. Questo rientra principalmente nelle attività di formazione degli operatori, nella disponibilità economica del gestore dell'impianto e nelle operazioni di ispezione dell'autorità sanitaria.

Mantenere il cloro residuo in vasca è relativamente facile ma, anche in condizioni operative normali, le concentrazioni di cloro residuo possono essere rapidamente consumate. L'efficacia del cloro libero e combinato disponibile nell'acqua della vasca è influenzata dalla durata dell'esposizione/contatto, con tempi di esposizione più lunghi si ha un effetto maggiore, e dalla temperatura dell'acqua al momento del contatto/interazione, maggiori sono le temperature dell'acqua in vasca e più cloro libero è utilizzato. Anche il pH dell'acqua può influire sull'efficienza della disinfezione. Più l'acqua è verso i valori acidi e più acido ipocloroso si forma, questo porta ad una rapida perdita di cloro e di conseguenza una minore efficace clorazione.

I composti azotati, che vengono introdotti nella piscina dai bagnanti, reagiscono con il cloro formando le cloroammine (cloro combinato).

Sebbene sia il cloro libero che il cloro combinato siano entrambi disinfettanti, il cloro combinato ha un potere disinfettante molto più basso rispetto al cloro libero. Nella maggior parte dei casi, in cui le piscine, ad esempio, sono risultate positive per *Pseudomonas aeruginosa*, è stato riscontrato che il cloro combinato era più alto del cloro libero e questo era legato al sovraffollamento della piscina, essendo i bagnanti la fonte principale di composti azotati. Infatti, maggiore è il numero di bagnanti, più alta sarà la quantità di azoto ammoniacale e azoto organico che viene rilasciata nell'acqua e, conseguentemente, più cloro combinato si formerà.

*Pseudomonas aeruginosa*, spesso, si ritrova frequentemente in basse concentrazioni e persiste malgrado una clorazione appropriata. Si moltiplica rapidamente quando il livello di cloro libero scende al disotto di 0,5 mg/L o il pH dell'acqua è >7,8.

Poiché il cloro esercita la sua azione disinfettante attraverso la produzione di acido ipocloroso, livelli di cloro anche di 2-3 mg/L risultano inefficaci quando il pH dell'acqua supera 8,0. Le acque in vasca sono generalmente mantenute entro questi limiti, questo può spiegare il fatto della rarità delle epidemie associate a questo batterio.

È più difficile mantenere i livelli di cloro e pH nelle vasche per idromassaggio riscaldate e nelle acque termali che, tra l'altro, generalmente non vengono disinfettate. Infatti, il maggiore carico di bagnanti per volume di acqua, trattandosi di solito di vasche piccole, comporta una richiesta di cloro più alta e le temperature più elevate e il movimento dell'acqua determinano una perdita maggiore di cloro nell'aria.

Per prevenire le epidemie associate all'uso degli impianti natatori è necessaria la diffusione di informazioni sui fattori di rischio e l'applicazione di provvedimenti che permettano di limitare la trasmissione dei patogeni.

Particolato organico rilasciato dai bagnanti e inorganico, da mettere in relazione ad un difetto di progettazione o ad una cattiva manutenzione, probabilmente contribuiscono ad una crescita di *Pseudomonas aeruginosa* nelle acque in vasca. Questo fenomeno è stato osservato anche in presenza di adeguati livelli di cloro libero. Il particolato, così come squame di pelle, muco, saliva, peli, capelli, prodotti solari, probabilmente, proteggono gli organismi nell'acqua e sulle superfici della vasca e intorno ad essa e permettono *bloom* di crescita soprattutto quando la concentrazione di cloro scende al di sotto dei livelli idonei.

Un altro meccanismo adottato da *Pseudomonas aeruginosa*, che gioca un ruolo nell'aumentare la sua resistenza al cloro, è la produzione di esopolissaccaridi. La produzione di *slime* può essere un potenziale meccanismo di resistenza batterica contro il cloro. I ceppi di *Pseudomonas aeruginosa* che formano *slime*, i cosiddetti ceppi mucoidi, sono caratterizzati da una sovrapproduzione di alginato polisaccaridico extracellulare viscoso che rappresenta una componente strutturale principale nella formazione di biofilm da parte di questo batterio.

È stato dimostrato che il fenotipo mucoide di *Pseudomonas aeruginosa* è associato ad una aumentata sopravvivenza nell'acqua clorata. L'effetto protettivo osservato nei ceppi mucoidi è dovuto alla presenza del materiale extracellulare che circonda le cellule mucoidi di *Pseudomonas aeruginosa*. È stata anche dimostrata una reazione chimica tra il cloro e l'alginato che presumibilmente è responsabile del consumo più alto di cloro delle cellule mucoidi rispetto alle non mucoidi. I ceppi mucoidi di *Pseudomonas aeruginosa* possono quindi selezionarsi e persistere nelle acque clorate. *Pseudomonas aeruginosa* può essere introdotto nell'acqua già nella forma mucoide o essere selezionato durante la colonizzazione dell'ambiente clorato. È stata dimostrata la sopravvivenza e la crescita di *Pseudomonas aeruginosa*, in presenza di elevati livelli di cloro libero, da 10 a 15 mg/L, sulle superfici delle tubature di PVC nell'ambiente protetto del biofilm dal quale le cellule vengono poi liberate nell'acqua.

## Conclusioni

Dagli studi effettuati sulla presenza di *Pseudomonas* nelle acque di piscina risulta che la causa principale di diffusione delle patologie di cui è responsabile è da addebitare a carenze nel sistema di disinfezione. Attività di prevenzione devono considerare, quindi, la necessità di svolgere una manutenzione corretta dell'impianto, accompagnata da adeguati livelli di disinfettante nell'acqua (cloro attivo libero >1 mg/L, con valori di pH nell'intervallo 6,5 ÷ 7,5) e da eliminazione del particolato in sospensione con controllo della torbidità dell'acqua. Inoltre, è

opportuno eliminare fonti potenziali di *Pseudomonas* anche in stretta prossimità della vasca, nei servizi e negli spogliatoi.

Per ridurre il rischio di contrarre malattie causate da *Pseudomonas aeruginosa* e la trasmissione di altri patogeni a diffusione idrica è importante anche il contributo dei gestori degli impianti. Infatti, le attività di prevenzione si devono basare sull'applicazione di procedure di sanificazione degli ambienti e dell'acqua e sull'adozione di idonee frequenze degli interventi di pulizia, tenendo conto della struttura nel suo complesso e dei dati relativi al numero e alla frequenza dei fruitori. In questo ambito si pongono quindi le attività di gestione e di autocontrollo che, secondo l'Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano (26), sono a carico del gestore dell'impianto natatorio. Il sistema di autocontrollo rappresenta, infatti, lo strumento di prevenzione principale per la tutela della salute e la sicurezza degli utenti. È di competenza del gestore anche la diffusione di regole di comportamento per i frequentatori degli impianti e di formazione del personale per tutte quelle attività che riguardano la conduzione e la salubrità dell'impianto.

## Bibliografia

1. Jayasekara NY, Heard GM, Cox JM, Fleet GH. Populations of pseudomonads and related bacteria associated with bottled non-carbonated mineral water. *Food Microbiol* 1998;15:167-76.
2. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Science* 1999;284:1318-22.
3. Shih PC, Huang CT. Effects of quorum-sensing deficiency on *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation and antibiotic resistance. *J Antimicrob Chemother* 2002;49:309-14.
4. Davies DG, Parsek MR, Pearson JP, Iglewski BH, Costerton JW, Greenberg EP. The involvement of cell-to-cell signals in the development of bacterial biofilm. *Science* 1998;280:295-8.
5. Hassett DJ, Ma JF, Elkins JG, Mc Dermoth TR, Ochsner UA, West SEH, Huang CH, Frederics J, Burnett S, Stewart PS, Mc Fetters G, Passador L, Iglewaki BH. Quorum-sensing in *Pseudomonas aeruginosa* controls expression of catalase and superoxide dismutase genes and mediates biofilm susceptibility to hydrogen peroxide. *Mol Microbiol* 1999;34:1082-93.
6. Grobe S, Wingender J, Flemming HC. Capability of mucoid *Pseudomonas aeruginosa* to survive in chlorinated water. *Int J Environ Health* 2001;204:139-42.
7. Seyfried PL, Fraser DJ. Persistence of *Pseudomonas aeruginosa* in chlorinated swimming pools. *Can J Microbiol* 1980;26:350-5.
8. McCausland WJ, Cox PJ. *Pseudomonas* infection traced to motel whirlpool. *J Environ Health* 1975;37:455-9.
9. Washburn J, Jacobson MD, Marston E, et al. *Pseudomonas aeruginosa* rash associated with a whirlpool. *JAMA* 1976;235:2205-7.
10. Feder HM, Grant-Kels JM, Tilton RC. *Pseudomonas* whirlpool dermatitis. Report of an outbreak in two families. *Clin Pediatr* 1983;22:638-42.
11. Khabbaz RF, McKinley TW, Goodman RA, et al. *Pseudomonas aeruginosa* serotype O:9. New cause of whirlpool-associated dermatitis. *Am J Med* 1983;74:73-7.
12. Breitenbach RA. *Pseudomonas* folliculitis from a health club whirlpool. *Postgrad Med J* 1991;90:169-70.
13. Hollyoak V, Boyd P, Freeman R. Whirlpool baths in nursing homes: use, maintenance, and contamination with *Pseudomonas aeruginosa*. *CDR* 1995;5:102-4.

14. Gregory GW, Schaffner W. *Pseudomonas* infections associated with hot tubs and other environments. *Infect Dis Clin North Am* 1987;1:635-48.
15. Hopkins RS, Abbott DO, Wallace LE. Follicular dermatitis outbreak caused by *Pseudomonas aeruginosa* associated with a motel's indoor swimming pool. *Publ Health Rep* 1981;96:2246-9.
16. Center for Disease Control. An outbreak of *Pseudomonas* folliculitis associated with a waterslide. Utah: MMWR 1983;32:425-7.
17. Tate D, Mawer S, Newton A. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* folliculitis associated with a swimming pool inflatable. *Epidemiol Infect* 2003;130:187-92.
18. Schleich III WF, Simonsen N, Sumarah R, Martin RS. Nosocomial outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* folliculitis associated with a physiotherapy pool. *CMAJ* 1986;134:909-13.
19. Spitalny KC, Vogt RL, Witherell LE. National survey on outbreaks associated with whirlpool spas. *Am J Public Health* 1984;74:725-6.
20. Center for Disease Control. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* serotype O:9 associated with a whirlpool. Utah: MMWR 1981;30:329-31.
21. Ratnam S, Hogan K, March SB, Butler RW. Whirlpool-associated folliculitis caused by *Pseudomonas aeruginosa*: report of an outbreak and review. *J Clin Microbiol* 1986;23:655-9.
22. World Health Organization. Guidelines for Safe Recreational Water Environments; Swimming Pools and Similar Environments. Geneva: WHO; 2006.
23. Reid TMS, Porter IA. An outbreak of otitis externa in competitive swimmers due to *Pseudomonas aeruginosa*. *J Hyg* 1981;86:357-62.
24. Alcock SR. Acute otitis externa in divers working in the North Sea: a microbiological survey of seven saturation dives. *J Hyg* 1977;78:395-409.
25. Havelaar AH, Bosman M, Borst J. Otitis externa by *Pseudomonas aeruginosa* associated with whirlpools. *J Hyg* 1983;90:489-98.
26. Italia. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. Accordo 16 gennaio 2003. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.

# RISCHI CORRELATI ALLA CONTAMINAZIONE MICROBICA DELLE SUPERFICI NEGLI IMPIANTI NATATORI

Simonetta Della Libera, Lucia Bonadonna

*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

## Introduzione

Per le loro caratteristiche di “ambienti circoscritti”, le piscine possono favorire l’instaurarsi di condizioni di rischio per la salute dei bagnanti e per gli operatori che vi svolgono attività lavorative.

Nelle Linee Guida pubblicate nel 2006, l’Organizzazione Mondiale della Sanità ha raggruppato in tre categorie i tipi di rischi a cui si può essere esposti frequentando gli impianti natatori: rischi legati a fattori fisici (traumi, lesioni, fratture, annegamento), a fattori chimici (prevalentemente, agenti disinfettanti e loro sottoprodotti) e ad agenti biologici (microrganismi) (1).

Diverse quindi possono essere le fonti di rischio associate alla frequentazione delle piscine e sono direttamente subordinate alle condizioni ambientali-sanitarie dell’impianto e alla sua gestione.

Tuttavia, oltre ai rischi di natura fisica e chimico-sanitaria, il rischio più frequente è quello associato alla presenza di microrganismi, patogeni e opportunisti patogeni, che possono essere trasmessi attraverso l’acqua, le superfici infette o per contatto diretto con soggetti ammalati. Nonostante questa problematica sia nota da tempo, si riscontra un modesto impegno generale nello studio sistematico delle condizioni morbose contraibili in piscina. Inoltre, se da una parte esiste comunque una maggiore attenzione verso le patologie potenzialmente acquisite attraverso l’acqua, dall’altra, difficoltà nei controlli emergono per le infezioni trasmissibili per contatto diretto o attraverso le superfici.

Negli impianti natatori, fonte di contaminazione microbica prevalente sono gli utenti che, attraverso la cute, le mucose, la saliva, il sebo, il sudore, il muco, i capelli, il rilascio di feci o di urine, possono diffondere microrganismi nell’ambiente e nell’acqua.

È innanzitutto da considerare che la normale flora cutanea è costituita da una popolazione di microrganismi, generalmente non patogeni, le cui concentrazioni variano in funzione delle diverse caratteristiche cutanee. Le specie rilevabili appartengono ad una microflora eterogenea (batteri, funghi, ecc.) e alcune di esse sembrano avere una maggiore resistenza rispetto ad altre, come se esistessero meccanismi di adattamento legati ai diversi microambienti cutanei. I fattori fisico-chimici che possono influenzare la distribuzione dei microrganismi sul corpo umano sono soprattutto l’umidità, la temperatura, la ventilazione e la presenza di sostanze chimiche usate come disinfettanti o detergenti. Alcuni esempi di concentrazioni microbiche sul corpo umano sono riferibili generalmente a quelle rilevate in corrispondenza di ascelle, che presentano concentrazioni variabili tra i 2 ÷ 3 milioni/cm<sup>2</sup> di cute, cuoio capelluto con 1 ÷ 2 milioni/cm<sup>2</sup>, fronte con 200.000/cm<sup>2</sup>, avambraccio con 100 ÷ 5.000/cm<sup>2</sup>. Il numero dei microrganismi aerobi è stato calcolato mediamente essere pari a circa 100/cm<sup>2</sup> per la pelle asciutta e a circa 10 milioni nelle aree umide (ad esempio, le pliche interdigitali dei piedi), mentre i batteri anaerobi sono intorno a 10.000 ÷ 1 milione/cm<sup>2</sup> nelle zone più ricche di sebo.

Tuttavia, i bagnanti possono anche essere veicolo di diffusione di microrganismi patogeni che possono diffondersi, sopravvivere e moltiplicarsi nell'ambiente. In particolare, per quanto riguarda le infezioni cutanee, la patologia dermatologica in piscina può essere rappresentata principalmente da quadri indotti con varie modalità di aggressione esterna: virosi, micosi e infezioni batteriche; micobatteriosi e parassitosi.

In un ambito di valutazione del rischio da infezioni cutanee, è interessante considerare i fattori che limitano la penetrazione dei microrganismi attraverso la barriera cutanea:

- presenza dello strato corneo, le cui cellule costituiscono un limite che impedisce l'accesso dei microrganismi nell'epidermide; condizioni di secchezza cutanea rendono inoltre difficile la crescita di molte specie, tra cui i batteri gram negativi e *Candida* che, per riprodursi, richiedono obbligatoriamente un certo valore di umidità. Inoltre lo strato corneo si desquama continuamente, rendendo difficile a molti microrganismi di stabilirvi una residenza permanente;
- valori di pH mantenuti a bassi livelli dagli acidi grassi che la flora cutanea residente produce durante il metabolismo;
- sistema immunitario non debilitato, considerando invece che per soggetti immunocompromessi la possibilità di contrarre patologie cutanee si accresce notevolmente;
- presenza di flora interferente che potenzialmente inibisce la colonizzazione di altri microrganismi attraverso l'occupazione dei siti, l'esaurimento dei principi nutritivi e l'elaborazione di sostanze antibatteriche.

Un interesse particolare in questo ambito è quindi rivolto alla contaminazione delle superfici degli impianti natatori che possono rappresentare siti di colonizzazione e moltiplicazione di microrganismi anche patogeni (2).

## Patogeni associati alle superfici degli impianti natatori

Le superfici degli spazi perimetrali intorno alle vasche (pavimenti, rivestimenti murari, trampolini, corrimano, scalini) e quelle degli spogliatoi (pavimenti, rivestimenti murari, panche) e dei servizi (piano docce, ecc.) possono rappresentare punti critici all'interno di un impianto natatorio. Infatti, condizioni di umidità relativa, temperature idonee e scarse condizioni di igiene e pulizia possono creare microambienti favorevoli alla sopravvivenza e alla diffusione di molti microrganismi. È stato stimato che nel 39% dei casi, le infezioni in questi ambienti siano imputabili alla presenza di funghi, nel 33% a contaminazione virale (prevalentemente verruche), nel 27% alla presenza di batteri e solo nell'1% dei casi sembrano associate alla presenza di protozoi parassiti (3).

### Virus

Da un punto di vista generale, per quanto riguarda la diffusione di malattie virali esistono diversi fattori che giocano un ruolo rilevante nella trasmissione dell'infezione: la virulenza (vitalità e aggressività), la concentrazione, la dose infettante, la durata dell'esposizione, lo stato immunitario dell'ospite (predisposizione e reattività).

Negli impianti natatori, oltre a virus di origine enterica isolati soprattutto nell'acqua in vasca, possono essere presenti anche virus di origine non enterica, il Molluscipoxvirus e lo Human Papilloma virus (HPV), agenti responsabili rispettivamente del mollusco contagioso e delle verruche.

Il Papilloma virus, famiglia delle Papovaviridae, è estremamente resistente alla disidratazione e può sopravvivere e rimanere infettivo per anni. Il papilloma non viene trasmesso dall'acqua, il principale vettore d'infezione è invece costituito dal contatto fisico con cute infetta o indumenti, in docce di palestre o piscine dove il clima caldo umido favorisce la persistenza ambientale del virus in forma attiva.

Nelle verruche indotte dal virus del papilloma umano, il virus riesce a penetrare gli strati superficiali dell'epidermide infettandola, anche se generalmente rimane confinato a questa zona e non si diffonde nel sangue. Le verruche si possono estendere a tutto il corpo, ma più comunemente si localizzano a livello di mani, gomiti e ginocchia e soprattutto sulla pianta del piede.

Di questo virus, peraltro molto diffuso, sono state identificate più di 100 specie che possono manifestare infezioni sotto diverse forme:

- verruca comune (papula indolore delimitata, di elevato spessore e di dimensioni variabili);
- verruca piatta (liscia, leggermente rialzata, si manifesta solitamente sotto forma di lesioni multiple che vanno da 1 mm a 1 cm di diametro);
- verruca plantare (lesioni piatte e ispessite della superficie plantare, frequentemente dolorose).

Si tratta di un'infezione molto diffusa tra i bambini e gli adolescenti, frequentatori di piscine e terme. È interessante notare che mentre tra i bambini si segnalano soprattutto verruche del tipo comune e piatto, tra gli adolescenti sono maggiormente frequenti le verruche plantari.

Le verruche, a qualsiasi tipologia appartengano, sono invece meno frequenti negli adulti e questo può far ipotizzare che con il progredire dell'età si possa acquisire un'immunità all'infezione; si rileva inoltre come alcune persone risultino geneticamente più predisposte al contagio rispetto ad altre. Risulta altrettanto importante mantenere la pelle sana, ben idratata e senza lesioni; una pelle maltrattata e macerata è sicuramente più vulnerabile a qualsiasi tipo di infezione.

Poiché la fonte primaria di trasmissione della patologia sono i bagnanti infetti, per limitare la diffusione del virus è indispensabile informare il pubblico dei rischi e dettare regole comportamentali relative alla necessità di lavarsi accuratamente sotto la doccia prima di immergersi in piscina, utilizzare scarpe idonee nelle docce e negli spogliatoi, effettuando giornalmente una regolare pulizia e igienizzazione di tutte le superfici.

Il Molluscipoxvirus, famiglia delle Poxviridae, comunemente noto come "mollusco contagioso", causa disturbi cutanei e l'infezione è esclusivamente umana. Le lesioni sono generalmente multiple e possono comunque andare incontro a una risoluzione spontanea. La trasmissione del virus può avvenire direttamente da persona a persona, ma anche attraverso il contatto con superfici contaminate o per autoinfezione. Tra i bambini le lesioni possono essere osservate a livello del volto, del tronco e delle estremità. Negli adulti invece la localizzazione più frequente è a livello addominale, sul pube, sui genitali e nella parte interna delle cosce. Si trasmette soprattutto in ambienti umidi, quali i bordi delle piscine, le docce, gli spogliatoi e la sabbia. Poiché l'infezione è relativamente innocua, e autorisolvibile, il numero di casi segnalati è, con molta probabilità, molto inferiore al numero reale di infezioni acquisite in piscina.

## **Miceti**

I funghi più comunemente responsabili di infezioni associate all'uso delle piscine appartengono ad alcuni generi del gruppo dei dermatofiti, funghi filamentosi che invadono i tessuti cutanei e si nutrono di cheratina (5). Il loro habitat è generalmente il suolo; tuttavia

alcuni, grazie al loro ricco corredo enzimatico (cheratinasi, proteasi) sono capaci di moltiplicarsi anche nell'uomo e negli animali. Infezioni da funghi dermatofiti possono quindi realizzarsi con due modalità diverse: per contagio diretto o indiretto e per autocontagio mediante trasporto di materiali infettanti da un punto all'altro della superficie corporea dello stesso soggetto, spesso attraverso il grattamento.

Nel primo caso le lesioni sono per lo più uniche o di numero limitato e localizzate alle parti scoperte del corpo (viso, avambraccio, gambe); nel secondo le lesioni invece sono generalmente multiple e interessano quasi sempre le regioni coperte dagli indumenti.

*Epidermophyton floccosum* e varie specie di funghi appartenenti al genere *Trichophyton* possono essere causa di infezioni. Nelle piscine, il contagio può avvenire tramite biancheria, teli, indumenti intimi, pavimenti degli spogliatoi, basi delle docce, scarpe e comunque, in generale, con materiale contaminato. Le condizioni che favoriscono la presenza di funghi sono prevalentemente legate al microclima degli impianti e la diffusione delle infezioni è riconducibile a:

- uso collettivo, ripetuto di bagni, docce, spogliatoi. Infatti, i dermatofiti patogeni si trovano diffusi su tutte le superfici (pavimenti, panche, pedane in legno delle docce, box doccia) e sulla biancheria;
- uso di scarpe chiuse e/o di gomma, oppure uso di calzini non traspiranti che favoriscono l'aumento della temperatura locale e l'iperidrosi, creando macerazione e innalzamento del pH cutaneo, rendendo più facile la colonizzazione e l'insediamento parassitario dei funghi.

I funghi di interesse nella frequentazione delle piscine possono provocare:

- micosi superficiali se confinate alla cute, ai capelli, alle unghie, con lesioni a carico della pelle e degli annessi, generalmente causate da funghi dermatofiti e da lieviti;
- micosi sottocutanee, infezioni più invasive delle prime, ma estese solamente al derma e alle strutture sottocutanee. Perché questo tipo di infezioni si possa manifestare devono essere presenti lacerazioni della cute che permettano al fungo di superare la barriera della pelle; queste micosi possono quindi presentarsi in seguito a ferite, a punture d'insetti, ecc.

La più comune micosi diffusa tra i nuotatori è quella che interessa la pelle del piede (generalmente tra le dita) ed è solitamente descritta con il termine *tinea pedis* o "piede d'atleta". È, in generale, la più ricorrente delle micosi nell'uomo e la prevalente tra le malattie infettive; è calcolato che possa interessare il 30-70% della popolazione mondiale.

Le forme che prendono il nome di *tinea* sono generalmente qualificate da un aggettivo che rimanda alla loro localizzazione corporea: *tinea capitis* (localizzate sulla testa), *tinea cruris* (localizzate nella zona inguinale, al perineo ed nella regione perianale), *tinea corporis* (localizzate sulla cute glabra), *tinea manuum* (localizzate nell'area interdigitale delle mani e sulla superficie palmare), *tinea inguinum* (localizzate lamina ungueale). Quest'ultima viene indicata anche come onicomicosi quando è dovuta a *Trichophyton rubrum*, *Tr. mentagrophytes* e *Candida albicans* (solo raramente e quasi esclusivamente nelle mani). In questo caso, le unghie infette diventano spesse, deformate, friabili e si spezzano con facilità; assumono colorazioni che vanno dal giallo al verde-blu.

Diversamente, il "piede d'atleta", in particolare, si manifesta con lesioni caratterizzate da desquamazione e screpolature della cute, in particolare tra le dita del piede, oppure sotto forma di vescicole contenenti liquido acquoso sulla pianta del piede. Da esperimenti in vitro è stato possibile calcolare che il fungo impiega circa 3-4 ore ad iniziare l'infezione.

L'infezione è generalmente benigna e ne sono generalmente più colpiti gli adulti, spesso gli assistenti ai bagnanti e i nuotatori impegnati in attività agonistiche, rispetto ai bambini e l'incidenza è maggiore negli individui di sesso maschile. La fase contagiosa perdura fino a quando le lesioni sono presenti e si può inoltre reiterare la possibilità di una infezione. L'agente

eziologico colonizza lo strato corneo dell'epidermide quando le condizioni del microambiente, soprattutto l'umidità, sono favorevoli.

I soggetti infetti non dovrebbero frequentare le piscine: contatto a piedi nudi con il pavimento, con parquet, con tappetini da bagno, con teli, con piani doccia e con scarpe indossate da altri sono mezzi comunissimi di infezione. Tuttavia, operazioni di sanificazione con disinfettanti dovrebbero essere in grado di contenere il rischio di diffusione dei patogeni.

Altra diffusa dermatomicosi superficiale è la pitiriasi versicolor, causata dal lievito saprofito *Malassezia furfur* (o *Pytirosporium ovalis*), che vive normalmente nel follicolo pilosebaceo sulla pelle, ma che può diventare patogeno se le condizioni gli sono favorevoli (4). Il lievito è lipofilo, e può proliferare solo in presenza di sebo; è molto diffuso fra gli adolescenti e i giovani adulti. La micosi si manifesta su volto, collo, tronco e radici degli arti, con chiazze rotondeggianti, singole o unite, che hanno diversa colorazione (dal rosa al marrone al bianco) a seconda dello stadio d'infezione: di qui il nome "versicolor" (cambio di colore) dato a questa infezione. A volte le macchie sono desquamanti e furfuracee: di qui invece il nome di pitiriasi (forfora). Il genere *Malassezia* è anche responsabile della follicolite pitirosporica e implicato nella dermatite seborroica e nell'eczema atopico.

Nelle piscine sono comunque rilevabili anche altri dermatofiti (*Microsporium gypseum*) o specie correlate (*Chrysosporium merdarium*, *Ch. tropicum*, *Ch. keratinophilum* e *T. terrestre*). Frequentemente sono stati isolati sulle superfici delle aree frequentate dai bagnanti anche *Acremonium strictum*, *Aspergillus flavus* e *Cladosporium cladosporioides*, comuni funghi ad habitat tipicamente ambientale.

## Batteri

Le infezioni batteriche che si possono acquisire frequentando le piscine sono numerose, non solo considerando quelle trasmesse direttamente attraverso l'acqua.

Il microrganismo più diffuso, per capacità di sopravvivenza e resistenza ai disinfettanti, è sicuramente *Pseudomonas* che, oltre a forme di otite durante l'immersione in acqua, può provocare follicoliti (infiammazioni dei follicoli del bulbo pilifero). La patologia si può presentare sotto forma di un eritema nodulare doloroso e i sintomi possono manifestarsi con disturbi di carattere generale, quali febbre, malessere, cefalea. Lo specifico agente eziologico è *Pseudomonas aeruginosa* sierotipo O11. Un fattore predisponente per questa forma sarebbe la presenza di lesioni cutanee pre-esistenti, dovute a traumi ripetuti causati dalla superficie abrasiva del pavimento della piscina. La patologia è autolimitante e generalmente guarisce spontaneamente.

La disinfezione delle superfici e l'uso di scarpe idonee possono limitare la diffusione dell'infezione.

Micobatteri atipici sono ubiquitari negli ambienti acquatici e possono essere riscontrati anche nelle piscine e nell'ambiente circostante. La patologia associata alla presenza di micobatteri è il granuloma delle piscine il cui agente eziologico è *Mycobacterium marinum* (6). Negli impianti natatori è responsabile di infezioni che si manifestano come lesioni papulo-nodulari, lentamente evolventesi fino a diventare verruche o ulcere. Colpisce le estremità del corpo (soprattutto le dita) e nei bambini sono stati descritti anche casi in cui veniva interessato il volto. Oltre che nei frequentatori delle piscine, la patologia è stata riscontrata, anche se in casi piuttosto rari, in soggetti che possiedono acquari e che hanno contatti con pesci e tartarughe.

I micobatteri sono molto resistenti alla disinfezione a causa dell'alta concentrazione di lipidi nella loro parete cellulare. Quindi, è necessaria una sistematica e adeguata pulizia e disinfezione della superfici e dei materiali utilizzati in piscina e l'eradicamento dei biofilm che si formano come pellicola su tutte le superfici umide.

## Aspetti tecnici di controllo

Per poter rilevare la presenza di microrganismi sulle superfici delle aree frequentate dai bagnanti e la loro distribuzione nei vari ambienti si possono utilizzare varie tecniche colturali e morfologiche e tecniche di biologia molecolare.

Per una prima valutazione dello stato igienico di una superficie può essere utile misurare la concentrazione dell'ATP (adenosintrifosfato). Il metodo misura la quantità totale di ATP (presente in tutti i microrganismi e nelle cellule animali e vegetali), non solamente di origine strettamente batterica, ma anche derivante da residui non batterici che possono comunque fornire un substrato di nutrimento per la crescita batterica. Tale metodo rapido permette una verifica delle operazioni di sanificazione ambientale attraverso il valore della bioluminescenza che impiega il sistema della reazione luciferina-luciferasi, partendo dal presupposto che una superficie pulita non dovrebbe possedere residui di ATP. Il prelievo viene effettuato mediante striscio con tampone che, in contatto con reattivi specifici, determinano la reazione. L'emissione luminosa della sostanza viene misurata strumentalmente con l'espressione del risultato in RLU (Unità di Luce Relative). Il vantaggio del metodo è nella sua rapidità di risposta (2 - 3 min).

Per prelievi da superfici numerose sono le tecniche adatte: tecnica dei tamponi, delle piastre a contatto e delle spugne. Con questi metodi è possibile effettuare una stima sia quantitativa sia qualitativa dei microrganismi presenti sulla superficie da analizzare. I campioni possono essere esaminati per la ricerca di diversi tipi di microrganismi utilizzando poi terreni selettivi agarizzati.

## Conclusioni

La prevenzione delle infezioni che si possono contrarre in piscina si basa sull'applicazione di procedure di disinfezione e sanificazione degli ambienti e dell'acqua e sull'adozione di idonei standard di igiene personale. La frequenza degli interventi di pulizia dovrebbe essere attentamente programmata tenendo conto della struttura nel suo complesso e dei dati relativi al numero e alla frequenza dei fruitori. In questo ambito si pongono quindi le attività di gestione e di autocontrollo che, secondo l'Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano (7), sono a carico del gestore dell'impianto natatorio. Infatti, l'autocontrollo rappresenta lo strumento di prevenzione principale per la tutela della salute e la sicurezza degli utenti. Questa attività è basata sulla metodologia dell'HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) che, attraverso controlli periodici all'interno dell'impianto, può permettere, tramite l'individuazione di specifici "punti critici", di minimizzare il rischio per i fruitori dell'impianto e per coloro che vi operano.

È comunque bene sottolineare che l'adozione e il rispetto di alcune semplici norme comportamentali da parte del singolo possono rappresentare un efficace strumento di prevenzione. Pertanto, secondo gli autori, il decalogo generale di norme per l'igiene e la sicurezza dei bagnanti potrebbe così sintetizzarsi:

- al termine dell'attività fisica, lavare accuratamente ogni parte del corpo utilizzando disinfettanti per uso topico.
- non lavare la cute con prodotti oleosi, perché antitraspiranti.
- preferire saponi a pH leggermente acido e blanda azione antibatterica (estratto di timo, zolfo, ecc.).
- dopo la doccia, asciugare con cura ogni parte del corpo per eliminare del tutto l'umidità. Per la stessa ragione, non restare troppo a lungo con il costume bagnato addosso.

- non camminare a piedi nudi sui bordi della piscina, nelle docce e negli spogliatoi e servizi comuni; indossare sempre scarpe personali.
- lavare e asciugare bene tutti gli indumenti che si sono usati in piscina.
- evitare lo scambio di scarpe, teli, accappatoi e indumenti per limitare la possibilità di trasmettere potenziali infezioni.
- non usare capi in fibra sintetica e/o troppo aderenti: se la pelle non traspira, si creano macerazioni che diventano terreno fertile per i funghi. Preferire indumenti in cotone, in lino o in lana, da cambiare quotidianamente.
- scegliere scarpe da ginnastica traspiranti e usare solette al carbone vegetale o alla clorofilla.

## Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for Safe Recreational Water Environments; Swimming Pools and Similar Environments*. Geneva: WHO; 2006.
2. Bonadonna L, Donati G e Briancesco R. Rischi e caratteristiche di qualità igienico-sanitaria degli impianti natatori. *Notiziario* 2004;ISS17:3-7.
3. Di Popolo A. Sicurezza in piscina. I principali patogeni: aspetti analitici correlate. *Monaldi Arch Chest Dis* 2006; 66:307-10.
4. Gupta AK. *Pityriasis versicolor*. *Dermatol Clin* 2003; 21:413-4.
5. Istituto Universitario di Scienze Motorie, Roma. *Giornata di studio: Sicurezza e qualità igienico-sanitaria negli ambienti ad uso natatorio: aspetti normativi e gestionali*. Appunti al Convegno. IUSM - Roma, 20 maggio 2005.
6. Gluckman SJ. *Mycobacterium marinum*. *Clin Dermatol* 1995;13:273-6.
7. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.

# EPIDEMIOLOGIA E GESTIONE DEL RISCHIO BIOLOGICO CON METODI MOLECOLARI: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE PER LE ACQUE AD USO RICREAZIONALE

Vincenzo Romano-Spica

*Cattedra di Igiene, Dipartimento di Scienze della Salute, Istituto Universitario di Scienze Motorie, Roma*

L'igiene delle piscine rappresenta un aspetto particolare del più vasto ambito legato alla gestione delle acque ad uso ricreazionale. In questo contesto, l'Organizzazione Mondiale della Sanità prevede attività di sorveglianza per quanto concerne il verificarsi di epidemie riconducibili a diversi agenti eziologici e numerosi studi descrivono il ruolo di virus, miceti, batteri e protozoi nell'insorgenza di patologie connesse all'esposizione ad acque di piscina (1, 2). Sebbene alcune situazioni possano essere gravi e rappresentare anche delle emergenze, come nel caso delle sequele legate all'interessamento meningeo da parte di alcuni picornavirus, batteri o protozoi, tuttavia, nella maggior parte dei casi si tratta di infezioni acute, spesso enteriti o dermatiti, a soluzione spontanea e *restitutio ad integrum*. Una importante classificazione di queste patologie le raggruppa sulla base delle modalità di trasmissione in infezioni a trasmissione orofecale, non orofecale, e forme legate a microbi ambientali (Tabella 1).

Tra le principali epidemie associate ad acque ad uso ricreazionale, vi sono forme da virus quali adenovirus, norwalk virus, HAV, *Echovirus*, da protozoi quali *Giardia* e *Criptosporidium*, e tra i batteri particolare rilevanza ha assunto *Escherichia coli* O157. Tra le specie batteriche a trasmissione non-fecale sono stati descritti microrganismi quali *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium* spp., *Staphylococcus aureus*, *Leptospira interrogans*. *Legionella pneumophyla* non sembra riscontrabile nell'acqua delle piscine, probabilmente anche a causa della presenza di disinfettanti, anche se viene considerata la possibile esposizione attraverso le docce e la generazione di aerosol (3, 4). L'agente eziologico delle comuni verruche è un papillomavirus umano (HPV) e altre forme cutanee sono state ricondotte al Molluscipoxvirus. Tra i protozoi *Naegleria fowleri* può determinare un interessamento meningeo e *Acanthamoeba* spp. forme di cheratite, anche con possibile coinvolgimento cerebrale, che possono complicarsi soprattutto in soggetti immunodepressi quali pazienti in chemioterapia, alcolisti, malati di AIDS. Le classiche forme di faringo-congiuntivite da piscina sono attribuibili ad adenovirus, mentre tra i principali agenti eziologici delle micosi ci sono *Tricophyton* ed *Epidemophyton*. Il cosiddetto orecchio del nuotatore è una otite esterna particolarmente diffusa e spesso dovuta a *Pseudomonas aeruginosa*, che può riscontrarsi e moltiplicarsi in acque di piscina (5).

Da un punto di vista di sanità pubblica, il problema fondamentale resta legato ad aspetti di prevenzione ambientale, e in particolare alla definizione di indicatori che assicurino non solo un basso rischio per gli utenti, ma anche un livello di qualità adeguato. A tal proposito le diverse normative, e recentemente l'allegato A dell'Accordo Stato-Regioni del 2003, identificano diversi parametri microbiologici, da valutare secondo le diverse metodiche di laboratorio, ormai ampiamente standardizzate ed entrate nella consuetudine dei diversi laboratori di igiene e microbiologia ambientale. Nell'ultima decade, sempre maggiore è stato il contributo di tecniche molecolari ad indagini epidemiologiche, e in particolare nel controllo delle acque (6, 7). Altri ambiti di applicazione sono lo studio delle infezioni nosocomiali, le indagini sugli alimenti, le analisi di microflora ambientali (8-13).

**Tabella 1. Agenti eziologici associati a patologie trasmissibili in piscina o in acque ad uso ricreazionale (classificazione basata sulle modalità di trasmissione)**

Trasmissione (esempi di contaminazioni)	Agenti eziologici	Genoma	Patologia	
<b>FECAL</b> (Bagnanti, acque contaminate)	virus	Adenovirus Enterovirus (Echo, Coxackie) Epatovirus (HAV) Caliciivirus (Norwalk)	dsDNA ssRNA ssRNA ssRNA	Faringo-congiuntivite da piscine
	batteri	<i>Salmonella</i> <i>Escherichia</i> <i>Proteus</i>	dsDNA dsDNA dsDNA	Gastroenterite
	protozoi	<i>Cryptosporidium</i> <i>Giardia</i>	dsDNA dsDNA	Gastroenterite
	metazoi	Enterobius	dsDNA	Elmintiasi intestinale
<b>NON FECAL</b> (Bagnanti, acque contaminate, superfici umide, ambiente, impianti di condizionamento/ ventilazione)	virus	Papovavirus Molluscipoxvirus	dsDNA dsDNA	Verruche plantari Mollusco contagioso
	batteri	<i>Mycobacterium</i> spp. Strepto/Stafilococchi	dsDNA dsDNA	Granuloma delle piscine Follicoliti, dermatiti, otiti, tonsilliti
		<i>Leptospira</i>	dsDNA	Ittero emorragico, meningite asettica
		<i>Legionella</i>	dsDNA	Polmoniti
	miceti	<i>Trico/Epidermo-phyton</i>	dsDNA	Micosi cutanee, piede da atleta
		<i>Candida</i>	dsDNA	Candidosi
	protozoi	<i>Acanthamoeba</i> (aerosol) <i>Naegleria</i> (aerosol)	dsDNA dsDNA	Cheratite Meningoencefaliti
metazoi	<i>Cercaria</i>	dsDNA	Dermatite dei nuotatori	

Quali sono le principali differenze, vantaggi e limiti legati alla introduzione e utilizzazione dei metodi molecolari?

In generale, si può considerare come le tecniche microbiologiche classiche richiedano l'esecuzione di procedure basate sulla coltura dei microrganismi in terreni di arricchimento, il trasferimento su terreni selettivi, il riconoscimento del biotipo, la caratterizzazione di proprietà di resistenza agli antibiotici, eventuali attributi sierologici, con un impegno complessivo che può richiedere anche diversi giorni di lavoro. Negli ultimi anni, e con l'evolvere della tecnologia, diversi metodi alternativi si sono affiancati alle procedure tradizionali. Per esempio, l'utilizzazione della tecnologia degli anticorpi monoclonali ha messo a disposizione del laboratorio sistemi analitici che riescono a dare risposte presuntive in tempi assai più rapidi rispetto alle metodiche tradizionali. Le condizioni sperimentali per questi sistemi immunometrici sono state ottimizzate e adattate alle diverse problematiche che si presentano nei laboratori, sulla base delle diverse esigenze. Una delle procedure più sfruttate si basa sulla agglutinazione generata quando l'anticorpo specifico, che è adeso ad un supporto di particolato, per esempio latex, incontra l'antigene corrispondente posto sulla cellula batterica. Sensibilità e rapidità di tali procedure sono state aumentate dalla introduzione di passaggi di arricchimento su terreno liquido selettivo, che permette di anticipare i tempi di risposta di 24-36 ore, anche per microrganismi difficilmente coltivabili. Nell'ultima decade, sempre maggiore interesse hanno riscontrato le tecniche di Biologia Molecolare, per le attese di elevata sensibilità, specificità e

rapidità con cui permettono di individuare in campioni ambientali la presenza di contaminazione da parte di un particolare microrganismo e ricostruire l'iter epidemiologico. Tali procedure consentono di distinguere un ceppo da un altro attraverso la generazione di impronte digitali (*fingerprint*), tipiche di un determinato clone. In generale, la molecola di partenza necessaria per poter eseguire tali procedure è l'acido nucleico che costituisce il genoma del microorganismo. Il campione prelevato deve essere dunque processato in modo tale da rendere disponibile il DNA, e non solo per eseguire la semina su terreno adatto e isolare lo schizomicete. Negli ultimi tempi gli sviluppi nel campo della biologia molecolare hanno permesso di applicare tali procedure a vari campi della microbiologia. Sono stati svolti studi per la valutazione della applicabilità di tali procedure alla microbiologia ambientale e in particolare alle acque di piscina (2, 14).

Nell'insieme, le diverse applicazioni utilizzabili per le metodiche basate su tecniche di biologia molecolare possono essere ricondotte a due gruppi fondamentali di ambiti operativi: l'identificazione di un determinato microrganismo (*detection*) oppure la tipizzazione (*typing*) di un particolare ceppo che si voglia confrontare con altri della stessa specie, aspetto particolarmente importante per le indagini epidemiologiche finalizzate alla ricostruzione della via di trasmissione dell'infezione. L'identificazione del microrganismo dipende dalla sensibilità e specificità della metodica ed esempi di tecniche disponibili sono basati sulla amplificazione del DNA, o sulla ibridazione con sonde specifiche. Il *Southern Blot* ha ormai assunto un valore storico anche se il principio generale dell'ibridazione mantiene ampia utilizzazione ed è particolarmente importante anche nel contesto delle nuove nanotecnologie (15). Per quanto riguarda le tecniche di *PCR fingerprinting*, l'efficacia dipende soprattutto dalla capacità di misurare la variabilità tra diversi cloni. Esempi di tecniche disponibili sono la AP-PCR (*Arbitrary Primer-PCR*), RFLP (*Restriction Fragments Length Polymorphism*), la determinazione del profilo plasmidico (*Plasmid Profile*), oppure la PFGE (*Pulse Field Gel Electrophoresis*) che ha ricevuto ampia diffusione grazie alla grande riproducibilità dei risultati nel tempo e tra laboratori diversi (16).

Condizione essenziale per poter eseguire studi basati sulla applicazione di tali procedure è dunque la possibilità di disporre di un materiale di partenza in grado di permettere l'isolamento e l'analisi del DNA. In generale, questo tipo di metodiche si basa sulla possibilità di identificare e caratterizzare un microrganismo a partire dal suo genoma. Questo ultimo, dunque deve essere isolato e purificato da nucleasi o eventuali inibitori delle reazioni enzimatiche. L'estrazione rappresenta un passaggio fondamentale per l'applicazione di tecniche di biologia molecolare, soprattutto su matrici ambientali. Diversi protocolli sono disponibili, basati su metodi chimici o anche fisici (7, 17). Le molecole di partenza, e quindi indispensabili per questo tipo di analisi sono gli acidi nucleici, ovvero DNA e RNA. Nel contesto specifico dell'igiene delle piscine, molti microrganismi frequentemente coinvolti in infezioni connesse alla esposizione ad acque ad uso ricreazionale possiedono un genoma a DNA. Tuttavia, la eventualità di estrarre RNA diviene importante sia per applicazioni particolari che per la ricerca di virus quali gli enterovirus. Virus rilevanti dal punto di vista epidemiologico quali i picornavirus possiedono un genoma a RNA per cui il loro studio con tecniche di biologia molecolare richiede la retrotrascrizione in cDNA.

Microrganismi appartenenti alla stessa specie condividono tra loro sequenze geniche simili (omologhe) e questo avviene in modo così specifico da permetterne l'identificazione. Tradizionalmente tali indagini erano basate sull'ibridazione di specifiche sonde alla sequenza complementare presente nel genoma. L'ibridazione veniva visualizzata dopo autoradiografia poiché la sonda era marcata con un nucleotide radioattivo  $^{32}\text{P}$ -dCTP. Per sonda o "*probe*" si intende una sequenza di DNA che, una volta denaturata al calore, viene posta in condizioni di poter ibridare la regione complementare presente nel genoma estratto dai campioni in esame. Tuttavia, questo tipo di metodica è tecnicamente difficile, richiede manualità e tempi lunghi per

l'esecuzione, ha costi relativamente elevati e pone particolari problemi dovuti all'utilizzazione di isotopi radioattivi. Quest'ultimo aspetto, è stato ridimensionato dall'introduzione di sistemi di marcatura non-radioattivi, per esempio basati sulla chemiluminescenza. Per poter eseguire una ibridazione, occorre tuttavia disporre di DNA in quantità sufficiente, ossia circa 10-20 microgrammi, e deve essere integro, non degradato, condizioni entrambe che si possono verificare solo disponendo di un numero adeguato di batteri vitali o comunque conservati in condizioni tali da rallentare l'azione delle nucleasi che degradano il genoma in nucleotidi, oligonucleotidi o piccoli frammenti di dimensioni e sequenza casualmente differenti. Il *Southern Blot* è la tecnica tradizionalmente utilizzata in questo tipo di studi e fu introdotta da E. Southern nel 1975, da cui prese il nome (14). Nei suoi aspetti essenziali consiste nella possibilità di trasferire per capillarità (*blotting*) frammenti di DNA sottoposti ad elettroforesi su gel di agarosio su una membrana di nitrocellulosa o nylon sulla quale l'ibridazione è tecnicamente più facile da eseguire. Il genoma, una volta estratto deve essere digerito con enzimi di restrizione che sono in grado di tagliare la doppia elica in punti precisi determinati da piccole sequenze di 4-8 nucleotidi. La miscela di frammenti così ottenuta può essere caricata su un gel di agarosio e sottoposta ad elettroforesi. I singoli frammenti verranno a distribuirsi in base al proprio peso molecolare ossia alla lunghezza, che viene misurata in paia di basi (bp). Il risultato dell'elettroforesi può essere visualizzato su un transilluminatore a raggi ultravioletti dopo colorazione del gel con sostanze che si intercalano alla doppia elica del DNA come per esempio l'Etidio di Bromuro (EtBr). Il trasferimento su membrana e l'ibridazione con sonda marcata hanno permesso di acquisire nuove conoscenze ed hanno fornito un importante contributo anche per la classificazione tassonomica di specie microbiche di provenienza ambientale, ancora oggi valide anche con il contributo di strumenti automatizzati (18).

L'introduzione di procedure basate sulla reazione a catena della polimerasi (PCR, *Polymerase Chain Reaction*), introdotta da K. Mullis nel 1985, ha aperto nuove prospettive per l'identificazione di microrganismi a partire dal genoma (19). Questi studi hanno avuto un impulso sostanziale a partire dai primi anni novanta, in cui si è dimostrato con successo l'applicabilità della PCR non solo per gli aspetti diagnostici della microbiologia clinica, ma anzi per quelle indagini di microbiologia ambientale, in cui la eterogeneità della flora batterica e la variabilità del tipo di campione (aria, acqua, suolo, alimenti) rendevano necessario l'utilizzo di sistemi in grado di identificare un particolare microrganismo nei contesti più disparati e prescindendo spesso dalla possibilità di coltivarlo (6, 7).

Le procedure basate sulla PCR, infatti, permettono di identificare un microrganismo con estrema specificità e sensibilità. In teoria, campioni contenenti un singolo batterio o poche decine possono risultare positivi a questo tipo di analisi. Il principio generale della metodica si basa sulla possibilità di amplificare una determinata sequenza di DNA a partire dalla conoscenza delle estremità 5' e 3', ossia una coppia di oligonucleotidi detti *primer*, che innescano e consentono la reazione a catena della polimerasi. Questo processo avviene in modo esponenziale sulla base del numero di cicli (n) delle molecole di partenza ( $q_0$ ) e della efficienza della reazione ( $\epsilon$ ):  $q = q_0 (1 + \epsilon)^n$ , cosicché si ottengono miliardi di copie a partire da tracce di DNA, e il prodotto dell'amplificazione atteso, può essere visualizzato anche ad occhio nudo dopo elettroforesi su gel e colorazione. Oggi, l'utilizzazione di procedure di amplificazione *real time*, consente anche di eseguire quantificazioni con l'uso di coloranti fluorescenti ed evitare l'elettroforesi.

Le analisi basate sulla reazione a catena della polimerasi, possono prescindere dalla capacità di coltivare il microrganismo; esse aprono dunque nuove prospettive anche per l'identificazione di virus e batteri la cui coltivazione risulta difficile o indaginoso. Il metodo generale si basa sulla possibilità di identificare e caratterizzare un microrganismo a partire dal suo genoma. Questo tipo di procedura si è dimostrato estremamente efficace, ed è oggi sempre più diffuso

anche nella pratica dei laboratori di diagnosi, soprattutto per la ricerca di virus, ma anche per studi su alimenti o matrici ambientali. Tra i vantaggi di questo genere di approccio metodologico vanno ricordati: la rapidità dei tempi di risposta rispetto alle procedure tradizionali basate sulla coltivazione del microrganismo che richiedono lunghi tempi di incubazione; l'elevata sensibilità, e i costi diretti accettabili. Inoltre, la possibilità di dimostrare la presenza di un determinato agente patogeno prescindendo dalla capacità di coltivarlo, apre importanti prospettive per le indagini su enterovirus o in generale microrganismi difficilmente coltivabili e di interesse per indagini su campioni ambientali. Tra gli svantaggi si possono annoverare: la necessità di conoscere il genoma del microrganismo che si intende identificare; la disponibilità di un laboratorio di biologia molecolare attrezzato e organizzato con personale qualificato e, soprattutto, il rischio di falsi positivi. Quest'ultimo punto è la diretta conseguenza dell'estrema sensibilità della procedura. Infatti, è fondamentale organizzare il lavoro in modo tale da ridurre al minimo la possibilità di contaminazione. Inoltre, la identificazione di un microrganismo a partire dalla identificazione del suo genoma non permette di dimostrarne la vitalità e quindi la capacità infettante. Quest'ultima osservazione ha dato origine a vari studi sperimentali, spesso discordanti e che hanno aperto una problematica non ancora risolta in maniera definitiva. In sintesi, si può dire che questo tipo di analisi una volta adattato a specifici obiettivi e una volta ottimizzate e standardizzate le condizioni sperimentali, può fornire un contributo importante in screening volti a garantire l'assenza di uno specifico patogeno in particolari campioni alimentari, e soprattutto in quelle circostanze in cui non si disponga di efficaci sistemi per l'isolamento oppure il fattore tempo acquisti una particolare importanza. Tuttavia è evidente come tali procedure siano da considerarsi complementari e non sostitutive delle procedure tradizionali. In un prossimo futuro, le maggiori conoscenze sulla genetica dei microrganismi e gli sviluppi delle tecniche di biologia molecolare renderanno certamente sempre più affidabili tali procedure e sempre più diffuse non solo presso i laboratori di università e centri di ricerca, ma anche nei presidi dislocati sul territorio.

Un elemento fondamentale, oggi, è costituito dalla gestione dei risultati e non tanto dall'acquisizione dei dati o la messa a punto di laboratori e protocolli di analisi, in quanto la professionalità in questo settore comincia ad essere diffusa, e diversi sistemi commerciali ottimizzati e validati sono facilmente disponibili in commercio. Inoltre, esistono procedure di accreditamento che tendono a garantire la qualità affidabilità di analisi basate su metodi molecolari. Se da un lato i metodi molecolari vanno diffondendosi e mostrando i propri vantaggi, è sempre più evidente come oggi tale progresso stia andando nella direzione delle reti di laboratori e il problema principale sia piuttosto rappresentato dallo scambio e condivisione di informazioni tecniche e dati epidemiologici in tempo reale. Il caso della SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*), i timori di una pandemia da virus aviari mutati e le ipotesi legate a situazioni di contaminazione volontaria richiedono l'accesso a sistemi rapidi ed efficaci per la identificazione e tipizzazione dei ceppi microbici, che sostengano decisioni immediate e interventi di sorveglianza tempestivi e coordinati. La ricerca di specie ambientali con metodi molecolari richiede non solo competenze tecniche nella esecuzione delle procedure, ma anche la conoscenza delle caratteristiche genetiche della specie in esame e la capacità di utilizzare queste informazioni per rispondere ad eventuali nuovi quesiti, come la ricerca di un ceppo divenuto di particolare interesse epidemiologico. Questo richiede competenze aggiuntive e di bioinformatica che spesso sono confinate ai centri di ricerca e che tardano a diffondersi sul territorio. Del resto, è comprensibile e condivisibile che il laboratorio di routine si limiti a poche analisi definite sulla base delle esigenze, validate accuratamente con le strumentazioni e personale disponibile e ripetibili a regola d'arte, ma è anche auspicabile che si disponga di strumenti semplici per sviluppare o perfezionare le analisi. Questo aspetto è particolarmente rilevante soprattutto per matrici di origine ambientale, come possono essere le acque ad uso ricreazionale, in cui la

microflora è spesso non coltivabile, e dunque non caratterizzabile con i metodi tradizionali. Per quanto concerne i virus ambientali queste conoscenze sono molto avanzate, anche perché i metodi molecolari sono paradossalmente più semplici da eseguire rispetto alle metodiche di campionamento e coltura virale. Per facilitare l'accesso alle grandi potenzialità offerte dai progressi delle biotecnologie anche all'ambito della batteriologia, è stato realizzato il database GenEnv, contenente oltre 9000 specie batteriche e destinato all'operatore di sanità pubblica, coinvolto nella soluzione di problematiche di microbiologia ambientale (20).

Ormai da diversi anni, l'introduzione del sequenziamento automatico ha accelerato il processo di acquisizione dati, esaltandone la precisione. Inoltre, lo studio di specie microbiche a partire dalla analisi delle sequenze geniche può essere facilmente effettuato anche con l'ausilio di servizi commerciali rapidi e sempre meno costosi. Per esempio, un prodotto di PCR può essere inviato tramite corriere e il risultato ricevuto per e-mail. Tuttavia, gli strumenti di bioinformatica sono divenuti indispensabili, non solo per impostare strategie di indagine, ma anche per archiviare, gestire e recuperare l'enorme mole di dati costituiti da sequenze nucleotidiche. I grandi vantaggi applicativi offerti da questo approccio sono spesso ostacolati dalla difficoltà nell'apprendimento e impiego dei software. Per favorire la diffusione di programmi per l'analisi di sequenze anche tra operatori coinvolti nella gestione del rischio biologico sul territorio, è stato sviluppato questo sistema di raccolta e analisi di dati relativi a specie microbiche ambientali. Attualmente, una selezione di oltre 20.000 sequenze batteriche è depositata in GenEnv. Il gruppo iniziale di geni di riferimento comprende: rDNA16S, rpoB, gyrB, tra i principali e meglio caratterizzati per questo tipo di indagini. Il sistema consente sia di identificare un microrganismo a partire da queste sequenze, sia di elaborare facilmente protocolli, per la ricerca di una particolare specie di interesse. I comandi vengono assegnati con un click del mouse e la sequenza nucleotidica visualizzata in forma grafica. Sebbene rappresenti uno strumento applicativo per l'operatore di sanità pubblica, GenEnv offre anche ampie prospettive per la ricerca scientifica.

La biologia molecolare ha fornito soluzioni per la identificazione e caratterizzazione di specie microbiche. I metodi precedenti, basati esclusivamente sulla elettroforesi tradizionale piuttosto che sulla analisi di sequenze, sono ormai sempre più inadeguati alle nuove esigenze e prospettive della microbiologia ambientale e sanità pubblica. In particolare, emerge la necessità di standardizzare e validare le procedure di laboratorio, alla luce dei nuovi scenari epidemiologici e delle potenzialità offerte dalle nuove biotecnologie. Troppo spesso il risultato è ancora influenzato dal tipo di reagenti utilizzati, dalla competenza dell'operatore o dal protocollo applicato. Inoltre, la possibilità di condividere dati elettroforetici tra diversi laboratori è stata legata a software che trasformano e confrontano profili di bande, basandosi sulla analisi di immagini, ma il trasferimento di questi file, che comunemente avveniva per fax o posta elettronica, non è sempre efficace né appropriato perché lascia ampio margine alla interpretazione soggettiva, richiede tempi lunghi e consente possibilità di errore anche quando si "delega" a un software dedicato. Le sequenze nucleotidiche, invece, sono più maneggevoli, non-ambigue e meglio si prestano al confronto tra ceppi isolati anche da diverse aree geografiche o da diversi laboratori. Una sequenza di A, C, G, T lunga 200-600 nucleotidi, sebbene ostica a prima vista, potrà essere confrontata con estrema precisione e rapidità, da un programma appropriato, anche on-line. Un tempo, questo processo veniva svolto manualmente, ma oggi sono disponibili diversi strumenti informatici che rendono tale operazione relativamente semplice, in funzione del livello di complessità della risposta richiesta, e ovviamente del tipo di programma utilizzato. Una sequenza può essere ottenuta con diversi apparecchi, reagenti o protocolli, ma il risultato sarà sempre confrontabile e riconducibile alla successione dei quattro nucleotidi. Questo tipo di dati, può essere trasferito da un laboratorio ad un altro in tempo reale anche per e-mail, per esempio come file di testo, favorendo il confronto tra ceppi isolati in

diversi luoghi. Probabilmente, in un prossimo futuro, l'attuale numero e tipo di geni utilizzati per la sorveglianza di una specie microbica verrà modificato, forse ampliato, in risposta allo sviluppo di nuovi sequenziatori automatici, lettori di microarray, e strumenti di bioinformatica. L'auspicio è quello di poter confrontare, in tempo reale, non già uno o più geni, ma ampie regioni genomiche, se non addirittura l'intero genoma batterico. In questa direzione futura sembra stia avanzando la microbiologia ambientale e più in generale le indagini tassonomiche sulle diverse specie, animali o vegetali.

Il processo di globalizzazione e l'introduzione di tecnologie avanzate, quali la bioinformatica e le biotecnologie, hanno aperto nuovi scenari per l'epidemiologia e la sorveglianza delle malattie trasmissibili. Un'esigenza attuale è legata alla possibilità di confrontare ceppi diversi al fine di ricostruire la via di trasmissione dell'infezione. Questo passaggio è fondamentale per realizzare interventi di prevenzione mirati, o per confrontare microrganismi di diversa origine al fine di controllarne la diffusione o valutarne la virulenza. Lo scenario è tuttavia molto più esteso e coinvolge diversi aspetti della microbiologia applicata all'ecologia, al settore agro-alimentare, zootecnico, veterinario e in genere alla sicurezza ambientale. La possibilità di identificare e tracciare un ceppo batterico nell'ambiente rappresenta un obiettivo fondamentale per diverse applicazioni di grande importanza, non solo per le indagini di sanità pubblica. Molti microrganismi non coltivabili sono identificabili e caratterizzabili con metodi molecolari. Un aspetto particolare è poi rappresentato dalla eliminazione nell'ambiente di microrganismi selezionati per scopi industriali o microrganismi geneticamente modificati (MOGM) (21-23).

È prevedibile che la tipizzazione basata sull'analisi di sequenze batteriche si imporrà nell'immediato futuro come metodo di elezione per la microbiologia e in particolare per la sorveglianza del rischio biologico. L'impostazione generale è quella adottata per la *Multi Locus Sequence Typing* (MLST), che però utilizza un approccio dedicato per specie e per genere (24). GenEnv è stato progettato in modo che non si limitasse ad un particolare microrganismo, ma fosse aperto ad ogni specie batterica. In questo senso, costituisce uno strumento duttile, capace di fornire una risposta in tempo reale anche nel caso di patogeni nuovi. Un'interfaccia semplice e facilmente utilizzabile rende GenEnv accessibile anche a non esperti di bioinformatica o biologia molecolare, rappresentando un supporto per il confronto di sequenze, la definizione di coppie di primer o la messa a punto di analisi basate sulla amplificazione di DNA batterico. All'interno del database sono contenute anche sequenze di batteri riportati nella tabella A dell'Accordo Stato-Regioni del 2003 sugli aspetti igienico-sanitari delle acque di piscine e per i quali sono disponibili in letteratura diversi studi basati su metodi molecolari (Tabella 2).

Indipendentemente dai vantaggi applicativi, i principali limiti di questo approccio, basato su biologia molecolare e bioinformatica, sono più legati alla acquisizione di una diversa mentalità, che alle reali difficoltà in laboratorio, e diversi strumenti divulgativi stanno contribuendo a ridurre la distanza tra i laboratori di ricerca e quelli più applicativi sul territorio (25). I metodi classici della microbiologia tradizionale, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, sono invece spesso più complessi e impegnativi rispetto, per esempio ad una amplificazione del DNA o una elettroforesi.

In Italia, l'operatore sul territorio, sia in laboratori pubblici che privati, ha in genere un livello di competenza elevato, dovuto anche alla antica e prestigiosa storia dell'Igiene e Sanità Pubblica e alle profonde radici che la microbiologia ha nel nostro paese, e in Europa. È auspicabile riuscire ad integrare le solide conoscenze tradizionali con le nuove prospettive aperte dai progressi delle biotecnologie e della bioinformatica, con impegno, prudenza, rigore e interesse per l'aggiornamento del proprio laboratorio e delle proprie conoscenze tecnico-scientifiche.

**Tabella 2. Metodi molecolari utilizzabili per lo studio di indicatori di interesse per la valutazione della sicurezza igienico-sanitaria di acque di piscina.**

Riferimenti bibliografici	Metodi molecolari
Lleo MM, Bonato B, Tafi MC, Signoretto C, Pruzzo C, Canepari P. Molecular vs culture methods for the detection of bacterial faecal indicators in groundwater for human use. <i>Lett Appl Microbiol.</i> 2005;40(4):289-94.	Ricerca di <i>Escherichia coli</i> e <i>Enterococcus faecalis</i> in 30 campioni d'acqua effettuata con metodi microbiologici e PCR a confronto. Il 50% dei campioni caratterizzati da assenza di cellule coltivabili sono risultati positivi per il DNA di <i>Enterococcus faecalis</i> . Mediante competitive PCR sono state stimate 2-120 cellule/mL vitali ma non coltivabili.
Zhao W, Yao S, Hsing IM. A microsystem compatible strategy for viable <i>Escherichia coli</i> detection. <i>Biosens Bioelectron.</i> 2005 May 28.	Determinazione della vitalità di cellule di <i>E. coli</i> presenti in campioni d'acqua o cibo. Utilizzato mRNA di GroEL heat shock protein, come indicatore di vitalità. La sintesi di GroEL è indotta dall'incubazione a 47 °C per 20 min.
Tantawiwat S, Tansuphasiri U, Wongwit W, Wongchotigul V, Kitayaporn D. Development of multiplex PCR for the detection of total coliform bacteria for <i>Escherichia coli</i> and <i>Clostridium perfringens</i> in drinking water. <i>Southeast Asian J Trop Med Public Health.</i> 2005 Jan;36(1):162-9.	Amplificazione mediante Multiplex PCR del gene lacZ, uidA e plc per la rivelazione simultanea di coliformi totali, <i>Escherichia coli</i> e <i>Clostridium perfringens</i> in acqua potabile. Applicazione del metodo a campioni d'acqua contaminati sperimentalmente con 0-1000 CFU/mL, dopo un passaggio di pre-arricchimento. Risultati comparabili ai sistemi tradizionali di conta che, usati come gold standard. Sensibilità del test: 99.1%; specificità: 90.9%.
Abd-El-Haleem D, Kheiralla ZH, Zaki S, Rushdy AA, Abd-El-Rahiem W. Multiplex-PCR and PCR-RFLP assays to monitor water quality against pathogenic bacteria. <i>J Environ Monit.</i> 2003 Dec;5(6):865-70.	Metodi molecolari per la identificazione di <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e <i>Salmonella</i> spp. in campioni di acqua. Utilizzata con successo l'amplificazione mediante Multiplex-PCR con coppie di primer specifiche per ognuno dei microrganismi patogeni; i risultati sono stati confermati mediante PCR-RFLP (Polimerase Chain Reaction e Restriction Fragment Length Polymorphism) su sequenze di DNA ribosomiale 16S.
Frahm E, Obst U. Application of the fluorogenic probe technique (TaqMan PCR) to the detection of <i>Enterococcus</i> spp. and <i>Escherichia coli</i> in water samples. <i>J Microbiol Methods.</i> 2003 Jan;52(1):123-31.	Rilevamento tramite TaqMan Real Time PCR di <i>Enterococcus</i> spp. ed di <i>E.coli</i> con l'impiego di specifici set di primer e sonde. Per <i>Enterococcus</i> spp. è stata utilizzata la sequenza dell'RNA ribosomiale 23S mentre per <i>Escherichia coli</i> è stato utilizzato il gene uidA. Il saggio, che prevede una fase di pre-arricchimento, è stato applicato a 55 campioni ambientali di acqua per essere validato. È stato riscontrato un accordo del 96% per <i>Enterococcus</i> e del 98% per <i>E. coli</i> con un'analisi microbiologica condotta in parallelo.
Foulds IV, Granacki A, Xiao C, Krull UJ, Castle A, Horgen PA. Quantification of microcystin-producing cyanobacteria and <i>E. coli</i> in water by 5'-nuclease PCR. <i>J Appl Microbiol.</i> 2002;93(5):825-34.	Real-time PCR e quantitative PCR impiegate per il rilevamento di cianobatteri produttori di microcistine ed di <i>Escherichia coli</i> in acqua. Utilizzate le regioni del gene lacZ di <i>E. coli</i> e il gene codificante per la microcystin-synthetase nei cianobatteri.
Rompre A, Servais P, Baudart J, de-Roubin MR, Laurent P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. <i>J Microbiol Methods.</i> 2002 Mar;49(1):31-54.	Review sui principali metodi utilizzati o suggeriti per il controllo delle acque potabili e per il rilevamento dei coliformi.

segue

continua

Riferimenti bibliografici	Metodi molecolari
Stender H, Broomer AJ, Oliveira K, Perry-O'Keefe H, Hyldig-Nielsen JJ, Sage A, Coull J. Rapid detection, identification, and enumeration of <i>Escherichia coli</i> cells in municipal water by chemiluminescent <i>in situ</i> hybridization. <i>Appl Environ Microbiol.</i> 2001 Jan;67(1):142-7.	Chemiluminescent <i>in situ</i> hybridization (CISH) per la ricerca, l'identificazione e la conta simultanea di <i>E. coli</i> da 100 mL di acqua. Individuata una sonda specifica per il DNA ribosomale 16S, le cui sensibilità e specificità sono state saggiate con successo su 8 ceppi di <i>E. coli</i> e 17 altre specie batteriche, anche strettamente correlate. Le sonde, marcate con persossidasi di soia, sono del tipo PNA (peptide-acido nucleico).
Scott TM, Jenkins TM, Lukasik J, Rose JB. Potential use of a host associated molecular marker in <i>Enterococcus faecium</i> as an index of human fecal pollution. <i>Environ Sci Technol.</i> 2005 Jan 1;39(1):283-7.	Metodo per il rilevamento di frammenti genici di enterococchi in campioni di acqua. Utilizzato un fattore di virulenza putativo: enterococcal surface protein (esp), di <i>Enterococcus faecium</i> .
He JW, Jiang S. Quantification of enterococchi and human adenoviruses in environmental samples by real-time PCR. <i>Appl Environ Microbiol.</i> 2005 May;71(5):2250-5.	Real-time PCR per la ricerca e la quantizzazione di adenovirus umano ed enterococchi, in campioni ambientali di acqua. Per gli enterococchi è stato utilizzato un set di primer e sonde per l'RNA ribosomale 23S.
Volkman H, Schwartz T, Bischoff P, Kirchen S, Obst U. Detection of clinically relevant antibiotic-resistance genes in municipal wastewater using real-time PCR (TaqMan). <i>J Microbiol Methods.</i> 2004 Feb;56(2):277-86.	Real-time Taqman PCR per la quantizzazione, in differenti campioni di acqua, di geni codificanti per la resistenza agli antibiotici: vanA degli enterococchi, ampC delle enterobatteriacee e mecA degli stafilococchi.
Santo Domingo JW, Sieftring SC, Haugland RA. Real-time PCR method to detect <i>Enterococcus faecalis</i> in water. <i>Biotechnol Lett.</i> 2003 Feb;25(3):261-5.	Real-time PCR per il rDNA 16S di <i>Enterococcus faecalis</i> , in campioni d'acqua. Valutazione della sensibilità. Non necessaria l'estrazione del DNA. Evidenziazione di <i>E. faecalis</i> in meno di tre ore.
Frahm E, Heiber I, Hoffmann S, Koob C, Meier H, Ludwig W, Amann R, Schleifer KH, Obst U. Application of 23S rDNA-targeted oligonucleotide probes specific for enterococchi to water hygiene control. <i>Syst Appl Microbiol.</i> 1998 Aug;23:450-3.	Identificazione di specie di enterococchi in acqua tramite ibridazione con sonde per il DNA ribosomiale 23S. Limite di sensibilità: circa 1 UFC/mL. Risultati ottenibili in 26 ore.

## Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for Safe Recreational-water Environments; Swimming Pools, Spas and Similar Recreational-water Environments.* Geneva: WHO; 2006.
2. Istituto Universitario di Scienze Motorie, Roma. *Giornata di studio: Sicurezza e qualità igienico-sanitaria negli ambienti ad uso natatorio: aspetti normativi e gestionali.* Appunti al Convegno. IUSM - Roma, 20 maggio 2005.
3. Atti convegno SITI sulla legionellosi, 18-19 giugno 2004, Roma. Legionellosis: an emerging public health issue. *It J Pub Health* 2004;1(3-4):69-90.

4. Leoni E, Legnani PP, Bucci Sabattini MA, Righi F. Prevalence of *Legionella* spp. in swimming pool environment. *Wat Res* 2001;35(15):3749-53.
5. Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to *Pseudomonas aeruginosa*. *War Sci Tech* 2004;50(1):63-7.
6. Romano-Spica V, Ursino S, Russetti D, Damiani G, Vanini GC. La tipizzazione genetica di microrganismi ambientali: metodiche, significato epidemiologico, valutazione economica. *Atti del XXXVII Congresso Nazionale SITI*; 1996. p. 562.
7. Orsini M, Magini V, Romano Spica V. Water safety advances by molecular biology approach. *Res Adv Wat Res* 2003;4:13-23.
8. Posteraro B, Bruno S, Boccia S, Ruggiero A, Sanguinetti M, Romano-Spica V, Ricciardi V, Fadda G. *Candida parapsilosis* bloodstream infection in pediatric oncology patients: results of an epidemiologic investigation. *Infect Contr Hosp Epidemiol* 2004;25:1-5.
9. Molecular Biology and Public Health. Ed. S. Boccia. *Ital J Pub Health*. 2005; 2 (1).
10. Orsini M, Briancesco R, Magini V, Romano-Spica V, Bonadonna L. Comparison of simple DNA extraction procedures to detect protozoans in water samples by real-time pcr. *J Prev Med Hyg* 2005;1:49-57.
11. Romano-Spica V, Orsini M. Characterization of sewage treatment plants microflora: contributions of molecular biology. *Ann Ig* 2001;13(1):31-40.
12. Orecchio F, Romano-Spica V. Stato dell'arte nella diagnostica microbiologica degli alimenti con tecniche di biologia molecolare. *Ig San Pub* 1997;LIII:408-515.
13. Southern EM. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. *J Mol Biol* 1975;98:503-17.
14. Bonadonna L, Briancesco R, Magini V, Orsini M, Romano-Spica V. Ricerca di protozoi nelle acque di piscina in Italia: risultati di un'indagine preliminare. *Ann Ig* 2004;16:709-19.
15. Lemarchand K, Masson L, Brousseau R. Molecular biology and DNA microarray technology for microbial quality monitoring of water. *Crit Rev Microb* 2004;30(3):145-72.
16. Sambrook J, MacCallum P, Russell D. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor, NY, USA: CSHL Press; 2001.
17. Orsini M, Romano-Spica V. A microwave-based method for nucleic acid isolation from environmental samples. *Lett Appl Microb* 2001;33(1):17-20.
18. Boccia S, Stenico A, Amore R, Moroder L, Orsini M, Romano-Spica V, Ricciardi G. Molecular epidemiology of *Legionella pneumophila* environmental isolates representing nine different serogroups determined by automated ribotyping and pulsed-field gel electrophoresis. *Epidemiol Infect* 2005;7:1-9.
19. Mullis KB, Faloona F. Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase catalysed chain reaction. *Meth Enzym* 1987;155:335-50.
20. Romano-Spica V, Santoni D, Papparini A, Orsini M, Canali A, Giammanco G, Castrignanò T. Bioinformatica e database GenEnv nella gestione del rischio biologico. *Sanità Pubblica* 2004;6:403-22.
21. Europa. Direttiva Europea 90/219/CEE del Consiglio del 23 Aprile 1990 sull'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati.
22. Europa. Direttiva Europea 98/81/CE del 26 ottobre 1998 che modifica la direttiva 90/219/CEE sull'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati.
23. Europa. Direttiva Europea 90/220/CEE del Consiglio del 23 aprile 1990 sull'emissione deliberata nell'ambiente di microrganismi geneticamente modificati.

24. Chan MS, Maiden MC, Spratt BG. Database-driven multi locus sequence typing (MLST) of bacterial pathogens. *Bioinformatics* 2001;17(11):1077-83.
25. Giammanco G, De Flora S. *Metodi molecolari in sanità pubblica*. Torino: Centro scientifico editore; 2004.

## EPIDEMIE ASSOCIATE AGLI ADENOVIRUS NELLE ACQUE DI PISCINA

Giuseppina La Rosa, Manoochehr Pourshaban, Marcello Iaconelli, Michele Muscillo  
Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) sottolinea come le malattie idriche o *waterborne disease* rappresentino attualmente una problematica di grande rilevanza per la salute umana e negli ultimi anni ha pubblicato una serie di documenti come le *Guidelines for Drinking-water Quality* (1), le *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater* (2) e le *Guidelines for Safe Recreational Water Environments* (3) al fine di presentare una rassegna completa dei rischi associati alla qualità delle acque in diverse matrici.

I principali rischi connessi all'uso ricreativo dell'acqua, in particolare acque di piscina, sono per lo più legati alla contaminazione microbica, ma anche al pericolo di traumi e lesioni o all'esposizione ad agenti chimici disinfettanti della stessa piscina.

Per quanto riguarda il rischio biologico per la salute dei frequentatori di luoghi ricreativi come le piscine, la fonte di contaminazione più comune è rappresentata dagli utenti, che, se affetti da patologie diffuse come la diarrea, infezioni respiratorie e cutanee possono disseminare microbi nell'acqua. Le infezioni possono essere di tipo enterico, ossia legate all'ingestione di acqua microbiologicamente contaminata, o da contatto, a causa dell'esposizione di pelle e mucose ai microrganismi presenti nell'ambiente idrico.

I microrganismi potenzialmente riscontrabili in piscina comprendono virus, batteri e protozoi enterici (che si trasmettono per via oro-fecale) o non enterici (trasmissibili per contatto o per inalazione).

In Tabella 1 sono elencati i microrganismi responsabili di infezioni idrotrasmesse in piscine e ambienti similari (3).

**Tabella 1. Microrganismi responsabili di infezioni idrodifuse**

Patogeni	Microrganismi trasmessi per via oro-fecale	Microrganismi trasmessi per contatto o inalazione
Virus	Adenovirus Virus dell'Epatite A Norovirus Enterovirus	Adenovirus Molluscipoxvirus Papillomavirus
Batteri	<i>Shigella</i> spp. <i>E. coli</i> 0157	<i>Legionella</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Mycobacterium</i> spp. <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Leptospira</i> spp.
Protozoi	<i>Giardia</i> <i>Cryptosporidium</i>	<i>Naegleria fowleri</i> <i>Acanthamoeba</i> spp. <i>Plasmodium</i> spp.
Funghi		<i>Tricophyton</i> spp. <i>Epidermophyton floccosum</i>

Di particolare interesse appare la presenza di patogeni “emergenti” responsabili di epidemie idrotrasmesse tra cui i virus appartenenti alla famiglia *Adenoviridae*. Gli adenovirus comprendono 4 diversi generi: *Atadenovirus*, *Aviadenovirus*, *Siadenovirus* e *Mastadenovirus*; questi ultimi comprendono gli adenovirus umani.

Mediante l'emoagglutinazione, i test di neutralizzazione, i test di ibridizzazione del DNA e l'analisi del DNA con endonucleasi di restrizione, sono stati identificati e caratterizzati almeno 51 sierotipi di adenovirus umani divisi in sei specie (A-F) sulla base delle loro caratteristiche biologiche, fisiche e chimiche (4). Di questi, circa il 30% è in grado di causare patologie nell'uomo.

Nella Tabella 2 sono elencati i sierotipi di adenovirus umani noti, raggruppati per specie.

**Tabella 2. Sierotipi di adenovirus umani**

Sierotipo	Specie
12, 18, 31	A
3, 7, 11, 14, 16, 21, 34, 35, 50	B
1, 2, 5, 6	C
8-10, 13, 15, 17, 19, 20, 22-30, 32, 33, 36-39, 42-49, 51	D
4	E
40, 41	F

Gli adenovirus si presentano come particelle prive di involucro pericapsidico, di dimensioni comprese tra 75 e 100 nm, a simmetria icosaedrica, dotate di 252 capsomeri. Esoni, pentoni e fibre rappresentano i tre antigeni principali messi in relazione diretta con le strutture del capsido che possono essere usati per identificare e tipizzare i virus. All'interno del capsido è presente una molecola di DNA a doppio filamento del peso molecolare di 20-25x10<sup>6</sup> Dalton (5).

L'isolamento degli adenovirus come agenti responsabili di patologie umane è avvenuto per la prima volta nel 1954 da tessuto adenoideo (6, 7).

Gli adenovirus umani sono associati ad un ampio spettro di condizioni cliniche, che comprende le infezioni delle vie respiratorie, della congiuntiva e del tratto gastroenterico (5). Le infezioni respiratorie sono frequenti nei bambini e possono verificarsi in forma sporadica o epidemica; sono diffuse in tutto il mondo e si verificano in tutto l'anno (nei climi temperati sono prevalenti in primavera e in inverno). Oltre il 60% dei bambini in età scolare possiede anticorpi contro i più frequenti sierotipi respiratori (8); la maggior parte degli adulti ha anticorpi per i tipi da 1 a 7. Gli adenovirus sono responsabili per il 5-10 % delle infezioni acute dell'apparato respiratorio nell'infanzia, oltre un' ampia serie di altre malattie fra cui la febbre faringo-congiuntivale, la congiuntivite follicolare, la cherato-congiuntivite e infezioni enteriche. Attualmente è noto che le infezioni da adenovirus possono essere chiamate in causa in più del 70% delle malattie febbrili delle vie respiratorie e nelle cheratocongiuntiviti epidemiche che colpiscono quasi esclusivamente soggetti in giovane età.

La malattia febbrile respiratoria acuta nei bambini è la manifestazione più frequente delle infezioni adenovirali sintomatiche nel bambino. I sintomi possono essere solo febbre, senza segni di localizzazione, o febbre più faringite; talora la febbre è accompagnata a faringite, tracheite e bronchite; raramente si manifesta polmonite. I sierotipi maggiormente coinvolti sono l' 1, 2, 3, 5, 6. I tipi 1, 2 e 5 sono endemici; il tipo 3 talvolta epidemico. La frequenza delle infezioni è maggiore nei mesi freddi.

La malattia acuta respiratoria è una sindrome osservata tra le reclute militari (9, 10), caratterizzata da malessere generale, brividi, cefalea e febbre elevata. Possono manifestarsi

faringite, tosse e talvolta eruzioni eritematose e maculari sul corpo. La malattia è epidemica nelle reclute militari mentre nei civili adulti si presenta solo in forma sporadica. I sierotipi maggiormente coinvolti sono il 4 e il 7 (raramente il 14 e 21). Nelle persone immunocompromesse possono verificarsi viremia cronica ed escrezione continua di virus (11).

La polmonite virale del lattante è una manifestazione clinica rara che si manifesta principalmente nei reparti maternità degli ospedali e che in alcuni casi può risultare fatale. È coinvolto principalmente il sierotipo 7, raramente i tipi 1 e 3.

La polmonite virale negli adulti è associata talvolta con la malattia acuta respiratoria; sono coinvolti principalmente i sierotipi 4 e 7, di rado il 3 e il 21.

La congiuntivite follicolare acuta è una manifestazione sporadica che colpisce maggiormente gli adulti i cui sintomi includono lacrimazione ed eritema focale della congiuntiva palpebrale e bulbare. Nei bambini è spesso associata ad effetti respiratori e sistemici. Il decorso è di solito benigno, sebbene possano talvolta presentarsi emorragie congiuntivali focali. I sierotipi responsabili sono il 3 e il 7 (raramente anche 2, 4, 6, 9, 10, 21).

La cheratocongiuntivite epidemica è una malattia che colpisce maggiormente gli adulti e si manifesta con esordio improvviso con occhi arrossati e rigonfiamenti periorbitali (talora unilaterali); talvolta possono comparire opacità della cornea superficiali; i sintomi sistemici sono in genere lievi o assenti. La malattia si risolve di solito entro un mese; in rari casi può verificarsi una compromissione permanente del visus. Il sierotipo 8 è responsabile delle manifestazioni cliniche più importanti; i tipi 3, 7 e 19 provocano sintomi di lieve entità.

La febbre acuta faringo-congiuntivale causa febbre, faringite e congiuntivite. La congiuntivite è inizialmente unilaterale e dolorosa; può manifestarsi interessamento del tratto respiratorio inferiore con tosse in aggiunta a faringite. La malattia abitualmente recede nell'arco di 7 giorni, ma può persistere una congiuntivite follicolare anche per settimane. Si manifesta in forma epidemica nei bambini o sporadica negli adulti. Sono coinvolti principalmente i sierotipi 3, 4, 7 (raramente anche 1, 2, 5, 6, 14, 21).

Le patologie gastroenteriche sono dovute principalmente ai sierotipi 40 e 41; gli adenovirus enterici rappresentano i secondi agenti patogeni responsabili di gastroenteriti infantili dopo i rotavirus (12, 13); le gastroenteriti possono insorgere durante tutto l'anno con un lieve aumento in estate. I bambini con meno di 2 anni di età sono maggiormente colpiti e la trasmissione si verifica da persona a persona attraverso la via di trasmissione orofecale. I sintomi principali della gastroenterite sono la diarrea e il vomito. Altri sintomi includono cefalea, febbre, brividi e dolori addominali.

In rari casi le infezioni da adenovirus possono causare patologie importanti come epatiti, miocarditi, meningoencefaliti o nefriti (12, 14-16).

Le infezioni da adenovirus sono spesso benigne e di durata relativamente breve, con l'eccezione dei rari casi di polmonite primaria fulminante riscontrata principalmente nei neonati e nelle reclute militari; gli adenovirus sono invece patogeni importanti nei pazienti immunocompromessi (17, 18).

La diagnosi di laboratorio delle infezioni da adenovirus assume un ruolo importante nella gestione del paziente e consente un controllo efficace dei focolai infettivi. La diagnosi può essere fatta mediante l'isolamento del virus vitale in monostrati di colture cellulari inoculati con campioni respiratori, congiuntivali o fecali, e/o attraverso il rilevamento di un aumento dei titoli degli anticorpi specifici nel siero.

Vaccini contenenti gli adenovirus vivi di tipo 4 e 7, sono stati utilizzati con successo nella prevenzione delle sindrome acuta respiratoria febbrile (MAR) nella popolazione militare (9) ma il loro impiego per uso civile non è mai stato raccomandato dalle autorità sanitarie. I vaccini per altri sierotipi sono stati sviluppati, ma non sono ancora in commercio.

A causa della grande varietà di patologie da essi causata, talvolta anche di notevole gravità, della loro elevata resistenza ambientale (19, 20) e del loro frequente rilevamento in diversi tipi di ambienti acquatici, l'*Environmental Protection Agency* americana (USEPA) ha inserito gli adenovirus nella *Drinking Water Contaminant Candidate List* tra i 4 principali microrganismi da monitorare per le acque potabili (21).

Numerosi dati bibliografici testimoniano il rilevamento di adenovirus sia in acque reflue e in acque destinate ad uso ricreativo (fiume, mare, laghi, piscine) che in acque destinate alla potabilizzazione. In Tabella 3 sono riassunte le principali referenze bibliografiche che evidenziano l'elevata diffusione degli adenovirus in varie tipologie di ambienti acquatici (22).

**Tabella 3. Riferimenti bibliografici sulla diffusione degli adenovirus nell'ambiente idrico**

Tipologia di acque	Riferimento bibliografico n.
Acque reflue	23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 37, 38
Acque superficiali	23, 24, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
Acque potabili	34, 35, 41, 42, 43, 46, 47, 51, 52, 53, 54

Per quanto riguarda le acque di piscina, la prima epidemia di origine idrica da adenovirus è stata descritta da Foy e collaboratori nel 1968 (55) causata dal sierotipo 3. L'epidemia di febbre faringo-congiuntivale coinvolse due diversi gruppi di bambini (con *attak rate* dal 65 al 67%) con sintomi di febbre, faringite e congiuntivite. Gli autori hanno ipotizzato che la sorgente di contaminazione fosse una contaminazione fecale delle acque che risultarono non clorate.

Nel 1974 Calwell e collaboratori hanno descritto una epidemia di congiuntivite (56) da adenovirus 7 in una piscina scolastica che colpì 7 soggetti con manifestazioni legate principalmente agli occhi; si dimostrò un inadeguato livello di cloro nella piscina e un malfunzionamento dei sistemi di depurazione.

Un adenovirus sierotipo 4 causò una epidemia di faringo-congiuntivite in una piscina privata in Georgia descritta da D'Angelo nel 1979 (57). L'epidemia coinvolse 72 soggetti da alcuni dei quali fu stato isolato il virus; i virus furono rilevati anche nelle acque della piscina. Anche in questo caso si evidenziò un inadeguato livello di clorazione nell'impianto.

Nella stessa località e nello stesso anno un'epidemia descritta da Martone e collaboratori nel 1980 (58) coinvolse 105 casi con febbre, mal di gola, raffreddore e congiuntivite. Il sierotipo 3 fu identificato come agente causale dell'infezione. Si dimostrò che problemi nel sistema di filtraggio della piscina e malfunzionamento del sistema di clorazione (con livello di cloro in acqua inferiore a 0.4 mg/L) furono cause dell'epidemia. Gli autori hanno ipotizzato che, dopo un iniziale ruolo dell'acqua nell'insorgenza dell'infezione, l'epidemia si propagò successivamente per contatto diretto persona-persona.

Turner ha descritto nel 1987 una epidemia di faringite acuta in 77 bambini frequentatori di una piscina comunale in Oklahoma (USA); i sintomi prevalenti risultarono febbre, raffreddore, dolori addominali e congiuntivite. Nei tamponi faringei fu rilevato adenovirus sierotipo 7 (59).

Nel 1995 in Grecia 80 atleti che partecipavano ad una gara sportiva manifestarono i classici sintomi della febbre faringo-congiuntivale; adenovirus vennero identificati nelle acque della piscina mediante metodi molecolari (nested-polymerase chain reaction) (36), ma il sierotipo non fu identificato. In seguito venne dimostrato che i livelli del cloro nella piscina risultavano inadeguati (< 0,2 mg/L).

Un'epidemia di congiuntivite che ha coinvolto studenti è stata descritta in una scuola in Sud Africa dal National Institute for Virology nel 1988 (60, 61); il primo individuo infetto faceva

parte del personale di una piscina, ma il ruolo dell'acqua di piscina nell'epidemia non è stato mai stabilito.

L'epidemia da adenovirus descritta più recentemente si è verificata in North Queensland (Australia) in un campo scuola nel 2000 (62), ma non è stato identificato il sierotipo coinvolto. Nonostante non furono isolati virus dalla piscina, si dimostrò una significativa associazione tra lo sviluppo dei sintomi e l'attività natatoria. Anche in questo caso le acque della piscina risultarono inadeguatamente clorate.

In Tabella 4 sono riassunte le *waterborne disease* relative alle infezioni da adenovirus nelle acque di piscina.

**Tabella 4. Riferimenti bibliografici relativi a casi di malattia associati ad adenovirus nelle acque di piscina**

Agente eziologico	Sorgente di contaminazione	Trattamento di disinfezione	Riferimento bibliografico n.
Adenovirus 3	Contaminazione fecale	Nessuno	55
Adenovirus 7	sconosciuta	Clorazione inadeguata	56
Adenovirus 4	sconosciuta	Clorazione inadeguata	57
Adenovirus 3	sconosciuta	Difetti nel sistema dei filtri	58
Adenovirus 7a	sconosciuta	Malfunzionamento del sistema di clorazione	59
Adenovirus	sconosciuta	Clorazione inadeguata	36
Adenovirus 3	sconosciuta	Clorazione inadeguata	62

In Italia non esistono sistemi di sorveglianza delle patologie idrotrasmesse e gli unici dati circa epidemie da acque di piscina riguardano un'epidemia da Echovirus 30 a Roma nel 1997 in bambini che frequentavano una piscina pubblica, ma il virus non è stato isolato dalle acque (63).

Data l'elevata diffusione in varie matrici idriche, l'elevata capacità di sopravvivenza e la capacità di causare patologie anche di importanza rilevante, a nostro avviso il ruolo degli adenovirus come agenti eziologici di *waterborne disease* è da investigare ulteriormente. L'attuazione di sistemi di sorveglianza di tipo clinico-ambientale-epidemiologico ed epidemiologico-molecolare, utilizzando le tecnologie diagnostiche avanzate oggi disponibili (64) integrate ai tradizionali sistemi sierologici, può aiutarci a meglio comprendere i rischi sanitari associati alla presenza di tali patogeni nelle piscine e in altre tipologie di ambienti idrici.

## Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva: WHO; 2006.
2. World Health Organization. *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*. Geneva: WHO; 2005.
3. World Health Organization. *Guidelines for Safe Recreational Water Environments; Swimming Pools and Similar Environments*. Geneva: WHO; 2006.
4. Gu Z, Belzer SW, Gibson CS, Bankowski MJ, Hayden RT. Multiplexed, real-Time PCR for quantitative detection of human adenovirus. *J Clin Microbiol* 2003;41(10):4636-41.
5. Horowitz MS. Adenoviruses. In: Knipe DM, Howley PM, Griffin DE, Lamb RA, Martin MA, Roizman B *et al.* (Ed.). *Fields virology*. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 2301-26.

6. Rowe W, Huebner RJ, Gilmore LK, Parrott RH, Ward TG. Isolation of a cytopathogenic agent from human adenoids undergoing spontaneous degeneration in tissue culture. *Proc Soc Exp Biol Med* 1953;84:570-3.
7. Hilleman MR, Werner JH. Recovery of new agent from patients with acute respiratory illness. *Proc Soc Exp Biol Med* 1954; 85:183-8.
8. D'Ambrosio E, Del Grosso N, Chicca A, Midulla M. Neutralizing antibodies against 33 human adenoviruses in normal children in Rome. *J Hyg (Lond)* 1982;89:155-61.
9. Barraza EM, Ludwig SL, Gaydos JC, Brundage JF. Reemergence of adenovirus type 4 acute respiratory disease in military trainees: report of an outbreak during a lapse in vaccination. *J Infect Dis* 1999;179:1531-33.
10. Hendrix RM, Lindner JL, Benton FR, Monteith SC, Tuchscherer MA, Gray GC *et al.* Large, persistent epidemic of adenovirus type 4-associated acute respiratory disease in U.S. army trainees. *Emerg Infect Dis* 1999;5:798-801.
11. Krilov LR. Adenovirus infections in the immunocompromised host. *Pediatr Infect Dis* 2005;24:555-6.
12. Crabtree KD, Gerba CP, Rose JB, Haas CN. Waterborne adenovirus: a risk assessment. *Water Sci Technol* 1997;35(11):1-6.
13. Cruz JR, Caceres P, Cano F, Flores J, Bartlett A, Torun B. Adenovirus types 40 and 41 and rotaviruses associated with diarrhea in children from Guatemala. *J Clin Microbiol* 1990;28:1780-4.
14. Straussberg R, Harel L, Levy Y, Amir J. A Syndrome of Transient Encephalopathy Associated With Adenovirus Infection. *Pediatrics* 2001;107(5):69.
15. Chuang YY, Chiu CH, Wong KS, Huang JG, Huang YC, Chang LY *et al.* Severe adenovirus infection in children. *J Microbiol Immunol Infect* 2003;36(1):37-40.
16. Kapikian AZ, Wyatt RG. *Textbook of pediatric infectious diseases*. Philadelphia, Pa: Saunders WB Co; 1992.
17. Kojaoghlanian T, Flomenberg P, Horwitz MS. The impact of adenovirus infection on the immunocompromised host. *Rev Med Virol* 2003;13(3):155-71.
18. Hierholzer JC. Adenoviruses in the immunocompromised host. *Clin Microbiol Rev* 1992;5:262-74.
19. Nwachuku N, Gerba CP, Oswald A, Mashadi FD. Comparative inactivation of adenovirus serotypes by UV light disinfection. *Appl Environ Microbiol* 2005;71:5633-6.
20. Gerba C, Nwachuku N, Riley KR. Disinfection resistance of waterborne pathogens on the United States Environmental Protection Agency's Contaminant Candidate List (CCL). *J Water Supply-Aqua* 2003;81-94.
21. US Environmental Protection Agency. Announcement of the drinking water contaminant candidate list. EPA-815-Z-98-001. *Fed Regist* 1998;63:10273-87.
22. Jiang SC. Human adenoviruses in water: occurrence and health implications: a critical review. *Environ Sci Technol* 2006; 40(23):7132-40.
23. Puig M, Jofre J, Lucena F, Allard A, Wadell G, Girones R. Detection of adenoviruses and enteroviruses in polluted waters by nested PCR amplification. *Appl Environ Microbiol* 1994; 60:2963-70.
24. Pina S, Puig M, Lucena F, Jofre J, Girones R. Viral pollution in the environment and in shellfish: human adenovirus detection by PCR as an index of human viruses. *Appl Environ Microbiol* 1998; 64:3376-82.
25. Formiga-Cruz M, Hundesa A, Clemente-Casares P, Albinana-Gimenez N, Allard A, Girones R. Nested multiplex PCR assay for detection of human enteric viruses in shellfish and sewage. *J Virol Methods* 2005; 125(2):111-8.

26. Pusch D, Oh DY, Wolf S, Dumke R, Schroter-Bobsin U, Hohne M *et al.* Detection of enteric viruses and bacterial indicators in German environmental waters. *Arch Virol* 2005;150(5):929-47.
27. Sedmak G, Bina D, Macdonald J, Couillard L. Nine-year study of the occurrence of culturable viruses in source water for two drinking water treatment plants and the influent and effluent of a Wastewater Treatment Plant in Milwaukee, Wisconsin (August 1994 through July 2003). *Appl Environ Microbiol* 2005;71:1042-50.
28. Albinana-Gimenez N, Clemente-Casares P, Bofill-Mas S, Hundesa A, Ribas F, Girones R. Distribution of human polyomaviruses, adenoviruses, and hepatitis E virus in the environment and in a drinking-water treatment plant. *Environ Sci Technol* 2006;40:7416-22.
29. Hundesa A, Maluquer dM, Bofill-Mas S, Albinana-Gimenez N, Girones R. Identification of human and animal adenoviruses and polyomaviruses for determination of sources of fecal contamination in the environment. *Appl Environ Microbiol* 2006;72(12):7886-93.
30. Bofill-Mas S, Albinana-Gimenez N, Clemente-Casares P, Hundesa A, Rodriguez-Manzano J, Allard A *et al.* Quantification and stability of human adenoviruses and polyomavirus JCPyV in wastewater matrices. *Appl Environ Microbiol* 2006;72(12):7894-6.
31. He JW, Jiang S. Quantification of enterococci and human adenoviruses in environmental samples by real-time PCR. *Appl Environ Microbiol* 2005; 71(5):2250-5.
32. Tani N, Shimamoto K, Ichimura K, Nishii Y., Tomita S, Oda Y. Enteric Virus Levels in river water. *Wat Res* 1992;26(1):45-8.
33. Tani N, Dohi Y, Kurumatani N, Yonemasu K. Seasonal distribution of adenoviruses, enteroviruses and reoviruses in urban river water. *Microbiol Immunol* 1995;39:577-80.
34. Cho HB, Lee SH, Cho JC, Kim SJ. Detection of adenoviruses and enteroviruses in tap water and river water by reverse transcription multiplex PCR. *Can J Microbiol* 2000;46:417-24.
35. Genthe B, Gericke M, Bateman B, Mjoli N, Kfir R. Detection of Enteric Adenoviruses in South-African Waters Using Gene Probes. *Water Sci Technol* 1995;31:345-50.
36. Papapetropoulou M, Vantarakis AC. Detection of adenovirus outbreak at a municipal swimming pool by nested PCR amplification. *J Infect* 1998;36:101-3.
37. Castignolles N, Petit F, Mendel I, Simon L, Cattolico L, Buffet-Janvresse C. Detection of adenovirus in the waters of the Seine River estuary by nested-PCR. *Mol Cell Probes* 1998;12:175-80.
38. Chapron CD, Ballester NA, Fontaine JH, Frades CN, Margolin AB. Detection of astroviruses, enteroviruses, and adenovirus types 40 and 41 in surface waters collected and evaluated by the information collection rule and an integrated cell culture-nested PCR procedure. *Appl Environ Microbiol* 2000;66:2520-5.
39. Jiang S, Noble R, Chu W. Human adenoviruses and coliphages in urban runoff-impacted coastal waters of Southern California. *Appl Environ Microbiol* 2001;67(1):179-84.
40. Greening GE, Hewitt J, Lewis GD. Evaluation of integrated cell culture-PCR (C-PCR) for virological analysis of environmental samples. *J Appl Microbiol* 2002;93(5):745-50.
41. Van Heerden J, Ehlers MM, Van Zyl WB, Grabow WO. Incidence of adenoviruses in raw and treated water. *Water Res* 2003;37(15):3704-8.
42. Van Heerden J, Ehlers MM, Heim A, Grabow WO. Prevalence, quantification and typing of adenoviruses detected in river and treated drinking water in South Africa. *J Appl Microbiol* 2005; 99(2):234-42.
43. Van Heerden J, Ehlers MM, Van Zyl WB, Grabow WO. Prevalence of human adenoviruses in raw and treated water. *Water Sci Technol* 2004;50(1):39-43.
44. Jiang SC, Chu W. PCR detection of pathogenic viruses in southern California urban rivers. *J Appl Microbiol* 2004;97(1):17-28.

45. Lee C, Lee SH, Han E, Kim SJ. Use of cell culture-PCR assay based on combination of A549 and BGMK cell lines and molecular identification as a tool to monitor infectious adenoviruses and enteroviruses in river water. *Appl Environ Microbiol* 2004;70(11):6695-705.
46. Lee HK, Jeong YS. Comparison of total culturable virus assay and multiplex integrated cell culture-PCR for reliability of waterborne virus detection. *Appl Environ Microbiol* 2004;70:3632-6.
47. Lee SH, Lee C, Lee KW, Cho HB, Kim SJ. The simultaneous detection of both enteroviruses and adenoviruses in environmental water samples including tap water with an integrated cell culture-multiplex-nested PCR procedure. *J Appl Microbiol* 2005;98(5):1020-9.
48. Fong TT, Griffin DW, Lipp EK. Molecular assays for targeting human and bovine enteric viruses in coastal waters and their application for library-independent source tracking. *Appl Environ Microbiol* 2005;71(4):2070-8.
49. Haramoto E, Katayama H, Oguma K, Ohgaki S. Application of cation-coated filter method to detection of noroviruses, enteroviruses, adenoviruses, and torque teno viruses in the Tamagawa River in Japan. *Appl Environ Microbiol* 2005;71(5):2403-11.
50. Choi S, Jiang SC. Real-time PCR quantification of human adenoviruses in urban rivers indicates genome prevalence but low infectivity. *Appl Environ Microbiol* 2005;71(11):7426-7433.
51. Grabow WOK, Taylor MB, de Villiers JC. New methods for the detection of viruses: call for review of drinking water quality guidelines. *Water Sci Technol* 2001;43:1-8.
52. Lee SH, Kim SJ. Detection of infectious enteroviruses and adenoviruses in tap water in urban areas in Korea. *Water Res* 2002;36:248-56.
53. Heerden J, Ehlers MM, Vivier JC, Grabow WO. Risk assessment of adenoviruses detected in treated drinking water and recreational water. *J Appl Microbiol* 2005;99 (4):926 -33 2005;99:926-33.
54. Kukkula M, Arstila P, Klossner ML, Maunula L, Bonsdorff CHV, Jaatinen P. Waterborne outbreak of viral gastroenteritis. *Scand J Infect Dis* 1997;29:415-418.
55. Foy HM, Cooney MK, Hatlen JB. Adenovirus type 3 epidemic associated with intermittent chlorination of a swimming pool. *Arch Environ Health* 1968; 17:795-802.
56. Caldwell GG, Lindsey NJ, Wulff H, Donnelly DD, Bohl FN. Epidemic of adenovirus type 7 acute conjunctivitis in swimmers. *Am J Epidemiol* 1974;99:230-4.
57. D'Angelo LJ, Hierholzer JC, Keenlyside RA, Anderson LJ, Martone WJ. Pharyngoconjunctival fever caused by adenovirus type 4: report of a swimming pool-related outbreak with recovery of virus from pool water. *J Infect Dis* 1979;140:42-7.
58. Martone WJ, Hierholzer JC, Keenlyside RA, Fraser DW, D'Angelo LJ, Winkler WG. An outbreak of adenovirus type 3 disease at a private recreation center swimming pool. *Am J Epidemiol* 1980; 111:229-37.
59. Turner M, Istre GR, Beauchamp H, Baum M, Arnold S. Community outbreak of adenovirus type 7a infections associated with a swimming pool. *South Med J* 1987;80:712-5.
60. National Institute for Virology. *An outbreak of adenovirus conjunctivitis in the Cape Province*. Johannesburg: National Institute for Virology; 1988.
61. Van Heerden J, Ehlers MM, Grabow WO. Detection and risk assessment of adenoviruses in swimming pool water. *J Appl Microbiol* 2005;99(5):1256-64.
62. Harley D, Harrower B, Lyon M, Dick A. A primary school outbreak of pharyngoconjunctival fever caused by adenovirus type 3. *Commun Dis Intell* 2001;25(1):9-12.
63. Faustini A, Fano V, Muscillo M, Zaniratti S, La Rosa G, Tribuzi L, Perucci CA. An outbreak of aseptic meningitis due to echovirus 30 associated with attending school and swimming in pools. *Int J Infect Dis* 2006; 10(4):291-7.

64. La Rosa G, Muscillo M, Iaconelli M, Di Grazia A, Fontana S, Sali M, De Carolis E, Cattani P, Manzara S, Fadda G. Molecular characterization of human adenoviruses isolated in Italy. *New Microbiol* 2006;29(3):177-84.

# INDAGINE SU UN'EPIDEMIA DI MENINGITE ASETTICA DA ECHOVIRUS 30

Annunziata Faustini (a), Valeria Fano (a), Michele Muscillo (b), Stefania Zaniratti (c), Giuseppina La Rosa (b), Laura Tribuzi (d), Carlo A. Perucci (a)

(a) *Dipartimento di Epidemiologia, Azienda USL RME, Roma*

(b) *Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(c) *Istituto Nazionale di Malattie Infettive "Lazzaro Spallanzani", Roma*

(d) *Dipartimento materno infantile, Azienda USL RME, Roma*

## Introduzione

Un enterovirus può causare diverse sindromi, che vanno da quadri febbrili indifferenziati a meningiti franche e miocarditi. D'altra parte enterovirus differenti possono provocare la stessa sindrome. I virus identificati più frequentemente come causa di meningite sono Echovirus, Coxsackie A e Coxsackie B (1). La meningite da echovirus può essere sporadica o epidemica, ma dal 1962, quando la malattia è stata associata con l'echovirus 30, epidemie di meningite causate da questo virus sono state riportate sempre più frequentemente in diversi paesi: USA (2), Taiwan (3), Turchia (4) e molti paesi europei tra cui Svizzera (5), Germania (6), Bielorussia (7), Romania (8), Belgio (9), Francia (10).

Gli enterovirus sono abitualmente trasmessi da persona a persona per via oro-fecale; per l'echovirus è stata riportata anche la trasmissione familiare con picchi di attacco secondario fino a 43% (11). Tuttavia, dopo il loro isolamento in acque superficiali (4) e nelle acque di un lago in cui si erano bagnati i casi coinvolti in una epidemia (12), alcuni autori hanno ipotizzato una via indiretta di trasmissione per gli enterovirus. Altri autori hanno dimostrato una associazione tra malattie da echovirus e acque superficiali usate a scopo ricreativo (12-15), ma l'evidenza circa la via di trasmissione durante episodi epidemici che coinvolgono l'esposizione ad acqua superficiale è ancora limitata.

Nel Lazio, l'incidenza media annua di meningo-encefalite virale nel periodo 1995-1999, è stata di 1,3 casi / 100000 residenti con 66,7 nuovi casi per anno; non è stato osservato alcun trend nel periodo. La percentuale di casi sotto i 15 anni era di 69,1% fino al 1997; successivamente si è ridotta a un valore medio annuo di 42,8%. Un trend stagionale è stato osservato nel 1995 con la maggior parte dei casi (62,9%) durante il periodo estate-autunno; il trend si è modificato nel 1997 quando la maggior parte dei casi (62%) sono stati riportati nel periodo inverno-primavera.

Nessun cluster è stato segnalato nella regione Lazio dal 1995 alla fine del 1997, quando sono stati notificati quattro casi di meningite da enterovirus a Roma tra i bambini che frequentavano una stessa scuola, qui denominata A, tra il 27 ottobre e il 10 novembre. Ventidue giorni dopo l'ultimo caso nella scuola A, altri due casi sono stati riportati nell'arco di 24 ore in un'altra scuola, qui denominata B, situata nello stesso quartiere. Riportiamo in questo lavoro lo studio intrapreso per definire l'entità della epidemia, identificare i fattori di rischio per il contagio e le modalità di trasmissione.

## Metodi

### Questionari

Un questionario è stato somministrato ai genitori dei bambini che frequentavano le scuole A e B per raccogliere informazioni sui sintomi comparsi dal 1° ottobre fino al 18 dicembre, in modo da includere un intervallo di tempo che va da 25 giorni prima dell'esordio del primo caso a 10 giorni dopo l'esordio dell'ultimo caso. Considerato che il periodo di incubazione dura in media 2-15 giorni, questo intervallo di osservazione ci consente di individuare due generazioni di infezione precedenti la diagnosi del primo caso e una generazione di infezione successiva all'ultimo caso. I dati clinici sono stati ottenuti dalle cartelle cliniche per i bambini ricoverati in ospedale. Le domande del questionario riguardavano la frequenza di palestre, piscine, gruppi scout e luoghi di culto, precedenti contatti con malati di meningite, la partecipazione a eventi sociali o viaggi, e la residenza. I questionari sono stati somministrati da personale sanitario nella prima metà di novembre nella scuola A e nella prima metà di dicembre nella scuola B.

### Definizioni di caso

Un caso di sindrome meningitica è stato definito come un bambino che frequentava una delle due scuole e che presentava, sintomi quali febbre, mal di testa e vomito, in presenza o in assenza di rigidità nucale, nel periodo in studio. Un caso di altre sindromi da enterovirus è stato definito come un bambino che frequentava una delle due scuole e che presentava sintomi coerenti con una patologia da enterovirus nel periodo in studio, ad esclusione dei sintomi suggestivi di localizzazione meningea. Nel secondo gruppo erano inclusi i bambini che presentavano sintomi respiratori (febbre e tosse o faringite), i bambini che presentavano sintomi gastrointestinali (febbre e diarrea o vomito) e i bambini che presentavano sintomi aspecifici (febbre più almeno un altro sintomo tra malessere, mal di testa, nausea, crampi addominali). Tutti i bambini asintomatici che frequentavano le scuole A e B sono stati inclusi nell'analisi come controlli. I bambini sintomatici che non rispondevano ad alcuna delle definizioni di caso sono stati esclusi dall'analisi.

### Test di laboratorio

Campioni di liquor cerebro-spinale (LCS), sangue e feci sono stati prelevati nei bambini ospedalizzati. Tutti i campioni biologici sono stati sottoposti a coltura in uno stesso laboratorio. I campioni biologici sono stati inoculati in fibroblasti umani (MRC 5-ATCC) e in cellule renali di scimmia (Vero and BGM-ATCC) (16). Tutte le colture che presentavano segni di effetti citopatici sono state inoculate tre volte nella stessa linea cellulare. Ciascun virus è stato testato contro un set di antisieri specifici per virus Polio, Coxsackie A9, B1, B2, B3, B4, B5 and B6 e singoli Echovirus (17). Gli enterovirus sono stati caratterizzati a livello molecolare presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) mediante un panel di RT-PCR test sia in regioni 5' non-codificanti che in regioni VP1 codificanti, utilizzando primers di riferimento (18) e primers preparati in laboratorio (dati non riportati).

Nel dicembre 1997, campioni di acqua sono stati prelevati, alla fine di un normale giorno di attività, in due piscine, qui denominate X e Y, frequentate da alcuni bambini. Dopo aver concentrato i campioni su membrana, gli acidi nucleici sono stati estratti, purificati e conservati a -80 °C fino al momento dell'analisi. Il metodo della RT-PCR è stato utilizzato per la ricerca di

virus epatite A, enterovirus, rotavirus e reovirus; la PCR è stata utilizzata per la ricerca degli adenovirus 40 e 41.

## Analisi statistica

Sono stati stimati i tassi attesi di incidenza per ciascuna scuola come i tassi si sarebbero osservati se i bambini che frequentavano le scuole avessero contratto la meningite con la stessa frequenza osservata nella popolazione regionale sotto i 15 anni, nel periodo 1996-1997.

Tutti i casi di sindrome meningitica sono stati confrontati con i controlli usando la regressione logistica (19). Sono stati calcolati gli Odds Ratios (OR) grezzi e aggiustati con i rispettivi intervalli di confidenza al 95% (95% IC), per i fattori di rischio. Il modello finale includeva la frequenza di piscina e di palestra come esposizioni principali, aggiustati per età e sesso. Scuola ed età erano altamente correlati, quindi solo l'età è stata inclusa nel modello finale. È stato utilizzato il programma STATA (versione 7) (20).

## Risultati

I genitori di 446 bambini (80%) hanno risposto al questionario, 92% (146/158) nella scuola A (età media dei bambini tra 3 e 10 anni) e 75% (300/398) nella scuola B (età media di bambini e ragazzi tra 6 e 13 anni). Venti bambini rispondevano alla definizione di caso di sindrome meningea e 48 rispondevano alla definizione di caso di altre sindromi da enterovirus. La curva epidemica mostrava picchi fino a cinque casi per settimana nella scuola A.

L'intervallo di tempo medio tra i casi di sindrome meningea era di 1,9 giorni nella scuola A e di 3 giorni nella scuola B, con un intervallo di 17 giorni tra i casi delle due scuole.

## Casi di sindrome meningitica

Dei 20 bambini identificati come casi di sindrome meningitica 17 frequentavano la scuola A, (tasso d'attacco = 10,8%) e 3 la scuola B (tasso d'attacco = 0,8%). I sintomi includevano febbre, mal di testa e vomito in tutti i casi. Il decorso clinico è stato rapido, con guarigione completa in 3 - 20 giorni per tutti i casi. Solo sei casi sono stati ricoverati in ospedale e sottoposti a puntura lombare. L'esame del LCS ha portato a risultati molto diversi: il primo e l'ultimo caso presentavano una elevata pleiocitosi neutrofila (820 e 1400 cellule/mm<sup>3</sup>) mentre una pleiocitosi più lieve è stata osservata in un altro caso (150 cellule/mm<sup>3</sup>). Gli enterovirus sono stati isolati nel liquor di quattro casi e nelle feci di tutti i sei bambini ricoverati. Tutti gli enterovirus isolati nei 4 casi della scuola A sono stati identificati come echovirus 30, ceppo prototipo DR/Roma97 (Numero d'accesso AJ295172), quelli isolati nei due casi della scuola B sono stati identificati come echovirus 30 ceppo prototipo C/Roma97 (Numero d'accesso AJ295171). I due ceppi divergevano dello 0,7% per gli amino-acidi e del 5,3% per l'identificazione dei nucleotidi quando confrontati per la regione VP1 del capsido.

I campioni di feci sono risultati negativi nei quattro i casi di sindrome meningitica che sono stati sottoposti al test ma non sono stati ricoverati.

Dei sei casi ricoverati in ospedale, cinque erano maschi, tutti avevano una età superiore ai 5 anni. Quattro bambini frequentavano la scuola A, tre di loro la stessa classe; i due bambini della scuola B erano compagni di banco. Tre dei quattro bambini che frequentavano una piscina, andavano alla piscina X (Tabella 1).

**Tabella 1. Caratteristiche dei sei casi di meningite nelle scuole A e B, ricoverati in ospedale. Roma, 1997**

Data di insorgenza	Età (anni)	Sesso	Scuola	Classe	Piscina	Materiale biologico analizzato			Tipizzazione virale
						LCS	sangue	feci	
26 ott	6	F	A	prima	X	pos	neg	pos	Echovirus 30
5 nov	9	M	A	quarta <sup>a</sup>	X	pos	neg	pos	Echovirus 30
6 nov	8	M	A	quarta	Y	neg	na <sup>b</sup>	pos	Echovirus 30
10 nov	9	M	A	quarta <sup>a</sup>	-	pos	neg	pos	Echovirus 30
2 dic	6	M	B	prima <sup>a</sup>	-	neg	na <sup>b</sup>	pos	Echovirus 30
3 dic	6	M	B	prima <sup>a</sup>	X	pos	neg	pos	Echovirus 30

<sup>a</sup> compagni di banco

I bambini che avevano presentato una sindrome meningitica era più probabile che avessero frequentato la scuola A (OR grezzo = 14,93; 95% IC = 4,28-52,10), avessero frequentato una qualunque piscina (OR aggiustato = 3,85; 95% IC = 1,48-10,04), avessero frequentato la piscina X; la frequenza della piscina X rappresentava un fattore di rischio rispetto al non frequentarla, cioè non frequentare nessuna piscina o frequentarne altre (OR aggiustato = 13,38; 95% IC = 2,72-65,83), e rappresentava un fattore di rischio rispetto alla frequenza di altre piscine tra i nove bambini che frequentavano una qualunque piscina; (OR aggiustato = 8,31; 95% IC = 1,10-62,60). I bambini più piccoli avevano una probabilità più elevata di sindrome meningitica (OR aggiustato = 3,60; 95% IC = 1,28-10,16). Nessuna associazione significativa è stata osservata per il sesso, l'aver frequentato piscine diverse dalla X, l'aver frequentato palestre o gruppi scout, il frequentare luoghi di culto e l'abitare nello stesso palazzo di un caso (Tabella 2).

Due bambini asintomatici avevano avuto contatti esterni alla scuola, con un caso di encefalite di eziologia non ben definita. Nessun bambino aveva partecipato a feste in famiglia o a eventi sociali o aveva fatto viaggi nel mese precedente l'insorgenza del primo caso.

**Tabella 2. Fattori di rischio per la sindrome meningitica. Roma, 1997.**

Variabile	Casi di sindrome meningitica n. <sup>a</sup>	Popolazione scolastica sana (controlli) n. <sup>b</sup>	OR grezzo	95% IC	OR aggiustato <sup>c</sup>	95% IC
<b>Scuola</b>						
B	3 (2)	253	1,0	-	-	-
A	17 (4)	96	14,93	4,28 - 52,10	-	-
<b>Età (anni)</b>						
2-5	7(0)	46	3,54	1,34 9,32	3,60	1,28 - 10,16
6-10	13 (6)	302	1,0	-	-	-
m.i.	-	1	-	-	-	-
<b>Sesso</b>						
femminile	8 (1)	168	1,0	-	-	-
maschile	12 (5)	181	1,39	0,56 - 3,49	1,55	0,60 - 4,01
<b>Palestra</b>						
no	15 (3)	215	1,0	-	-	-
si	5 (3)	96	0,75	0,26 - 2,11	1,47	0,48 - 4,45
m.i.	-	38	-	-	-	-
<b>Qualunque piscina</b>						
no	11 (2)	230	1,0	-	-	-
si	9 (4)	85	2,21	0,87 - 5,53	3,85	1,48 - 10,04
m.i.	-	34	-	-	-	-

segue

*continua*

Variabile	Casi di sindrome meningitica n. <sup>a</sup>	Popolazione scolastica sana (controlli) n. <sup>b</sup>	OR grezzo	95% IC	OR aggiustato <sup>c</sup>	95% IC
<b>Piscina X</b>						
no	17 (3)	303	1,0	-	-	-
si	3 (3)	12	4,46	1,15 - 17,29	13,38	2,72 - 65,83
m.i.	-	34	-	-	-	-
<b>Piscine diverse dalla X</b>						
no	14 (5)	242	1,0	-	-	-
si	6 (1)	73	1,42	0,43 - 4,11	-	-
m.i.	-	34	-	-	-	-
<b>Piscina frequentata</b>						
altre	6 (1)	73	1,0	-	-	-
piscina X	3 (3)	12	3,04	0,67 - 13,83	8,31	1,10 - 62,60
<b>Gruppi scout</b>						
no	18 (5)	289	-	-	-	-
si	0	22	infinito	-	-	-
m.i.	2 (1)	38	-	-	-	-
<b>Luoghi di culto</b>						
no	16 (5)	293	1,0	-	-	-
si	2 (1)	24	1,53	0,33 - 7,03	-	-
m.i.	2	32	-	-	-	-
<b>Abitazione sita nello stesso edificio di un caso</b>						
no	6 (6)	123	1,0	-	-	-
si	14 (0)	225	1,28	0,48 - 3,40	-	-
m.i.	-	1	-	-	-	-

m.i. = manca informazione.

<sup>a</sup> In parentesi è riportato il numero di bambini positivi per echovirus 30.<sup>b</sup> Sono stati esclusi i bambini con altri quadri sindromici da enterovirus e quelli che presentavano almeno uno dei sintomi maggiori o più sintomi minori.<sup>c</sup> OR aggiustato per età, sesso, frequenza di palestra e di piscina. Le covariate "qualunque piscina" e "piscina X" non sono state incluse simultaneamente nello stesso modello.

## Casi di altre sindromi da enterovirus

Quarantotto casi, 19 nella scuola A (tasso d'attacco = 12%) e 29 nella scuola B (tasso d'attacco = 10%), hanno presentato altre sindromi da enterovirus, con sintomi gastrointestinali (13 casi), respiratori (29 casi), e aspecifici (6 casi) (Tabella 3).

I campioni di feci prelevati da 14 bambini erano negativi, con l'eccezione di due bambini della scuola A: una bambina di 5 anni con febbre e malessere, era positiva per i rhinovirus e un bambino di 5 anni con sintomi respiratori era positivo per l'echovirus 3.

Ventinueve bambini per i quali i genitori avevano riportato sintomi ma che non rispondevano alla definizione di caso sono stati esclusi dall'analisi. Sono stati analizzati come controlli 349 bambini, 96 dalla scuola A e 253 dalla scuola B. Campioni di feci sono stati raccolti da 23 bambini asintomatici, che hanno accettato di effettuare il test. Tutte le colture virali sono risultate negative.

## Analisi ambientali

L'analisi dei campioni d'acqua delle piscine sono risultate negative per tutti i virus testati.

**Tabella 3. Distribuzione dei sintomi nei casi di sindrome meningea e negli altri quadri sindromici da enterovirus. Roma, 1997**

Sintomi e sindromi	Sindrome meningitica (n. 20)	Altre sindromi da enterovirus (n. 48)
<i>Sintomi</i>		
febbre	20	48
mal di testa	20	8
vomito	20	10
rigidità nucale	3	--
diarrea	1	6
nausea	6	8
dolore addominale	2	10
tosse	2	15
faringite	6	25
fotofobia	3	1
esantema	--	--
shock	--	--
<i>Sindromi</i>		
meningitica <sup>a</sup>	20	--
febbre, mal di testa e vomito	--	--
gastroenterica <sup>b</sup>	--	13
febbre e diarrea	--	4
febbre e vomito	--	7
febbre, diarrea e vomito	--	2
<i>Respiratoria</i> <sup>c</sup>	--	29
febbre e tosse	--	4
febbre e faringite	--	18
febbre, tosse e faringite	--	7
<i>Aspecifica</i> <sup>d</sup>		6

<sup>a</sup> tre bambini hanno presentato rigidità nucale e altri tre fotofobia.

<sup>b</sup> i bambini qui inclusi non hanno presentato sintomi respiratori ad eccezione di 3 che hanno presentato febbre, vomito e tosse e di un 1 che ha presentato febbre, diarrea e tosse.

<sup>c</sup> i bambini qui inclusi non hanno presentato sintomi gastroenterici ad eccezione di 1 che ha presentato febbre, faringite, tosse e vomito.

<sup>d</sup> febbre con malessere o mal di testa o nausea o crampi addominali.

## Discussione

Nell'evento epidemico di meningite virale che abbiamo presentato è possibile distinguere due fasi: la prima dal 10 ottobre al 10 novembre riguarda la scuola A con 17 casi e la seconda iniziata a distanza di 17 giorni dalla prima riguarda la scuola B con tre casi.

Il primo problema da discutere è se si sia trattato di una epidemia. Il modesto numero di casi depone contro questa ipotesi, anche se sono riportate in letteratura epidemie di meningiti virali con un ridotto numero di casi (2, 3, 6, 15, 21, 22). D'altra parte, il numero di casi osservati rispetta la definizione di epidemia adottata in Italia di almeno due casi associati ad una stessa esposizione. Inoltre, i tassi d'attacco della sindrome meningitica supportano l'ipotesi di un evento epidemico anche in base alla definizione più specifica di epidemia, che prevede una incidenza osservata più alta di quella attesa nella popolazione studiata che condivide una stessa esposizione. L'incidenza attesa è stata stimata in 0.01 casi per 100,000 nella scuola A e di 0.02 casi per 100,000 nella scuola B. Anche l'assenza di altre segnalazioni tra l'ottobre e il dicembre 1997, da parte delle scuole della città, che erano state allertate su questo problema supporta l'ipotesi che quello osservato fosse un reale evento epidemico.

La seconda domanda cui rispondere è se i casi appartengono ad uno stesso evento epidemico. L'intervallo di 17 giorni intercorso tra i casi delle due scuole e l'aver isolato virus diversi dall'echovirus 30 in due casi di altre sindromi contraddice l'ipotesi di una stessa epidemia. I 17 giorni rappresentano un intervallo di tempo molto più lungo rispetto ai periodi di incubazione media osservati nelle scuole, 1.9 giorni nella A e 3 giorni nella B; l'intervallo di tempo è persino più lungo del periodo di incubazione che comunemente riportato per gli enterovirus, che è di 2-15 giorni (1). D'altra parte tra i 79 casi di meningo-encefalite riportati in tutta la regione nel 1997, 19 si sono verificati in autunno, 11 in bambini sotto i 15 anni, sei dei quali sono i casi delle scuole A e B. Alla luce di questi dati, l'identificazione dell'echovirus 30 nei casi di entrambe le scuole supporta fortemente l'ipotesi di una stessa epidemia. Le differenze osservate tra i due ceppi virali possono essere interpretate come variazioni entro uno stesso gruppo genetico piuttosto che come l'esistenza di due sierotipi strettamente correlati (23).

Il tempo intercorso tra le due serie di infezioni sintomatiche potrebbe essere spiegato dal ruolo che i bambini infetti e asintomatici possono aver sostenuto nella trasmissione dell'infezione. Inoltre, anche se il periodo di incubazione è definito in 2-15 giorni, i pazienti sintomatici rimangono potenzialmente infettanti fino a un mese dopo l'esordio dei sintomi. Quindi l'ipotesi di una stessa epidemia è plausibile, anche se non siamo stati in grado di identificare esattamente i punti di contatto tra i casi delle due scuole.

L'analisi dei fattori di rischio ha mostrato una associazione della sindrome meningitica con l'aver frequentato la scuola A e la piscina X. Tuttavia la frequenza di una qualunque piscina spiega meno del 50% dei casi e la curva epidemica non suggerisce esposizioni comuni. Inoltre, non abbiamo isolato il virus nei campioni d'acqua delle piscine e non abbiamo informazioni sulle modalità di clorazione nelle piscine durante il periodo in studio.

Una possibile conclusione in base ai nostri dati è che la trasmissione da persona a persona si sia verificata in luoghi differenti: una piscina e alcune classi. Infatti, quattro bambini infetti sedevano, in coppia, nello stesso banco, mentre tre casi di entrambe le scuole frequentavano la piscina X. In modo simile, nello studio di Hawley il contagio da persona a persona poteva spiegare l'evento epidemico, anche se l'echovirus era stato isolato nelle acque del lago (12). In un altro studio, la frequenza di una piscina era associata con l'infezione sintomatica da virus di Norwalk, ma l'epidemia non mostrava il picco abituale tipico della esposizione comune e nessun virus è stato isolato dall'acqua (24). In altri cinque studi che riportavano una associazione tra malattie da enterovirus e acqua superficiale, sia acque naturali (12, 14, 25) che acqua di piscina (24, 26), non è stata possibile alcuna conclusione rispetto al modo di trasmissione. L'aver isolato gli enterovirus da acque naturali (4) ha confermato la possibilità che le persone che vi si sono bagnate possano aver contaminato le acque, ma questo non è sufficiente a spiegare se l'acqua può agire come un veicolo di infezione virale. Le conoscenze correnti che attribuiscono agli enterovirus una trasmissione interumana potrebbero spiegare il numero limitato di casi osservato nella maggior parte delle epidemie, inclusa quella qui riportata.

Non abbiamo considerato tra i fattori di rischio né il contatto con animali domestici, perché essi non vengono infettati dagli enterovirus umani (27), né l'acqua o gli alimenti consumati a scuola, perché la curva epidemica non depone per una esposizione comune.

La definizione di caso che abbiamo usato in questo studio per la sindrome meningitica è stata scelta con l'obiettivo di identificare i casi clinici di meningite tra i bambini che non sono stati ricoverati in ospedale. La definizione clinica ha incluso i sintomi più importanti che suggeriscono patologie meningee o intracraniche nei bambini (28) ovvero la febbre, il mal di testa, il vomito, ma la rigidità nucale non è stata considerata come segno indispensabile. I nostri casi di sindrome meningitica presentavano tutti i sintomi, ma i segni of irritazione meningea sono stati riportati solo in tre dei casi confermati. Una possibile spiegazione è che i medici che

hanno visitato i bambini non abbiano controllato sempre i bambini sintomatici per la presenza di irritazione meningea, forse perché non hanno posto il sospetto diagnostico di meningite. Questa possibilità è molto concreta e comprensibile, perché quadri lievi di febbre, mal di testa e vomito non sempre sono predittivi di meningite, specialmente nei bambini (28, 29) e perché il decorso clinico della meningite virale è molto rapido e presenta risoluzione spontanea (27). D'altra parte, la rigidità nucale può essere interamente assente nei bambini più piccoli (29); persino tra i casi adulti di meningite da echovirus 30 la rigidità nucale, anche se inclusa nella definizione di caso, è riportata in una variabile proporzione di pazienti da 0% (5, 6) a 32% (21) a 71% (3).

Infine, i segni di irritazione meningea, benché siano fortemente suggestivi di meningite, non sono patognomonicamente e il loro valore predittivo positivo può essere basso; tra 326 pazienti visitati in dipartimento di emergenza meno di 15 hanno presentato segni di irritazione meningea, anche se il 30% ha avuto una meningite batterica e il 13% ha avuto una meningite asettica (30).

Non abbiamo potuto includere nella definizione di caso di meningite la positività alla coltura per enterovirus o la pleiocitosi nel LCS, perché la puntura lombare non è stata effettuata in tutti i bambini con sospetto diagnostico di meningite, probabilmente per il decorso clinico molto lieve, la rapida risoluzione spontanea dei sintomi e l'età dei pazienti. Questo è un limite importante della nostra definizione. D'altra parte, l'isolamento del virus in indagini precedenti su epidemie di meningite asettica variava dall'80% al 19% in campioni fecali (1), e dall'80% al 9% nel liquor (21). Infine l'inclusione di casi non confermati, benché rischi di includere i falsi positivi, è legittima nel contesto di un *cluster* di bambini sintomatici (31-33).

La definizione di caso per le altre sindromi da enterovirus è stata finalizzata a includere tutti i possibili quadri clinici attribuibili agli enterovirus per meglio seguire la dinamica dell'infezione, e in considerazione del fatto che uno stesso virus può provocare sindromi differenti. Nonostante la definizione di caso che abbiamo adottato è stata utilizzata in altri studi (13, 24) e nonostante in questi studi la proporzione di casi delle diverse sindromi è stessa che abbiamo trovato qui (40% di sindrome meningitica e 60% di altre sindromi da enterovirus), la definizione di altre sindromi da enterovirus nella nostra esperienza, ha dato adito a dubbi circa la reale capacità di individuare i casi dovuti a enterovirus. I sintomi erano troppo aspecifici e non è stato provato che i casi facessero parte della dell'epidemia di echovirus 30; nei due casi in cui si è avuto isolamento virale infatti le analisi di laboratorio deponevano per il contrario. Inoltre, l'incidenza di casi delle diverse sindromi differisce tra le scuole; la sindrome meningitica è molto più alta nella scuola A (10,8%) che nella scuola B (0,8%), mentre l'incidenza delle altre sindromi è molto simile nelle due scuole (12% nella scuola A e 9,6% nella scuola B). Sulla base di queste considerazioni abbiamo deciso di non effettuare l'analisi dei rischi per il gruppo delle altre sindromi da enterovirus.

Abbiamo arruolato 349 bambini asintomatici come controlli, ma solo 23 di loro hanno accettato di effettuare l'esame delle feci. La letteratura scientifica riporta che fino al 90% delle infezioni possono essere asintomatiche (11), ma la prevalenza di infezioni asintomatiche nei bambini è riportata tra il 5% e il 15% (21). Di conseguenza, anche ipotizzando una bassa prevalenza di infezione nella nostra regione, bambini infetti possono essere stati inclusi tra i controlli. Questa forma di misclassificazione potrebbe aver ridotto le differenze tra bambini sintomatici e asintomatici rispetto alla esposizione comportando una sottostima del rischio.

Si può concludere che si è verificata una epidemia di meningite, dovuta ad infezione da echovirus 30 associata alla frequenza scolastica e alla frequenza di una piscina. Sulla base delle caratteristiche epidemiologiche, abbiamo ipotizzato che si sia verificata una trasmissione da persona a persona nella piscina X e in alcune classi.

## Bibliografia

1. Modlin JF. Coxsackieviruses, Echoviruses and newer Enteroviruses. In: Mandell GL, Bennet JE, Dolin R (Ed). *Principles and Practice of Infectious Diseases*. New York: Ed. chill Livingstone; 2000. p. 1620-36.
2. Centres for Diseases Control. Outbreaks of aseptic meningitis associated with Echoviruses 9 and 30 and preliminary surveillance reports on Enterovirus activity - United States, 2003. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2003;52:761-4.
3. Kao CH, Lee SS, Liu YC, Yen MY, Chen YS, Wan SR *et al*. Outbreak of aseptic meningitis among adults in southern Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect* 2003;36:192-6.
4. Ozkaya E, Hizel K, Uysal G, Akman S, Terzioglu S, Kuyucu N. An outbreak of aseptic meningitis due to echovirus type 30 in two cities of Turkey. *Eur J Epidemiol* 2003;18:823-6.
5. Schumacher JD, Chuard C, Renevey F, Matter L, Regamey C. Outbreak of Echovirus 30 meningitis in Switzerland. *Scand J Infect Dis* 1999;31:539-42.
6. Reintjes R, Pohle M, Vieth U, Lytikainen O, Timm H, Schreier E *et al*. Community-wide outbreak of enteroviral illness caused by Echovirus 30: a cross-sectional survey and a case-control study. *Pediatr Infect Dis J* 1999;18:104-8.
7. Amvrosieva TV, Titov LP, Mulders M, Hovi T, Dyakonova OV, Votyakov *et al*. Viral water contamination as a cause of aseptic meningitis outbreak in Belarus. *Centr Eur J Public Health* 2001;9: 154-7.
8. Cernescu C, Tardei G, Ruta S, Bleotu C, Alexiu I, Jucu V. An outbreak of aseptic meningitis due to ECHO 30 virus in Romania during the 1999 summer. *Rom J Virol* 1999;50:99-106.
9. Thoelen I, Lemey P, Van Der Donck I, Beuselinck K, Lindberg AM, Ranst M. Molecular typing and epidemiology of enteroviruses identified from an outbreak of aseptic meningitis in Belgium during the summer of 2000. *J Med Virol* 2003;70:420-9.
10. Chomel JJ, Antona D, Thouvenot D, Lina B. Three Echovirus serotypes responsible for outbreak of aseptic meningitis in Rhone-Alpes region, France. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2003;22:191-3.
11. Collier L, Balows A, Sussman M. Topley and Wilson's. *Microbiology and microbial infection*. IX Arnold edition; 1998.
12. Hawley HB, Morin DP, Geraghty ME, Tomkow J, Phillips CA. Coxsackievirus B epidemic at a boy's summer camp. *JAMA* 1973;226:33-36.
13. D'Alessio DJ, Minor TE, Allen CI, Tsiatis AA, Nelson DB. A study of the proportions of swimmers among well controls and children with Enterovirus-like illness shedding or not shedding an Enterovirus. *Am J Epidemiol* 1981;113:533-41.
14. Dente FA, Blanchollun E, Delicnierex A, Flamen P. Coxsackievirus A16 infection from lake water. *JAMA* 1974; 228:1370-1.
15. Kee F, McElroy G, Steward D, Coyle P, Watson J. A community outbreak of Echovirus infection associated with an outdoor swimming pool. *J Pub Health Med* 1994;16:145-8.
16. Rotbart HA, Romero JR. Laboratory diagnosis of enteroviral infections. In: Rotbart HR (Ed.). *Human Enterovirus infections*. Washington DC: American Society for Microbiology; 1995. p. 401-18.
17. Grandien M, Forsgren M, Ehrnst A. Enterovirus. In: Lennette EH, Lennette DA and Lennette ET. *Diagnostic procedures for viral, rickettsial and chlamydial infections*. 7<sup>th</sup> ed. Washington DC: American Public Health Association; 1995. p.279-97.

18. Capman NM, Tracy S, Gauntt CJFU. Molecular detection and identification of Enteroviruses using enzymatic amplification and nucleic acid hybridization. *J Clin Microbiol* 1990;28:843-50.
19. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley & sons; 1989.
20. Stata corp. Stata Statistical Software: Release 5.0 College Station, 1997 TX: Stata Corporation
21. Kaplan GJ, Clare PS, Bender TR, Feltz ET, List-Young B, Nevius E et al. Echovirus type 30 meningitis and related febrile illness: epidemiologic study of an outbreak in an Eskimo community. *Am J Epidemiol* 1970;92:257-65.
22. Mohle-Boetani JC, Matkin C, Pallansch M, Helfand R, Fenstersheib M, Blanding JA et al. Viral meningitis in child care center staff and parents: an outbreak of echovirus 30 infections. *Public Health Rep* 1999;114:249-56.
23. Oberste MS, Maher K, Kennett ML et al. Molecular epidemiology and genetic diversity of echovirus type 30 (E30): genotypes correlate with temporal dynamics of E30 isolation. *J Clin Microbiol* 1999; 37:3928-33.
24. Kappus KD, Marks JS, Holman RC, Kennicott Bryant J, Baker C, Gary W et al. An outbreak of Norwalk gastro-enteritis associated with swimming in a pool and secondary person-to-person transmission. *Am J Epidemiol* 1982;116:834-39.
25. Wenner HA, Abel D, Olson LC, Burry VF. A mixed epidemic associated with Echovirus types 6 and 11. *Am J Epidemiol* 1981;114:369-78.
26. Lanaway DD, Brokman R, Dolan GJ, Cruz-Uribe F. An outbreak of an Enterovirus-like illness at a community wading pool: implications for public health inspection programs. *AJPH* 1989;79:889-90.
27. Dowrsett EG. Human enteroviral infections. *J Hosp infect* 1988;11:103-15.
28. Levy M, Wang E, Fried D. Diseases that mimic meningitis. *Clin Ped* 1990;29:254-5;258-261.
29. Geiseler PJ, Nelson KE. Bacterial meningitis without clinical signs of meningeal irritation. *S Med J* 1982;75:448-50.
30. Oostenbrink R, Moons KG, Theunissen CC, Derksen-Lubsen G, Grobbee DE, Moll HA. Signs of meningeal irritation at the emergency department: how often bacterial meningitis? *Pediatr Emerg Care* 2001;17:161-4.
31. Cushing AH. Necrotizing enterocolitis with *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin. *Pediatrics* 1983; 71:626-30.
32. Han VKM, Sayed H, Change GW et al. An outbreak of *Clostridium difficile* necrotizing enterocolitis: a case for oral vancomycin therapy? *Pediatrics* 1983;71:935-41.
33. Gaynes R, Palmer S, Martone WJ et al. The role of host factors in an outbreak of necrotizing enterocolitis. *Am J Dis Child* 1984;138:1118-20.

## AGENTI DISINFETTANTI NELLE ACQUE DI PISCINA: RISCHIO CHIMICO

Emanuele Ferretti, Giovanni Citti

*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

I principali rischi associati all'uso ricreativo dell'acqua sono stati indicati espressamente dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e riuniti in 3 tipi diversi: rischi fisici, rischi microbici e rischi chimici (1). Questi ultimi sono correlati all'esposizione a composti chimici presenti nelle acque di piscina, la cui origine è imputabile a inquinanti presenti nell'acqua di approvvigionamento della stessa piscina, a contaminanti introdotti dagli stessi utenti dell'impianto natatorio e a sostanze chimiche impiegate volontariamente per il trattamento dell'acqua della piscina (agenti disinfettanti, alghicidi, ecc.).

Per il controllo del rischio biologico negli impianti natatori vengono, infatti, impiegati prodotti chimici disinfettanti il cui fine è la disinfezione delle acque per limitare la crescita di microrganismi, quali virus, batteri, alghe, muffe e protozoi.

Di seguito vengono esaminati i rischi legati all'esposizione ai disinfettanti, e ai loro sottoprodotti (disinfection by-products - DBPs), da utilizzare in Italia per le acque delle piscine ad uso ricreativo (2).

Si descrivono quindi i principi della disinfezione chimica, i comportamenti dei disinfettanti in acqua di piscina, il loro meccanismo di azione.

### Cinetica della disinfezione chimica

La disinfezione chimica è una reazione biologica di tipo catabolico e la velocità di rimozione dei microrganismi segue una cinetica del 1° ordine descritta dalla seguente equazione che regola tutti i processi di disinfezione

$$N = N_0 \cdot e^{-k_1 \cdot t} \quad [1]$$

dove  $N_0$  rappresenta il numero di microrganismi iniziali,  $N$  è il numero di microrganismi sopravvissuti dopo un certo tempo "t" di contatto con l'agente disinfettante espresso in minuti e  $k_1$  rappresenta la costante specifica di velocità della reazione di 1° ordine riferita al particolare disinfettante impiegato. Dalla [1] si può dedurre che all'aumentare del tempo di contatto "t" il numero  $N$  di microrganismi rimasti diminuisce gradualmente e si annulla per un periodo di contatto "t" molto prolungato; in particolare dalla [1], noto il valore di  $k_1$  calcolato sperimentalmente per un particolare microrganismo e il numero di microrganismi inizialmente presenti, si può calcolare il numero di microrganismi sopravvissuti dopo un certo tempo "t" di contatto con il disinfettante.

A sua volta la concentrazione "C" (mg/L) di agente disinfettante è correlata al tempo di contatto "t" (in minuti) stabilito e necessario per la eliminazione dei microrganismi, dall'equazione

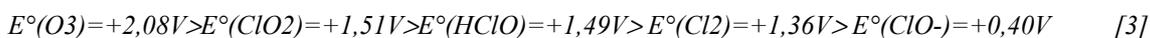
$$K = C \cdot n \cdot t \quad [2]$$

in cui  $K$  è un valore costante, specifico del microrganismo considerato, dipendente da definite condizioni di temperatura e pH e dalla natura del mezzo da trattare, ed “ $n$ ” è un coefficiente di diluizione molto prossimo ad 1.

## Disinfettanti

La disinfezione è fondamentalmente un processo di ossidazione ad opera di sostanze chimiche che disattiva o elimina microrganismi indicatori o organismi patogeni.

Il potere ossidante di una specie chimica, vale a dire la sua capacità di sottrarre elettroni ad un'altra specie chimica, è misurato dal valore del suo  $E^\circ$  (potenziale standard di riduzione), nel senso che ad un valore di  $E^\circ$  più alto corrisponde un potere ossidante maggiore; pertanto, osservando la seguente serie decrescente di valori di  $E^\circ$  [3], riferiti agli agenti disinfettanti di nostro interesse, possiamo per confronto individuare agevolmente l'ossidante più energico.



La disinfezione può essere eseguita tramite agenti chimici o fisici. La disinfezione chimica si realizza principalmente tramite l'impiego di reagenti chimici tradizionali con forti proprietà ossidanti, quali il cloro ( $Cl_2$ ), l'ipoclorito di sodio ( $NaClO$ ), il biossido di cloro ( $ClO_2$ ), l'ozono ( $O_3$ ) e le cloroammine. La disinfezione fisica ricorre all'impiego di un mezzo fisico quale le radiazioni ultraviolette.

Nell'allegato 1 dell'Accordo del 16 gennaio 2003 sulle piscine ad uso natatorio (2) sono elencati i seguenti disinfettanti chimici, utilizzabili per il trattamento dell'acqua di immissione e in vasca:

- ozono;
- cloro;
- ipoclorito di sodio;
- ipoclorito di calcio;
- dicloroisocianurato sodico anidro;
- dicloroisocianurato sodico biidrato;
- acido tricloroisocianurico.

## Disinfezione

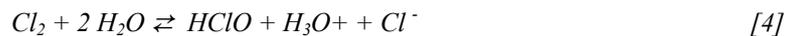
### Ozono

L'ozono ( $O_3$ ), forma allotropica dell'ossigeno ( $O_2$ ), è una molecola estremamente reattiva per la presenza di un atomo di ossigeno in più ma instabile in quanto si decompone parzialmente in ossigeno molecolare ( $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ ). Per il trattamento delle acque in generale, e qui per quello dell'acqua di piscina, l'ozono deve essere prodotto sul posto, da un idoneo generatore, tramite una reazione tra l'ossigeno presente nell'aria e scariche elettriche. È un gas instabile in acqua con un tempo di dimezzamento di circa 30 minuti, che si riduce ulteriormente per effetto della temperatura, del pH e della presenza di certe specie chimiche. Tra tutti gli agenti chimici impiegati per la disinfezione dell'acqua è l'ossidante più potente e la sua efficacia è inferiore soltanto al fluoro.

In virtù della sua proprietà ossidante, l'ozono ossida l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>), l'acido solfidrico (H<sub>2</sub>S), gli ioni inorganici (es. Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>2+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, HS<sup>-</sup>) e i composti organici insaturi (per ozonolisi) con formazione di aldeidi e chetoni. L'effetto battericida si basa probabilmente sull'ozonolisi o rottura dei doppi legami presenti negli acidi grassi insaturi delle strutture lipidiche della membrana cellulare batterica, cui segue una successiva ossidazione di importanti elementi intracellulari quali enzimi, RNA e DNA. Risulta quindi diversa la risposta osservata da parte dei germi Gram-positivi e Gram-negativi, da attribuire alle diverse strutture lipidiche che caratterizzano le loro membrane cellulari. Nei confronti dei virus l'ozono esercita azione disattivante in quanto distrugge i recettori virali indispensabili al virus per legarsi alla parete della cellula da colonizzare, impedendo così la riproduzione del genoma virale. L'efficacia biocida dell'ozono sembra, d'altra parte, variabile sulle cisti di certi protozoi; inoltre l'ozono non penetra nei biofilm ed ha una ampiezza spazio-temporale limitata (è efficace a media distanza e inefficace nelle linee morte degli impianti). Non avendo una copertura disinfettante residua, opera sempre in associazione con un altro disinfettante con effetto residuo che, in Italia, in conformità a quanto previsto nell'Accordo del 2003 (2), è rappresentato dal cloro (Cl<sub>2</sub>).

### Cloro gassoso

L'aggiunta di cloro gassoso (Cl<sub>2</sub>) in acqua, comporta che una minima parte di esso si trasformi, ossidandosi, in acido ipocloroso (HClO) e contemporaneamente, riducendosi, in ione cloruro (Cl<sup>-</sup>) come descritto dalla seguente reazione di equilibrio:



La [1] è una reazione di disproporzione che possiede una costante di equilibrio K<sub>c</sub> pari a 5,8 x 10<sup>-5</sup>. La maggiore azione ossidante viene esercitata dall'acido ipocloroso (HClO), in quanto possiede un potenziale standard di riduzione E° maggiore rispetto a quello del cloro gassoso (Cl<sub>2</sub>). Dalla [4] si evince che la quantità di acido ipocloroso prodotto dalla reazione è influenzata dal pH dell'acqua e dalla temperatura.

### Ipoclorito di sodio

L'ipoclorito di sodio, sciolto in acqua, come primo atto reattivo, si dissocia negli ioni sodio Na<sup>+</sup> e negli ioni ipoclorito ClO<sup>-</sup>

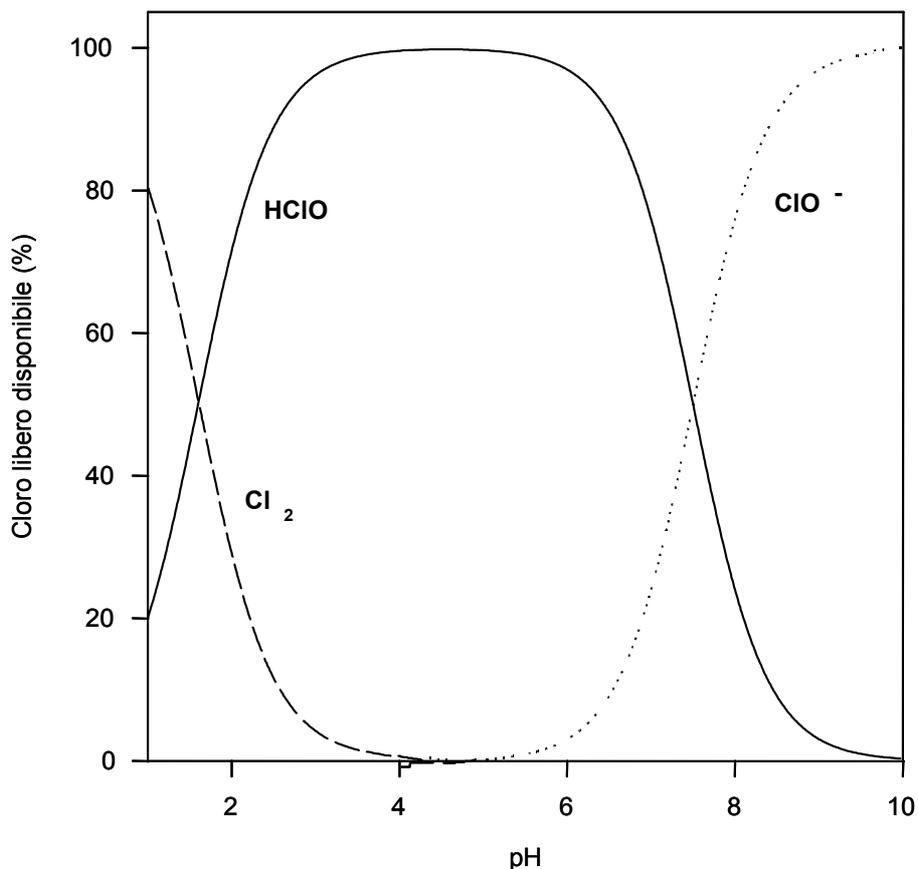


e successivamente gli ioni ipoclorito si trasformano parzialmente in acido ipocloroso, in base alla reazione di equilibrio di idrolisi descritta da



Tra l'acido ipocloroso e lo ione ipoclorito presenti nella [5] è sempre il primo ad esercitare l'effetto ossidante in quanto lo ione ipoclorito possiede un potenziale standard di riduzione inferiore (0,40 V). Nella reazione [6], la dissociazione e la resa in acido ipocloroso, oltre che dalla temperatura, dipende dal pH dell'acqua, come mostrato nel seguente diagramma (Figura 1).

La somma delle concentrazioni di acido ipocloroso, di ione ipoclorito e di cloro gassoso (in concentrazione irrilevante al valore di pH dell'acqua in vasca) viene definita come cloro libero disponibile, vale a dire, il disinfettante in forma attiva. Quest'ultimo, in relazione a quanto previsto nell'allegato 1 dell'Accordo del 2003 (2), deve mantenersi nell'intervallo 0,6-1,8 mg/L in acqua di immissione e tra 0,7-1,5 mg/L nell'acqua in vasca.



**Figura 1. Forme di cloro libero disponibile (%) in funzione del pH**

Il cloro libero disponibile e, in particolare, le concentrazioni di acido ipocloroso e di ione ipoclorito in vasca sono dipendenti dal valore del pH: come si rileva dalla tabella 1 nell'intervallo di pH tra 6,5 e 7,5 il cloro libero disponibile è costituito, per la maggior parte, da acido ipocloroso che, grazie all'effetto ossidante, è un efficace disinfettante con un'elevata velocità di eliminazione degli agenti patogeni presenti nell'acqua di piscina.

Viceversa con valori pH maggiori di 7,5 unità, in acqua prevale lo ione ipoclorito (Tabella 1), che ha una capacità disinfettante inferiore da 80 a 300 volte rispetto all'acido ipocloroso.

**Tabella 1. Forme di cloro libero disponibile (%) in funzione del pH**

pH	HOCl (%)	ClO <sup>-</sup> (%)
5,0	100	0
6,0	96	4
7,0	75	25
7,2	66	34
7,5	48	52
7,8	33	67
8,0	22	78

Pertanto, insieme al cloro libero disponibile, l'altro parametro che gioca un ruolo fondamentale in un'efficace disinfezione dell'acqua di piscina è il pH che, in conformità a quanto sinora esposto, deve essere mantenuto costante tra 6,5 - 7,5 unità in modo da garantire un'elevata concentrazione di HClO.

In aggiunta, un'acqua acida, cioè con valori di pH troppo bassi, provoca bruciore alle mucose e agli occhi il cui valore fisiologico è pari a 7,6 unità, e inoltre corrode gli elementi metallici dell'impianto natatorio durante il ricircolo. Al contrario, un'acqua troppo alcalina, cioè con valori di pH maggiori di 7,5, può favorire lo sviluppo di flora batterica e di incrostazioni calcaree.

Operando quindi con valori di pH compresi tra 6,5 e 7,5 e ad elevate concentrazioni di ipoclorito, la disinfezione risulta efficace contro gran parte dei microbi (batteri, funghi, virus, protozoi, prioni), risultando particolarmente efficace sui germi Gram-negativi (*Pseudomonas*, *Proteus*, ecc.) (3). L'ipoclorito può inoltre essere usato per la "iperclorazione acuta" ( $\cong$  50 ppm) e per quella di routine (1-2 ppm) che deve essere eseguita per mantenere un'efficace disinfezione a lungo termine.

Il trattamento di "iperclorazione acuta" si esegue, in genere, prima della attivazione stagionale della piscina e, successivamente, dovrebbe essere effettuata ogni due settimane nel giorno di chiusura dell'impianto natatorio, al fine di eliminare anche quei contaminanti organici che resistono alla clorazione di routine.

L'utilizzo dell'ipoclorito è inoltre molto diffuso negli impianti natatori anche per i suoi ridotti costi, l'elevata solubilità in acqua e il facile impiego; ha tuttavia lo svantaggio di una scarsa penetrazione nei biofilm che si crea all'interno delle tubazioni e non riesce a risultare efficace nella disinfezione di alcuni microrganismi quali, ad esempio, *Legionella*.

## Cloro-isocianurati

Nell'Accordo del 2003, per il trattamento dell'acqua in immissione in vasca, oltre all'ozono, al cloro e all'ipoclorito è consentito l'uso, come disinfettanti, di cloro-isocianurati quali dicloroisocianurato sodico anidro, dicloroisocianurato sodico biidrato e acido tricloroisocianurico.

L'utilizzo di questi composti sta diventando molto popolare tra i gestori delle piscine grazie al fatto che l'acido isocianurico, combinato con il cloro sotto forma di sali isocianurici, agisce come agente stabilizzante del cloro per ridurre la degradazione prematura a causa di reazioni fotochimiche con i raggi UV solari.

Questi composti pertanto, quando vengono sciolti in acqua, si idrolizzano liberando sia cloro attivo, sotto forma di acido ipocloroso, sia acido isocianurico che agisce da stabilizzante. In tal modo i cloro-isocianurati hanno il doppio vantaggio di rallentare di molto la decomposizione del cloro per effetto dell'irraggiamento solare, con notevole risparmio nella gestione dell'impianto natatorio, oltre a garantire una presenza adeguata di cloro libero disponibile anche nelle ore di maggior soleggiamento e presenza di bagnanti in acqua, evitando quindi una diminuzione drastica di cloro libero disponibile e i conseguenti problemi igienico sanitari per gli utenti delle piscine.

Il livello ottimale di acido isocianurico in vasca è compreso nell'intervallo 30-50 mg/L; pertanto al fine di evitarne sovradosaggi un livello massimo di 75 mg/L è stato fissato nell'Accordo del 2003.

È importante, infatti, che il livello massimo non sia mai superato in quanto una concentrazione di acido isocianurico superiore ai valori stabiliti potrebbe rendere troppo stabile il cloro con una riduzione del grado di ossidazione e quindi di disinfezione dell'acqua. Inoltre, a concentrazioni di acido isocianurico maggiori di 50 mg/L non si hanno vantaggi di

tipo “protettivo” nei confronti del cloro. In caso di sovradosaggio, per ridurre il livello di acido isocianurico occorre effettuare un ricambio parziale dell’acqua in vasca.

D’altra parte, concentrazioni minori di 30 mg/L di acido isocianurico consentono la degradazione del cloro da parte della luce solare e risultano pertanto non idonee allo scopo.

Si deve infine tener conto del fatto che l’uso dei cloro-isocianurati, come disinfettanti, comporta una variazione del valore di pH dell’acqua in vasca. In questo caso, e in tutte le situazioni in cui è utile ricondurre il valore di pH dell’acqua in vasca all’interno dell’intervallo previsto (6,5-7,5) è consentito l’impiego dei seguenti correttori di pH:

- acido cloridico;
- acido solforico;
- sodio idrossido;
- sodio bisolfato;
- sodio bicarbonato.

## Meccanismo della disinfezione con acido ipocloroso

Nel caso di disinfezione mediante clorazione [4], l’acido ipocloroso è il vero agente disinfettante che è prodotto dalla reazione chimica di tutti gli agenti disinfettanti a base di cloro utilizzati in piscina indipendentemente dal tipo (cloro, ipoclorito, cloro-isocianurati).

L’acido ipocloroso è un ossidante e come tale si riduce secondo la reazione descritta da



L’azione esercitata dall’acido ipocloroso comporta sia un effetto disinfettante, in quanto distrugge, per ossidazione, molte sostanze organiche e inorganiche presenti nell’acqua, sia un effetto battericida, in quanto, penetrando come molecola neutra attraverso la membrana cellulare, ossida i componenti chimici intracellulari dei sistemi enzimatici necessari per il metabolismo delle cellule batteriche, con conseguente inattivazione del microrganismo.

**Tabella 2. Tempo di inattivazione dei microrganismi in acqua in seguito a disinfezione con 1 mg/L di cloro (pH 7,5, 25 °C)**

Microrganismo	Tempo di inattivazione
<i>E. coli</i> O157:H7	< 1 min
Virus Epatite A	≅ 16 min
<i>Giardia</i>	≅ 45 min
<i>Cryptosporidium</i>	≅ 6-7 giorni

I risultati dell’azione disinfettante, tuttavia, non sono uguali per tutti i microrganismi. Come riportato in Tabella 2, pur operando nelle medesime condizioni di pH e temperatura, il tempo di disattivazione dei vari microrganismi varia notevolmente.

## Cloro richiesta, cloro residuo, cloro attivo combinato, cloro libero disponibile

Per cloro richiesta si intende la quantità di disinfettante da aggiungere all'acqua necessaria per l'ossidazione di specie riducenti quali ioni metallici, solfuri e bromuri, per la formazione di composti cloroorganici e di cloroammine (mono-, di- e triclوروammine) denominati cloro attivo combinato e infine per la parziale distruzione delle cloroammine formate; solo dopo questa fase (*break point*) ha inizio l'abbattimento dei microrganismi patogeni ad opera del cloro libero disponibile.

In realtà, anche il cloro attivo combinato contribuisce alla disinfezione dell'acqua, anche se questi composti reagiscono molto più lentamente del cloro attivo libero; pertanto nell'acqua della vasca è previsto un valore di cloro attivo libero  $\text{Cl}_2$  compreso tra 0,7 e 1,5 mg/L con un valore massimo di cloro attivo combinato inferiore a 0,4 mg/L.

La cloro richiesta è quindi la quantità di cloro necessaria per ossidare tutte le sostanze presenti nell'acqua ed è pari alla differenza tra il cloro addizionato per la disinfezione (cloro dose) e il cloro che rimane alla fine del trattamento (cloro residuo libero).

## Cloroammine

Con il termine cloro attivo combinato si è soliti intendere i prodotti di reazione tra cloro attivo libero e inquinanti organici e inorganici azotati quali le cloroammine.

Quest'ultime si formano per reazione fra cloro ( $\text{Cl}_2$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ). Le cloroammine inorganiche (mono-, di-, e triclوروammina), e talvolta quelle organiche ( $\text{R-NHCl}$ ), si formano quando l'acido ipocloroso presente in vasca in seguito a clorazione reagisce con l'ammoniaca proveniente dalla degradazione dell'urea introdotta dai prodotti di escrezione dei bagnanti.

L'ammoniaca, in seguito a reazione con l'acido ipocloroso, forma monocloroammine ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloroammine ( $\text{NHCl}_2$ ) e triclوروammine ( $\text{NCl}_3$ ) secondo le reazioni descritte in sequenza:



Le triclوروammine si formano a pH compresi nell'intervallo 1-3, le dicloroammine tra pH 4 e 7, le monocloroammine a pH maggiore di 7.

Le cloroammine sono composti volatili che, disperdendosi parzialmente dall'acqua sottoforma di gas, causano i ben noti effetti irritanti per il nuotatore e il tipico odore di cloro presente nelle piscine che si sviluppa quando in vasca il livello di urea è circa 0,5 mg/L e il cloro libero intorno a 1,0 mg/L. Mentre le mono- e le dicloroammine causano soprattutto congiuntiviti, le triclوروammine possono irritare, oltre agli occhi, anche i canali respiratori fino a indurre asma nei nuotatori.

Da una ricerca è stata dimostrata l'insorgenza di asma occupazionale in soggetti professionalmente esposti a cloroammine (4) e in un altro studio è stato ipotizzato un effetto avverso delle triclوروammine sulla funzionalità di specifiche cellule polmonari in bambini che frequentano regolarmente le piscine.

## Rischio chimico

### Disinfettanti

L'utilizzo dei disinfettanti dell'acqua di piscine, che non dovrebbero mai essere immessi direttamente in vasca se la piscina è in uso, comporta un rischio sia per il gestore dell'impianto natatorio che per gli utenti. In particolare il gestore, nell'uso e nella conservazione dei vari disinfettanti da impiegare per i trattamenti, è tenuto a seguire scrupolosamente i protocolli d'uso e le indicazioni riportate per ciascun prodotto.

Il cloro gas, oltre ad essere tossico, è molto irritante per inalazione anche quando piccole quantità di cloro sono ispirate per brevi periodi di tempo, con effetti dannosi sul sistema respiratorio.

Il cloro può anche causare irritazioni agli occhi e in qualche caso è stato possibile associare dermatiti in seguito ad esposizione con elevate concentrazioni di cloro e ipoclorito in piscina (6). Una concentrazione eccessiva di cloro può provocare tossicità se inalata in modo prolungato, come nel caso dei nuotatori dediti all'agonismo, del personale delle piscine, o dei bambini, che inalano di più per unità del peso corporeo rispetto alle persone adulte. Nelle acque "iperclorurate", si possono registrare effetti anche sull'erosione dello smalto dentale. Tuttavia la sola azione respiratoria è sufficiente a causare ipersensibilità o sintomi di asma per l'esposizione prolungata agli idrocarburi clorurati, soprattutto nelle piscine coperte (7).

Una ricerca britannica, condotta all'inizio delle vacanze estive su piscine di Maiorca e Corfù, ha individuato rischi per la salute imputabili ai livelli troppo elevati di cloro, responsabili di irritazioni agli occhi e alla pelle (7).

Ovviamente questi episodi sono strettamente correlati alla concentrazione di cloro presente nell'aria e nell'acqua di piscina, alla durata e alla frequenza di esposizione e alla ventilazione della piscina. Gli effetti dipendono inoltre dalla salute degli individui e dalle condizioni ambientali durante l'esposizione.

Il sodio ipoclorito e il calcio ipoclorito sono pericolosi quando impropriamente maneggiati o miscelati. In particolare il sodio ipoclorito non deve mai essere miscelato con acidi per evitare la formazione di cloro gas tossico, mentre il calcio ipoclorito in polvere provoca effetti dannosi sui polmoni in caso di inalazione.

I composti "cloro-isocianurati" devono essere immagazzinati separatamente dagli acidi per evitare la formazione di cloro gassoso tossico.

Si deve infine tener presente che il rischio principale dovuto all'impiego dell'ozono come disinfettante è legato alla sua tossicità per inalazione e che la presenza di piccole quantità d'ozono nell'aria possono risultare dannose in nuotatori e operatori dell'impianto con pregressi problemi all'apparato respiratorio (8).

### Sottoprodotti della disinfezione

I sottoprodotti della disinfezione sono specie chimiche indesiderate, con effetti negativi sulla salute dell'uomo, che derivano dagli agenti disinfettanti impiegati.

In Tabella 3 sono riportati i principali sottoprodotti con i relativi agenti disinfettanti utilizzabili per il trattamento delle piscine in Italia.

I principali, e più noti, sottoprodotti della clorazione in piscina sono i trialometani (THMs), che si formano quando il cloro reagisce in acqua con le sostanze organiche, gli acidi aloacetici (HAAs) (ac. dicloroacetico, ac. tricloroacetico, ecc.), gli aloacetonitrili e gli alochetoni.

**Tabella 3. Disinfettanti utilizzabili per il trattamento delle acque di piscina e relativi sottoprodotti di disinfezione**

Agente disinfettante	DBPs
Cloro / ipoclorito	trialometani (THMs) acidi aloacetici (HAAs) aloacetoni (HANs) Alochetoni Tricloroacetaldeide Tricloronitrometano idrato di cloralio cianogeno cloruro Clorati clorammine
Ozono	bromati aldeidi chetoni chetoacidi acidi carbossilici bromoformio acidi acetici brominati

I precursori organici dei DBPs sono costituiti dai composti organici naturali presenti nell'acqua di piscina e il contenuto di carbonio organico totale (TOC) ne determina il livello, mentre gli ioni bromuro sono i precursori inorganici dei DBPs.

Tra i trialometani, i più significativi sono i cloro e bromo-derivati (cloroformio, bromoformio, dibromoclorometano, diclorobromometano). Il cloroformio e il diclorobromometano sono classificati come possibili sostanze cancerogene per l'uomo (gruppo 2B per la IARC) (9).

Nel 2002 i ricercatori dell'Imperial University di Londra hanno svelato la presenza di THMs in piscine correlandola con il contenuto totale di sostanze organiche, il numero di persone in vasca e elevate temperature dell'acqua (10).

Uno dei principali fattori di rischio associati ai THMs è imputabile al fatto che questi composti sono volatili e i nuotatori e gli allenatori li inalano dall'aria presente negli impianti coperti.

La concentrazione dei THMs nell'aria è pertanto funzione della ventilazione e della temperatura dell'acqua. In un ambiente circoscritto come una piscina coperta, la concentrazione di cloroformio, che è il principale tra i THMs e di cui è noto l'effetto cancerogeno, può raggiungere valori anche elevati (7).

Uno studio italiano ha rilevato una concentrazione di trialometani totali, misurata in alcune piscine italiane, di molto inferiore al limite di 50 mg/m<sup>3</sup> d'aria proposto dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* stabilendo inoltre una correlazione tra i valori di cloroformio presente nel plasma e nell'aria alveolare dei nuotatori e i suoi livelli di concentrazione nell'acqua e nell'aria, tenendo conto anche del numero dei nuotatori presenti in piscina, della loro età e dell'intensità del nuoto (7).

Il personale impiegato nelle piscine è esposto a valori di concentrazione di THMs più elevati rispetto alla popolazione generale. Nell'aria alveolare di utenti di piscine indoor sono state riscontrate concentrazioni più elevate di THMs rispetto a soggetti non esposti in cui il cloroformio non risultava rivelabile o era presente a livello di tracce (11). In un altro studio, sono state osservate rilevanti concentrazioni di THMs in allenatori di nuoto operanti in piscine

coperte, mentre si è accertato che, nel caso di piscine scoperte, l'esposizione era in pratica nulla (1). Un'altra importante via di assorbimento del cloroformio, e in misura inferiore del bromoformio, è rappresentata dal derma (12). È stato stimato che sia per nuotatori agonisti che per nuotatori adulti, sottoposti ad elevata esposizione, circa l'80% del cloroformio e il 40-60% del bromoformio vengono assorbiti per via dermica (1); per i primi come conseguenza del maggior tempo di permanenza in vasca e per i secondi a causa dell'elevata superficie corporea. Nello stesso studio si stimato che nel caso di bambini frequentatori di piscine coperte, il 76% del cloroformio presente viene assorbito attraverso la pelle, l'11% viene assorbito per inalazione e il 13% è dovuto all'ingestione dell'acqua di piscina (1).

In seguito ad esposizione, il cloroformio, come i trihalometani, si distribuisce in tutto il corpo e in particolare nel grasso e nel sangue (13), accumulandosi anche nei reni, nei polmoni e nel sistema nervoso con gravi danni a carico degli stessi; il cloroformio, inoltre, ha mostrato una sufficiente evidenza di carcinogenicità dalla sperimentazione condotta su animali (14).

Altri importanti sottoprodotti della clorazione in piscina sono gli acidi aloacetici (HAAs), con tre atomi di alogeno in posizione 2 rispetto al gruppo carbossilico -COOH; si tratta di composti non volatili, responsabili dell'aumento del rischio di cancro.

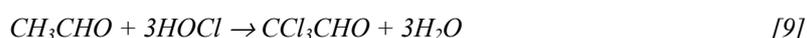
A seguito della somministrazione di forti dosi di acidi aloacetici in animali, si sono osservati effetti sulla riproduzione e sullo sviluppo e la comparsa di tumori epatici, mentre nell'uomo sottoposto a terapia con alte dosi di acido dicloroacetico sono stati ravvisati significativi effetti neurotossici.

Tra i sottoprodotti della clorazione sono compresi gli aloacetoni (HANs), che si formano durante la reazione tra cloro e acetone, e gli alochetoni presenti però in quantità più basse rispetto ai trihalometani (THMs) e agli acidi acetici alogenici (HAAs).

Tra le cloroammine che, come si è visto, si formano dalla reazione tra il cloro gassoso (Cl<sub>2</sub>) con l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) derivante dalle escrezioni dei bagnanti, la più volatile e prevalente nell'aria circostante la vasca è il cloruro di cianogeno. Tale composto può essere assorbito dall'organismo per inalazione, è notevolmente irritante per gli occhi, la cute e il tratto respiratorio (15) e, in qualche caso, l'asma da esso provocata può colpire anche i lavoratori delle piscine *indoor* che non entrano in vasca.

Nel caso della disinfezione delle acque di piscina con ozono si formano altri importanti sottoprodotti quali bromoformio, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici e bromati; tra questi le aldeidi presentano il maggiore rischio per la salute dei nuotatori in quanto sospettate di essere mutagene e cancerogene. In particolare, merita attenzione la formaldeide, che è un irritante per inalazione delle mucose e degli occhi a concentrazioni nell'aria superiori a 0,1 ppm, ed è stata classificata dalla IARC come "cancerogeno per l'uomo" (gruppo 1) sulla base della acquisizione e della valutazione di nuovi studi in cui sono stati dimostrati anche casi di cancro nasofaringeo (16).

Tra i bromati, derivanti dalla disinfezione con ozono, sono compresi il bromato di potassio, indicato dalla IARC come "possibile cancerogeno" per l'uomo (gruppo 2B) (14-16) e l'acetaldeide che, a seguito della disinfezione combinata cloro gassoso - ozono prevista dalla normativa nazionale (2), reagisce con l'acido ipocloroso per formare le trialoacetaldeidi come indicato dalla reazione che segue:



## Conclusioni

Il rischio chimico per l'utente della piscina imputabile ai disinfettanti e ai loro sottoprodotti è un rischio che in realtà, se correttamente gestito, può essere molto contenuto. D'altra parte,

l'utilizzo dei disinfettanti nelle piscine consente di tenere sotto controllo il rischio biologico comunque sicuramente esistente nelle acque di piscina.

Con un impegno comune da parte degli utenti, del gestore e degli operatori della piscina si possono frequentare gli impianti natatori con un ridotto rischio per la salute sia per i bagnanti sia per coloro che vi svolgono attività lavorative.

Le regole di comportamento per i bagnanti vanno associate ad una corretta manutenzione dell'impianto sportivo da parte del gestore, attraverso la riduzione del carico di materiale organico, la pulizia della vasca e degli spazi perimetrali, il controllo della temperatura dell'acqua e della stabilità del pH, l'adozione di un efficace sistema di filtrazione e disinfezione, il reintegro quotidiano di acqua fresca e il ricambio di aria, senza dimenticare la formazione di coloro che operano all'interno dell'impianto.

## Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for Safe Recreational Water Environments; Swimming Pools and Similar Environments*. Geneva: WHO; 2006.
2. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.
3. Bonadonna L, Donati G e Briancesco R. Rischi e caratteristiche di qualità igienico-sanitaria degli impianti natatori. *Not Ist Super Sanità* 2004;17(10):3-7.
4. Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S and Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J* 2002;19:827-83.
5. Lagerkvist BJ, Bernard A, Blomberg A, Bergstrom E, Forsberg B, Holmstrom K, *et al.* Pulmonary Epithelial Integrity in Children: Relationship to Ambient Ozone Exposure and Swimming Pool Attendance. *Env Health Perspect* 2004;17:1768-71.
6. Eun HC, Lee AY, YS L. Sodium hypochlorite dermatitis. *Cont Derm* 1984;11:45.
7. Ufficio stampa dell'Istituto Superiore di Sanità. *La salute in piscina, le FAQ*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.iss.it/pres/focu/cont.php?id=213&tipo=3&lang=1>; ultima consultazione 05/06/2007.
8. Gregory R. Bench-marking pool water treatment for coping with *Cryptosporidium*. *J Environ Health Res* 2002;1:11-8.
9. International Agency for Research on Cancer. *Monographs on Chloroform (Group 2B)*. volume 73. 1999. Disponibile all'indirizzo: <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol73/73-05.html>; ultima consultazione 05/06/2007.
10. Chu H and Nieuwenhuijsen MJ. Distribution and determinants of trihalomethane concentrations in indoor swimming pools. *Occup Environ Med* 2002;59:243-7.
11. Aggazzotti G, Fantuzzi G, Righi E, Tartoni P, Cassinadri T, Predieri G. Chloroform in alveolar air of individuals attending indoor swimming pools. *Arch Env Health* 1993;48:250-4.
12. Weisel CP, Shepard TA. Chloroform exposure and the body burden associated with swimming in chlorinated pools. In: Wang M. *Water contamination and health*. New York: Marcel Dekker, 1994. pp. 135-48.
13. Aiking H, van Acker MB, Scholten RJPM, Feenstra JF, Valkenburg HA. Swimming pool chlorination: a health hazard? *Toxicol Lett* 1994;72:375-80.
14. International Agency for Research on Cancer. *Some Chemicals that Cause Tumours of the Kidney or Urinary Bladder in Rodents and Some Other Substances*. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, 52. Lyon: International Agency for Research on

- cancer, vol. 73. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 1999: p. 131.
15. Schede internazionali di sicurezza. Cloruro di cianogeno. Disponibile all'indirizzo: <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnitl/nitl1053.html>; ultima consultazione 05/06/2007.
  16. International Agency for Research on Cancer. *Chlorinated drinking-water. Chlorinated drinkingwater; chlorination by products; some other halogenated compounds; cobalt and cobalt compounds*. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, vol.52. Lyon: International Agency for Research on cancer, 1991:45-141.

## STRUMENTAZIONE PORTATILE PER CONTROLLI ANALITICI IN PISCINA

Mattea Chirico

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Vengono esaminati criteri di utilizzo, caratteristiche e metodi di misura con strumentazioni correntemente impiegate per i controlli su campo per la determinazione della concentrazione di alcuni parametri nelle piscine ad uso natatorio.

Le strategie di verifica dei parametri che permettono di tenere sotto controllo il rischio microbiologico associato alla balneazione nelle piscine si basano sulla misura dei livelli di specifici parametri chimici e chimico-fisici direttamente o indirettamente correlati alla sopravvivenza e crescita dei microrganismi. Tra questi, una particolare rilevanza hanno la misura del cloro residuo, della temperatura, del pH, dell'acido isocianurico, se utilizzato, tutti parametri che, in alcuni casi, possono anche avere diretto impatto come fattori di rischio chimico sulla salute degli utenti.

L'affidabilità dei dati prodotti dalla misura di tali parametri, sia in fase di controllo interno da parte dei gestori che di controllo esterno effettuato dalle autorità sanitarie, è in larga parte determinata dalla possibilità di eseguire le misure *in situ* per la necessità di effettuare l'analisi chimica immediatamente dopo il prelievo, eliminando i tempi di trasferimento dei campioni al laboratorio, registrazione dei campioni e inizio delle operazioni di analisi al termine dei quali alcuni dei parametri citati possono variare di concentrazione. Altre modalità di acquisizione che possono essere valutate in sede di controllo interno possono prevedere misure *on-line*, metodologie queste particolarmente impiegate per analisi chimico-fisiche quali pH, temperatura, potenziale redox, torbidità o misure specifiche con sensori specifici.

### Parametri correlati alla disinfezione

L'efficacia della disinfezione è legata alla presenza in acqua di cloro attivo libero, frazione di disinfettante – l'acido ipocloroso – che resta disponibile una volta soddisfatta la cloro-richiesta – reazione del cloro con inquinanti inorganici e organici presenti in vasca – e la combinazione del cloro disponibile con i composti ammoniacali (cloro combinato). Quest'ultima quota, è in effetti più stabile del cloro libero ma esplica debole azione disinfettante e può causare forte odore e irritazione agli occhi dei bagnanti.

Tra i principali parametri che presiedono ad una efficiente azione di disinfezione e che possono rappresentare, in taluni casi, fattori di rischio diretti per l'utenza, figurano il pH, la temperatura e la torbidità.

Il pH è un parametro molto importante in piscina influenzando sulla durata delle strutture e sul "comfort" del nuotatore, privilegiato nel range 6,5-7,5. Valori di pH inferiori a 6,5 creano problemi di corrosione dei metalli, irritazione degli occhi, macchie e incisioni sugli intonaci, laddove, per valori di pH maggiori di 7,5 possono insorgere problemi come formazione di incrostazioni, costante cloro richiesta, irritazione degli occhi, crescita algale.

Anche la temperatura dell'acqua ha un'immediata influenza sul *comfort* del nuotatore e sull'efficienza della clorazione. Temperature elevate infatti diminuiscono l'efficacia del cloro,

incrementano la velocità della crescita batterica e possono rendere l'acqua torbida e causare ipertermia.

La torbidità, costituita da una componente inorganica (polvere, granuli cementizi) e organica (sostanze cedute dai bagnanti) incrementa il consumo di cloro e offre supporto, nutrimento e protezione per le forme biotiche.

## Monitoraggio di cloro residuo, temperatura, pH, acido isocianurico

Le caratteristiche dell'acqua indicate nell'Accordo del 2003 (1), riferite all'acqua di approvvigionamento, all'acqua di vasca e a quella filtrata e messa in ricircolo, comprendono valori per parametri microbiologici fisici, chimici; relativamente a questi ultimi importanti sono la temperatura dell'acqua, l'acidità, la concentrazione di cloro. Le modalità di prelievo vengono indicate dettagliatamente all'interno della norma. Ad esempio, il pH dell'acqua deve essere rilevato tramite analisi su campo, così come la concentrazione di cloro.

I metodi analitici da utilizzare per il rispetto dei requisiti dell'acqua di piscina, così come stabilito dall'Accordo del 2003, sono le metodiche ufficiali dell'Istituto Superiore di Sanità emanate in accordo al DL.vo n. 31 del 2001 (2).

Un fattore determinante in tale contesto è la tempistica con cui vengono condotte le analisi, da qui la necessità di effettuare analisi *in situ* per alcuni parametri e al massimo entro 24 ore per altri.

Tra le analisi da condurre *in situ* figurano temperatura, pH e cloro attivo, da effettuare immediatamente o in tempi molto brevi subito dopo il prelievo, in modo da evitare la possibilità che il trasferimento del campione a distanza possa alterare le caratteristiche fisiche e chimiche dei misurandi e causare errori analitici. Vantaggi della modalità analitica *in situ* possono includere anche la riduzione dei costi relativi al prelievo campione, al suo trattamento e successivo trasporto in laboratorio.

Tra le caratteristiche ideali di una strumentazione impiegabile per le misure in vasca possono essere considerate le seguenti:

- affidabilità nel funzionamento: deve essere garantita la possibilità di effettuare la misura nei tempi richiesti, visto che in molti casi proprio dalla misura può dipendere la fruibilità dell'impianto;
- affidabilità del dato analitico: il metodo e la strumentazione da utilizzare devono essere idonei agli scopi prefissi e, in particolare, per quanto attiene alla specificità e alla incidenza di falsi negativi e falsi positivi, devono essere previste l'eliminazione o la riduzione delle interferenze nelle analisi e utilizzati standard o campioni di controllo di qualità;
- sensibilità: gli strumenti devono garantire livelli di sensibilità idonei agli scopi previsti nell'Accordo del 2003;
- accuratezza e precisione della misura: si tratta di parametri non specificamente indicati nell'Accordo, ma indirettamente richiamati dal DL.vo 31/2001 per le acque idonee al consumo umano, per i quali sono generalmente accettabili le specifiche fornite con i più diffusi strumenti commerciali e raggiungibili con sistemi di autocalibrazione e controllo delle varie funzioni, con possibilità di autocorrezione;
- minima manutenzione: ottenibile utilizzando i componenti migliori dal punto di vista qualitativo e più idonei alla funzione richiesta. Sistemi interni di autopulizia sono

indispensabili per evitare i fenomeni di intasamento, nel caso di strumentazione *on line*, e garantire un buon risultato analitico;

- sistemi di *data logging*: utili nei casi in cui è indispensabile inviare ad una unità centrale le informazioni sull'analisi chimica e sullo stato di funzionamento dello strumento (validando quindi il dato analitico);
- praticabilità e semplicità d'uso: in considerazione del fatto che, in alcuni casi gli operatori addetti a questi controlli possono avere poca esperienza sulla strumentazione, o perché i controlli possono essere effettuati da operatori diversi;
- sicurezza per l'operatore: si tratta di un parametro di primaria rilevanza, generalmente soddisfatto dai più diffusi sistemi oggi in commercio;
- altri parametri, quali robustezza e costi di acquisto e utilizzo, sono da valutare a cura del gestore.

Si descrivono nel dettaglio le caratteristiche prestazionali richieste alle strumentazioni per la determinazione di temperatura, pH, e cloro attivo.

## Temperatura

Differenti tipologie di termometri sono disponibili oggi sul mercato, basate sulla misura delle variazioni delle proprietà chimico-fisiche di un elemento, come proprietà meccaniche, elettriche, o ottiche.

I tradizionali termometri a dilatazione – a liquido (tra i quali il termometro a mercurio), a gas, a vapore – si basano sulla misura della variazione di volume di un elemento in funzione della temperatura. Pur essendo notevolmente diffusi anche per i ridotti costi, possono presentare limiti di fragilità e scarsa precisione e sono difficilmente suscettibili di automazione e registrazione dei dati.

Crescente diffusione presentano attualmente gli strumenti elettronici che si caratterizzano per elevata precisione (dell'ordine di  $\pm 0,1$  °C), ridotti ingombri e peso, rapidi tempi di risposta, semplicità d'uso, possibilità di automazione e registrazione dei dati, robustezza e affidabilità.

## pH e misure elettrochimiche

I test più semplici sono costituiti dalle cartine reattive – nastri in cellulosa o materiali plastici su cui è fissato il reagente indicatore che, a contatto con il campione liquido assume una colorazione differente in funzione del pH. Rappresentano storicamente la prima determinazione analitica con tempi di risposta immediati e sono a tutt'oggi strumenti di screening validi in differenti settori applicativi. È evidente tuttavia che, a fronte dei costi esigui, tale metodologia presenta scarsa precisione e dipendenza dalla soggettività dell'operatore in quanto il valore del misurando viene stimato per confronto visivo con una scala colorimetrica di comparazione non sempre della sensibilità analitica richiesta.

Le strumentazioni tipiche per la misura del pH consistono di una sonda accoppiata ad un dispositivo elettronico che, elaborando i valori trasmessi dalla sonda, calcola il valore di pH corrispondente e lo riporta su un *display*. La tipica sonda utilizzata nella misura di pH è un elettrodo a vetro che misura la differenza di potenziale elettrico su due lati di un setto in vetro posto all'estremità dell'elettrodo. La differenza di potenziale misurata dipende dalla differenza tra le concentrazioni degli ioni idrogeno all'interno e all'esterno della membrana. Un'unità di pH produce una differenza di potenziale pari a circa 0,059 V. Oltre all'elettrodo a vetro viene

generalmente immersa nella soluzione di misura anche una sonda di temperatura, al fine di correggere la lettura dell'elettrodo in funzione dell'effettiva temperatura del campione.

Le prime strumentazioni presentavano difficoltà di utilizzo, manutenzione, ridotta precisione e avevano la necessità di laboriose e accurate tarature. Tali difficoltà sono state superate mediante tecnologie innovative. Sono oggi quindi disponibili sul mercato, a costi limitati, numerosi pH-metri di differente tipologia, sia analogici che digitali, gestiti da microprocessore, con possibilità di automazione e autocalibrazione, riconoscimento automatico della soluzione tampone di taratura e correzione automatica della temperatura, che presentano ridotta manutenzione ed estrema semplicità d'uso.

## Misure colorimetriche e fotometriche e kit di misura portatili

Le necessità analitiche connesse al monitoraggio in automatico o manuale di parametri chimici di qualità delle acque hanno portato allo sviluppo di una gamma quanto mai vasta di strumentazioni portatili per analisi *in situ*. La gran parte di queste sono basate su metodi fotometrici o colorimetrici e vengono fornite in kit completi di reattivi pronti all'uso (in forma di soluzioni reagenti o pastiglie), vetreria, strumenti di misura e istruzioni operative. Le modalità operative risultano notevolmente facilitate dal grado di automazione raggiunto dalle strumentazioni di misura che utilizzano metodi pre-registrati e procedure *step by step*.

Per quanto riguarda i sistema di misura in campo basati su colorimetria o fotometria, i primi test basati su cartine indicatrici, si sono evoluti in metodi con filtri di comparazione visuale in cui è presente un comparatore ottico per il confronto tra colore sviluppato in seguito a reazioni specifiche dell'analita e una scala in grado di fornire una valutazione semiquantitativa. A questi sono stati più di recente affiancati sistemi di test in cuvetta che hanno trovato in alcuni casi approvazione come metodi standardizzati da campo.

I sistemi sono generalmente forniti in custodie ermetiche, e disponibili in differenti versioni, miniaturizzati da campo, estesi da laboratorio e anche operanti *on line*, possono essere equipaggiati con pompe peristaltiche per il prelievo automatico dei campioni

Tra i kit rapidi di utilizzo per il monitoraggio delle acque di piscina figurano quelli per la determinazione del cloro attivo residuo basato sulla reazione con la DPD (N,N-dietil-p-fenilendiammina) che sviluppa un colore rosso, proporzionale alla concentrazione di cloro, la cui intensità è misurata a 530 nm.

Utilizzo trova anche il test per la misura dell'acido cianurico che risponde ai requisiti dei controlli previsti dall'Accordo del 2003 e sfrutta la misura turbidimetrica in seguito a reazione di precipitazione dell'analita eseguendo la lettura a 480 nm.

In conclusione, le strumentazioni da campo oggi disponibili e diffuse da numerose case produttrici rappresentano a tutti gli effetti di dispositivi di misura efficaci per le esigenze del monitoraggio, nel settore delle acque di piscina.

La diffusione ormai generalizzata di questo tipo di strumentazioni è correlata anche alla consistente riduzione dei costi, in relazione, in primo luogo, all'economicità dei sistemi di misura, a volte contenuta nell'ordine di qualche decina di euro, come nel caso delle cartine indicatrici, e comunque limitata anche nel caso di strumenti elettronici da campo. Anche in questo caso, i costi sono variabili a seconda della complessità della strumentazione, delle funzioni multiparametriche adottate, al grado di miniaturizzazione, all'accuratezza e precisione strumentale e a fattori di ordine commerciale e contrattuale (comunque il costo di tali strumentazioni si aggira in buona approssimazione tra i 300 e gli 800 Euro).

L'economicità del singolo test deve tener conto anche dei costi generalmente ridotti per i materiali di consumo e alla riduzione dei costi relativi al campionamento (procedure, recipienti, ambienti e dispositivi di mantenimento e trasporto) e al trasferimento/gestione dei campioni al laboratorio.

La semplicità di utilizzo non deve tuttavia far perdere di vista la necessità di disporre di evidenze oggettive delle qualità prestazionali dei diversi metodi. Tali evidenze si basano su prove di validazione standardizzate.

Dal punto di vista del controllo di qualità dei dati, è da sottolineare l'utilità delle procedure automatiche di autotaratura e autocontrollo dello strumento che non devono tuttavia esimere dall'impiego periodico di campioni di controllo, e la corretta operatività secondo le norme fornite con il manuale di utilizzo, che può essere in molti casi utile integrare con istruzioni operative specifiche basate sulla buona pratica di laboratorio, quali il ricondizionamento periodico dello strumento e la calibrazione successiva ad ogni utilizzo.

## Bibliografia

1. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.
2. Italia. DL.vo 2 febbraio 2001, n. 31, successivamente modificato e integrato dal DL.vo 27/2002. Attuazione della direttiva 98/83/CE del Consiglio del 3 novembre 1998, relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. *Gazzetta Ufficiale - Serie Ordinaria* n. 52, 3 marzo 2001.

# TRATTAMENTO DELL'ACQUA: PRINCIPI E SCHEMI GENERALI DEI SISTEMI DI FILTRAZIONE

Maurizio Colaiacomo

Segretario Nazionale Commissione Impianti, Federazione Italiana Nuoto, Roma

## Premessa

La conferenza Stato-Regioni con atto n. 1605 della seduta del 16 Gennaio 2003 (1) ha convenuto nell'allegato 1 che:

*“L'acqua di approvvigionamento deve possedere tutti i requisiti di potabilità previsti dalle vigenti normative fatta eccezione per la temperatura.*

*Nel caso che l'acqua di approvvigionamento non provenga da pubblico acquedotto, sull'acqua stessa dovranno essere effettuati controlli di potabilità con frequenza almeno annua o semestrale, per i parametri indicati nel giudizio di idoneità dell'acqua destinata al consumo umano, previsti dalla vigente normativa”.*

Per consentire la balneazione con tale grado di purezza, l'acqua in vasca, inquinata da contaminazioni esterne e anche in parte dai bagnanti è indispensabile che subisca un continuo trattamento prima fisico (filtrazione meccanica) e quindi chimico (aggiungendo prodotti chimici ossidanti con azione residua e stabilizzanti).

Il sistema di filtrazione, la sua portata totale oraria, le ore di ricircolo dell'acqua trattata, il dimensionamento delle macchine dovrà essere oggetto di una accurata scelta progettuale fatta nel rispetto delle indicazioni di riferimento normative.

## La centrale di trattamento dell'acqua

È bene che la centrale di trattamento dell'acqua sia in adiacenza alla piscina e alla vasca di compenso per diminuire i percorsi delle tubazioni di mandata e ripresa e le conseguenti perdite di carico; morfologicamente, inoltre, dovrà essere costruita prendendo in considerazione i seguenti fattori:

- adeguato dimensionamento per accogliere tutte le apparecchiature installate avendo cura che filtri e pompe siano posti sotto il battente superiore della vasca;
- possibilità di operare bene con ampi spazi sia per la fase di montaggio iniziale che di manutenzione futura;
- buona illuminazione e aerazione del vano filtri;
- dotare il locale di un pozzetto di raccolta acqua con scarico a gravità dalla quota inferiore;
- separare il locale filtrazione dal locale dosaggio e stoccaggio prodotti chimici;
- essere in adiacenza alla vasca di compenso.

## Distribuzione dell'acqua in vasca

Il progetto idraulico di distribuzione dell'acqua in uscita all'impianto di filtrazione dovrà garantire un uniforme rinnovo in tutto il volume, movimentando e ossidando in tempo breve

ogni particella inquinata e inquinante, pertanto si dovranno evitare zone di scarso movimento, cortocircuiti ed effetti vorticosi non utili al processo di depurazione .

Il sistema che garantisce la più rapida e uniforme distribuzione dell'acqua in vasca è quello di immetterla dal fondo mediante particolari bocche dotate di ugelli di tipo radiale, laminare e regolabili in grado di ottenere una portata e velocità costante in uscita.

Le singole bocche dovranno essere alimentate da collettori principali, preferibilmente multipli, con la possibilità di essere intercettati in più punti a valle e a monte per garantire una maggiore sicurezza al sistema in caso di rottura accidentale di qualche linea, posizionata nei corridoi tecnici, in modo da garantire facile ispezione; il materiale dovrà essere tale da resistere alla pressione di esercizio prevista e alle corrosioni chimiche dell'acqua addizionata di cloro e stabilizzata della vasca.

Sarà bene che tutte le linee idrauliche siano posizionate con le opportune pendenze evitando salti di quota e inutili sifoni nei collettori.

Le elettropompe a servizio del sistema di ricircolo, hanno il compito di aspirare l'acqua dal fondo della vasca o dalla vasca di compenso o da entrambi (a seconda lo schema funzionale), dovranno avere portata e prevalenza adeguata per inviarla all'impianto di trattamento, disinfezione e riscaldamento fino a giungere alle bocche di uscita; è preferibile che queste siano del tipo centrifugo a basamento orizzontale con corpo in bronzo e girante, asse e cuscinetti resistenti agli agenti aggressivi.

A valle di ogni elettropompa sarà bene installare un prefiltro del tipo a cestello con possibilità di agevole pulizia manuale periodica a protezione delle stesse.

## Sistemi di ricircolo

I sistemi di ricircolo dell'acqua tra la piscina e l'impianto di depurazione possono essere di vario tipo, a seconda di come viene immessa l'acqua e di come viene aspirata dal bacino di balneazione o dalla vasca di compenso o da entrambe contemporaneamente:

- mandata dal fondo/ripresa totale dal bordo sfioro;
- mandata dal fondo/ripresa sia dallo sfioro che dal fondo;
- mandata dalle pareti e dal fondo / ripresa dallo sfioro e dal fondo.

La scelta del sistema di ricircolo comporta, in fase di progettazione, la determinazione del numero delle bocche di immissione, il loro posizionamento, il tipo e sviluppo dello sfioro, il numero di prese dal fondo e il posizionamento.

Normalmente con la immissione dal fondo, le tubazioni di mandata e le bocche, vanno posizionate all'interno della struttura della soletta di fondo o, nel caso di piscine sospese, ispezionabili sottostanti la platea, in speciali tronchetti passanti; quindi tutti gli immissari e le tubazioni dovranno essere fissati preventivamente ai ferri della successiva gettata del c.a.

Con il sistema d'immissione dalle pareti, le bocchette laterali vanno posizionate prima della fase di getto con l'utilizzo di speciali passanti flangiati quindi fissate alla carpenteria della struttura verticale .

La canale di raccolta delle acqua di superficie nelle vasche in cemento armato potrà essere realizzata unitamente al getto di calcestruzzo delle pareti e anche per questa vanno previste tubazioni di raccolta dell'acqua a gravità con idonei tronchetti passanti dotati di piletta superiore grigliata, numero e posizionamento dovrà essere verificato in fase di progetto.

Il sistema di ripresa dell'acqua di sfioro con canaletta perimetrale impone la presenza di una vasca di raccolta a gravità comunemente chiamata di compenso .

Trattasi di una vasca, dimensionata in genere tra il 5 e il 10% del volume della vasca servita che riceve per gravità l'acqua delle canale di sfioro, pari alla portata unitaria dell'impianto,

inoltre ha lo scopo di accogliere e contenere l'aumento di volume delle masse dovuto alla presenza dei bagnanti (volume acqua+volume bagnanti).

Nella vasca di compenso si potrà effettuare il controllo del livello dell'acqua in vasca con un reintegro automatico e immediato, attraverso un sistema controllato da sonde elettroniche di livello che attivano una valvola idraulica con motore elettrico a bassa tensione posizionata sulla linea di alimentazione, il reintegro dell'acqua è indispensabile per sopperire all'acqua di evaporazione e a quella necessaria per il controlavaggio nonché eventuali piccole perdite dell'invaso.

La vasca di compenso, nella quale l'acqua dovrà cadere per stramazzo e quindi essere collocata ad una quota inferiore rispetto al bordo sfioro piscina, richiede una superficie e volume adeguato; con idonea copertura a solaio e facile ispezionabilità per la manutenzione ordinaria.

Per dimensionare il volume della vasca di compenso si determina il numero massimo di bagnanti ammissibili (superficie dell'acqua diviso 2) e lo si moltiplica per 75, ottenendo in litri il movimento per espansione, si trasformano i litri in metri cubi e si avrà il volume totale in movimento per contenere il suo aumento; per maggiore sicurezza si considera un ulteriore incremento del 20% per effetto del moto ondoso.

Ai fini di una costante ripresa d'acqua dalla vasca di compenso e per evitare che le elettropompe possano aspirare aria, prevenendo l'effetto vortice, è necessario che la presa di aspirazione, sia posta sul fondo vasca o sulla parete e abbia sempre un battente di acqua di almeno 80 cm; inoltre la vasca di compenso dovrà essere dotata di tubazione per lo scarico periodico a gravità, di un sistema di controllo dei livelli e di finestra o botola superiore per l'ispezione e la pulizia.

L'altezza massima dell'acqua in vasca di compenso determina il posizionamento della tubazione del troppo pieno, che dovrà essere installato a parte in zona facilmente controllabile e convogliato in un pozzetto di scarico.

La vasca di compenso dovrà essere considerata parte integrante della piscina, la sua caratteristica costruttiva, la tenuta d'acqua e il rivestimento dovranno avere le stesse caratteristiche e garantire lo stesso livello d'igiene dell'acqua di balneazione.

Negli ultimi anni praticamente tutte le piscine ad uso pubblico sono dotate di sistema di ricircolo a sfioro e di vasca di compenso, mentre il sistema a *skimmers* viene comunemente utilizzato solo per i piccoli impianti privati.

## **Sistemi di sfioro dell'acqua di superficie**

Il bordo sfioratore è un particolare costruttivo che riveste grande importanza nella progettazione di una piscina poiché condiziona tutte le componenti strutturali e impiantistiche. I vari sistemi di sfioro hanno avuto distinti processi di evoluzione, che ha portato a realizzare la canale allo stesso livello della pavimentazione esterna circostante, più o meno distanziata dalla vasca, rispetto alle prime piscine che vedevano la canale di sfioro inserita nella parete verticale a circa 15-20 cm sotto il livello del bordo superiore. Recenti normative prevedono che, nelle piscine ad uso pubblico, il bordo sfioratore sia realizzato per almeno il 75% del perimetro della vasca, oppure sui lati lunghi nel caso di piscine rettangolari destinate ad attività sportiva.

I sistemi più diffusi sono di seguito descritti

## **Wiesbaden basso**

La canaletta è inserita nella parete della piscina a 15-20 cm sotto il livello della pavimentazione. È un tipo di bordo che incontra sempre meno l'interesse dei progettisti, in quanto, mantenendo il livello acqua più basso rispetto al piano di vasca, non "sfrutta" appieno tutto il volume della vasca; la risalita dei bagnanti è più faticosa ed è di più difficile ispezionabilità. Rimane il vantaggio del completo sfruttamento del piano vasca, oltre al fatto che può essere usato con vantaggio in vasche terapeutiche e di riabilitazione. Alcune industrie del settore realizzano canali monoblocchi in ceramica smaltata, con profondità in parete di 15 e 22,5 cm, che possono essere incassate all'interno della parete della vasca, la quale deve essere preventivamente sagomata. Il raccordo con la pavimentazione avviene utilizzando pezzi speciali di arrotondamento e finitura. Sono previsti inoltre pezzi speciali sempre in ceramica per la raccolta e lo scarico dell'acqua realizzati con fori predisposti nella sagoma e all'alloggiamento delle pilette, il cui interasse può variare dai 3 ai 5 m in funzione della portata dell'acqua in ricircolo.

## **Wiesbaden alto**

La canaletta di sfioro viene portata a livello della pavimentazione a ridosso della vasca e viene ricoperta con una griglia in plastica per consentire il calpestio. I vantaggi di questa soluzione sono la semplicità di realizzazione del getto in cemento armato della parete verticale e la facile posa del pezzo speciale superiore oltre alla semplice pulizia periodica mediante sollevamento della griglia di protezione

## **Finlandese**

La canaletta di raccolta è spostata rispetto alla parete verticale della vasca, il bordo realizzato con un pezzo speciale in pendenza verso l'interno creando un effetto spiaggia. È il tipo di bordo vasca attualmente più utilizzato, soprattutto nelle vasche pubbliche, agonistiche e non, sia per motivi funzionali che estetici. Grazie alla sua forma, riesce ad assorbire senza respingere le onde create dai nuotatori, vantaggio non indifferente nel caso di piscine destinate a competizioni o con una forte affluenza di utenti. La canaletta deve essere creata in opera nel getto del cemento armato o inserita direttamente nel sistema di prefabbricazione. Si può realizzare la canaletta di sfioro con pendenza interna longitudinale tale da consentire che l'acqua di sfioro confluisca direttamente per gravità nella vasca di compenso; questa soluzione consente di eliminare le pilette di raccolta e le necessarie tubazioni di raccordo. Costruttivamente questo bordo è composto da pezzi speciali di rivestimento superiore in ceramica, inclinati verso la vasca, che si collegano alla canaletta, ricoperta da una griglia in plastica poggiate su angolari ad *L* sempre in PVC o su pezzi ceramici specifici. Il bordo finlandese può essere realizzato con canaletta unica o doppia; in questo caso la seconda è normalmente di dimensioni ridotte e serve per raccogliere le acque di lavaggio della pavimentazione circostante, che mai devono confluire nella canaletta del sistema di ricircolo dell'acqua di vasca.

Si può realizzare il bordo finlandese con doppia canale, entrambe con la stessa inclinazione verso la vasca e coperte da una unica griglia, costituita solitamente in elementi modulari di materiale plastico orizzontali al lato lungo con rinforzi interni in acciaio inox, questo tipo di soluzione con griglia unica larga inclinata, oltre alla migliore funzionalità di tutto il sistema garantisce una più semplice costruzione e un ottimo risultato estetico.

## Impianto di filtrazione

È la componente più importante per quanto riguarda un centro natatorio. Un impianto di filtrazione è costituito da un numero variabile di filtri nel rispetto delle norme: per una garanzia ottimale dell'igiene è bene che questi siano multipli quindi mai meno di due, con caratteristiche tecniche uguali tra loro; anche le pompe, tranne quelle di scorta, devono essere in numero pari ai filtri.

In un buon sistema di ricircolo l'acqua tracima dalle canalette di sfioro fino alla vasca di compenso, le pompe dei filtri aspirano dalla, per poi rimandarla, filtrata, alla piscina attraverso le bocchette di immissione dal fondo.

A valle delle pompe per una loro maggiore protezione è necessario un sistema di pre-filtrazione, con lo scopo di trattenere ogni genere di impurità grossolane.

I tipi di filtri più utilizzati sono:

- a sabbia monostrato;
- a letti selettivi multistrato;
- a diatomea;
- a cartuccia.

Il principio di funzionamento di un filtro, di qualunque tipo esso sia, è sempre lo stesso: l'acqua passa attraverso un materiale inerte, sia esso sabbia, polvere di diatomea o cartuccia e lo sporco e i materiali in sospensione vengono trattenuti secondo una legge fisica.

I processi chimici che governano la disinfezione dell'acqua avvengono principalmente all'interno della piscina e della vasca di compenso e interessano il sistema di filtrazione solo in fase successiva ma comunque primaria per il sistema.

### Filtri a sabbia

Si dividono in filtri monostrato, costituiti da un letto filtrante di uguale granulometria, e multistrato, costituiti da letti filtranti a granulometrie diverse, in genere da due a quattro, di peso specifico diverso tra loro in modo da potersi posizionare con granulometrie decrescenti. Esistono anche filtri a sabbia cosiddetti a letti selettivi, nei quali il letto filtrante è disposto in modo da avere strati a granulometria decrescente all'inizio, e poi di nuovo crescente. È scientificamente provato che in tutti i sistemi filtranti a letti inerti, per ottenere una buona qualità di filtrazione, questi debbono avere un'altezza del pacco filtrante non inferiore a 120 cm.

I filtri a sabbia monostrato possono filtrare impurità dell'ordine delle decine di micron di diametro, mentre quelli a letti selettivi, quelli a diatomea e quelli a cartuccia raggiungono capacità filtrante maggiore dell'ordine di qualche unità di micron. Per pulire, rigenerare, e quindi riportare le masse alla loro condizione originaria è necessario provvedere periodicamente ad un lavaggio in controcorrente delle masse stesse, invertendo il senso del flusso di acqua che attraversa il filtro, scaricando l'acqua sporca in fogna invece che riportarla in piscina. In alcuni filtri questo procedimento avviene automaticamente, in altri è necessario eseguire una operazione a comando manuale sulle valvole di contro lavaggio del sistema.

### Filtri a diatomea

Le diatomee sono alghe marine unicellulari, caratterizzate da un corpo esoscheletro siliceo; invece di secernere calcare, le diatomee secernono silice che forma incrostazioni scure

nell'involucro trasparente con struttura porosa e così minuta da essere spesso usata come misura per graduare i microscopi.

Visivamente si presenta come una microscopica spugna con un diametro variabile da meno di 4 a circa 50-60  $\mu\text{m}$ .

Per la filtrazione dell'acqua delle piscine si utilizza farina fossile, silice amorfa di origine organica proveniente dagli scheletri di diatomee depositatisi, in milioni di anni, sul fondo del mare ed emersi, con gli sconvolgimenti geologici, in imponenti giacimenti oggi estratti.

Nel sistema di filtrazione a diatomea, i filtri non vengono puliti attraverso il normale controlavaggio come quelli a sabbia, ma è necessario rimuovere il letto di diatomee con una certa periodicità, ogni 4-6 ore (per alcuni tipi di impianti) o sostituirlo integralmente una volta che ha perso la capacità filtrante, mediamente ogni 5-10 giorni.

Il materiale filtrante (diatomea intasata da impurità) viene scaricato aprendo le valvole di fondo del filtro contenitore del sistema, lavato con fase di riempimento e caricato con una nuova dose di polvere di diatomea.

Questa non semplice operazione di manutenzione del letto filtrante unito al costo della nuova diatomea hanno limitato la diffusione di questo sistema di filtrazione.

Un vantaggio del sistema, oltre a quello di un'ottima capacità di filtrazione è quello che non occorre acqua per il controlavaggio dei letti e il sistema costruttivo del filtro è di ridotte dimensioni e ingombri.

## **Filtri a cartuccia**

Sono costituiti da contenitori in acciaio con una o più cartucce costruite in tessuto sintetico, poliestere pieghettato o con supporti porosi, in modo da offrire una più ampia superficie di filtrazione. Questo sistema consente di realizzare filtri di ingombro ridotto, poiché la superficie di filtrazione non è data dal diametro del filtro, ma dalla superficie filtrante sviluppata dalla cartuccia.

Con i filtri a cartucce ad elevato potere filtrante di 1-2  $\mu\text{m}$  è possibile ottenere una elevatissima qualità di filtrazione.

L'inconveniente è che l'unico modo per pulire le cartucce è quello di estrarle dal contenitore e lavarle con un getto di acqua.

A seconda del sistema e della sua portata questa operazione va eseguita una volta ogni 4-7 giorni; per impianti con notevole affluenza l'eventualità che si possano ostruire le cartucce al punto da non renderne più possibile la pulizia ha spesso frenato la diffusione di questo tipo di filtri.

## **Flocculazione nei filtri a sabbia**

Un processo chimico utilizzato per migliorare il processo fisico nei letti a sabbia quale è la filtrazione è la cosiddetta flocculazione. Essa consiste nell'introdurre nell'acqua della piscina, o meglio attraverso una pompa dosatrice che inietta in testa al filtro o in vasca di compenso, sostanze chimiche in grado di aggregare solidi più piccoli per formare agglomerati più grandi, i cosiddetti flocculi. In questo modo si aiuta il filtro a trattenere queste piccole particelle che altrimenti, possono non essere catturate.

La flocculazione quindi è un processo chimico che coadiuva alla filtrazione meccanica: ciò è possibile in tutti i tipi di filtri a sabbia anche in quelli con strato superiore di antracite, eccetto i

filtri a sabbia con letti selettivi poiché in questo sistema la flocculazione è spontanea effetto che si ottiene per la elevata velocità di filtrazione delle masse.

## **Disinfezione chimica dell'acqua in vasca**

La filtrazione migliora molto la qualità dell'acqua in particolare modo se coadiuvata dal processo di flocculazione di cui si è parlato sopra, ma il bagnante in vasca può liberare una notevole quantità di sostanze organiche e microrganismi che il semplice processo di filtrazione meccanica non riesce a trattenere.

Si valuta che la capacità di trattenimento dei batteri in un efficiente letto filtrante non superi il 70-80%, quindi è indispensabile che il sistema si completi con un adeguato trattamento chimico di ossidazione.

I normali disinfettanti usati sono il cloro e i suoi derivati in forma liquida e solida a seconda la scelta del gestore. È indispensabile che il prodotto produca un'azione di ossidazione e germicida residua in acqua; le normative vigenti impongono che in ogni punto della vasca sia presente una quantità minima e massima di cloro libero attivo, in grado di proteggere il bagnante da ogni eventuale agente contaminante. A tale scopo si deve garantire in continuo l'aggiunta del prodotto chimico con idonee apparecchiature che iniettano in automatico la sostanza chimica necessaria, una centralina elettronica di lettura e controllo dei valori chimici.

### **Bibliografia**

1. Conferenza Stato-Regioni. Atto n. 1605, seduta del 16 Gennaio 2003. Disponibile all'indirizzo: [http://www.mmconsul.it/Accordo\\_Piscine\\_16012003.pdf](http://www.mmconsul.it/Accordo_Piscine_16012003.pdf); ultima consultazione 06/06/2007.

# CONTROLLI INTERNI E AUTOCONTROLLO NELLE PISCINE

Agnese Dalla Riva, Edoardo Chiesa  
*Dipartimento di Prevenzione, Azienda ULSS 4 - Vicenza*

## Introduzione

L'Accordo 16 gennaio 2003 tra il Ministero della salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine disciplina (1) stabilisce in modo inequivocabile la tipologia dei controlli per la tutela igienico-sanitaria in piscina, indirizzati all'applicazione dell'autocontrollo e conferendo loro la necessaria natura giuridica.

L'impostazione evidenzia la distinzione tra i controlli interni ed esterni. I primi competono al gestore e rientrano in un novero normativo definito "autocontrollo" e devono diventare "un sistema" di lavoro. I secondi competono all'Azienda Sanitaria Locale, hanno valenza sanitaria e sono eseguiti sulla base di specifici programmi e a campione.

## Controlli interni

I controlli interni sono funzionali e finalizzati a una corretta e puntuale gestione igienico-sanitaria della piscina; sono a carico del gestore, a cui l'Accordo assegna l'obiettivo di garantire la salute dell'utente in piscina lasciandogli piena autonomia gestionale nell'organizzare il proprio sistema controllo, ma nel contempo esige l'applicazione della metodologia scientifica basata sull'autocontrollo, garanzia di efficacia nel perseguire e raggiungere gli obiettivi igienico-sanitari imposti dalla norma. Si tratta di una inversione di prospettiva in quanto si abbandona la visione secondo cui la legge detta minuziosamente quali devono essere i controlli interni, per passare ad una responsabilizzazione del gestore.

L'autocontrollo rappresenta lo strumento di prevenzione principale da porre in essere a tutela della salute degli utenti, similmente a quanto già avviene nell'ambito del settore di prevenzione infortuni sicurezza e ambienti di lavoro e alimentare; è, in particolare, da quest'ultimo che è stato mutuato il principio dell'autocontrollo basato sulla metodologia HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) descritta nel Codex Alimentarius e recepita in Italia con il DL.vo 155/1997.

## L'autocontrollo

L'Autocontrollo è un sistema finalizzato a garantire la sicurezza igienica degli utenti in piscina, attraverso l'applicazione di una concomitanza di azioni articolate volte a prevenire, ridurre o eliminare i potenziali pericoli nell'ambiente piscina.

È un metodo che se sistematicamente adottato proietta la piscina in un'ottica di gestione verso il sistema di qualità con il conseguente riconoscimento nella certificazione

## Obiettivi

In linea con il principio enunciato al comma 6 dell'Accordo del 2003 l'autocontrollo si prefigge sostanzialmente:

- l'individuazione di tutti i pericoli legati alla sicurezza igienico-sanitaria, potenzialmente presenti nell'ambiente piscina;
- la prevenzione del manifestarsi di tali pericoli attraverso specifiche misure preventive e la definizione di punti o fasi critiche da tenere sotto controllo;
- la predisposizione di sistemi di controllo e monitoraggio per tali parametri o fasi e gli interventi in caso di anomalie e di non conformità.

L'Accordo al punto 6.1 esplicita che l'autocontrollo deve indirizzarsi all'analisi di tutti i pericoli che possono occorrere in piscina: sia quelli derivanti dalla qualità dell'acqua per la tutela igienico-sanitaria, sia quelli ambientali per la sicurezza da incidenti o eventi pericolosi per la salute.

Pertanto, affinché l'autocontrollo risponda alle aspettative per le quali è destinato, deve essere strutturato tenendo conto dei seguenti punti principali:

- individuazione dei punti o delle fasi in cui si articola il funzionamento di una piscina;
- individuazione dei pericoli che si possono verificare nell'ambiente piscina (analisi dei pericoli);
- individuazione dei punti critici e definizione dei loro limiti;
- definizione del sistema di monitoraggio;
- individuazione delle misure correttive;
- verifiche riesame e periodico del piano.

Al punto 6.4 cita la redazione di un registro per i parametri dell'acqua in vasca, ha in un certo senso richiamato un esempio, derivante da un refuso dell'applicazione delle antecedenti Circolari n. 128 del 16/07/1971 e n. 86 del 15/07/1972.

L'elemento chiave del sistema è la predisposizione di procedure di controllo in corrispondenza proprio dei punti critici, in modo da evidenziare in tempo reale eventuali anomalie e/o inconvenienti prima che nell'ambiente piscina si verifichi il pericolo.

La procedura offre inoltre il vantaggio di affermare la qualità professionale del gestore poiché ad Egli spetta l'adozione di una metodologia tale da conferire credibilità all'intero sistema, in relazione agli obiettivi prefissati di tutela igienico-sanitaria. Infatti le modalità operative contenute nell'autocontrollo richiedono di operare con conoscenza e consapevolezza all'interno di tutto il processo aziendale con particolare attenzione allo stato delle strutture, degli impianti tecnologici, delle condizioni igienico-sanitarie generali e puntuali.

Perché l'applicazione e l'efficacia delle procedure contenute nel piano siano garantite devono essere portate a conoscenza e devono coinvolgere tutto il personale preposto della piscina.

L'autocontrollo di una piscina deve essere principalmente:

- *essenziale*: riferito al controllo dei punti nei quali la conoscenza, l'esperienza o la scienza indicano la possibilità significativa che si realizzi una situazione di rischio;
- *specifico*: non riferito ad uno schema astratto e generale ma a quello reale in relazione alla realtà della piscina;
- *dinamico*: in grado di tener conto degli eventi, dell'esperienza e degli errori per aggiornare, migliorare e diventare più completo ed efficace;
- *documentato*: descritto in un piano di controlli e con la possibilità di risalire alle operazioni effettuate;
- *aggiornato*: costantemente e con le modalità che ogni gestore ritiene più opportune e comunque atte a dimostrare credibilità rispetto l'obiettivo di tutela igienica da raggiungere;
- *predisposto in due parti*:

- la prima contenente i requisiti intesi come la raccolta documentale delle autorizzazioni, delle caratteristiche ambientali, dei locali, delle attrezzature, degli impianti e del personale;
- la seconda riguardante i requisiti veri e propri del piano, ossia la stesura dei protocolli di gestione, di autocontrollo relativi ai pericoli individuati nell'ambiente piscina e le varie registrazioni.

Nei casi in cui i controlli interni evidenzino situazioni di pericolo per la salute pubblica il gestore già di sua iniziativa intraprende le opportune azioni correttive fino all'eventuale chiusura dell'impianto o parte di esso, della singola o più vasche in relazione naturalmente al tipo di problematica. Detti inconvenienti, in particolare se hanno valenza sanitaria, devono essere segnalati all'Azienda ULSS territorialmente competente sia per valutare contestualmente gli interventi adottati, sia per consentire all'Organo di vigilanza di intraprendere eventuali altre misure preventive e/o successive verifiche.

Ciò mette in luce che l'autocontrollo è un sistema di piena responsabilità e globale, che va dall'analisi dei potenziali pericoli fino alla decisione estrema assunta dal gestore stesso di provvedere alla chiusura di una o più vasche o dell'impianto.

Va da sé infatti che, se i requisiti dell'Allegato 1 all'Accordo devono essere rispettati, questi non possono che essere desunti da una serie di monitoraggi interni all'azienda; ulteriore compito del gestore è, allo stato attuale, mantenere aggiornato l'elenco degli interventi effettuati, delle operazioni normalmente svolte, i risultati dei monitoraggi eseguiti ecc...

Come logica conseguenza a questo tipo di controlli essendo a carattere gestionale e interni all'azienda, non è legata alcuna ipotesi sanzionatoria.

### **Utili indirizzi per la stesura di un piano di autocontrollo**

Premesso che il piano di autocontrollo:

- deve essere specifico per singola realtà;
- deve essere semplice e compatibile con l'attività e le dimensioni della piscina;
- non è una sequela di campionamenti fini a se stessi o una indagine di massima con soluzioni approssimative, bensì un insieme di monitoraggi tesi a dimostrare l'applicazione e l'efficacia del piano stesso;
- non è una delega a ditte o esperti esterni;
- è contenuto in un documento che deve essere fruibile, organizzato e tenuto a disposizione nell'azienda;
- presuppone in primis l'assunzione della responsabilità del gestore/responsabile della piscina;
- deve essere portato a conoscenza di tutto il personale;
- implica la corretta applicazione delle procedure datesi;
- necessita adeguate capacità di intervento e il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza igienica;
- implica l'esistenza una serie di requisiti insiti nella gestione di tutto il complesso della piscina

si riporta una *check list* di indirizzo, certamente non esaustiva, ma utile come traccia alla stesura di un qualsiasi piano di autocontrollo in piscina.

### **Generalità**

- classificazione piscina;

- area urbanistica di insediamento;
- tipologia piscina;
- capienza – numero massimo frequentatori contemporaneamente presenti – numero massimo bagnati per singola vasca – numero massimo spettatori;
- dati del proprietario e gestore/responsabile della piscina.

### **Documentazione tecnica**

- planimetria di tutto il complesso della piscina, dei locali e dei servizi: caratteristiche generali – atrio d'ingresso – spogliatoi – servizi igienici – docce – primo soccorso – locali tecnici;
- fruibilità dei percorsi – accessibilità al primo intervento di soccorso – passaggi di bonifica di accesso e rientro alle vasche, ecc. ;
- sezione attività ausiliare: solarium – bar – palestra – sauna, ecc.;
- certificati autorizzatori.

### **Sezione requisiti funzionali degli impianti tecnici**

- tipologia, dimensioni e caratteristiche delle vasche;
- caratteristiche dell'impianto di filtraggio/trattamento dell'acqua, dell'apparecchio per il dosaggio dei prodotti, della vasca di compenso, ecc.;
- descrizione dell'impianto e del sistema di termoventilazione;
- descrizione del complesso di caldaie e del sistema per il riscaldamento dell'acqua: numero docce – numero boiler – modalità di mantenimento della temperatura, ecc.;
- descrizione dei locali tecnici a servizio degli impianti di trattamento – locali deposito prodotti.

### **Organizzazione del personale e responsabilità interne**

- organigramma;
- mansionario e rispettive responsabilità;
- documentazione relativa al personale: attestati di abilitazione – formazione. brevetti assistenti bagnanti, ecc.

### **Sezione inerente l'individuazione dei potenziali pericoli presenti in tutto il complesso piscina e delle relative misure preventive:**

- diagramma di flusso dell'attività/servizio del complesso piscina;
- individuazione dei potenziali pericoli per ogni fase secondo la procedura del punto 6 dell'Accordo del 2003;
- individuare le misure preventive per ogni pericolo individuato di ogni fase;
- individuare l'eventuale punto critico di controllo (ovvero un punto che consente un costante e immediato riscontro e una volta controllato permette di sorvegliare tutta la fase) con esplicite modalità di monitoraggio, limiti minimi e massimi e gli interventi nei casi di difformità dal range stabilito.

### **Procedure operative standard**

- piano di manutenzione dei locali, degli impianti tecnici presenti in piscina e del trattamento acqua di balneazione nonché delle attrezzature e accessori integrato con le condizioni di contratto qualora il servizio sia in carico a ditte esterne;
- piano di pulizia – sanificazione dei locali e attrezzature integrato dall'elenco dei prodotti utilizzati, schede di sicurezza, luogo di stoccaggio, procedure di sanificazione ivi incluse le condizioni di contratto qualora il servizio sia in carico a ditte esterne;
- mantenimento del requisito di disinfezione dell'acqua di balneazione;
- mantenimento del requisito di igienicità dell'acqua calda in uso alle docce;
- piano di disinfestazione e derattizzazione;
- redazione di un regolamento interno che contempra elementi di educazione sanitarie per gli utenti.

### **Registrazioni**

- manutenzioni varie dei locali e aree coperte e scoperte, degli impianti (termoventilazione, trattamento acqua, idrotermosanitario, ecc.) e delle attrezzature presenti nella piscina;
- controlli in campo e dei referti analitici di laboratorio svolti nell'acqua di vasca;
- referti analitici svolti sull'acqua calda delle docce;
- pulizie e sanitizzazione degli ambienti, attrezzature, ecc.;
- accertamenti dei dati microclimatici;
- eventuali accertamenti di potabilità dell'acqua di approvvigionamento;
- corsi di aggiornamento e formazione professionale del personale.

### **Verifica dell'applicazione e dell'efficacia del piano**

- verifica che le disposizioni impartite, con le modalità previste nel piano, siano applicate dal personale preposto;
- verifica dell'efficacia delle disposizioni ovvero che sia soddisfatto il requisito per il quale la disposizione è prevista.

### **Aggiornamento e revisione**

- eventuali modifiche rispetto quanto dichiarato nel piano deve seguire un appropriato aggiornamento anche solo per la parte interessata;
- provvedere a scadenza che il gestore stabilisce, la verificare del piano in modo da verificare se lo stesso, così come strutturato, risponde ancora ai requisiti di sicurezza igienica.

L'indice riportato è un punto di partenza utile per poi estendere i contenuti del piano sulla base della propria realtà intesa come dimensione dell'attività, condizione delle strutture, tipologia e condizione degli impianti e servizi offerti.

### **Bibliografia**

1. Italia. 16 gennaio 2003. Accordo tra il Ministero della Salute, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine ad uso natatorio. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 51, 3 marzo 2003.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lucia Bonadonna, Giancarlo Donati

*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

La trattazione, lungi dall'essere una descrizione esaustiva degli aspetti e delle criticità che riguardano gli impianti natatori, ha illustrato, in alcuni casi, i principi teorici, in altri quelli realmente operativi e ancora, in taluni, le soluzioni concrete e più valide da adottare per il controllo e la gestione degli impianti di piscina.

La necessità di adeguare al progresso scientifico e tecnologico gli strumenti di controllo del rischio sanitario correlato alla fruizione degli impianti natatori, ha indotto un aggiornamento delle strategie e dei metodi di sorveglianza. Tra gli elementi salienti e innovativi dell'attuale normativa, nata anche con il contributo dell'Istituto Superiore di Sanità, figurano l'adozione di un sistema di prevenzione dei pericoli basato su metodi standardizzati di analisi dei rischi, l'esecuzione di controlli da parte del gestore dell'impianto con elaborazione di un piano di autocontrollo, la definizione di controlli microbiologici più mirati e l'utilizzo di metodi analitici che fanno riferimento alle metodologie stabilite per il controllo delle acque destinate al consumo umano.

Al di là delle singole relazioni, sembra importante sottolineare che i nuovi criteri per il controllo e la gestione delle piscine, così come previsti dall'Accordo del 2003, possono essere considerati il tessuto connettivo di fondo per ulteriori sviluppi e approfondimenti in funzione della prevenzione e della salvaguardia della salute dei fruitori degli impianti natatori.

Alla luce di queste considerazioni, e come risultato di convegni, incontri di studio e confronti tra esperti, è possibile affermare che le conclusioni a cui si è giunti dimostrano la validità dell'approccio seguito, anche se solo il tempo potrà fornire indicazioni sulle future azioni da intraprendere. Tuttavia, alcune osservazioni, proposte e revisioni possono già essere prospettate per un possibile eventuale miglioramento dell'attuale quadro normativo.

Al momento attuale, l'attività regionale per il recepimento, e quindi l'entrata in vigore e l'applicazione, dell'Accordo del 2003 sembra essere particolarmente rallentata. Infatti, mentre si scrive, solo sei regioni sono riuscite a superare difficoltà interne e a pubblicare, sotto forma di legge (Toscana, Umbria) o di delibera di giunta (Liguria, Lombardia, Emilia Romagna e Marche), una norma che integri le disposizioni già fornite in materia con la tabella A dell'Accordo del 2003.

Inoltre, fa riflettere il fatto che le regioni riconoscono come applicabili le norme UNI (Appendice), senza, tuttavia, indicarle individualmente, ad esempio, nei consideranda iniziali, come sarebbe più opportuno fare.

Un problema ancora irrisolto riguarda la raccolta dei dati sui decessi per annegamento e sugli incidenti che si verificano nelle piscine. Infatti, sul territorio nazionale, i dati vengono raccolti in modo onnicomprensivo, includendo insieme, quindi, mare, fiume, lago, piscina, ambiente domestico, e, per incidente o suicidio, in un'unica classe statistica che non offre la possibilità di valutare il reale pericolo associato agli impianti natatori.

Inoltre, è noto che in Italia, non esiste un sistema di sorveglianza delle malattie di origine idrica; di conseguenza manca anche una raccolta di dati epidemiologici sulle infezioni associate all'uso delle piscine. In relazione alla matrice acqua, esiste l'obbligo di notifica per i casi di legionellosi, per i quali, separatamente, è riportata anche l'incidenza in relazione all'uso di piscine. A tale proposito vale notare che, dal 2000 alla fine del 2006, in Italia sono stati notificati un totale di 3.909 casi di legionellosi. Nel 2% delle segnalazioni, la patologia era associata all'uso di piscine, nella gran parte dei casi, alimentate da acqua termale. Dagli elementi ricavati dal sistema di controllo della legionellosi, risulterebbe, quindi, che le strutture balneari più a rischio possano

essere, in ordine decrescente, le piscine termali, le piscine delle strutture alberghiere e quelle pubbliche, anche considerando la relativa frequenza d'uso. In altri paesi europei, per le piscine pubbliche, una quota non indifferente dei casi segnalati è associata, più che all'acqua in vasca, all'acqua del sistema centralizzato di distribuzione dell'acqua calda. Questi dati potranno essere utili per calibrare al meglio i futuri interventi normativi.

È degli anni più recenti la diffusione di strutture – *wellness center*, centri termali e spa – per il benessere fisico e la *remise en forme*. In questi complessi, la frequentazione di impianti tipo *hammam*, bagno turco e sistemi di *hot tub* e per idromassaggio possono aumentare i rischi relativi alla diffusione di agenti patogeni come *Legionella*, *Pseudomonas*, micobatteri e amebe, organismi con una elevata rilevanza sanitaria. In queste circostanze, il naturale sviluppo di biofilm nelle tubature dell'acqua e su tutte le superfici esposte ad essa, l'assenza di trattamenti di disinfezione e la temperatura dell'acqua contribuiscono in misura sostanziale alla sopravvivenza dei microrganismi e alla loro proliferazione. Anche se questi complessi e dispositivi non sono direttamente in relazione ai criteri e ai controlli stabiliti dall'attuale normativa sulle piscine, è opportuno considerare la possibilità, anche per questi, di dettare norme adeguate a tutela della salute dei fruitori, come, d'altra parte, è già avvenuto in alcuni paesi europei, e anche in considerazione del fatto che alcune di queste attrezzature vengono già installate e usate nelle piscine.

Una proposta organizzativa per il superamento delle attuali difficoltà associate ai sistemi di controllo epidemiologico potrebbe riguardare la raccolta, in sede regionale e su comunicazione della AUSL e/o del gestore dell'impianto, delle informazioni relative alla frequenza di incidenti in piscina e delle patologie infettive, ivi comprese le malattie da raffreddamento e i disservizi degli impianti di trattamento per costituire una banca dati epidemiologica per ciascuna regione e, meglio ancora, se su base nazionale.

Alcuni aspetti propriamente tecnici, presenti nell'attuale normativa, potrebbero essere riesaminati ed, eventualmente, riconsiderati.

Nella tabella A dell'Accordo del 2003, per i parametri nitrati e colore nell'acqua di immissione è stabilito il "valore dell'acqua potabile". Tuttavia, rispetto all'acqua d'approvvigionamento, la concentrazione dello ione nitrato è destinata ad avere continui incrementi dovuti alla fisiologia umana e alla contemporanea presenza di un forte ossidante come il cloro. Pertanto, non sembra coerente richiedere che l'acqua di immissione presenti una concentrazione di ione nitrato come l'acqua di approvvigionamento (con tutti i requisiti di potabilità), mentre l'acqua di vasca si arricchisce in continuo di ione nitrato. D'altra parte, lo ione nitrato subisce incrementi lenti nel tempo e si può affermare che la sua concentrazione sia pressoché la stessa nell'acqua di vasca e nell'acqua di immissione. Di conseguenza, si ritiene utile proporre una modifica che preveda un valore di " $\leq 20$  mg/L oltre l'acqua d'approvvigionamento".

Anche il colore può subire variazioni graduali nel tempo e non sempre è dovuto a materiale in sospensione (es., alghe unicellulari) che possa essere allontanato con la filtrazione. Può invece anche essere dovuto a sostanze disciolte e, come tali, non allontanabili dal sistema di filtrazione/disinfezione. In tali condizioni l'intensità del colore è pressoché costante in tutta la massa d'acqua. Anche in questo caso la tabella andrebbe corretta indicando per il colore nell'acqua di immissione " $\leq 5$  mg/L Pt/Co oltre quello dell'acqua di approvvigionamento".

Un altro parametro che merita considerazione è la torbidità. Come unità di misura per la torbidità, a suo tempo, era stato scelto "mg/L di  $\text{SiO}_2$ ", essendo questa la scala utilizzata nel caso delle acque potabili così come era richiesto nel passato DPR 236/88. Con l'utilizzo di apparecchiature, anche portatili, per la misura di questo parametro, può essere utile, per completezza di espressione, riportare le scale equivalenti e il corrispondente valore assimilabile: 1 mg/L di  $\text{SiO}_2 = 0,4$  unità di formazina (NTU=FTU  $\approx$  JTU=JCU). In base a ciò, nella tabella dell'Accordo, per l'acqua di immissione potrebbe comparire, oltre il valore  $\leq 2$  mg/L di  $\text{SiO}_2$ ,

anche il corrispondente espresso come  $\leq 0,8$  NTU. Analogamente per l'acqua di vasca, oltre a  $\leq 4$  mg/L di SiO<sub>2</sub>, potrebbe essere riportato il valore  $\leq 1,6$  NTU.

In relazione all'acido isocianurico, utilizzato sottoforma di composto clorato per aggiungere cloro attivo libero in piscina e per proteggere lo stesso cloro dall'ossidazione da parte della frazione ultravioletta dei raggi solari nelle piscine scoperte, è opportuno presentare le considerazioni emerse da diversi confronti con esperti.

La fortuna commerciale di questi composti anche negli impianti coperti è riconducibile all'estrema facilità di trasporto e stoccaggio, semplicità d'uso, durata nel tempo senza fenomeni di degradazione del prodotto. L'effetto protezione avviene a scapito della ridotta immediata disponibilità dell'acido ipocloroso per le reazioni di ossidazione e disinfezione. Di conseguenza, in presenza di acido isocianurico, sarebbe opportuno incrementare la concentrazione di acido ipocloroso ammissibile in vasca nelle seguenti misure:

– per acido isocianurico sino a	15 mg/L	cloro attivo libero	0,7 - 1,5 mg/L
– “ “ “	50 mg/L	“ “ “	1,0 - 1,8 mg/L
– “ “ “	75 mg/L	“ “ “	1,2 - 2,0 mg/L

In relazione alla possibilità di inserire nuovi parametri da controllare, nel caso di piscine disinfettate con cloro, il potenziale redox potrebbe costituire una misura indiretta della concentrazione del cloro attivo. Il potenziale redox di una soluzione acquosa è dovuto alle molecole e ai gas disciolti, è misurato con un opportuno elettrodo ed è espresso in mV. Esso indica la capacità della soluzione di effettuare reazioni di ossidazione / riduzione nei confronti di sostanze che dovessero essere aggiunte ad essa. Perciò centraline *on line* di controllo del potenziale redox possono essere utilmente impiegate per regolare l'aggiunta di disinfettante, se opportunamente tarate. Considerando, tuttavia, la natura aspecifica del potenziale redox, si ribadisce che la misura della concentrazione del cloro attivo libero e combinato deve essere effettuata con la determinazione alla DPD e non con la rilevazione del potenziale redox.

L'eventuale impiego di nuove sostanze e nuove tecniche, anche per il trattamento dell'acqua (es. disinfezione con raggi ultravioletti), potrà essere autorizzato dal Ministero della Salute, preferibilmente dopo un periodo di sperimentazione in opportuni impianti natatori per i quali potrebbe essere sospeso, per il periodo della sperimentazione, l'obbligo del rispetto della normativa regionale e nazionale sulla qualità dell'acqua di vasca, fatto salvo per i criteri di salvaguardia della salute dei bagnanti (parametri microbiologici).

Per quanto riguarda il controllo dell'acqua di immissione, il punto 1.3 dell'Allegato 1 stabilisce che “sarà effettuato ogni qualvolta se ne manifesti la necessità per verifiche interne di gestione o sopraggiunti inconvenienti”. Infatti, i controlli interni sono comunque finalizzati ad accertare anche la funzionalità dell'impianto, diversamente dai controlli esterni che sono funzionali alla tutela della salute dei bagnanti. Pertanto, quanto stabilito al punto 1.3 può essere interpretato in tal senso: i controlli esterni sull'acqua di immissione possono essere effettuati con motivazione verbalizzata, non potendosi ritenere che i bagnanti vengano a contatto diretto con questo tipo di acqua.

Un altro punto da prendere in considerazione in un eventuale aggiornamento della attuale normativa è quello riguardante la vasca di compenso, probabilmente ancora poco tenute in conto nelle attività di gestione degli impianti. Nelle vasche in cui l'uscita dell'acqua avviene per sfioro superficiale tramite canalette laterali è necessario utilizzare una vasca di compenso per raccogliere e inviare successivamente alla filtrazione l'acqua che viene spostata dal corpo del bagnante e dal suo moto. Quest'acqua deriva dagli strati superficiali dell'acqua di vasca che sono i più ricchi in inquinanti sospesi, organici e microbiologici. Gli inquinanti che vengono a essere immessi nella vasca di compenso possono subire una parziale ossidazione e aderire alle pareti della vasca o precipitare sul fondo, formando una pellicola più o meno spessa. I microrganismi, sfruttando condizioni ad essi favorevoli (ad esempio, formazione di biofilm, e quindi anche presenza di

sostanze organiche), possono, in questo caso, trovare gli elementi per la loro sopravvivenza e moltiplicarsi. Di conseguenza, la vasca di compenso può rappresentare una fonte aggiuntiva di contaminazione, con aggravio del lavoro dei filtri che dovranno essere così sottoposti più frequentemente a controlavaggio. Si propone, pertanto, in questo ambito, di introdurre, nel piano di autocontrollo, la pulizia periodica sia del fondo, sia delle pareti verticali della vasca di compenso.

Nell'Accordo del 2003, non si fa alcun riferimento alla frequenza dei controlli che sono a carico del gestore dell'impianto. Infatti, è da considerare che, comunque, questi rientrano all'interno del piano di autocontrollo che deve redigere il gestore considerando la struttura nella sua globalità. Tuttavia, se l'acqua di immissione potrebbe essere verificata quando necessario, un suggerimento, utile nelle attività di autocontrollo, potrebbe essere quello elaborato anche in base agli incontri organizzati dalla Federazione Italiana Nuoto. In questo ambito, è emerso che la frequenza dei controlli potrebbe fare riferimento a quanto riportato nella Tabella 1.

**Tabella 1. Frequenza suggerita per i controlli interni dell'acqua in vasca**

Parametro	<i>In situ</i>	In laboratorio
temperatura	2/giorno	--
pH	2/giorno	--
cloro libero	3/giorno	--
cloro combinato	2/giorno	--
torbidità	1/giorno	--
solidi sospesi	--	ogni 4 mesi
solidi grossolani	3/giorno	--
colore	--	ogni 2 mesi
acido isocianurico	bisettimanale	--
ozono	giornaliera	--
sostanze organiche	--	ogni due mesi
nitrati	--	ogni due mesi
flocculante	--	ogni quattro mesi
parametri microbiologici	--	mensile

Per i parametri microbiologici, se le analisi effettuate nell'arco di 6 mesi consecutivi, indicano una situazione costantemente a norma, potrebbe essere compatibile la riduzione della frequenza (controlli bimestrali). Qualora, successivamente, si evidenzia una non conformità, si dovrà tornare alla frequenza mensile per almeno gli altri successivi 6 mesi.

I microrganismi rilasciati dai bagnanti in vasca trovano un substrato adeguato e una protezione nei confronti dell'azione dei disinfettanti. L'abbondanza di sostanze organiche, pelle e/o muco, sospese in acqua costituisce una frazione importante della torbidità dell'acqua e aumenta il rischio di esposizione ad agenti microbici. Sotto questo aspetto, sarebbe quindi opportuno inserire, nel piano di autocontrollo, la determinazione della torbidità da misurare giornalmente, con strumentazione da campo e portatile, eventualmente da programmare in concomitanza alla determinazione di cloro e pH. In tal modo, potrebbe essere eseguito il controllo, seppur indiretto e teorico, dell'andamento della flora microbica nell'acqua in vasca (maggiore sarà la torbidità, maggiore potrà essere il carico microbico nell'acqua in vasca), con una determinazione a risposta rapida, a basso costo e facilmente realizzabile. Si ribadisce comunque che la semplicità di impiego non deve tuttavia far perdere di vista la necessità di disporre di evidenze oggettive delle qualità prestazionali dei diversi metodi di misura. Pertanto, è opportuno che ogni due mesi, o comunque in funzione della durata d'uso, venga effettuata la taratura degli strumenti utilizzati per le misure *in situ*.

## APPENDICE

### **Norme UNI relative ai requisiti per il controllo e la gestione degli impianti natatori**

1. UNI EN 13451-1  
Attrezzature per piscine. Requisiti generali di sicurezza e metodi di prova; 2002.
2. UNI EN 13451-2  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per scale a pioli, scale a gradini e corrimano; 2002.
3. UNI EN 13451-3  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per attrezzature di trattamento dell'acqua; 2002.
4. UNI EN 13451-4  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per piattaforme di partenza; 2003.
5. UNI EN 13451-5  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per delimitatori di corsie; 2003.
6. UNI EN 13451-6  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per placche di virata; 2003.
7. UNI EN 13451-7  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per porte da pallanuoto; 2003.
8. UNI EN 13451-8  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per attrezzature acquatiche ricreative; 2003.
9. UNI EN 13451-10  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per piattaforme e trampolini per tuffi e relative attrezzature; 2004.
10. UNI EN 13451-11  
Attrezzature per piscine. Requisiti aggiuntivi specifici di sicurezza e metodi di prova per fendi mobili e pareti mobili per piscina; 2004.
11. UNI EN 1069-1  
Acquascivoli di altezza maggiore o uguale di 2m. Requisiti di sicurezza e metodi di prova; 2002.
12. UNI EN 1069-2  
Acquascivoli di altezza maggiore o uguale di 2m. Istruzioni. 2000
13. UNI 10637  
Piscine. Requisiti degli impianti di circolazione, trattamento, disinfezione e qualità dell'acqua di piscina; 2006.

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN  
deve essere preventivamente autorizzata.  
Le richieste possono essere inviate a: [pubblicazioni@iss.it](mailto:pubblicazioni@iss.it).*

*Stampato da Litografia Chicca di Fausto Chicca  
Via di Villa Braschi 143, 00019 Tivoli (Roma)*

*Roma, giugno 2007 (n. 2) 2° Suppl.*