

Indicatori tradizionali e nuove emergenze nella microbiologia dell'acqua degli impianti natatori

Erica Leoni

Dip.to di Medicina e Sanità Pubblica
Università di Bologna

Convegno Regionale SITi
Promuovere l'attività fisica: obiettivo di salute per tutti
Gruppo di lavoro SITi "Scienze Motorie per la Salute"
Napoli, 19-20 ottobre 2012

RISCHIO MICROBIOLOGICO IN PISCINA

Categoria	Agente	Origine	Trasmissione
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>Acantamoeba</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</i>	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
	<i>floccosum</i>		

Le epidemie idriche da patogeni "primari" nei paesi ad alto tenore igienico e tecnologico sono in forte diminuzione o quasi scomparse.

Rimane tuttavia il rischio microbiologico da altri agenti microbici (patogeni emergenti)
di natura virale o protozoaria oppure da batteri inquadrabili nel gruppo dei "patogeni opportunisti"

NUOVE EMERGENZE NELLA MICROBIOLOGIA DELL'ACQUA

Le malattie infettive emergenti sono quelle malattie che in un determinato territorio compaiono per la prima volta oppure, sotto l'influenza di fattori fisici o tecnologici favorevoli, aumentano la loro incidenza nella popolazione (riemergenti)

Hrudey, S.E. and Hrudey, E.J.

Safe Drinking Water - Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations.

London, UK: IWA Publishing; 2004

Lo studio ha censito 73 epidemie idrodiffuse

Agente eziologico

<i>Cryptosporidium</i>	20
<i>Campylobacter</i>	14
<i>Giardia</i>	13
<i>Norwalk virus</i>	12
<i>pathogenic E. Coli</i>	7
<i>unidentified</i>	5
<i>rotavirus</i>	2
<i>Shigella</i>	2
<i>Hepatitis A</i>	1
<i>Salmonella</i>	1
<i>Toxoplasma</i>	1

Distribuzione geografica

USA	23
Canada	12
Inghilterra	8
Svezia	7
Finlandia	5
Irlanda del Nord	3
Australia	2
Danimarca	2
Giappone	2
Norvegia	2
Scozia	2
Bermuda	1
Irlanda	1
Italia	1
Svizzera	1
Nuova Zelanda	1



MMWRTM

Morbidity and Mortality Weekly Report

www.cdc.gov/mmwr

Surveillance Summaries

September 12, 2008 / Vol. 57 / No. SS-9

**Surveillance for Waterborne Disease
and Outbreaks Associated with Recreational
Water Use and Other Aquatic Facility-Associated
Health Events — United States, 2005–2006**

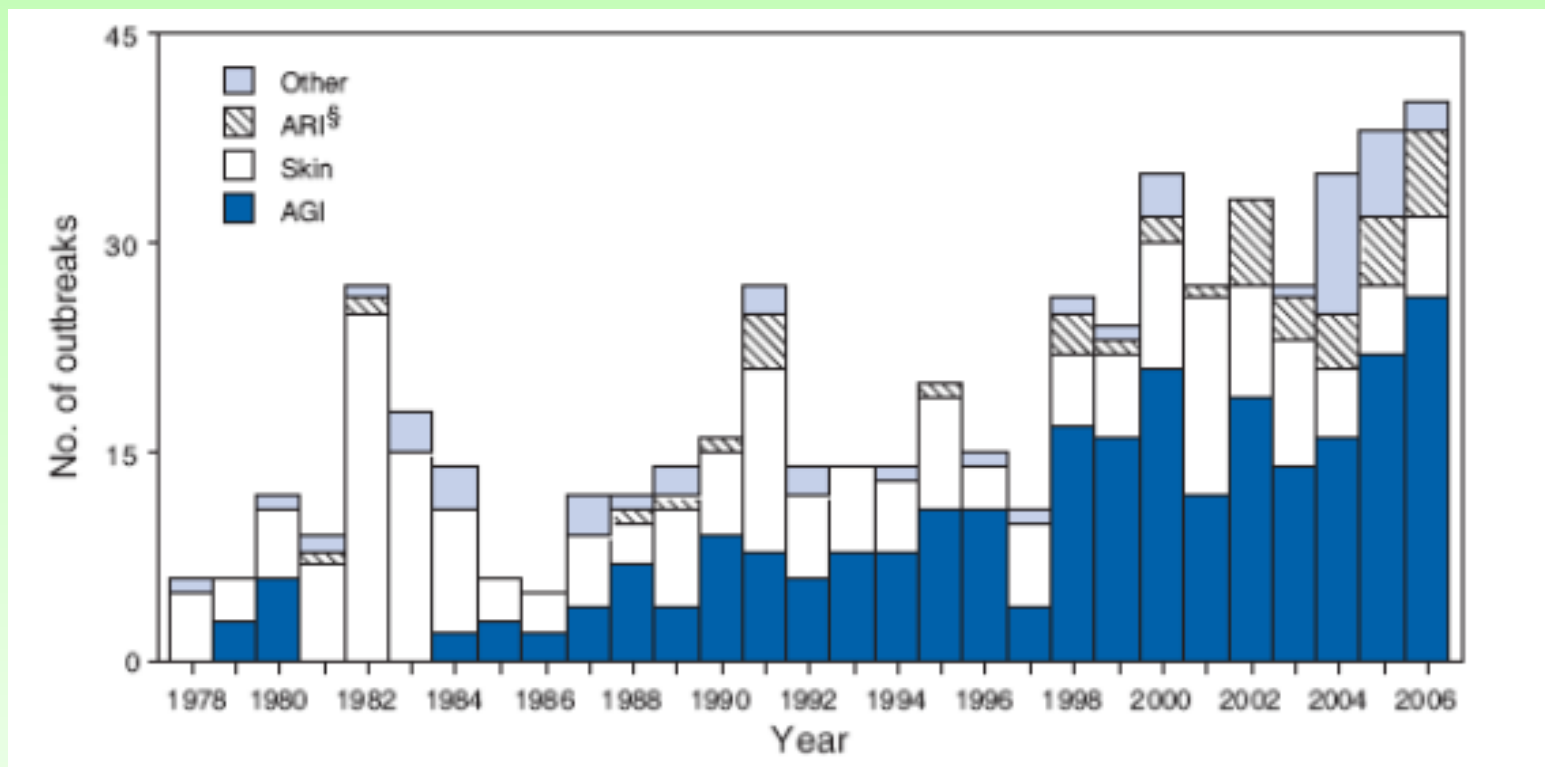
and

**Surveillance for Waterborne Disease
and Outbreaks Associated with Drinking Water
and Water not Intended for Drinking —
United States, 2005–2006**



**DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES
CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION**

Numero di epidemie associate all'acqua ad uso ricreativo (n: 577) per anno e tipo di malattia, USA, 1978-2006



ARI: malattie respiratorie acute (comprese legionellosi)

SKIN: malattie, condizioni e sintomi correlati alla cute

AGI: malattie acute gastrointestinali

OTHER: cheratiti, congiuntiviti, otiti, bronchiti, meningiti, meningorencefaliti, epatiti, leptospirosi e malattie combinate (non sono compresi i 60 casi sporadici di meningoencefalite da ameba)

Numero di epidemie associate all'acqua ad uso ricreativo (n: 577) per tipo di esposizione, agente eziologico, tipo di malattia e via d'ingresso, USA, 2005-2006

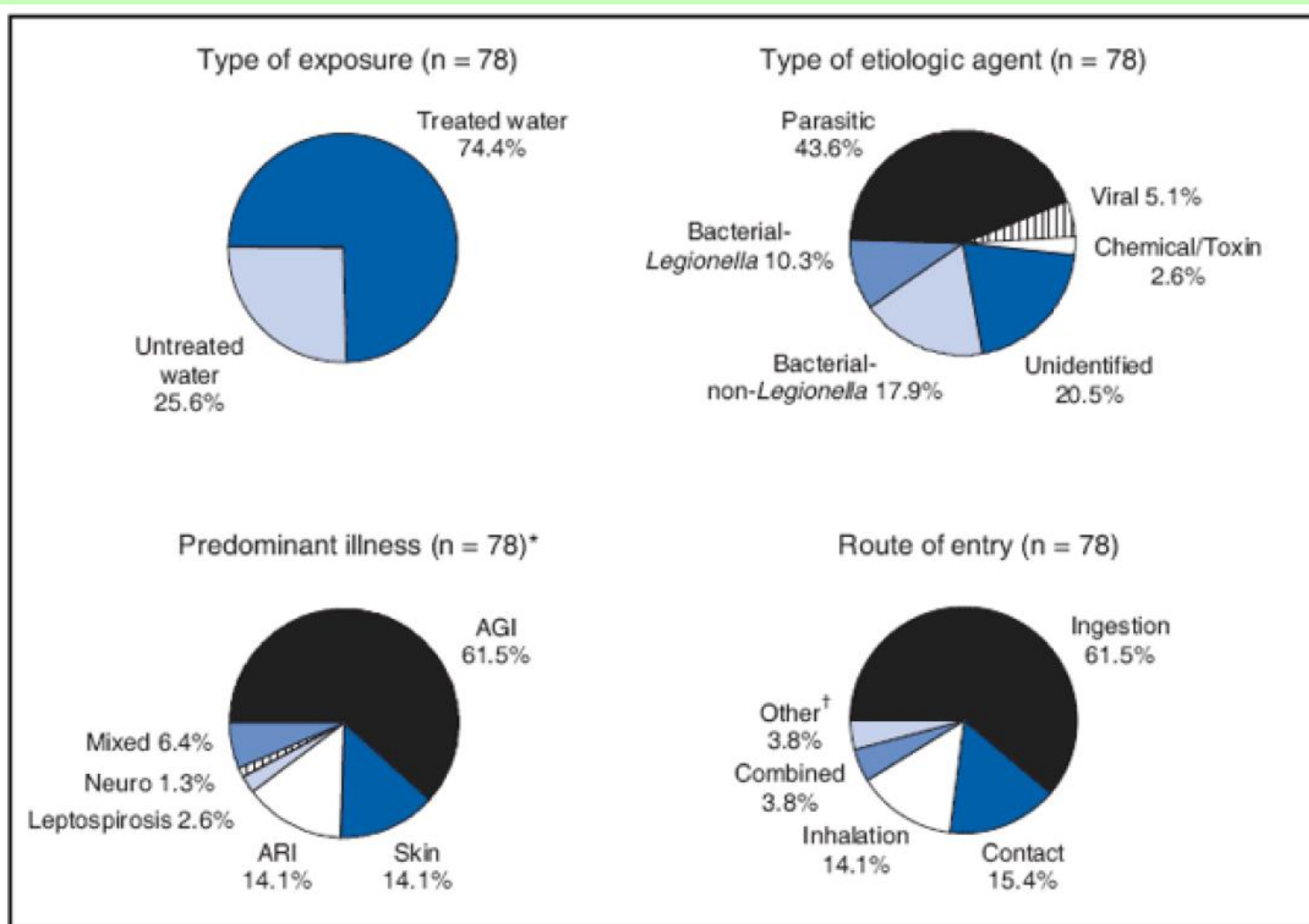


TABLE 7. Number of waterborne-disease outbreaks (n = 78) associated with recreational water, by etiologic agent(s) and type of water — United States, 2005–2006

Predominant illness	Type of water				Total	
	Treated		Untreated		No. of outbreaks (%)	No. of cases (%)
	No. of outbreaks	No. of cases	No. of outbreaks	No. of cases		
Bacteria	14	167	8	88	22 (28.2)	255 (5.8)
<i>Campylobacter jejuni</i>	1	6	0	0	1	6
<i>Escherichia coli</i> spp.	0	0	3	10	3	10
<i>Leptospira</i> spp.	0	0	2	46	2	46
<i>Legionella</i> spp.*	8	124	0	0	8	124
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	28	0	0	4	28
<i>Shigella sonnei</i>	1	9	3	32	4	41
Parasites	31	3,784	3	35	34 (43.6)	3,819 (86.6)
<i>Cryptosporidium</i> spp.	29	3,718	2	33	31	3,751
<i>Giardia intestinalis</i>	1	11	0	0	1	11
<i>Naegleria fowleri</i>	0	0	1	2	1	2
<i>Cryptosporidium</i> and <i>Giardia</i> spp.†	1	55	0	0	1	55
Viruses	1	18	3	68	4 (5.1)	86 (1.9)
Norovirus	1	18	3	68	4	86
Chemicals/toxins	1	19	1	3	2 (2.6)	22 (0.5)
Copper sulfate	0	0	1	3	1	3
Chlorine gas‡	1	19	0	0	1	19
Suspected etiology	9	135	3	17	12 (15.4)	152 (3.4)
Suspected chemical exposure¶	1	9	0	0	1	9
Suspected chloramines	3	53	0	0	3	53
Suspected norovirus	0	0	1	13	1	13
Suspected <i>P. aeruginosa</i>	5	73	0	0	5	73
Suspected schistosomes	0	0	2	4	2	4
Unidentified	2	44	2	34	4 (5.1)	78 (1.8)
Total (%)	58 (74.4)	4,167 (94.4)	20 (25.6)	245 (5.6)	78 (100.0)	4,412 (100.0)

* Five outbreaks were attributed to *Legionella pneumophila*, two outbreak investigations did not identify a *Legionella* species, and one outbreak investigation detected *L. pneumophila* and *L. maceachernii* in both pool and spa water.

† Thirty-five persons had stool specimens that tested positive for *Giardia*, seven persons had stool specimens that tested positive for *Cryptosporidium*, and two persons had stool specimens that tested positive for both *Giardia* and *Cryptosporidium*.

‡ Chlorine gas was released after high levels of liquid chlorine and acid were mixed in the recirculation system and subsequently released into the pool water.

¶ Low pH suspected on the basis of water testing and symptoms.

SORVEGLIANZA DELLE MALATTIE A VEICOLO IDRICO IN ITALIA

I sistemi di sorveglianza delle malattie di origine idrica rappresentano elementi importanti nel quadro delle politiche di salute pubblica. La contaminazione delle acque contribuisce alla diffusione di malattie e al mantenimento dei livelli di endemia nelle popolazioni. In Europa manca ancora un sistema cogente per la sorveglianza delle malattie di origine idrica; in Italia il sistema di sorveglianza delle malattie infettive esistente non è in modo specifico indirizzato alla raccolta di informazioni sulle malattie trasmesse dall'acqua. L'indagine presenta dati sulle malattie di origine idrica raccolti, nell'area di Roma, nel periodo 2001-2006 sulla base delle notifiche registrate dal sistema italiano di sorveglianza delle malattie infettive. I dati selezionati comprendevano tutte le patologie direttamente ed indirettamente correlate all'acqua, di cui è stato seguito l'andamento nel tempo. Sono stati individuati ed elaborati (per anno e per origine della malattia) un totale di 2.928 casi di malattie di origine idrica. In totale 75 sono stati i casi direttamente associati all'acqua e il virus dell'epatite A è stato l'agente eziologico più frequentemente registrato. I risultati rappresentano una sottostima della situazione reale anche alla luce delle difficoltà e dei limiti emersi dallo studio.

Tabella 3. Principali microrganismi individuati come responsabili di sintomi diarroici in casi di malattie registrate in Italia dal 1980 al 1996

Patogeno	% di frequenza
Rotavirus	26,6
<i>Salmonella</i> spp.	13,1
<i>E. coli</i> patogeni	6,7
<i>Campylobacter</i>	5,5
Adenovirus	5,0
<i>Clostridium</i>	3,7
<i>Aeromonas</i>	3,0
<i>Cryptosporidium</i>	2,9

PATOGENI IDROTRASMESSI

Patogeno	Significato sanitario	Persistenza in acqua condottata (a)	Resistenza al cloro (b)	Dose infettiva relativa (c)
BATTERI				
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Campylobacter coli</i>	Alto	Moderata	Bassa	Moderata
<i>Escherichia coli</i> enteropatogeno	Alto	Moderata	Bassa	Alta
<i>Salmonella typhi</i>	Alto	Moderata	Bassa	Alta (d)
Altre salmonelle	Alto	Lunga	Bassa	Alta
<i>Shigella spp</i>	Alto	Breve	Bassa	Moderata
<i>Vibrio cholerae</i>	Alto	Breve	Bassa	Alta
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Alto	Lunga	Bassa	Alta ?
<i>P. aeruginosa (e)</i>	Moderato	Può moltiplicarsi	Moderata	Alta ?
<i>Aeromonas spp.</i>	Moderato	Può moltiplicarsi	Bassa	Alta ?

(a) = breve: < 7 gg; moderata: 7-30 gg; lunga: > 30 gg.

(b) = moderata: gli agenti eziologici possono non essere completamente distrutti;
bassa: gli agenti eziologici sono completamente distrutti.

(c) = Dose richiesta per ingestione per causare l'infezione nel 50% di volontari adulti sani

Si valuta che si ingeriscano 30 ml di acqua durante un'ora di nuoto, mentre un bambino può arrivare fino a 90 ml

PATOGENI IDROTRASMESSI

Patogeno	Significato sanitario	Persistenza in acqua condottata	Resistenza al cloro	Dose infettiva relativa
		(a)	(b)	(c)
VIRUS				
Adenovirus	Alto	?	Moderata	Bassa
Enterovirus	Alto	Lunga	Moderata	Bassa
Epatite A	Alto	?	Moderata	Bassa
Epatite E	Alto	?	?	Bassa
Norwalk virus	Alto	?	?	Bassa
Rotavirus	Alto	?	?	Moderata
Piccoli virus sferici	Moderato	?	?	Bassa (?)
PROTOZOI				
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alto	Moderata	Alta	Bassa
<i>Giardia lamblia</i>	Alto	Moderata	Alta	Bassa (25)
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Alto	Lunga	Alta	Bassa (132)

(a) = breve: < 7 gg; moderata: 7-30 gg; lunga: > 30 gg.

(b) = moderata: gli agenti eziologici possono non essere completamente distrutti;
bassa: gli agenti eziologici sono completamente distrutti.

(c) = Dose richiesta per causare l'infezione nel 50% di volontari adulti sani; essa può essere anche di un solo elemento per alcuni virus.

RESISTENZA AI PROCESSI DI DISINFEZIONE

Oocisti di Cryptosporidium:

30 mg/l di cloro per 4 h (99%)

5 mg/l di ozono per 1 min (99,9%)

Filtrazione con porosità < 4 micron

Cisti di Giardia:

5 mg/l di cloro per 30 min (99%)

0,6 mg/l di ozono per 1 min (90%)

Filtrazione con porosità < 7 micron

FATTORI DI RISCHIO DELLE MALATTIE DA MICRORGANISMI DI ORIGINE FECALE ASSOCIATE A PISCINE

Nessun trattamento	19,1%
Trattamento insufficiente	19,1%
Difetti di funzionamento	17,0%
Manutenzione vasca	8,7%

Nel 23,4% dei casi il trattamento dell'acqua era adeguato
(47,8% degli episodi da *Cryptosporidium* e *Giardia*)

Rilascio fecale/vomito	44,7%
Infiltrazione liquami	10,6%
Cause non identificate	21,3%

ORGANISMI INDICATORI E LORO APPLICAZIONE ALLE PISCINE

L'indicatore dovrebbe:

- ✓ essere assente in ambienti non contaminati e presente dove si trova il serbatoio di diffusione del patogeno (per esempio, materiale di origine fecale)
- ✓ non moltiplicarsi nell'ambiente
- ✓ essere presente con densità maggiori rispetto al patogeno
- ✓ **rispondere come il patogeno alle condizioni ambientali e ai processi di trattamento delle acque**
- ✓ essere facilmente rilevabile, identificato e quantificato
- ✓ essere rilevato con metodi di analisi economici

REQUISITI PREVISTI DALL'ACCORDO STATO REGIONI DEL GENNAIO 2003

Parametro	Acqua di immissione	Acqua di vasca
Conta batterica a 22 °C	≤ 100 ufc/1 mL	≤ 200 ufc/1 mL
Conta batterica a 36 °C	≤ 10 ufc/1 mL	≤ 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	≤ 1 ufc/100 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 ufc/100 mL	≤ 1 ufc/100 mL

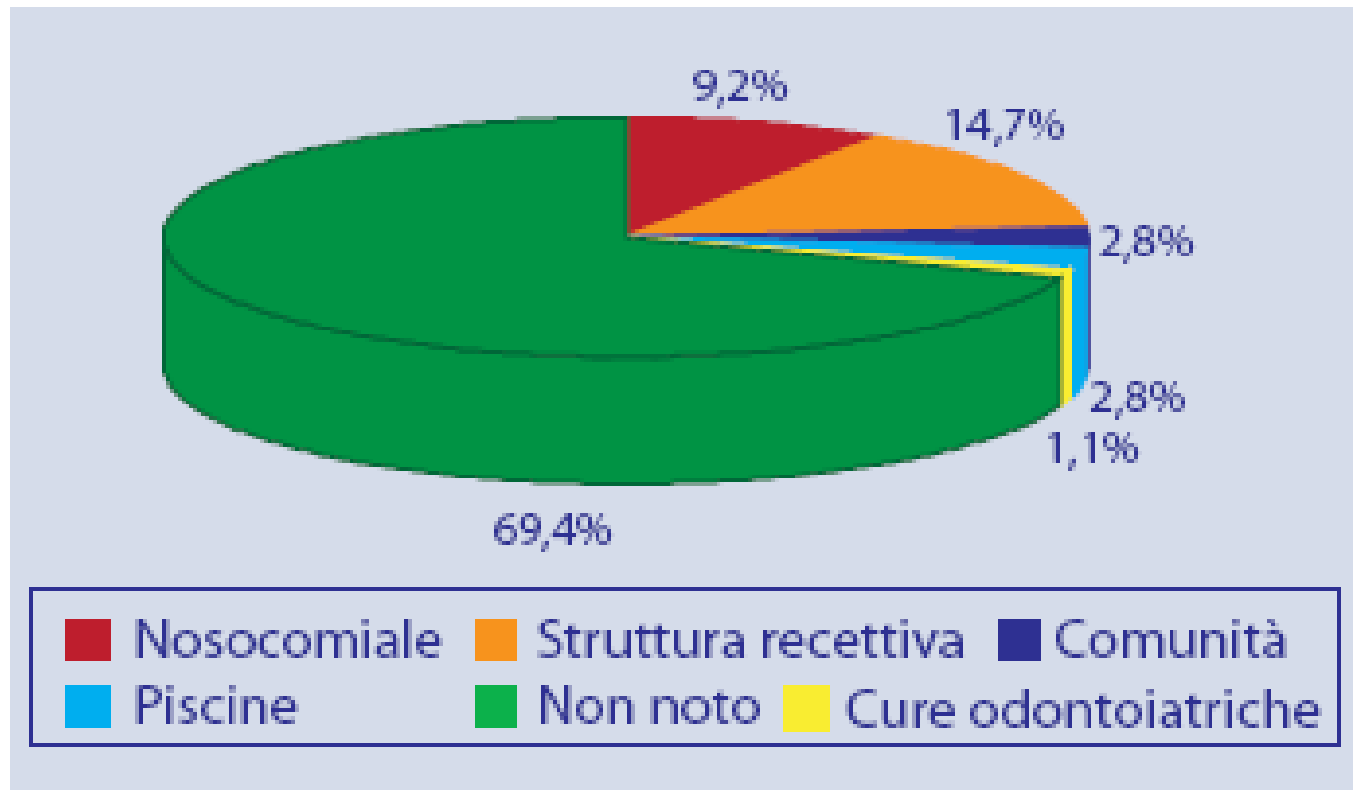
Legionella pneumophila

rappresenta il patogeno che per capacità di adattamento è da ritenere il più pericoloso e a maggiore incidenza di trasmissione con acque potabili.

La sua presenza nel sistema di distribuzione è responsabile del 43,5% dei casi di malattia trasmessi dall'acqua negli USA.

LEGIONELLOSI IN ITALIA

Distribuzione per potenziale esposizione



Rota et al. **Notiziario ISS** 2010, 23(9):3-9

DINAMICA DEGLI EVENTI ALLA BASE DELLA LEGIONELLOSI

Presenza di legionella nell'habitat naturale



Moltiplicazione nei serbatoi artificiali



Formazione e diffusione di particelle aerosoliche



Penetrazione nei polmoni

Diametro

10 - 5 micron

< 5 - 2 micron

< 2 micron

Vie aeree

naso - gola

trachea - bronchi

bronchioli - alveoli

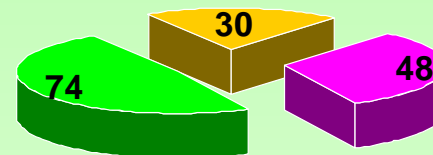


Sviluppo dell'infezione nei soggetti recettivi

IMPIANTI NATATORI, TERMALI E SPA INDAGATI PER *Legionella* spp.

Oltre 150 campioni di acqua prelevata da piscine pubbliche, piscine di acqua termale e spa **ad uso ricreativo**

(Bologna e provincia)



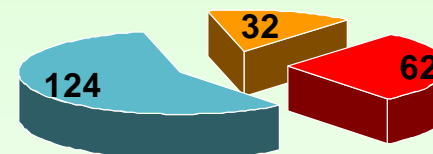
■ piscine pubbliche

■ piscine termali

■ spa

Oltre 200 campioni di acqua termale prelevata da diversi impianti per terapia inalatoria, doccia nasale, vasche idromassaggio **ad uso terapeutico**

(Bologna e provincia)



■ irrigazione nasale

■ aerosol

■ vasche idromassaggio

PISCINE NATATORIE



12 piscine natatorie di Bologna monitorate per 1 anno con un campionamento a stagione sia dell'acqua in vasca sia dell'acqua calda sanitaria (docce) sia di tamponi dalle superfici a rischio

Leoni et al. *Prevalence of Legionella spp. in swimming pool environment.* Wat Res 2001, 35:3749-53.

Leoni E et al. *Risk of infection associated with microbiological quality of public swimming pools in Bologna, Italy.* Public Health, 1999, 113:227-32.

Leoni E et al. *Prevalence of mycobacteria in swimming pool environment.* J Appl Microbiol 1999, 87:683-88.

PISCINE NATATORIE

Acqua in vasca

- ❑ Sempre rispondente ai requisiti batteriologici previsti per le piscine natatorie

- ❑ 2 campioni su 48 hanno presentato Legionella spp.
 - ❑ L. micdadei (15 cfu/l)
 - ❑ L. bozemanii (10 cfu/l)

- ❑ L'isolamento di legionella è avvenuto in coincidenza con basse concentrazioni di cloro residuo (0,31 e 0,28 mg/l di cloro residuo libero)

PISCINE TERMALI E SPA



SPA (secondo la definizione delle Guidelines dell'OMS):

Qualsiasi bacino, vasca, localizzata sia all'interno che all'esterno (o entrambi) contenente un corpo di acqua ad alta temperatura, per uso ricreativo o terapeutico, provvisto normalmente di un sistema di aerazione.



PISCINE TERMALI E SPA

3 impianti indoor e 1 impianto outdoor ad uso ricreativo alimentati con acqua bicarbonato-solfato calcica

Acqua in vasca

Nessuno dei 74 campioni di acqua da piscine termali e 30 campioni da spa esaminati nell'arco di 2 anni è risultato positivo per *Legionella*.

La concentrazione di cloro residuo libero era sempre superiore a 0,5 mg/l (media 0,8 mg/l)

IMPIANTI NATATORI E SPA

Acqua calda sanitaria (docce)

- ❑ Solo in 4 dei 16 impianti (12 piscine natatorie e 4 spa) l'acqua calda sanitaria è risultata sempre priva di legionelle
- ❑ Il 56,2% dei campioni è risultato positivo per *Legionella spp.*
- ❑ Il 39,6% dei campioni per *L. pneumophila* (concentrazioni tra 50 e $1,9 \times 10^4$ cfu/l)
- ❑ Il 37,5% dei campioni per le altre specie (concentrazioni tra 50 e 6×10^3 cfu/l).

IMPIANTI NATATORI E SPA

Acqua calda sanitaria

- ❑ Gli isolati più frequenti sono stati *L. pneumophila* SG 6 e *L. bozemanii*
- ❑ Non sono state osservate differenze stagionali (in 4 dei 12 impianti contaminati, *Legionella* è stata isolata tutto l'anno)
- ❑ Si è osservata una correlazione inversa con *Pseudomonas aeruginosa* (isolato dal 45% dei campioni)
- ❑ Dopo l'innalzamento della temperatura (45-48° C ai terminali) e la manutenzione periodica degli erogatori, la contaminazione è risultata più contenuta (50% dei campioni positivi per *L. pneumophila* a concentrazioni $< 10^3$ /l)

LEGIONELLA E TEMPERATURA DELL'ACQUA

> 70° C: inattivazione rapida

60° C: 90% inattivate in 2'

50° C: 90% inattivate in 2 ore

35-45° C: sviluppo ottimale

< 20° C: effetto batteriostatico

CONCLUSIONI

- ❑ Gli indicatori tradizionali non sono adeguati per la valutazione del rischio da patogeni emergenti di origine fecale e non fecale
- ❑ Poiché il monitoraggio di routine dei microrganismi enterici emergenti è di difficile attuazione e i trattamenti di disinfezione non ne garantiscono la completa eliminazione, la sicurezza in piscina deve essere assicurata da altre misure, quali l'educazione del pubblico a comportamenti igienici appropriati
- ❑ I risultati della ricerca di *Legionella* spp. negli impianti esaminati non evidenziano particolari criticità dell'acqua in vasca
- ❑ Adeguamento ai principi dell'Autocontrollo nella valutazione e gestione del rischio, come stabilito dall'Accordo Stato-Regioni del 2003, a partire dalla progettazione dell'impianto e dalla scelta di una adeguata fonte di alimentazione dell'acqua
- ❑ La complessità dell'ambiente delle piscine natatorie rende fondamentale la formazione degli operatori e la collaborazione tra competenze diverse e complementari nella gestione degli impianti



Swimming pool is like a community bathtub