

Il rischio associato alle attività di balneazione e le difficoltà legate alla sua previsione attraverso l'uso degli indicatori di contaminazione fecale

Lucia BONADONNA

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Riassunto. - La molteplicità dei fattori propri dell'ambiente acquatico e l'associazione tra uso ricreativo delle zone adibite alla balneazione e patologie specifiche possono rendere difficile l'interpretazione dei dati ricavati dalle indagini di controllo. Pertanto, dall'esperienza acquisita nel corso degli ultimi anni sul controllo dei rischi di natura sanitaria correlati alla balneazione è emerso che l'adozione di un criterio basato esclusivamente sulla valutazione analitica della qualità delle acque può fornire informazioni incomplete per la valutazione dei rischi di esposizione. Vengono quindi di seguito esposte le difficoltà relative alla previsione del rischio attraverso l'uso dei parametri indicatori stabiliti dalle normative attualmente in vigore.

Parole chiave: acque di balneazione, indicatori batterici, valutazione del rischio.

Summary (*The risk associated to bathing activities and difficulties for its prevision through the use of bacterial indicators of faecal contamination*). - There are many elements and factors that intervene to affect the quality of the coastal areas as all and none of them, taken individually, seems fundamental in defining the characteristics and to determine in a coherent way the risk associated to its use. Despite evident successes in the protection of public health, the present approach to the regulation of bathing water quality suffers several limitations. Difficulties in risk assessment due to the use of indicators of faecal contamination as parameters stated by law are discussed.

Key words: bathing water, bacterial indicators, risk assessment.

Introduzione

I rischi associati all'uso ricreativo dell'ambiente marino sono di natura e origine diversa. Gli aspetti legati ai rischi sanitari associati alla balneazione sono tuttavia il punto critico e quelli su cui comunque si basano le normative attualmente in vigore - la Direttiva Europea 76/160/CEE e il conseguente DPR 470/82, norma italiana di recepimento [1, 2].

Tuttavia, innanzitutto, bisogna considerare che, sebbene le condizioni dell'ambiente marino siano state, fino ad alcuni anni orsono, principalmente valutate dal punto di vista medico-igienistico, ormai viene riconosciuta l'importanza che assumono i fattori ambientali nel condizionarne la qualità.

Infatti, in un ambito più globale di controllo dei requisiti igienico-sanitari bisogna considerare che gli elementi che intervengono a influenzare la qualità delle acque marine possono essere numerosi e nessuno, singolarmente, risulta determinante per definirne le caratteristiche [3].

Infatti, tutti quei parametri che sono funzione della pressione antropica, derivanti dall'uso del territorio, possono assumere una forte rilevanza.

Quindi l'urbanizzazione, la presenza di fonti potenziali di contaminazione legata ad attività industriali, agricole e zootecniche, l'immissione nei corpi idrici recettori e in mare di fonti puntiformi di contaminazione (fiumi, torrenti e scarichi diretti) e non puntiformi, nonché la presenza di impianti di trattamento delle acque reflue e il grado e la tipologia di trattamento che esse subiscono, ma anche la configurazione fisica dell'area, il clima, le caratteristiche idro-geologiche e meteo-marine (livelli di marea, direzione dei venti e delle correnti, moto ondoso), gli eventi meteorologici e tutti quegli elementi biotici e abiotici che caratterizzano un ecosistema concorrono a determinare la qualità delle acque [4].

La conoscenza di tutti i diversi fattori, caratteristiche e specificità del territorio capaci di avere effetto sulla qualità dell'ambiente e di concorrere alla variabilità delle condizioni ambientali, può permettere di pro-

muovere il miglioramento progressivo della qualità ambientale per predisporre le più appropriate misure di prevenzione e tutela della salute pubblica.

Riferimenti normativi e strumenti organizzativi

Attualmente, la normativa stabilisce [1, 2] che giudizi di idoneità alla balneazione vengano espressi in base alla conformità a valori-limite stabiliti di una serie di parametri. In particolare, per verificare la qualità igienico-sanitaria delle acque di balneazione, la normativa prevede la determinazione di parametri batterici - i batteri indicatori di contaminazione fecale - che costituirebbero un indice della potenziale presenza di microrganismi patogeni (batteri, virus, parassiti). In Tab. 1 vengono riportati i valori limite indicati nella normativa italiana relativamente ai parametri indicatori.

Il controllo degli indicatori di contaminazione fecale nelle acque è da sempre utilizzato in alternativa a quello diretto dei patogeni perché attualmente non è possibile determinare, su base routinaria, le concentrazioni di tutti i patogeni eventualmente presenti nelle acque. La principale difficoltà nella ricerca dei patogeni è legata alla scarsa disponibilità di metodi che, di routine, permettano di rilevare basse concentrazioni di patogeni in grandi volumi di acqua. Oltretutto questi metodi non sono in grado di determinare per ogni singolo patogeno la vitalità o la virulenza. Quindi il monitoraggio della qualità sanitaria delle acque di balneazione è stato tradizionalmente basato sulla misura degli indicatori, che non sono di per sé causa di infezioni o malattie, ma che dovrebbero “predire” il rischio potenziale legato alla presenza, che essi segnalerebbero, di patogeni enterici. Vengono usati come indicatori i coliformi e gli streptococchi, perché più facili da isolare e da identificare e che, vivendo nel tratto gastrointestinale degli animali a sangue caldo e dell'uomo, entrano a far parte del ciclo a trasmissione fecale-orale [5].

Per potere assolvere al ruolo di indicatore di contaminazione fecale, è necessario che i gruppi di organismi o le specie prescelte rispondano a determinati requisiti, primo fra tutti quello di presentare una correlazione dotata di significato statistico con agenti eziologici specifici di malattie, i patogeni. Inoltre, l'indicatore deve:

- essere presente esclusivamente là dove è presente il patogeno;
- essere presente con densità almeno uguali, o meglio maggiori, rispetto al patogeno stesso;
- rispondere in ugual misura, rispetto al patogeno, alle condizioni ambientali e agli eventuali trattamenti di disinfezione e sopravvivere almeno tanto a lungo quanto il patogeno;
- essere caratterizzato da incapacità di replicazione nell'ambiente;
- essere facilmente rilevabile con metodologie pratiche, ripetibili, economiche e specificatamente selettive.

Tuttavia gli indicatori forniscono soltanto una misura approssimativa del rischio per la salute umana, perché la relazione tra le loro concentrazioni e quelle dei patogeni non è mai costante e comunque i dati desunti dalla ricerca di questi ultimi, le cui concentrazioni nelle acque non sono predittive e sono legate a fattori diversi, condurrebbero a conclusioni in merito meno attendibili. Infatti, la presenza dei patogeni nelle acque dipende dalla diffusione e prevalenza delle diverse patologie all'interno della comunità; in più, specialmente, in acque di balneazione, il rapporto tra indicatori e patogeni è fortemente alterato dalle condizioni locali e viene influenzato da:

- clima: elevata insolazione e quindi alti livelli di radiazione ultravioletta contribuiscono a ridurre selettivamente i microrganismi più sensibili;
- temperatura: la temperatura dell'acqua influenza la sopravvivenza dei microrganismi che vivono più a lungo in acque più fredde;
- torbidità: la presenza di particolato sospeso nelle acque favorisce la sopravvivenza dei microrganismi, agendo come fonte di nutrimento ed espletando azione protettiva;
- fonte della contaminazione: il rapporto indicatori/patogeni è influenzato dal tipo di fonte di contaminazione, considerando anche che i trattamenti a cui vengono sottoposte le acque alterano il rapporto in base alla diversa sensibilità dei microrganismi;
- vicinanza della fonte di contaminazione rispetto all'area di balneazione.

Per dare un'idea dell'importanza di questo fattore, si può fare riferimento alle concentrazioni di microrganismi presenti nei reflui civili che, per quanto riguarda gli indicatori di contaminazione fecale, sono dell'ordine di decine o centinaia di milioni per ogni 100 ml di acqua.

Nel caso in cui i reflui non vengano sottoposti a depurazione, i liquami fognari, qualora vengano rilasciati in mare, determinano zone a concentrazione elevata di inquinanti che si concentrano in aree a scarso ricambio. Tuttavia bisogna anche considerare che i liquami, una volta sversati in mare sono sottoposti ad una serie di processi.

Tabella 1. - Requisiti di qualità delle acque di balneazione (DPR n. 470/82). Parametri indicatori [2]

Parametri	Valore limite
Coliformi totali/100 ml	2000
Coliformi fecali/100 ml	100
Streptococchi fecali/100 ml	100

Il primo è quello della dispersione, legato al diffondersi del carico inquinante nell'ambiente marino, che può comportare, ad una distanza variabile dal punto di scarico, una diluizione tale da non consentire più di rilevare sperimentalmente la presenza degli inquinanti.

Questo fenomeno che si potrebbe semplicisticamente ritenere risolutivo del problema trova, nella realtà, limiti molto seri in due ordini di eventi:

- la presenza di apporti massivi di inquinanti può portare a grandi distanze il limite al di là del quale si arriva ad un rapporto infinito di diluizione;

- fenomeni di scarsa miscibilità dell'effluente rispetto al corpo recettore (dovuti a differenze di salinità, di temperatura, ecc.) e particolari movimenti meteomarinari possono determinare la mancata dispersione del carico inquinante e, di conseguenza, il trasporto a distanza di inquinanti non diluiti, ben al di là delle previsioni teoriche.

Oltre alla dispersione, nell'ambiente marino, i microrganismi vanno anche incontro ad un processo di epurazione. L'autoepurazione nell'ambiente marino è riferibile a:

- fenomeni di adsorbimento su particelle organiche o minerali in sospensione cui fa seguito la sedimentazione sul fondo;

- azione dei raggi solari;

- fattori chimici (solo in minima parte noti);

- fenomeni di antibiosi, parassitismo e batteriofagia, ecc.

Non si può negare che esista una attività epurativa del mare sui microrganismi che vi vengono scaricati; tuttavia va sottolineato che tale attività non è infinita e si può fare affidamento su di essa come elemento favorente, a patto che siano rispettate le norme di salvaguardia dell'ambiente marino, prima fra tutte quella di evitare lo sversamento indiscriminato degli inquinanti.

Sono state effettuate valutazioni sperimentali circa la capacità autoepurativa delle acque marine nei confronti dei principali microrganismi. Generalmente questa viene valutata attraverso il T90 che indica il tempo medio (in ore) necessario per ottenere una riduzione del 90% dei microrganismi in un determinato campione di acqua. Nel caso del mare Mediterraneo è stato calcolato un T90 per i batteri di circa 1 ora, mentre, è superiore alle sette ore quello per i virus enterici [6].

Considerati i valori delle concentrazioni microbiche riscontrati nei liquami e considerati i valori di T90 indicati, prescindendo da fenomeni di dispersione, nell'ambiente marino, è stato quindi calcolato che sono necessarie circa 8 ore per i batteri e circa un giorno per gli enterovirus, per ottenere nelle acque valori accettabili di microrganismi [6].

Da ciò risulta evidente che, a causa delle sue capacità di dispersione e di autoepurazione, l'ambiente marino possiede caratteristiche naturali che gli consen-

tono, con una certa rapidità, di "digerire" i carichi inquinanti (limitatamente a quelli di natura organica e perciò biodegradabili).

Relativamente agli indicatori, inoltre, è da considerare che i più recenti dati epidemiologici hanno alimentato dubbi sulla validità degli indicatori batterici come indice accurato di presenza e densità di patogeni, dubbi legati ai fenomeni di cui sopra e alle evidenze relative allo sviluppo di fenomeni che possono provocare un aumento della densità di microrganismi ambientali autoctoni la cui crescita e moltiplicazione è favorita da sostanze e macronutrienti riversati nei corpi idrici attraverso gli scarichi trattati e non. È noto che, nelle acque di balneazione, l'aumento della concentrazione della componente microbica autoctona, di cui fanno parte anche patogeni primari e potenziali, può aumentare di fatto il rischio per la salute dei bagnanti [7].

Valutazione critica

Sulla base delle evidenze attualmente disponibili, è difficile tentare sia di quantificare il rischio effettivo derivato dall'immersione in acque contaminate, così definite sulla base della misura dei classici indicatori, sia, d'altra parte, di correlare questo rischio a specifici livelli di contaminazione calcolati sulla base di un maggior numero di indicatori. Dal punto di vista qualitativo, tuttavia, l'evidenza indica chiaramente che il rischio esiste ed è più pronunciato in aree direttamente esposte a contaminazione da scarichi non trattati.

Poiché i microrganismi attualmente utilizzati come indicatori di contaminazione fecale indicano solo la potenziale presenza dei patogeni, si correlano poco con il rischio reale che un bagnante corre immergendosi in acque contaminate, rischio comunque legato anche alle condizioni di predisposizione dell'ospite, e perciò individuale, e naturalmente alla patogenicità del microrganismo. La previsione del rischio diventa ancora più complessa se si prendono in considerazione quei microrganismi che non seguono una diffusione legata ad una specifica contaminazione fecale. Infatti, va ricordato che, essendo gli indicatori, batteri di origine enterica, non sono in grado di segnalare la presenza di microrganismi a diffusione diversa da quella fecale-orale, che si trasmettono, per esempio, per inalazione o per contatto e comunque non sono in grado di mettere in evidenza il rischio legato alla presenza di microrganismi più resistenti alle condizioni ostili del mezzo ed ai trattamenti di depurazione dei reflui, come i virus, i parassiti e le loro forme di resistenza (cisti, uova, ecc.).

Gli studi epidemiologici svolti per verificare l'accertamento del rischio correlato alla balneazione sono numerosi, ma anche contraddittori e non univoci [8].

In questo tipo di valutazioni è da notare che diversi sono i fattori da prendere in considerazione: durata del

bagno, modalità di immersione, capacità natatorie, distanza dalla riva, oltre che le condizioni individuali dei soggetti indagati, l'età e il sesso.

Nei paesi nordici, il bagno in mare si svolge in genere rapidamente, a differenza ad esempio delle immersioni prolungate e ripetute che vengono effettuate nei nostri mari. In più, un'immersione in mare nuotando con la testa sott'acqua può comportare rischi diversi da quelli che si corrono tenendo la testa fuori dall'acqua.

Da gran parte degli studi svolti risulta evidente anche che esiste una correlazione tra balneazione e comparsa di sindromi minori che possono interessare l'apparato genito-urinario e respiratorio, la cute, le mucose dell'orecchio e dell'occhio [8]. Tuttavia, ancora la maggior parte degli studi epidemiologici tendenti a mettere in evidenza una eventuale correlazione tra qualità igienica delle acque di balneazione e patologie nelle popolazioni esposte sono stati finalizzati al rilevamento di infezioni a carattere gastroenterico, ritenute più facilmente rilevabili e quantificabili da parte delle strutture sanitarie [9].

A questo tipo di impostazione va mosso tuttavia un rilievo.

La possibilità dell'insorgenza di una patologia gastroenterica conseguente alla balneazione è ragionevolmente da attendersi solo in presenza di livelli di inquinamento microbico sensibilmente elevati in quanto il quantitativo di acqua, soprattutto marina, che può essere ingerito durante le immersioni è relativamente modesto: fino a un massimo di 100-200 ml. Inoltre, le occasioni di infezione dell'apparato gastroenterico legate a fattori non balneari (soprattutto le tossinfezioni alimentari) sono così frequenti nel periodo estivo che certamente non è facile rilevare la frazione di disturbi gastro-enterici correlabili con la sola balneazione [10].

Sulla base della esperienza medica la patologia certamente più rilevante correlabile con la balneazione in acque contaminate sembra doversi individuare nelle affezioni dermatologiche e delle mucose esposte (dermatosi batteriche, micotiche, virali, vulvo-vaginiti, congiuntiviti, infezioni del condotto uditivo, ecc.) [11].

Risulta inoltre evidente che la fascia di popolazione più esposta a questi tipi di lesioni cutanee e mucose è quella infantile per un doppio ordine di motivi, di tipo comportamentale (lunghe e/o ripetute immersioni in acqua) e di tipo biologico (livello non ancora completo delle difese immunitarie e di quelle del manto cutaneo e mucoso).

E' anche evidente che, nel meccanismo patogenetico alla base dell'insorgenza di lesioni cutanee e delle mucose esposte, oltre alla significativa presenza degli agenti patogeni causali delle malattie (batteri, miceti, virus) giocano un ruolo fondamentale anche altri fattori inquinanti presenti nelle acque costiere conta-

minate (tensioattivi, idrocarburi, ecc.) che possono avere un ruolo almeno favorente nell'insorgenza delle patologie cui si è fatto cenno (attraverso, ad esempio, una modifica della permeabilità cutanea).

L'azione patogena degli inquinanti può inoltre essere favorita dall'azione irritante dei raggi solari, dal contenuto salino dell'acqua di mare, nonché dall'uso di prodotti cosmetici (creme "protettive", abbronzanti, ecc.).

Tutto quanto finora esposto offre un quadro certamente complesso della situazione che non consente, al momento, di pervenire ad una quantificazione del rischio da balneazione e da soggiorno marino in generale.

Relativamente ai criteri attuali di controllo delle acque di balneazione, fermo restando le osservazioni sopra discusse, è opportuno anche considerare che negli ultimi anni sono emerse alcune evidenti limitazioni di questo tipo di valutazione: la determinazione della qualità delle acque è di carattere retrospettivo, sia perché l'idoneità o meno alla balneazione di una determinata zona deriva dai risultati dei controlli effettuati nell'anno precedente, sia perché le risposte degli esami analitici svolti per la ricerca degli indicatori di contaminazione si ottengono comunque solo dopo l'eventuale avvenuta esposizione al pericolo. Inoltre, il controllo della qualità delle acque viene attualmente effettuato solamente per verificare se esiste rispondenza ai risultati delle analisi con i valori parametrici fissati dalla normativa. Inoltre, come riconosciuto dalla comunità scientifica, i parametri indicati nelle normative in vigore, sembrerebbero poco significativi per la valutazione della qualità di acque adibite alla balneazione e i metodi analitici, spesso diversi da Paese a Paese, non permettono di ottenere risultati comparabili [12].

Un sistema di valutazione del rischio, preliminare essenziale nello sviluppo di politiche di controllo, gestione e pianificazione sanitaria, basato su questi elementi può risultare quindi non appropriato nell'ambito della previsione del rischio e dei programmi di informazione e segnalazione al pubblico, anche se alla interpretazione dei dati analitici si affiancano indagini epidemiologiche e di sorveglianza sanitaria. Se è pur vero che le più recenti indagini epidemiologiche hanno confermato come ad un aumento delle conte microbiche degli indicatori batterici sia correlato un aumento del rischio per la salute dei bagnanti, tuttavia l'associazione tra patologie e balneazione costituisce un argomento di studio estremamente difficile [13].

Gli studi più recenti hanno individuato negli enterococchi, microrganismi di più specifica origine intestinale rispetto agli streptococchi fecali, parametro attualmente utilizzato nella normativa, gli indicatori batterici che meglio sembrano correlati con la manifestazione di patologie acquisite durante il nuoto [14]. D'altra parte,

l'evoluzione delle conoscenze scientifiche ha messo in dubbio la rappresentatività, come indice di contaminazione, dei coliformi totali [15]. Infatti, questi microrganismi, attualmente inseriti tra i parametri sanitari da ricercare per valutare la qualità delle acque di balneazione, come è stato da qualche tempo riconosciuto, sono largamente distribuiti nell'ambiente, caratteristica che toglie valore alla loro funzione di indicatori di contaminazione. Nello stesso ambito, è stato rivalutato il ruolo della specie *Escherichia coli* che sembra possa rappresentare un indice di contaminazione fecale più significativo e accurato rispetto ai microrganismi appartenenti al gruppo dei coliformi fecali, parametro attualmente ricercato per stabilire l'idoneità delle acque di balneazione. Infatti, se nel gruppo dei coliformi fecali sono comprese specie che possono anche non essere abituali ospiti dell'intestino, *E. coli* è invece una specie tassonomicamente ben definita, ospite del tratto intestinale degli animali a sangue caldo e dell'uomo e può, per questa caratteristica, costituire un indicatore fecale dotato di maggiore specificità [16].

Dall'esperienza acquisita nel corso degli ultimi anni sul controllo dei rischi di natura sanitaria correlati alla balneazione è emerso che l'adozione di un criterio basato esclusivamente sulla valutazione analitica della qualità delle acque può fornire informazioni incomplete per la valutazione dei rischi di esposizione. Inoltre, la molteplicità dei fattori propri dell'ambiente acquatico e l'associazione tra uso ricreativo delle zone adibite alla balneazione e patologie specifiche possono rendere difficile l'interpretazione dei dati ricavati dalle indagini di controllo [15].

La complessità dei sistemi ambientali è, infatti, tale che difficilmente esiste una correlazione univoca tra fenomeno che si vuole osservare e variabile che si controlla. In particolare, i traccianti microbiologici, utilizzati come indicatori teorici di rischio, sono soggetti ad oscillazioni rapide nel tempo, legate alla loro scarsa capacità di sopravvivenza nelle acque e a un'ampia serie di fattori chimico-fisici e biologici, caratteristica che comporta che l'esposizione individuale al potenziale rischio di infezione possa essere molto limitata nel tempo e, per questo motivo, poco prevedibile [17].

Da queste osservazioni, e coerente con le nuove conoscenze tecnico-scientifiche, negli ultimi anni, è andata quindi maturando una filosofia olistica che, basandosi su principi di programmazione e gestione integrata delle risorse, ha permesso di elaborare nuovi criteri di controllo e valutazione dei rischi per la salute che, basati sull'acquisizione della conoscenza di tutti i fattori che possono influenzare le condizioni ambientali, impongono ormai la revisione della normativa sulle acque di balneazione. Su questa linea è stata formulata la Direttiva Quadro sulle Acque che rappresenta senza

dubbio un passaggio decisivo nell'unificazione di tutte le normative ambientali europee in materia. Tuttavia, se i criteri stabiliti nella Direttiva Quadro sulle Acque permettono di valutare la qualità ambientale/ecologica in base a specifici standard, i principi per il controllo delle acque di balneazione devono, mantenendo una identità separata, costituire l'elemento trainante per la tutela ambientale ai fini della salute pubblica, e, contemporaneamente, contribuire alla integrazione delle politiche in materia ambientale per l'attuazione mirata della Direttiva Quadro sulle Acque.

Il nuovo approccio, integrando le informazioni fornite dalle determinazioni analitiche con la valutazione ed interpretazione di nuovi elementi e di caratteristiche territoriali, può offrire la possibilità di effettuare una coerente previsione del rischio per la salute e, come conseguenza, l'elaborazione e la pianificazione di programmi di tutela e/o risanamento delle aree critiche.

Lavoro presentato su invito.
Accettato il 22 ottobre 2002.

BIBLIOGRAFIA

1. Council of the European Communities 1976. Directive of the 8th of December 1976 concerning the quality of bathing waters (76/160/EEC). *Off J Eur Commun* 19, L31/1-7.
2. Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470. Attuazione della Direttiva (CEE) 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione. *GU* no. 203 del 26 luglio 1982.
3. Bonadonna L, Conte G, Dal Cero C. L'incertezza nelle procedure di controllo ambientale: il caso delle analisi delle acque di balneazione. *Inquinamento* 1994;11:60-3.
4. Bonadonna L, Bucci M, di Girolamo I, Dottarelli P, Fabiani C, Gramaccioni L, Iozzelli M, Mazzoni M, Melly A, Oleari F, Rosini R, Sarti N, Scalera G, Vescovi U, Zapponi GA. *Le pressioni ambientali e la balneazione. Un caso studio: la Toscana. Rapporto sulla qualità delle acque di balneazione*. Roma: Ministero della Sanità; 2000.
5. Cabelli VJ, Dufour AP, Levin MA, McCabe LJ, Haberman RW. Relationship of microbial indicators to health effects at marine bathing beaches. *Am J Public Health* 1979; 69(7):690-6.
6. Brisou J-F, Denis FA. *Hygiène de l'environnement maritime*. Masson: Paris; 1978.
7. Bonadonna L, Briancesco R, Casiere AR, Coccia AM, Della Libera S, Scenati R, Semproni M. Studio della variabilità stagionale di microrganismi ambientali di interesse sanitario in aree costiere dell'Adriatico e valutazione del rischio per l'uomo. In: *Alcuni studi su problematiche sanitarie per la salvaguardia del Mare Adriatico*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1999. (Rapporti ISTISAN, 99/34).
8. Kueh CSW, Tam TY, Lee T. Epidemiological study of swimming-associated illnesses relating to bathing-beach water quality. *Water Sci Technol* 1995;31:1-4.
9. La Torre G. *Studi epidemiologici sugli effetti sulla salute umana delle acque di balneazione: revisione della letteratura inter-*

- nazionale. Roma: Ministero della Sanità, Commissione Balneazione; 12 aprile 2000.
10. Pruss A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *Int J Epidemiol* 1998; 27(1):1-9.
 11. Fleisher JM, Kay D, Salmon RL, Jones F, Wyer MD Godfree AF. Marine waters contaminated with domestic sewage: nonenteric illnesses associated with bather exposure in the United Kingdom. *Am J Publ Health* 1996;86:1228-34.
 12. Bird ECF. *Beach management*. Chichester: John Wiley and Sons; 1996.
 13. Kay D, Jones F, Fleisher J, Wyer M, Salmon RL, Lightfoot N, Godfree A, Pike E, Figueras MJ, Masterson B. *Relevance of faecal streptococci as indicator of pollution. Report to DG XI of the Commission of the European Communities*. Leeds, University of Leeds: Centre for Research into Environmental Health; 1996.
 14. Kay D, Fleisher J, Wyer MD, Salmon RL. *Re-analysis of the seabathing data from the UK randomised trials*. A report to DETR. Aberystwyth, University of Wales: Centre for Research into Environment and Health; 2001.
 15. World Health Organization. *Guidelines for safe recreational-water environments: coastal and freshwaters*. Geneva: WHO; 1998. (Consultation draft).
 16. Bartram J, Rees G (Ed.). *Monitoring bathing waters*. London and New York: Taylor and Francis Publisher; 2000.
 17. Cheung WHS, Chang KCK, Hung RPS. Variations in microbial indicator densities in beach waters and health-related assessment of bathing water quality. *Epidemiol Infect* 1991;106:329-44.