

EPIDEMIE SPOJENÉ S REKREAČNÍMI VODAMI V USA, 1995–2004

OUTBREAKS ASSOCIATED WITH RECREATIONAL WATER IN THE UNITED STATES, 1995–2004

GUNTHER F. CRAUN¹, TIMOTHY J. WADE²

¹*Gunther F. Craun & Associates*

²*U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Research Triangle Park, NC, U.S.A.*

SOUHRN

Je podán přehled příčin 212 epidemií z rekreačních vod v USA zahrnujících 17 975 případů onemocnění hlášených v období 1995–2004. Nejčastěji hlášeným onemocněním byla gastroenteritida (91 %). Příznaky a postižení pokožky, uší a očí byly méně časté (6 %). Hlášeny byly též případy leptospirózy, akutního respiračního onemocnění, meningitidy a primární amébové meningoencefalitidy. Etiologie bakteriální či protozoální byla zjištěna u většiny (71 %) epidemií; 8 % epidemií bylo virového původu. U 17 % nebyla etiologie potvrzena. *Cryptosporidium* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, norovirus a chemikálie byly potvrzeny jako příčina většiny (69 %) epidemií u upravovaných rekreačních vod, jako jsou plavecké bazény a brouzdaliště. *Naegleria fowleri*, *E. coli* O157:H7, norovirus, *Shigella* spp. a ptáci Schistosomatidae byly potvrzeny jako příčina většiny (72 %) epidemií u neupravovaných rekreačních vod, jako jsou jezera, vodní nádrže a potoky.

Sami koupající byli nejvýznamnějšími zdroji kontaminace (např. fekální znečištění, koupání nemocných, velké počty koupajících se osob) při epidemiích v upravovaných i v neupravovaných rekreačních vodách. Vypouštění odpadních vod, splachy z povodí při velkých deštích, vodní květ a různé druhy zvířat a ptactva byly též významnými zdroji kontaminace neupravovaných rekreačních vod. Neadekvátní provoz, údržba či úprava vody byly významnými přispívajícími rizikovými faktory u epidemií v upravovaných rekreačních vodách.

Surveillance epidemií z vody může napomoci ve zjišťování etiologických agens, zdrojů kontaminace a závad v úpravě/provozu. Nicméně statistiky epidemií nemusí přesně odrážet rizika sporadického či endemického výskytu onemocnění z vody spojeného s rekreačními aktivitami ve sladkých vodách a mořích. Informace z epidemiologických studií, které se nyní provádějí, mohou vést k doporučením pro snížení rizik výskytu endemických onemocnění přenášených vodou.

Klíčová slova: epidemie spojené s vodou, patogeny spojené s vodou, plavání a koupání, kvalita vody, hygienický dozor

SUMMARY

In this article, we review the causes of 212 recreational waterborne outbreaks and 17,975 cases of illness reported in U.S.A. during 1995–2004. Gastroenteritis was the most frequently (91%) reported illness. Conditions or symptoms related to the skin, ears, or eyes occurred less frequently (6%). Also reported were cases of leptospirosis, acute respiratory illness, meningitis, and primary amebic meningoencephalitis. A bacterial or protozoan etiology was identified in most (71%) outbreaks; 8% of the outbreaks were viral in origin. An etiology was not confirmed for 17% of the outbreaks. *Cryptosporidium* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, norovirus, and chemicals were confirmed as the cause of most (69%) outbreaks in treated recreational waters such as swimming and wading pools. *Naegleria fowleri*, *E. coli* O157:H7, norovirus, *Shigella* spp., and avian Schistosomatidae were confirmed as the cause of most (72%) outbreaks in untreated recreational waters such as lakes, ponds, and streams.

Bathers themselves were the most important sources of contamination (e.g. fecal accidents, bathing while ill, large numbers of bathers) for outbreaks in both treated and untreated recreational waters. Sewage discharges, watershed runoff during heavy rainfall, algal blooms, and various animal and avian species were also important sources of contamination for untreated recreational waters. Inadequate operation, maintenance, or water treatment was an important contributing risk factor for outbreaks in treated recreational waters.

Waterborne outbreak surveillance can help identify the etiologic agents, sources of contamination, and treatment/operational deficiencies so that effective prevention and control programs can be implemented. However, the outbreak statistics may not accurately reflect the risks of sporadic or endemic waterborne illness associated with recreational activities in fresh and marine waters. Information from epidemiologic studies that are now being conducted can lead to guidelines to reduce endemic illness risks.

Key words: waterborne outbreaks, waterborne pathogens, swimming and bathing, water quality, surveillance

Poděkování

Uznání náleží úsilí epidemiologů, mikrobiologů, inženýrů, badatelů studujících životní prostředí a dalších zdravotnických pracovníků, kteří vyšetřovali epidemie a prováděli výzkum obsažený v tomto přehledu. Zvláštní uznání náleží za příspěvky našich kolegů Rebecce Calderon z EPA a Michaelu Beachovi z CDC. V minulém desetiletí byli předními osobnostmi vedení výzkumu, surveillance a prevence pro bezpečnost rekreačních vod.

Informace v tomto dokumentu byly financovány United States Environmental Protection Agency. Byly podrobeny recenzi National Health and Environmental Effects Research Laboratory a schváleny k publikaci. Schválení neznamená, že obsah vyjadřuje názory EPA.

Úvod

Aktivity v rekreačních vodách zahrnují riziko onemocnění ze styku s vodou, respirační expozice či náhodného polknutí vody. V r. 1971 byl přičiněním Amerického centra pro prevenci a kontrolu nemocí (US CDC), Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA) a Radou státních a územních epidemiologů zahájen systém dozoru (surveillance) pro epidemie spojené s pitnou vodou (26). V r. 1978 byly do tohoto dozoru zahrnuty také epidemie spojené s rekreačními vodami (16, 41). Surveillance systém zahrnuje informace o epidemiologických důkazech, etiologii epidemie, zdrojích kontaminace vody, nedostacích v úpravě vody a o přispívajících rizikových faktorech (16).

V této práci se probírají rizika epidemických a endemických onemocnění spojených s rekreačními vodami a diskutují se způsoby, jak tato rizika snížit. Přehled zahrnuje vodní rekreaci ve veřejných a soukromých plaveckých bazénech a brouzdalištích, termálních a dalších přírodních pramenech, sladkých vodách a mořích, vodních parcích a u interaktivních fontán¹. Ačkoliv epidemie spojené s lázněmi byly hlášeny v surveillance systému, do tohoto přehledu jsme je nezahrnuli. Tyto epidemie byly probírány jinde a ke snižování onemocnění spojených s lázněmi² jsou dostupné směrnice (1, 8, 12, 19). Zahrnuli jsme pouze epidemie, u kterých byla prokázána expozice v lázni i v plaveckém bazénu a onemocnění byla spojena s použitím jak bazénu, tak bazény a lázně. Také jsme nezahrnuli statistiky onemocnění způsobených rodem *Vibrio* spojených s rekreační vodou a onemocnění z rekreační vody u cestujících na výletních lodích. Informace o těchto epidemiích a jejich prevenci jsou též dostupné jinde (15, 30 a www.cdc.gov/nceh/vsp/). Jednotlivé případy onemocnění rodem *Vibrio* byly do systému surveillance epidemií z vody zahrnuty teprve nedávno (40). Čtenáře též odkazujeme na článek hodnotící epidemie z rekreačních vod hlášené během let 2005–2006, který bude brzy publikován (40).

Surveillance epidemií přenášených vodou

Státní a místní zdravotní úřady nesou prvotní odpovědnost za zjišťování a vyšetřování epidemií přenášených vodou a jejich iniciativní hlášení do CDC. K zahrnutí do epidemie v systému surveillance musí být podobným onemocněním postiženy aspoň dvě osoby (po polknutí či po kontaktu s vodou) a epidemiologické důkazy musí implikovat vodu jako pravděpodobnou cestou přenosu onemocnění. Ačkoliv nejsou považovány za epidemie, jednotlivé případy primární amébové meningoencefalitidy (PAM) způsobené prvokem *Naegleria fowleri* se do systému zahrnují, jsou-li spojeny s rekreační vodou. Toto prudce se rozvíjející onemocnění centrální nervové soustavy je téměř vždy smrtící.

¹Fontány či rozstřikovače vody určené pro rekreační využití. Mohou mít různou podobu; české ekvivalenty názvů jednotlivých atrakcí (spray pads, splash pads), mokré paluby (wet decks) či postřikovaná hřiště (spray grounds) nejsou dosud vytvořeny.

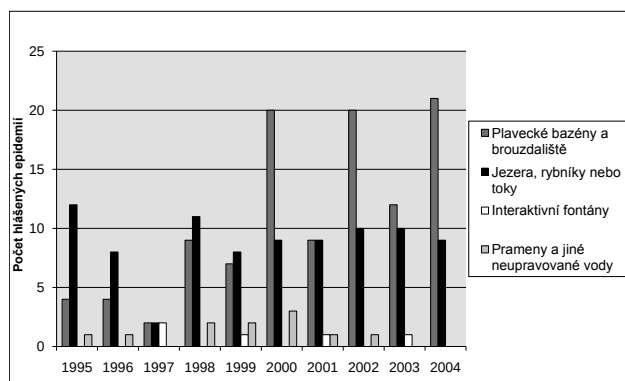
²Lázněmi (spas) se v USA rozumí zastřešená nebo venkovní stavba, komora či nádrž, která obsahuje systém vodních či vzdušných trysek a vodu udržovanou při vyšší teplotě a která je používána pro rekreační nebo léčebné účely. Též je nazývána horkou vanou či vířivou lázní. Obvykle není vyprazdňována, čistěna či znovu napouštěna po každém použití.

Statistika epidemií

Během období 1995–2004 bylo ve 30 státech hlášeno 210 epidemií přenášených rekreační vodou a dvě epidemie byly hlášeny na U.S. teritoriu Guam (tab. 1). Epidemie se vyskytovaly po celý rok, převážně však během letní plavecké sezóny. Hlášené epidemie měly za následek odhadovaných 17 975 případů onemocnění a 24 úmrtí. Dvacet tři úmrtí bylo způsobeno prvokem *N. fowleri*, jedno úmrtí bakterií *E. coli* O157:H7. Během desetiletého období počet hlášených epidemií výrazně stoupal zejména u plaveckých bazénů a brouzdališť (obr. 1). V letech 1995–1999 bylo hlášeno 50 epidemií u neupravovaných rekreačních vod a 29 epidemií u upravovaných vod. Během let 2000–2004 bylo hlášeno 49 epidemií u neupravovaných vod a 84 u upravovaných vod. Stoupl počet epidemií gastrointestinálních i ostatních onemocnění (16). Toto zvýšení počtu epidemií je zřejmě způsobeno jednak zlepšenou surveillance místními a státními úřady, jednak zvýšeným počtem návštěvníků v rekreačních zařízeních s upravenou vodou.

Etiologie epidemií. Bakteriální nebo protozoální etiologie byla zjištěna u většiny epidemií (71 %) a případů onemocnění (86 %) (tab. 1). Gastrointestinální onemocnění bylo hlášeno u 65 % epidemií, dermatitida a další kožní příznaky u 15 % epidemií (tab. 2). Méně často byly hlášeny epidemie podráždění či onemocnění respiračního ústrojí, leptospirózy, konjunktivitidy, záněty vnějšího ucha, meningitidy a keratitidy (záněty rohovky).

Cryptosporidium spp. bylo potvrzeno jako příčina 53 epidemií, *Giardia intestinalis* způsobila pět epidemií a *N. fowleri* byla identifikována u 23 případů PAM. Ptačí motolice (Schistosomatidae) způsobily sedm epidemií cercariové dermatitidy. *Pseudomonas aeruginosa* byla potvrzena u 21 epidemií dermatitidy. *E. coli* O157:H7 byla potvrzena u 16 epidemií gastroenteritidy; *E. coli* O121:H19 a *E. coli* O26:NM(4) způsobily po jedné epidemii. *Shigella sonnei* byla potvrzena u 10 epidemií gastroenteritidy; *S. flexneri* byla potvrzena u dvou epidemií. *Leptospira* spp. způsobila tři epidemie: dvě na ostrově Guam a jednu ve



Obr. 1. Epidemie spojené s rekreačními vodami v USA, 1995–2004.

Tab. 1: Etiologie epidemií z rekreačních vod, USA, 1995–2004

Etiologie	Počet epidemií	Počet případů onemocnění	Počet hospitalizací či návštěv na pohotovosti	Počet úmrtí
Prvoci	89	13 619	98	23
Bakterie	61	1 835	96	1
Nezjištěná agens	36	1 566	41	0
Viry	17	787	7	0
Chemikálie	6	108	22	0
Toxiny řas	2	22	0	0
Bakterie a prvoci	1	38	4	0
Celkem	212	17 975	268	24

Tab. 2: Onemocnění či příznaky, epidemie z rekreačních vod, USA, 1995–2004

Onemocnění či příznaky	Počet epidemií	Počet případů onemocnění
Gastrointestinální onemocnění ^a	138	16 273
Kožní onemocnění, příznaky, či potíže ^b	32	752
Primární amébová meningoencefalitida	23	23
Akutní respirační onemocnění (ARO)	9	237
ARO a onemocnění či poškození očí	3	124
Leptospiroza	3	399
Zánět zevního ucha	2	128
Meningitida	1	36
Chemická keratitida	1	3
Celkem	212	17 975

^a Zahrnuty 3 epidemie (34 případů) s gastrointestinálním onemocněním spolu s dermatitidou

^b Zahrnuty 2 epidemie (38 případů) s dermatitidou a buď gastrointestinálním onemocněním nebo ARO

státě Illinois, kde onemocnělo 375 soutěžících v triatlonu následkem polknutí jezerní vody při plavání (9, 16, 25). *Plesiomonas shigelloides* byla potvrzena jako původce epidemií gastroenteritid u jezer ve dvou státech. Baktérie *Salmonella* sérotypu Java a *Campylobacter* spp. způsobily po jedné epidemii v plaveckých bazénech. *Legionella pneumophila* séroskupiny 1 byla potvrzena ve dvou epidemiích u koupajících se využívajících plavecký bazén spolu s lázeňským zařízením.

Virová etiologie byla zjištěna u 8 % epidemií a u 4 % onemocnění. Echovirus 9 byl identifikován u epidemie s 36 případy meningitidy v plaveckém bazénu ve státě Connecticut; tento enterovirus byl převažujícím sérotypem toho času obíhajícím ve východních státech USA (13). Šestnáct epidemií bylo způsobeno norovirem. Mikrocystin (toxin ze sinic - cyanobaktérií) byl příčinou dvou epidemií u dvou jezer ve státě Nebraska (16, 33). Mnohočetná etiologie byla zjištěna u tří epidemií. U epidemie gastroenteritidy v brouzdališti střediska péče o děti bylo v klinických vzorcích zjištěno jak *Cryptosporidium parvum*, tak i *G. intestinalis*. *S. sonnei* a *P. shigelloides* byly identifikovány jako příčina u jezerní epidemie a *S. sonnei* spolu s *C. parvum* byly identifikovány jako původci onemocnění u interaktivní fontány.

Onemocnění způsobená nevhodným použitím bazénových chemikálií se vyskytla u 3 % epidemií. Chemická keratitida následovala po expozici hladinám bromu vyšším než 5 mg/l (pH > 8.5) ve vodě plaveckého bazénu v hotelu (25). Dvě epidemie byly spojeny s inhalační expozicí chloraminům u krytých bazénů bez dostatečného větrání. Příznaky zahrnovaly kašel, podráždění očí

a hltanu a obtížný dech. Nesprávné zacházení s bazénovými chemikáliemi mělo za následek tři epidemie respiračního onemocnění u plaveckých bazénů, když: 1. údržbář omylem přidal kyselinu chlorovodíkovou do zásobníku chlornanu sodného, což uvolnilo plynný chlor, 2. dělníci neuzavřeli přívod chloru během oprav vodního potrubí, a 3. obsluha vylila kyselinu chlorovodíkovou na podlahu krytého bazénu, takže došlo k jejímu vypařování.

Etiologické agens nebylo zjištěno u 36 (17 %) epidemií a 9 % onemocnění. U 18 z 27 epidemií neurčené etiologie hlášených v letech 2001–2004 měli vyšetřovatelé podezření na příčinu, ale patogenní agens nebylo při testech klinického materiálu potvrzeno. Expozice chemikáliím byla v podezření u osmi epidemií. Špatné větrání a vysoké hladiny chloraminů z dezinfekčních přípravků pro bazény u krytých bazénů byly podezřívány, že způsobují podráždění dýchacích cest a očí (pět epidemií) a nízké pH či vysoké hladiny chemikálií ve vodě bazénů byly pokládány za možnou příčinu tří epidemií dermatitidy. U pěti epidemií gastroenteritidy byly příznaky onemocnění v souladu s norovirovou etiologií. U dvou epidemií z plaveckých bazénů dermatitida odpovídala folikulitidě způsobované *P. aeruginosa*, u epidemií z jezer ve dvou státech dermatitida odpovídala cerkáriové dermatitidě a u jedné epidemie byla v podezření sinice *Oscillatoria* izolovaná z jezerní vody.

Typ rekreační vody a etiologie epidemií. Epidemie byly převážně spojeny s vodními aktivitami v plaveckých bazénech (43 %) a jezerech či vodních nádržích (39 %) (tab. 3). Méně často byly spojovány s brouzdališti (7 %), potoky (3 %), prameny (2 %) a interaktivními fontánami (2 %).

Tab. 3: Druh rekreační vody u epidemií, USA, 1995–2004

Vystavení rekreační vodě	Počet epidemií	Počet případů onemocnění
Jezero či vodní nádrž	82	2 868
Plavecký bazén	70	12 343
Plavecký bazén a lázně ^a	22	730
Brouzdaliště	11	457
Řeka, potok, říčka či kanál	7	10
Interaktivní fontány	5	505
Prameny	5	136
Plavecký bazén a brouzdaliště	4	828
Strouha či louže	3	36
Jezero a řeka	1	19
Vodní skluzavka	1	42
Neurčená povrchová voda	1	1
Celkem	212	17 975

^a Lázeň označuje horkou vanu či vířivku u plaveckého bazénu

Tab. 4: Kontaminace a nedostatky u epidemií z rekreačních vod, USA, 1995–2004

Kontaminace či nedostatek	Procento epidemií s uvedením kontaminace či nedostatku ^a	
	Upravovaná voda	Neupravovaná voda ^b
Výkaly ve vodě či nemocní koupající	33 %	33 %
Slabá údržba či provoz; nedostačující nebo selhávající filtr či dezinfekce	60 %	—
Přetížení (přeplnění) koupajícími	24 %	25 %
Děti plenkového věku	24 %	25 %
Průsak či přetékání odpadních vod	1 %	13 %
Zvířata	2 %	33 %
Povodeň, velké deště	—	8 %

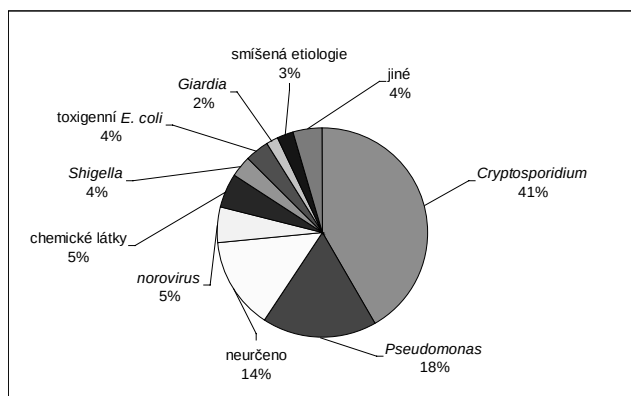
^a U některých epidemií hlášeno více závad či zdrojů kontaminace, proto sloupce nedávají součet 100 %.

^b Nezahrnuje epidemie spojené se sinicemi a prvokem *Naegleria fowleri*.

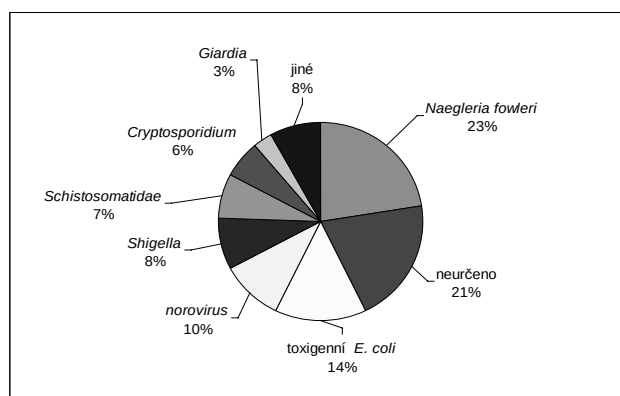
Etiologie byla stanovena u 86 % epidemií u upravených rekreačních vod (obr. 2). *Cryptosporidium* (41 %), *P. aeruginosa* (18 %), norovirus (5 %) a chemikálie (5 %) byly příčinou většiny epidemií u upravených vod. Etiologie byla stanovena u 80 % epidemií u neupravených rekreačních vod (obr. 3). *N. fowleri* (23 %), patogenní *E. coli* (14 %), norovirus (10 %) a *Shigella* spp. (8 %) způsobily většinu epidemií u neupravených vod.

Zdroje kontaminace a nedostatky při úpravě vod. Informace o zdrojích kontaminace a podpurných

faktorech byly k dispozici u 168 (79 %) z 212 epidemií (tab. 4). Významné zdroje kontaminace upravených i neupravených vod zahrnovaly fekální kontaminaci, nemocné koupající se osoby a děti v plenkách. U některých epidemií bylo hlášeno, že matky přebalovaly děti na okraji jezera či vodní nádrže. Velký počet koupajících se byl často zmiňován jako podpurný faktor u epidemií jak v neupravených (25 %), tak i v upravených (24 %) rekreačních vodách. Výpustě stok, splachy v povodí při velkých deštích, vodní květ sinic a rozmanité druhy



Obr. 2: Etiologie epidemií z upravených rekreačních vod (bazénů), USA, 1995–2004.



Obr. 3: Etiologie epidemií z neupravených (přírodních) rekreačních vod, USA, 1995–2004.

zvířat a ptactva sloužily jako významný zdroj kontaminace neupravovaných rekreačních vod. Nedostatečná pozornost věnovaná údržbě, provozu či úpravě vod (např. dezinfekcí či filtrací) byla hlášena u 55 (60 %) z 92 epidemií u upravovaných vod, kde byly dostupné informace o rizikových faktorech.

Endemická onemocnění spojená s neupravovanými rekreačními vodami. Významné omezení systému surveillance epidemií z vod je, že nasbírané informace se týkají v podstatě jen epidemií, ale ne endemických³ onemocnění. Epidemiologické trendy a vztahy spojené s kvalitou vody pozorované u epidemií nemusí odrážet trendy a vztahy spojené s endemickými onemocněními přenášenými vodou. Epidemiologické studie prováděné po celém světě během posledních 30 let u přírodních sladkých vod a moří dokumentovaly endemická onemocnění u koupajících se osob v porovnání s těmi, kteří se nekoupali (32, 37). Tyto studie, které byly prováděny v koupacích místech ovlivněných čistěnými odpadními vodami, obvykle zjistily vztah expozice a odezvy mezi hladinami fekálních indikátorových bakterií v rekreačních vodách a gastrointestinálními příznaky u koupajících se osob. Nedávné epidemiologické studie (14, 38, 39) zjistily, že relativní riziko gastrointestinálních příznaků spojených s koupáním velice kolísalo (RR přibližně 1,4 až 5,6), což napovídá, že riziko je ovlivňováno mnoha faktory včetně charakteristiky pláže, zdroje znečištění a charakteristiky sledované populace. Epidemiologické studie též zjistily nadměrná rizika respiračních onemocnění, kožních vyrážek, podráždění očí a bolení v uších, avšak tato rizika nebyla soustavně spojena s indikátory fekální kontaminace ve vodě (14, 20, 22, 28, 31, 38). Méně epidemiologických studií bylo prováděno v místech ovlivněných splachy či zvířaty. Jedna studie z pláže ovlivněné ptačí populací zjistila zvýšení počtu průjmů a vyrážek u koupajících se osob, ale tyto příznaky nebyly zkoumány v souvislosti s přítomností fekálních indikátorových bakterií ve vodě (14).

Diskuse

Plavání je ve Spojených státech běžnou aktivitou (35) a onemocnění a epidemie jsou spojeny se všemi druhy vodních aktivit jak v upravených, tak v neupravených vodách (16). Většina epidemií z rekreačních vod, které vyústily v gastrointestinální onemocnění, byla způsobena protozoálními a bakteriálními agens a vyskytla se v místech, kde byly hlášeny fekální nehody, voda byla kontaminována nemocnými koupajícími se osobami či dětmi v plenkách nebo kde byl velký počet návštěvníků. Jelikož plavání je v podstatě komunálním koupáním, je nutné si uvědomit, že patogeny mohou být vneseny nejen koupajícími se, ale i výpustěmi odpadních vod a divokými nebo domácími zvířaty. Jelikož k vyvolání infekce a onemocnění je zapotřebí relativně malý počet organismů, jako jsou *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Shigella* a *E. coli* O157:H7, jediné neúmyslné polknutí kontaminované vody při koupání může vyvolat onemocnění (21, 32). Nízké koncentrace dezinfekčních látek a havárie či závady vybavení, zejména v době, kdy by školený personál mohl být mimo službu, byly dva často zjišťované problémy u upravovaných rekreačních vod, jako jsou plavecké bazény a brouzdaliště. Problémy v zařízeních s upravo-

vanou i s neupravovanou rekreační vodou zahrnovaly: 1. nedostatečné monitorování jakosti vody, 2. zvýšený počet koupajících se osob, 3. nedostatečné proškolení obsluhy a personálu a 4. nedostatečné povědomí veřejnosti o náležitém chování při koupání. Často přehlíženým zdrojem fekální kontaminace jsou návštěvníci koupališť, kteří se před vstupem do vody či návštěvou zařízení důkladně neosprchují (21).

Upravovaná rekreační voda. Vyčerpání reziduálních hladin dezinfekčních činidel je významným podpůrným rizikovým faktorem pro vznik epidemií bakteriálního a virového původu u upravovaných rekreačních vod. Jelikož tyto patogeny vykazují citlivost k látkám sloužícím k dezinfekci vody, může se epidemiím předejít použitím náležitých dezinfekčních postupů a dodržováním provozního režimu. Nízké hladiny chloru hlášené během těchto epidemií zdůrazňují důležitost častého monitorování a udržování náležitého obsahu dezinfekčního přípravku, zejména u velkých mělkých nádrží používaných dětmi. Fekální kontaminanty a další organický materiál může rychle spotřebovat dostupný dezinfekční prostředek; indikátorem takového snížení jakosti vody je nízké množství zbytkové dezinfekční látky. Náležitě monitorované a udržované hladiny chlorování a řízení pH v nádržích mohou předejít virovým a bakteriálním nákazám z upravovaných rekreačních vod.

Pokračující hlášení epidemií kryptosporidiózy a giardiózy z upravovaných vod zdůrazňují potřebu zlepšení dezinfekce a filtrace vody, zvýšenou pozornost je třeba věnovat i školení provozovatelů. *Cryptosporidium* a *Giardia* jsou odolné vůči hladinám chlorování obecně používaným v plaveckých bazénech a také některé filtrační systémy u nádrží nemusí být účinné pro odstraňování těchto parazitů. Proto se epidemie mohou vyskytnout i v dobře udržovaných zařízeních a je zapotřebí rychlé reakce orgánu veřejného zdraví, jakmile dojde ke kontaminaci vody v nádrži (např. fekáliemi). Nemá být dovoleno pokračovat v koupání, dokud není kontaminovaná voda účinně ošetřena. K úplné recirkulaci vody a k odstranění a usmrcení těchto parazitů může být zapotřebí několika hodin nebo i celých dnů.

Gastrointestinální onemocnění není obvykle spojeno s používáním lázní, protože náhodné polknutí této vody je zde vzácné. Lázeňské epidemie se běžně objevují ve formě dermatitidy nebo folikulitidy způsobené zárodky *P. aeruginosa*. Epidemie dermatitidy u návštěvníků bazénových i lázeňských zařízení se vyskytují tehdy, když zátěž koupajícími se osobami přesahuje doporučenou kapacitu. Velká shromáždění v hotelích s bazény a lázněmi (např. sportovní události, taneční soutěže nebo školní zájezdy) mohou rychle přetížít dezinfekční kapacitu a vést k namnožení bakterií. U několika epidemií byla *P. aeruginosa* izolována jak z bazénových, tak z lázeňských vod. Bazény se mohou kontaminovat, protože koupající mají možnost snadno využívat obě zařízení, která v mnoha hotelích bývají v těsné blízkosti.

Respirační expozice zárodkům *Legionella* spp. (způsobují legionelózu či Pontiacskou horečku) se mohou vyskytnout také v provzdušňovaných (vířivých) lázních. Jakmile se kontaminuje voda v lázni, je zvýšená teplota vody ideální pro pomnožování termofilních patogenů, jako jsou *Legionella* spp. a *P. aeruginosa*. Provozování lázní představuje výzvu, protože je obtížné udržovat adekvátní hladiny dezinfekce při vyšších teplotách vody a při zvýše-

³Též sporadických onemocnění – jednotlivé případy onemocnění, které se nevyskytují v rámci epidemií.

ném počtu koupajících. Špatná údržba lázní byla dobře zdokumentována (12). Těmto epidemiím lze předcházet, jestliže je ve vodě soustavně udržováno pH v rozmezí 7,2–7,8 s hladinou volného zbytkového chloru v rozmezí 2–5 mg/l nebo hladinu bromu vyšších než 1 mg/l (7, 40). Vnímavost jednotlivce a doba expozice spolu s počtem uživatelů též ovlivňují riziko onemocnění, přičemž zvýšená pozornost by měla být věnována tomu, aby nedocházelo k překročení kapacity těchto zařízení.

Ačkoli v interaktivních fontánech, narozdíl od bazénů a brouzdališť, není stojatá voda, nemělo by se na ně zapomínat jako na další potenciální místa přenosu nemocí. Tyto fontány jsou často navštěvovány malými dětmi, které mohou kontaminovat vodu fekáliemi. Voda ve fontánách s recirkulací by měla být adekvátně filtrována, dezinfikována a často monitorována.

Epidemie způsobené chemickými látkami byly spojeny se špatnou údržbou a obsluhou a s tím spojeným uvolňováním toxických výparů, vysokými hladinami dezinfekčních prostředků nebo nedostatečným větráním u krytých bazénů. Tyto epidemie poukazují na to, že jakost vzduchu vnitřního prostředí bazénů je závažnou záležitostí. Reakcí chloru s organickými sloučeninami (např. sliny, pot, moč, kožní maz, tělové oleje) vznikají v bazénové vodě chloraminy. Mohou se v ní hromadit a vytékat do ovzduší. U krytých bazénů s nedostatečnou ventilací mohou jejich zvýšené hladiny v ovzduší způsobovat podráždění dýchacího ústrojí, vysoké hladiny ve vodě pak dermatitidu a podráždění sliznic (17, 24, 27). Řádné řízení bazénu a výchova plavců ke správným hygienickým návykům (např. sprchování před vstupem do bazénu, zdržení se močení v bazénu) mohou napomoci minimalizovat tvorbu chloraminů. Zlepšené větrání krytých bazénů snižuje koncentraci chloraminů ve vzduchu. Nedávné studie také naznačují, že zavedení UV zařízení do systémů recirkulace bazénové vody může snížit hladiny chloraminů a účinně inaktivovat patogeny, jako je *Cryptosporidium* (4, 5).

Analýza více než 22 000 záznamů prohlídek bazénů odhalila, že většina inspekcí našla alespoň jedno porušení kodexu pro jakost vody, recirkulační systém či údržbu/obsahu bazénu; 8 % inspekcí mělo za následek okamžité uzavření bazénu (13). Vedle neadekvátního provozu a údržby může představovat problém i konstrukce bazénu (3, 6) – dva kritické momenty se týkají bazénů s místy nedostatečné cirkulace vody a bazénů, u kterých se vody z různých bazénů (např. z bazénů pro dospělé a z brouzdališť) míchají během filtrace. Ve spolupráci s konsorciem místních a celostátních společností zabývajících se bazény vypracovala CDC zdravotně osvětové materiály pro personál, který pracuje v zařízeních s upravovanou vodou (www.cdc.gov/healthyswimming). Tento materiál zahrnuje upozornění veřejnosti na zdravotní rizika spojená s plaveckými bazény a brouzdališti, způsoby snížení těchto rizik, technické informace týkající se laboratorní diagnostiky a brašnu s výbavou pro vyšetřování epidemií z rekreačních vod pro odborníky veřejného zdraví.

Neupravovaná voda pro rekreační účely. Hlášené epidemie byly spojeny s kontaminací koupajících se osobami, výpustěmi stok, naplaveninami v povodí, vodním květem sinic a vodním ptactvem. Počasí (např. vítr, déšť nebo naopak sucho) a další podmínky mohou též ovlivnit jakost vody v potocích, nádržích a jezerech. Kontaminace sladkovodních lokalit ke koupání může způsobit dlouhodobý zákaz koupání na těchto místech.

Cerkariální dermatitida se vyskytla v jezerech po celé Americe, kde je přítomen mezipřenosný druh plže a populace vhodných hostitelských ptáků (36). Cerkarie se mohou přirozeně vyskytovat v ekosystémech, ve kterých jsou v těsném kontaktu plži a ptáci. Lidé by se měli střežit mělkých míst ke koupání, kde by mohli plži sídlit. Riziko onemocnění lze snížit umístěním výstražných tabulí u jezer, o kterých je známo, že jsou zamořena.

Ačkoli epidemie leptospirózy z vody jsou v USA poměrně vzácné, přesto byly hlášeny. Během účasti na sportovních či jiných událostech (např. triatlonech) může dojít k expozici kontaminované povrchové vodě ústící v závažné onemocnění. V epidemii ve státě Illinois onemocnělo 375 soutěžících v triatlonu, z nichž 28 bylo hospitalizováno. Leptospirozou se lze nakazit kožními oděrkami, stykem se sliznicemi oka, úst, nosohltanu či jícnu, vdechnutím aerosolů nebo polknutím vody při plavání. *Leptospira* se nachází v moči infikovaných divokých a domácích zvířat, a tak by se lidé měli vyhnout plavání v zemědělských nádržích, jezírčích či potocích, ke kterým mohou mít zvířata přímý přístup (25, 29).

Vodní květ sinic ve sladkovodních jezerech byl zjištěn jako zdroj lidských onemocnění z vody v různých zemích (42). Jejich toxiny, zahrnující např. anatoxin (neurotoxin) a mikrocystiny (hepatotoxiny), mohou vyvolávat rozmanité příznaky. Toxiny lze zjistit ve vzorcích odebraných z jezer, kde se objevuje vodní květ, avšak nebyly stanoveny žádné přijatelné koncentrace toxinů pro rekreační vodu.

Většina případů PAM se vyskytla u dětí a mladistvých s anamnézou plavání, potápění a dalších vodních aktivit ve sladkovodních zdrojích, ale vyskytly se i případy ve spojitosti s plaveckými bazény. Během let 1995–2004 bylo 22 případů spojeno s aktivitami v teplých neupravovaných vodách, převážně v jezerech a nádržích. Jeden člověk onemocněl po pádu z tryskového vodního skútru na určené vodní ploše (25). Je důležité informovat veřejnost o rizicích PAM při plavání a skákání do velmi teplých vod, zejména v pozdním létě. Volně žijící termofilní améba *N. fowleri* se množí v teplých a horkých vodách; po vniknutí kontaminované vody do nosní dutiny pronikají améby sliznicí a podél čichového nervu do mozku. Ke snížení rizika náklady přispívá minimalizace prudkého vnikání vody nosní dutinou (tj. držení si nosu či nasazením skřípce na nos), zejména při skákání a potápění či při vodním lyžování v teplých sladkých vodách.

Prameny a geotermální bazény představují pro koupající se osoby zvýšené riziko, protože jsou většinou malé a vysoké hladiny minerálů a zvýšená teplota mohou podporovat růst patogenů v případě jejich kontaminace. Důležitá je nejen zvýšená osvěta návštěvníků a personálu o správných praktikách osobní hygieny, ale v některých případech i dezinfekce či další úpravy vody.

Doporučuje se monitorování jakosti vody na fekální kontaminaci u neupravované rekreační vody. EPA publikovala směrnice týkající se mikrobiologické jakosti pro rekreaci v sladkých i mořských vodách (18). Pro vnitrozemské vody směrnice doporučuje, aby měsíční geometrický průměr pro indikátorové organismy nepřesahoval 33/100 ml u enterokoků nebo 126/100 ml u *Escherichia coli*. „Plážová stráž“ (Beach Watch) EPA (www.epa.gov/waterscience/beaches) poskytuje veřejné informace týkající se jakosti vody u sledovaných pláží a o zdravotních rizicích spojených s plaváním ve znečištěné vodě.

Aktuální úsilí EPA programu Hodnocení prostředí pláží, zákazy koupání a zdraví – Beaches Environmental

Assess-ment, Closure, and Health (BEACH) je zaměřeno na snížení rizika onemocnění zpřísněním požadavků pro jakost vody a frekvenci monitorování, hodnocením zdrojů kontaminace a prohlubováním výzkumu zdravotních rizik a metod pro zjišťování jakosti vody. Nedávno započaté epidemiologické studie by měly poskytnout hlubší pochopení vztahu mezi fekálními indikátory a rizikem endemického onemocnění průřezem širokého rozsahu pláží v rozmanitých geografických a klimatických podmínkách. Aktuálně se provádějí studie na: 1. mořských a sladkovodních plážích po celé USA (projekty EPA), 2. mořských plážích v Kalifornii (University of California v Berkeley, a Southern California Coastal Water Research Project), 3. mořských plážích ve Středozemním moři a sladkovodních lokalitách v Maďarsku (program EPI-BATHE), a 4. týkající se rizik expozice při kanoistice, veslování, rybaření a dalších typech náhodného kontaktu s vodou u Chicaga (University of Illinois). Tyto studie jsou specificky zaměřeny na určení rychlejšího stanovení fekální kontaminace ve vodách, aby se zlepšil hygienický management pláží tím, že dojde ke zkrácení doby mezi odběrem vzorků a zjištěním jakosti vody. Předběžné analýzy několika takových studií naznačují, že *Enterococcus* je citlivým indikátorem fekálního znečištění a rizika gastrointestinálního postižení ze sladkých vod (38). Za použití metod kvantitativní polymerázové řetězové reakce (PCR) mohou být výsledky stanovení enterokoků k dispozici za méně než tři hodiny od odběru vzorku a jeho zpracování (23, 34).

V r. 2007 EPA sezvala skupinu odborníků k diskusi o kritických potřebách angažování vědy a výzkumu pro vypracování nových a revidovaných kritérií jakosti rekreačních vod pod širým nebem (<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/recreation/>). Vedle epidemiologických studií doporučovali experti několik přístupů k zvládnutí a chápání zdravotního rizika spojeného s expozicí rekreačním vodám. Dvě klíčová doporučení byla: 1. průzkumy a přístupy ke sledování mikrobiálních zdrojů znečištění by se měly používat k pochopení povahy zdroje znečištění, 2. měly by se vypracovat modely odhadu, jak zdravotních rizik (např. stanovení kvantitativního mikrobiálního rizika), tak špatné jakosti vody (např. využívání rutinně sbíraných informací meteorologických a o životním prostředí). Vypracování těchto modelů povede k přesnější a specifitější identifikaci etiologických agens odpovědných za endemická rizika z vody.

Závěry a doporučení

Epidemiologická surveillance je důležitá, protože získané informace se mohou využít k vyhodnocování adekvátnosti stávajících nařízení, preventivních strategií veřejného zdraví a aktivit informování veřejnosti o rizicích rekreačních vod. Ačkoliv mnohé z problémů a řešení popsanych v tomto přehledu jsou obecně aplikovatelné ke snižování rizik při vodní rekreaci i v zemích mimo USA, bychom přesto doporučili České republice provádět surveillance epidemií přenášených vodou a pravidelně vyhodnocovat takové statistiky.

Přehled příčin epidemií v USA naznačuje, že jednou z priorit pro prevenci epidemií je nutnost věnovat zvýšenou pozornost školení vedoucích, provozovatelů a personálu vodních parků, plaveckých bazénů a brouzdališť. Miliony lidí, kteří každý rok využívají rekreační vody, mohou přispět ke snížení rizika spojeného s koupáním

lepší informovaností o zdravotních a bezpečnostních záležitostech s plaváním spojených. Zdravotně osvětové aktivity by měly zahrnovat informace o přenosu onemocnění z vody a o správném chování koupajících se osob. Při školení a zdravotnické osvětě by mělo být zdůrazňováno potenciální nebezpečí kontaminace vody v areálech s překročenou kapacitou návštěvníků, fekálním znečištěním a dětmi plenkového věku. Návštěvníci plaveckých bazénů a dalších zařízení s upravovanou vodou by měli být nabádáni k důkladnému sprchování a umytí perianální oblasti před vstupem do bazénu. Adekvátní záchody a zařízení k výměně plenek s ručním přepráním by se měly nacházet ve všech areálech vodní rekreace. Ač je to obtížné prosadit, důležitým zásahem je zábrana v přístupu k rekreačním vodám osobám, zejména dětem, trpícím průjemovým onemocněním či se z něj zotavujícím.

Provozovatelé a manažeři zařízení s upravovanou vodou by si měli být dobře vědomi kritické úlohy úpravy vody (tj. dezinfekce, řízení pH a filtrace), provozování, údržby a monitorování jakosti vody v zábraně vzniku onemocnění. Úprava vody by měla být dostatečná k odstranění nebo usmrcení všech významných vodou přenášených patogenů, včetně rodů *Cryptosporidium* a *Giardia*. Je též zapotřebí vypracovat jasné a účinné postupy týkající se fekálního znečištění (10) a validované testovací postupy k podpoře zlepšené jakosti vzduchu v prostředí krytých bazénů.

Nedávno započaté epidemiologické studie mají poskytnout informace o potřebě zpřísnění požadavků pro jakost vody a potřebě nových kontrolních strategií, které mohou být nutné k prevenci onemocnění přenášených vodou u koupajících se v místech se sladkými a mořskými vodami. Ačkoliv endemická onemocnění jsou obvykle mírná a zvládnutá vlastními silami nemocného, zátěž populace může být velká, jelikož expozice rekreační vodě je velmi rozšířena.

LITERATURA

1. Berger RS, Seifert MR. Whirlpool folliculitis: a review of its cause, treatment, and prevention. *Cutis*. 1990 Feb;45(2):97-8.
2. Calderon RL, Mood EW, Dufour AP. Health effects of swimmers and nonpoint sources of contaminated water. *Int J Environ Health Res*. 1991;1(1):21-31.
3. Carpenter C, Fayer R, Trout J, Beach MJ. Chlorine disinfection of recreational water for *Cryptosporidium parvum*. *Emerg Infect Dis*. 1999 Jul-Aug;5(4):579-84.
4. Cassan D, Mercier B, Castex F, Rambaud A. Effects of medium-pressure UV lamps radiation on water quality in a chlorinated indoor swimming pool. *Chemosphere*. 2006 Mar;62(9):1507-13.
5. Clancy JL, Marshall MM, Hargy TH, Korich DG. Susceptibility of five strains of *Cryptosporidium parvum* oocysts to UV light. *J Am Water Works Assoc*. 2004;96(3):84-93.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Swimming pools: safety and disease control through proper design and operation. DHHS publication no. 88-8319. Atlanta: US Department of Health and Human Services; 1976.
7. Centers for Disease Control and Prevention. Suggested health and safety guidelines for public spas and hot tubs. DHHS publication no. 99-960. Atlanta: US Department of Health and Human Services; 1981.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Final recommendations to minimize transmission of Legionnaires' disease from whirlpool spas on cruise ships. Atlanta: US Department of Health and Human Services; 1997.
9. Centers for Disease Control and Prevention. Update: leptospirosis and unexplained acute febrile illness among athletes

- participating in triathlons - Illinois and Wisconsin. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1998 Aug 21;47(32):673-6.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Responding to fecal accidents in disinfected swimming venues. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2001 May 25;50(20):416-7.
 11. Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance data from swimming pool inspections-selected states and counties, United States, May-September 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003 Jun 6;52(22):513-6.
 12. Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance data from public spa inspections - United States, May-September 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2004;53(25):553-5.
 13. Centers for Disease Control and Prevention. Aseptic meningitis outbreak associated with echovirus 9 among recreational vehicle campers-Connecticut, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2004 Aug 13;53(31):710-3.
 14. Colford JM Jr, Wade TJ, Schiff KC, Wright CC, Griffith JF, Sandhu SK, et al. Water quality indicators and the risk of illness at beaches with nonpoint sources of fecal contamination. *Epidemiology.* 2007 Jan;18(1):27-35.
 15. Dechet AM, Yu PA, Koram N, Painter J. Nonfoodborne *Vibrio* infections: an important cause of morbidity and mortality in the United States, 1997-2006. *Clin Infect Dis.* 2008 Apr 1;46(7):970-6.
 16. Dziuban EJ, Liang JL, Craun GF, Hill V, Yu PA, Painter J, et al; Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water-United States, 2003-2004. *MMWR Surveill Summ.* 2006 Dec 22;55(12):1-30.
 17. Emanuel BP. The relationship between pool water quality and ventilation. *J Environ Health.* 1998;61:17-20.
 18. Environmental Protection Agency. Bacterial ambient water quality criteria for marine and fresh recreational waters. EPA publication no. 440584002. Cincinnati: National Service Center for Environmental Publications; 1986.
 19. Fields BS, Benson RF, Besser RE. *Legionella* and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. *Clin Microbiol Rev.* 2002 Jul;15(3):506-26.
 20. 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 Public Health.* 1996 Sep;86(9):1228-34.
 21. Gerba CP. Assessment of enteric pathogen shedding by bathers during recreational activity and its impact on water quality. *Quant Microbiol.* 2000;2:55-68.
 22. Haile RW, Witte JS, Gold M, Cressey R, McGee C, Millikan RC, et al. The health effects of swimming in ocean water contaminated by storm drain runoff. *Epidemiology.* 1999 Jul;10(4):355-63.
 23. Haugland RA, Sieftring SC, Wymer LJ, Brenner KP, Dufour AP. Comparison of *Enterococcus* measurements in freshwater at two recreational beaches by quantitative polymerase chain reaction and membrane filter culture analysis. *Water Res.* 2005 Feb;39(4):559-68.
 24. Hery M, Hecht G, Gerber JM, Gender JC, Hubert G, Rebuffaud J. Exposure to chloramines in the atmosphere of indoor swimming pools. *Ann Occup Hyg.* 1995 Aug;39(4):427-39.
 25. Lee SH, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon RL. Surveillance for waterborne disease outbreaks - United States, 1999-2000. *MMWR Surveill Summ.* 2002 Nov 22;51(8):1-47.
 26. Liang JL, Dziuban EJ, Craun GF, Hill V, Moore MR, Gelting RJ, et al; Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with drinking water and water not intended for drinking - United States, 2003-2004. *MMWR Surveill Summ.* 2006 Dec 22;55(12):31-65.
 27. Massin N, Bohadana AB, Wild P, Héry M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup Environ Med.* 1998 Apr;55(4):258-63.
 28. McBride GB, Salomondo CE, Bandaranayake DR, Turner SJ, Lewis GD, Till DG. Health effects of marine bathing in New Zealand. *Int J Environ Health Res.* 1998;8:173-89.
 29. Nelson KE, Ager EA, Galton MM, Gillespie RW, Sulzer CR. An outbreak of leptospirosis in Washington State. *Am J Epidemiol.* 1973 Nov;98(5):336-47.
 30. Oliver JD. Wound infections caused by *Vibrio vulnificus* and other marine bacteria. *Epidemiol Infect.* 2005 Jun;133(3):383-91.
 31. Prieto MD, Lopez B, Juanes JA, Revilla JA, Llorca J, Delgado-Rodríguez M. Recreation in coastal waters: health risks associated with bathing in sea water. *J Epidemiol Community Health.* 2001 Jun;55(6):442-7.
 32. Prüss A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *Int J Epidemiol.* 1998 Feb;27(1):1-9.
 33. Rao PV, Gupta N, Bhaskar AS, Jayaraj R. Toxins and bioactive compounds from cyanobacteria and their implications on human health. *J Environ Biol.* 2002 Jul;23(3):215-24.
 34. Sieftring S, Varma M, Atikovic E, Wymer L, Haugland RA. Improved real-time PCR assays for the detection of fecal indicator bacteria in surface waters with different instrument and reagent systems. *J Water Health.* 2008 Jun;6(2):225-37.
 35. US Bureau of the Census. Statistical abstract of the United States: 1995. 115th ed. Washington, DC: US Bureau of the Census; 1995.
 36. Verbrugge LM, Rainey JJ, Reimink RL, Blankespoor HD. Swimmer's itch: incidence and risk factors. *Am J Public Health.* 2004 May;94(5):738-41.
 37. Wade TJ, Pai N, Eisenberg JN, Colford JM Jr. Do U.S. Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? A systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2003 Jun;111(8):1102-9.
 38. Wade TJ, Calderon RL, Sams E, Beach M, Brenner KP, Williams AH, et al. Rapidly measured indicators of recreational water quality are predictive of swimming-associated gastrointestinal illness. *Environ Health Perspect.* 2006 Jan;114(1):24-8.
 39. Wiedenmann A, Krüger P, Dietz K, López-Pila JM, Szewzyk R, Botzenhart K. A randomized controlled trial assessing infectious disease risks from bathing in fresh recreational waters in relation to the concentration of *Escherichia coli*, intestinal enterococci, *Clostridium perfringens*, and somatic coliphages. *Environ Health Perspect.* 2006 Feb;114(2):228-36.
 40. Yoder JS, Hlavsa M, Craun GF, et al. Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and aquatic facility-associated health events-United States, 2005-2006. *MMWR Surveill Summ.* In press 2008.
 41. Yoder JS, Blackburn BG, Craun GF, Hill V, Levy DA, Chen N, et al. Surveillance for waterborne-disease and outbreaks associated with recreational water-United States, 2001-2002. *MMWR Surveill Summ.* 2004 Oct 22;53(8):1-22.
 42. Zurawell RW, Chen H, Burke JM, Prepas EE. Hepatotoxic cyanobacteria: a review of the biological importance of microcystins in freshwater environments. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2005 Jan-Feb;8(1):1-37.

Gunther F. Craun
Gunther F. Craun & Associates
 101 West Frederick Street, Suite 205
 Staunton, VA 24401, U.S.A.
 E-mail: gfcraun@verizon.net