

L'acqua del rubinetto e le infezioni in contattologia

Laura Boccardo

Optometrista

Introduzione

La cheratite da *Acanthamoeba* è strettamente legata sia all'utilizzo di lenti a contatto, sia all'impiego di acqua del rubinetto durante la manutenzione.

Materiali e metodi. È stata condotta una ricerca bibliografica su articoli scientifici *peer-review*, articoli clinici e testi di contattologia per analizzare i rischi collegati all'uso di acqua del rubinetto con le lenti a contatto, l'incidenza della cheratite da *Acanthamoeba* e l'efficacia dei prodotti di manutenzione, al fine di individuare i comportamenti più corretti per limitare la diffusione di gravi complicanze.

Risultati. L'analisi della letteratura conferma un legame molto stretto fra la contaminazione delle lenti a contatto, del contenitore e dell'acqua del rubinetto. Malgrado la bassa incidenza di cheratiti da *Acanthamoeba* non lo abbia reso obbligatorio per la messa in commercio, i prodotti più recenti per la manutenzione delle lenti a contatto vengono testati per la loro efficacia contro l'*Acanthamoeba*.

Conclusioni. Purtroppo le maggiori dimensioni delle amebe rispetto ai batteri e ai funghi e la presenza di cisti resistenti, costituiscono un notevole ostacolo alla disinfezione. Per questo motivo la miglior difesa resta la prevenzione. Evitando l'utilizzo dell'acqua del rubinetto in tutte le fasi della manutenzione delle lenti sia morbide, sia RGP, tranne che per lavarsi le mani, ed evitando di conservare le lenti a contatto in ambienti ad elevata carica microbica, come la stanza da bagno, si può prevenire l'insorgenza di gravi complicanze.

Parole chiave

Acanthamoeba, cheratite microbica, manutenzione, acqua del rubinetto.

Momento essenziale di ogni applicazione è la spiegazione al paziente delle norme igieniche che deve utilizzare ogni volta che maneggia le sue lenti a contatto. Una parte di queste raccomandazioni riguarda il delicato rapporto con l'acqua, che da un lato è fondamentale per l'igiene in senso generale, dall'altro può essere fonte di contaminazione delle lenti. I microrganismi che più comunemente contaminano le lenti a contatto sono, infatti, batteri Gram-negativi che vivono in ambiente umido¹ come la *Pseudomonas aeruginosa*, oltre che lo *Stafilococco aureus*, lo *Stafilococco epidermidis*, la *Serratia marcescens*, funghi come il *Fusarium solani* e parassiti come l'*Acanthamoeba*.

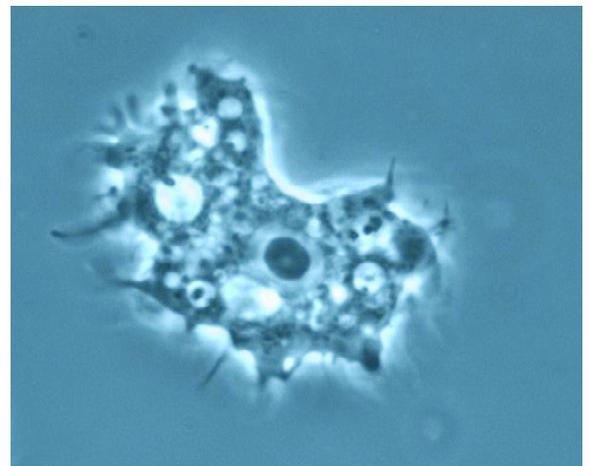


Figura 1
Acanthamoeba

Le *Acanthamoeba* (fig.1) sono protozoi, presenti in modo diffuso nell'ambiente, sono predatori di batteri e funghi e possono essere causa di cheratiti molto dolorose e gravemente invalidanti per gli esiti che hanno sulla visione (figg. 2-3). Al pari dei funghi, le *Acanthamoeba* sono cellule eucariote. In situazioni di stress elevato, l'*Acanthamoeba* abbandona la sua forma più vitale (trofozoi) e assume una forma globulare, immobile, molto resistente agli agenti esterni, detta cisti (fig. 4).

Ricevuto il 2 settembre 2006.

Accettato per la pubblicazione il 2 ottobre 2006.

L'acqua del rubinetto e le infezioni in contattologia

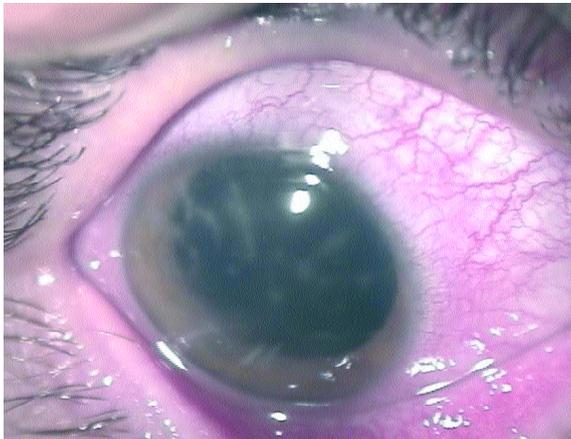


Figura 2
Infiltrati perineurali caratteristici della cheratite da *Acanthamoeba*
(foto di Diego Ponzin, Fondazione Banca degli Occhi del Veneto).

Esiste un rapporto stretto fra utilizzo di acqua del rubinetto ed infezione da *Acanthamoeba*.¹⁻⁴

Schaumberg, Snow e Dana⁵ hanno presentato una rassegna di articoli pubblicati dal 1973 al 1998 riguardo all'epidemiologia della cheratite da *Acanthamoeba*. Dalla loro ricerca emerge che prima della diffusione delle lenti morbide, la cheratite da *Acanthamoeba* era estremamente rara. L'epidemia è iniziata nei primi anni '80, con un'impennata a partire dal 1984. Dal 1985, è stata chiaramente affermata l'associazione di questa infezione con l'uso di lenti a contatto. Nel 1987, è stato dimostrato che l'infezione si manifesta maggiormente: nei maschi, nei portatori di lenti a contatto che non disinfectano le lenti secondo le indicazioni raccomandate, che nuotano con le lenti, o che usano soluzione salina fatta in casa, invece di quella confezionata. La reale incidenza annuale delle cheratiti da *Acanthamoeba*



Figura 3
Difetto epiteliale in un caso grave e alquanto avanzato di cheratite da *Acanthamoeba* (foto di Diego Ponzin, Fondazione Banca degli Occhi del Veneto).

è tuttora poco chiara⁶: dal 1985 al 1987 è stata stimata fra 1,65 e 2,01 casi ogni milione di portatori,⁵ mentre uno studio di Seal⁷ del 2003 riporta un'incidenza notevolmente più alta, di un caso ogni 30.000 portatori di lenti a contatto.

Le stime più pessimistiche arrivano ad un caso ogni 10.000 ogni anno.⁸

A causa della bassa incidenza di cheratiti da *Acanthamoeba*, né la Food and Drug Administration (FDA)⁹ negli USA, né l'International Standard Organization (ISO)¹⁰ hanno ritenuto necessario imporre, per la messa in commercio dei prodotti per la manutenzione delle lenti a contatto, test che dimostrino la loro efficacia contro le amebe. Tuttavia, una sempre crescente attenzione riguardo a questo problema ha stimolato la produzione di numerosi studi scientifici, di carattere sia clinico, sia di laboratorio, sull'efficacia contro l'*Acanthamoeba* dei prodotti disinfectanti e conservanti per lenti a contatto.

I risultati che emergono da un'analisi della letteratura scientifica su questo argomento mostrano un panorama molto variegato e, purtroppo, le conclusioni sono spesso contrastanti fra loro. Stevenson e Seal¹¹ ritengono che il diffondersi dell'uso delle soluzioni multiuso per lenti morbide abbia portato ad una diminuzione di incidenza di queste gravi cheratiti, mentre Tzanetou e coll.¹², individuano proprio nella scarsa efficacia dei prodotti usati di routine per la manutenzione il maggiore fattore di rischio per l'insorgenza di cheratiti da *Acanthamoeba* nei portatori di lenti a contatto. Altri autori¹³⁻¹⁹ riportano livelli di efficacia diversi fra tipi diversi di prodotti disinfectanti e conservanti: il giudizio su quale principio attivo sia più valido non è concorde. Per esempio, Borazjani e Kilvington¹⁸ (Research Group, Bausch & Lomb) riportano una maggiore efficacia di ReNu con MoistureLoc rispetto ad Opti-free Express, mentre Buck e coll.¹⁹ (Alcon Research) ottengono risultati opposti. Il coinvolgimento diretto dell'industria nella maggior parte di queste ricerche può giustificare la discordanza dei risultati, ma se ne può trarre ugualmente qualche conclusione. I liquidi per lenti a contatto RGP risultano in generale più efficaci, rispetto a quelli per lenti morbide.¹⁵ Per quanto riguarda questi ultimi, il sistema più efficace di disinfezione sarebbe l'esposizione al perossido senza neutralizzazione per almeno 4 ore^{15,16}. Il perossido one-step, con sistema di neutralizzazione integrato, invece, è meno efficace perché il catalizzatore fa scendere troppo rapidamente la concentrazione di H₂O₂.¹⁷

Borazjani e Kilvington²⁰ hanno testato l'efficacia delle soluzioni uniche *no-rub*, ed hanno messo in evidenza

L'acqua del rubinetto e le infezioni in contattologia

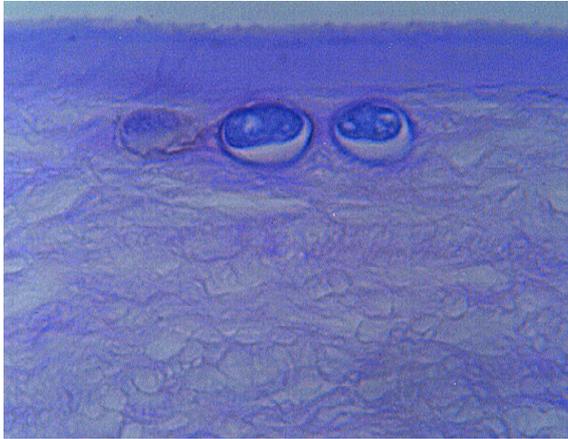


Figura 4
Cisti di *Acanthamoeba*
(foto di Diego Ponzin, Fondazione Banca degli Occhi del Veneto).

come l'azione disinfettante si realizzi per un meccanismo sia di lisi dell'ameba, sia di distacco del microrganismo dalla superficie della lente. Dopo l'esposizione alla soluzione disinfettante è quindi indispensabile la fase di risciacquo per allontanare le amebe, in particolare le cisti, dalla lente a contatto morbida.

Per quanto riguarda l'eventuale relazione fra il materiale delle lenti morbide e un particolare rischio di contaminazione, uno studio di Beattie e coll.²¹ mostra come i materiali in silicone idrogel, che stanno avendo una sempre maggiore diffusione, tendano ad avere un livello di adesione per *Acanthamoeba* superiore rispetto ai materiali idrogel, ma questo risultato non sarebbe confermato per quanto riguarda i materiali in silicone idrogel di seconda generazione, a maggiore idrofilia.²² Nel loro complesso, secondo noi, i risultati contrastanti sull'efficacia delle soluzioni disinfettanti, confermano una sostanziale difficoltà nel rimuovere *Acanthamoeba* dalla superficie delle lenti a contatto. Le maggiori dimensioni delle amebe rispetto ai batteri e ai funghi e la presenza di cisti resistenti, costituiscono un formidabile ostacolo alla disinfezione.

Cibandosi di batteri, *Acanthamoeba*, mostra naturalmente maggiore facilità a aderire alle superfici in presenza di biofilm e quindi, maggiore è la carica batterica, maggiore è la possibilità di riscontrare una contaminazione da *Acanthamoeba*. La miglior difesa resta, quindi, la prevenzione, esercitata conservando le lenti in un ambiente a più bassa carica microbica possibile ed evitando l'uso d'acqua corrente nella manutenzione delle lenti a contatto.

Purtroppo l'utilizzo dell'acqua del rubinetto è ancora molto diffuso, soprattutto per sciacquare ed umettare le lenti rigide.

L'uso d'acqua potrebbe essere accettabile solo per sciacquare via il sapone dalle lenti RGP, prima di immergerle nella soluzione disinfettante,²³ mentre cheratiti da *Acanthamoeba* sono state chiaramente associate all'uso di saliva e di acqua, minerale o di rubinetto, per umettare le lenti rigide prima di inserirle.^{24,25} Questa procedura è ancora più rischiosa in caso di lenti che vengano indossate la notte, quando il minore ricambio lacrimale non permette di allontanare gli eventuali contaminanti. Watt e Swarbrick²⁶ hanno condotto un'analisi dei primi 50 casi di cheratite microbica in portatori di lenti per ortocheratologia notturna: i loro risultati mostrano un'incidenza di infezioni da *Acanthamoeba* superiore alla media e, quindi, suggeriscono che l'uso di acqua del rubinetto andrebbe completamente bandito dalla manutenzione delle lenti RGP per ortocheratologia.

Il prodotto più adeguato per il risciacquo delle lenti a contatto, sia morbide, sia rigide, resta la soluzione salina. Per le lenti morbide, si può usare anche una soluzione unica, ma utilizzando soluzione salina si riduce il rischio di sensibilizzazione oculare, poiché si limita l'introduzione nell'occhio di sostanze chimiche, come disinfettanti, surfattanti o agenti antiproteici.

L'utilizzo di prodotti specifici per lenti a contatto sarebbe consigliabile anche per la pulizia del contenitore. L'igiene del contenitore è fondamentale per l'efficacia della disinfezione, poiché il portamenti costituisce un ambiente favorevole alla proliferazione batterica.

Larkin e coll.²⁷ hanno analizzato i contenitori di 102 portatori di lenti a contatto asintomatici ed hanno riscontrato significative conte batteriche in 43 casi, mentre 7 contenitori erano contaminati da *Acanthamoeba*. Jeong e Yu,² hanno esaminato i contenitori porta lenti e campioni di acqua del rubinetto di 120 pazienti. Esemplari di amebe, inclusi ceppi di *Acanthamoeba*, sono stati isolati in 5 contenitori (4.2%). In 4 casi su 5 sono risultati contaminati anche i campioni di acqua del rubinetto.

Seal e coll.²⁸ hanno condotto uno studio prospettico su 150 utilizzatori di lenti a contatto, a cui è stato esplicitamente prescritto di eliminare l'acqua da tutte le fasi dell'igiene delle lenti, tranne che per lavarsi le mani. Abolendo l'uso dell'acqua per risciacquare il contenitore, alla fine dello studio, la contaminazione batterica era inferiore a quella normalmente riportata in letteratura e, soprattutto, non si è verificata nessuna contaminazione da *Acanthamoeba*. Questo studio mira a dimostrare che, eliminando i fattori di rischio ed attenendosi scrupolosamente alle istruzioni per la manutenzione, i prodotti attualmente in commercio sono in

L'acqua del rubinetto e le infezioni in contattologia

grado di garantire una protezione sufficientemente efficace dalle contaminazioni microbiche.

La pulizia del contenitore deve essere scrupolosa: ogni giorno bisogna svuotare il contenitore, risciacquarlo con nuova soluzione disinfettante o salina e lasciarlo asciugare all'aria. Una custodia asciutta è fondamentale perché i microbi non si possono moltiplicare in ambiente secco. Il contenitore andrebbe chiuso solo quando completamente asciugato, inoltre andrebbe sostituito almeno ogni tre mesi e quando si passa ad un paio di lenti nuove.

Alcuni autori consigliano la pulizia del contenitore con acqua calda e sapone.^{29,30} L'acqua calda in effetti presenta meno rischi di contaminazione rispetto all'acqua fredda. Kilvington e coll.³¹ hanno condotto un'indagine su campioni di acqua di rubinetto prelevata dalle case di 27 pazienti che avevano contratto una cheratite da ameba. 24 abitazioni risultavano contaminate, con differenze significative a seconda della temperatura e dei luoghi della casa: nella stanza da bagno risultava contaminato il 76% dei rubinetti dell'acqua fredda e il 24% di quelli dell'acqua calda, mentre in cucina si passava al 47% per l'acqua fredda e solo al 16% per quella calda.

Questi ultimi dati sollecitano a riflettere anche su quale possa essere la stanza più adatta dove maneggiare le lenti a contatto. Generalmente i pazienti tendono ad eseguire la manutenzione nella stanza da bagno, dove si possono lavare le mani e possono sfruttare il lavandino per gettare i liquidi di manutenzione. Purtroppo, il bagno è uno degli ambienti della casa che più facilmente si contamina ed il clima umido che vi si crea favorisce la crescita di batteri, di cui si cibano le amebe. In uno studio condotto nelle abitazioni di 50 portatori di lenti a contatto, Seal e Stapleton³² hanno riscontrato 6 rubinetti del bagno contaminati da *Acanthamoeba*, un solo rubinetto della cucina contaminato da *Acanthamoeba*, mentre 59/100 rubinetti erano contaminati da batteri Gram negativi. In particolare, le lenti a contatto conservate nel bagno risultano comunemente contaminate da *Escherichia Coli*³³, un batterio fecale non contemplato dai test FDA e ISO per l'efficacia delle soluzioni disinfettanti per contattologia.

Da quanto detto fino ad ora si traggono utili indicazioni anche riguardo all'igiene delle mani. Tutte le operazioni di manutenzione delle lenti a contatto devono essere eseguite con mani pulite e accuratamente asciugate. È utile e educativo che il paziente veda l'applicatore lavarsi e asciugarsi correttamente le mani prima di maneggiare le lenti, inoltre bisogna mettere il paziente in condizione di potersi lavare e asciugare le mani, prima di toccare le lenti nello studio di applicazione.

Parallelamente ai rischi legati all'uso dell'acqua del rubinetto di casa propria, va considerato il problema del nuoto e dell'immersione in mare, piscine e vasche termali.³ Quando si nuota con le lenti a contatto esiste il rischio di infezione, dato che l'acqua è generalmente contaminata. D'altra parte va considerato che i nuotatori e in generale chi pratica sport acquatici hanno bisogno di una buona visione per lontano, per evitare incidenti ed ottimizzare le prestazioni sportive. In questi casi, l'uso di occhiali protettivi e di lenti disponibile, da gettare via non appena usciti dall'acqua, sarebbe la soluzione più sicura. In nessun caso si dovrebbe dormire con le lenti a contatto sull'occhio dopo aver nuotato.³⁴

Conclusioni

La diretta dipendenza delle infezioni con la contaminazione dell'ambiente e dei contenitori porta a pensare che la manutenzione condotta di routine non sia sufficiente ad eliminare la presenza di *Acanthamoeba* dalle lenti a contatto. L'ampia letteratura su questo argomento dimostra che il problema è all'attenzione sia del mondo accademico, sia dell'industria. La ricerca si sta muovendo per ottenere prodotti di manutenzione per le lenti a contatto sempre più efficaci e semplici da utilizzare, in modo da facilitare il compito dei pazienti. Agli applicatori spetta la funzione di informare i portatori di lenti a contatto dei rischi correlati alla contaminazione microbica, e di educarli ai comportamenti più corretti. I pazienti che non sono stati adeguatamente istruiti al momento dell'applicazione e consegna delle loro lenti a contatto sono sottoposti a maggiori rischi di infezione.³⁵ Per quanto grave, la cheratite da *Acanthamoeba* resta fortunatamente un evento molto raro. La miglior difesa resta la prevenzione, evitando il contatto con l'acqua del rubinetto e la conservazione delle lenti in ambienti ad elevata carica microbica. In generale, mettere in atto un'efficace prevenzione nei confronti di questo microrganismo, permette allo stesso tempo di difendersi dalle cheratiti batteriche, che invece hanno una diffusione più ampia.

Bibliografia

1. Feys J. [Rules and regulations concerning contact lens-related infection]. *J Fr Ophtalmol* 2004;27(4):420.
2. Jeong H, Yu H. The role of domestic tap water in *Acanthamoeba* contamination in contact lens storage cases in Korea. *Korean J Parasitol* 2005;43(2):47-50.
3. Ondriska F, Mrva M, Lichvar M, et al. First cases of *Acanthamoeba* keratitis in Slovakia. *Ann Agric Environ Med*. 2004;11(2):335-41.
4. Seal D, Kirkness C, Bennett H, Peterson M. *Acanthamoeba* keratitis in Scotland: risk factors for contact lens wearers. *Cont Lens Anterior Eye* 1999;22(2):58-68.

L'acqua del rubinetto e le infezioni in contattologia

5. Schaumberg DA, Snow KK, Dana MR. The epidemic of Acanthamoeba keratitis: where do we stand? *Cornea* 1998;17(1):3-10.
6. Alizadeh H, Niederkorff J, McCulley J. Acanthamoeba keratitis. In: Krachmer J, Mannis M, Holland E, eds. *Cornea*, 2 ed: Elsevier, 2005; v. 1.
7. Seal DV. Acanthamoeba keratitis update-incidence, molecular epidemiology and new drugs for treatment. *Eye* 2003;17(8):893-905.
8. Mathers W, et al. Outbreak of keratitis presumed to be caused by Acanthamoeba. *Am J Ophthalmol* 1996;12(2):129-42.
9. FDA/CDRHwebsite. Premarket Notification FDA (510 k) Guidance Document for Contact Lens Care Products. Consultabile al: <http://www.fda.gov/cdrh/ode/contlens.pdf>; v. May 1,1997.
10. International Standard Organization ISO 14729. Ophthalmic Optics. Contact Lens Care Products. Microbiological Requirements and Test Methods for Products and Regimens for Hygienic Management of Contact Lenses. 2001.
11. Stevenson R. Has the introduction of multi-purpose solutions contributed to a reduced incidence of Acanthamoeba keratitis in contact lens wearers? *Contact Lens Ant Eye* 1998;21:89-92.
12. Tzanetou K, Miltsakakis D, Drouzas D, et al. Acanthamoeba keratitis and contact lens disinfecting solutions. *Ophthalmologica* 2006;220(4):238-41.
13. Hiti K, Walochnik J, Haller-Schober EM, et al. Viability of Acanthamoeba after exposure to a multipurpose disinfecting contact lens solution and two hydrogen peroxide systems. *Br J Ophthalmol* 2002;86(2):144-6.
14. Kilvington S, Anger C. A comparison of cyst age and assay method of the efficacy of contact lens disinfectants against Acanthamoeba. *Br J Ophthalmol* 2001;85(3):336-40.
15. Niszl IA, Markus MB. Anti-Acanthamoeba activity of contact lens solutions. *Br J Ophthalmol* 1998;82(9):1033-8.
16. Cengiz AM, Harmis N, Stapleton F. Co-incubation of Acanthamoeba castellanii with strains of Pseudomonas aeruginosa alters the survival of amoeba. *Clin Experiment Ophthalmol* 2000;28(3):191-3.
17. Hiti K, Walochnik J, Faschinger C, et al. One- and two-step hydrogen peroxide contact lens disinfection solutions against Acanthamoeba: how effective are they? *Eye* 2005;19(12):1301-5.
18. Borazjani R, Kilvington S. Efficacy of multipurpose solutions against Acanthamoeba species. *Contact Lens Anterior Eye* 2005;28(4):169-75.
19. Buck S, Rosenthal R, Schlech B. Amoebicidal activity of multipurpose contact lens solutions. *Eye Contact Lens* 2005;31(2):62-6.
20. Borazjani R, Kilvington S. Effect of a multipurpose contact lens solution on the survival and binding of Acanthamoeba species on contact lenses examined with a no-rub regimen. *Eye Contact Lens* 2005;31(1):39-45.
21. Beattie T, Tomlinson A, Seal D. Surface treatment or material characteristic: the reason for the high level of Acanthamoeba attachment to silicone hydrogel contact lenses. *Eye Contact Lens*. 2003;29(Jan;(1 Suppl)):S40-3; discussion S57-9, S192-4.
22. Beattie TK, Tomlinson A, McFadyen AK. Attachment of Acanthamoeba to first- and second-generation silicone hydrogel contact lenses. *Ophthalmology* 2006;113(1):117-25.
23. Bennet E. Lens care and patient education. In: Bennet E, Allee Henry V, eds. *Clinical Manual of Contact Lenses*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
24. Shovlin J. Acanthamoeba keratitis in rigid contact lens wearers: the issue of tap water rinses. *Int Contact Lens Clin* 1990;17:47-9.
25. Koenig S, Solomon J, Hykdiuk Rea. Acanthamoeba keratitis associated with gas permeable contact lens wear. *Am J Ophthalmol* 1987;103:832.
26. Watt K, Swarbrick H. Microbial keratitis in overnight orthokeratology: review of the first 50 cases. *Eye Contact Lens* 2005;Sep(31(5)):201-8.
27. Larkin D, Kilvington S, Easty D. Contamination of contact lens storage cases by Acanthamoeba and bacteria. *Br J Ophthalmol*. 1990;74(3):133-5.
28. Seal D, Dalton A, Doris D. Disinfection of contact lenses without tap water rinsing: is it effective? *Eye* 1999;13:226-30.
29. Coral-Ghanem C, Bailey M. Maintenance and Handling of Contact Lenses. In: Mannis M, Zadnik K, Coral-Ghanem C, Kara-José N, eds. *Contact Lenses in Ophthalmic Practice*. New York: Springer-Verlag, 2004.
30. Lupelli L, Fletcher R, Rossi A. Istruzioni per il paziente. In: *Contattologia. Una guida clinica*. Palermo: Medical Book, 1998.
31. Kilvington S, Gray T, Dart J, et al. Acanthamoeba keratitis: the role of domestic tap water contamination in the United. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;Jan(45(1)):165-9.
32. Seal D, Stapleton F, Dart J. Possible environmental sources of Acanthamoeba spp in contact lens wearers. *Br J Ophthalmol*. 1992;76(7):424-7.
33. Boost M, Cho P. Microbial flora of tears of orthokeratology patients, and microbial contamination of contact lenses and contact lens accessories. *Ophthalmol Vis Sci* 2005;82:451-8.
34. Barr JT. Swimming while wearing contact lenses. Editorial. *C L Spectrum* 2002(8):15.
35. Gagnon M, Walter K. A case of Acanthamoeba Keratitis as a result of a cosmetic contact lens. *Eye Contact Lens* 2006;32(1):37-8.

Introduction

Acanthamoeba keratitis is strictly associated with contact lens wear and with tap water rinsing in contact lens care.

Materials and methods. A review of peer-review literature, clinical articles and contact lens books was performed, to analyse the risks associated to the use of tap water in contact lens care, the incidence of Acanthamoeba keratitis and the efficacy of contact lens care solutions, in order to identify the most correct behaviour that could limit the diffusion of severe contact lens complications.

Results. Literature analysis confirms a strict association between contamination of contact lens, lens case and tap water. The most innovative lens care solutions are tested against Acanthamoeba, even if the incidence of this kind of keratitis is low and these tests are not mandatory before selling.

Conclusions. Unfortunately, the larger cell size of the amoebae compared to bacteria and fungi and the presence of resistant cysts present formidable problems for disinfection. As a result, the best protection is now prevention. Severe complications can be prevented avoiding all use of tap water for both soft and RGP contact lens hygiene, except for hand washing, and avoiding lens storage in rooms with high rate of microbial contamination, like bathrooms.

Key words

Acanthamoeba, microbial keratitis, contact lens care, tap water.