

Apolinary L. Kowal

Pasożyty – zagrożenie publicznego zaopatrzenia w wodę

Wprowadzenie chlorowania wody w zakładach wodociągowych praktycznie wyeliminowało epidemie chorób zakaźnych przenoszonych drogą wodną. Ostatnia epidemia cholery w Europie miała miejsce w końcu XIX wieku, chociaż jeszcze notuje się w świecie (Azja, Ameryka Płd., Ukraina) przypadki przenoszenia tej choroby drogą wodną. Przypadki epidemii tyfusu i czerwonki przeniesionej przez wodę występują obecnie bardzo rzadko, a ich przyczyny są dobrze rozpoznane. W tabeli 1 zestawiono choroby bakteryjne przenoszone drogą wodną.

trwać miesiąc i dłużej, lecz ustępuje u zdrowych ludzi, natomiast może trwać w nieskończoność u ludzi z osłabionym systemem immunologicznym i w efekcie powodować zgon. Brak jest specyficznych leków, a wyzdrowienie zależy od odporności organizmu.

Kilka epidemii kryptosporidiozy było przeniesionych drogą wodną w wyniku nieprawidłowej pracy układu oczyszczania wody trwającej zaledwie kilka godzin [2]. Przypadki zachorowań na kryptosporidiozę, wywołaną obecnością w wodzie wodocią-

Tabela 1. Choroby przenoszone przez bakterie w wodzie do picia

Czynnik chorobotwórczy	Choroba	Czas inkubacji	Objawy
<i>Shigella sp.</i>	Czerwonka	1+7 d	Biegunka krwawa, gorączka, skurcze
<i>Salmonella typhimurium</i>	Tyfus mysy	6+72 h	Bóle brzucha, biegunka, nudności, wymioty, gorączka
<i>Salmonella typhi</i>	Dur brzuszny	1+3 d	Bóle brzucha, dreszcze, gorączka, biegunka lub zaparcie, krwawienie jelitowe
Enterotoksyczne <i>E. coli</i>	Biegunka	12+72 h	Biegunka, gorączka, wymioty
<i>Campylobacter jejuni</i>	Zapalenie żołądkowo-jelitowe	1+7 d	Bóle brzucha sugerujące zapalenie wyrostka, gorączka, bóle głowy, złe samopoczucie, biegunka, wymioty
<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera (zapalenie żołądkowo-jelitowe)	1+3 d	Wymioty, rozwolnienie, odwodnienie

Względne bezpieczeństwo sanitarne w systemach centralnego zaopatrzenia w wodę spowodowało pewnego rodzaju samouspokojenie. Toteż szokiem dla władz sanitarnych były rozmiary kryptosporidiozy w Milwaukee (USA) w maju 1993 r., kiedy to około 400 tys. jego mieszkańców zachorowało, a 112 zmarło [1]. Kryptosporidiozę wywołuje pierwotniak, pasożyt *Cryptosporidium parvum*, który występuje powszechnie w środowisku i może zarażać ssaki, łącznie z ludźmi. Inne rodzaje tego pasożyta mogą zarażać zwierzęta i ptactwo i są trudne do odróżnienia od *C. parvum*, który dopiero w 1976 r. został rozpoznany jako ludzki patogen, a dokładniej poznany w 1980 r., gdy wywołał biegunki u ludzi z osłabionym systemem immunologicznym. Obecnie wiadomo, że wywołuje on biegunki u skądinąd zdrowych ludzi.

Pierwotniak *Cryptosporidium parvum* przenoszony jest przez fekalia, wodę i żywność. Możliwe jest zakażenie się nim przez kontakty z ludźmi i chorymi zwierzętami. Szczególnie narażone są cielęta i owce oraz ludzie, którzy się z nimi kontaktują. Jego okres inkubacji wynosi od 5 do 10 dób (śr. 7 d). Biegunka może

gowej pasożyta *Cryptosporidium parvum*, a także lambliozę, wywołaną pasożytem *Giardia lamblia*, były dość częste, lecz nie tak tragiczne w skutkach, objęły jednak kilkanaście tysięcy zachorowań. W efekcie pierwotniak ten został rozpoznany jako zagrożenie dla wodociągów dopiero około 1987 r., a do czasu epidemii w Milwaukee nie badano wody na jego obecność [3]. W rozporządzeniu dotyczącym jakości wody w Stanach Zjednoczonych [5] wprowadzono obowiązek kontrolowania obecności w wodzie organizmów patogennych, takich jak *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* i *Legionella sp.* Oprócz zakażeń, jakie mogą one powodować, występuje zagrożenie przenoszenia przez nie nieokreślonych bliżej bakterii i wirusów.

Pasożyt *Cryptosporidium parvum* występuje prawie we wszystkich wodach powierzchniowych oraz – jak się okazało – w wodach wodociągowych około 30 % miast w Stanach Zjednoczonych. Liczebność oocyst *C. parvum*, przy której mogą wystąpić zachorowania jest bardzo mała, w porównaniu z liczebnością bakterii lub wirusów. Uważa się, że nawet jedna oocysta może wywołać chorobę osoby z osłabionym systemem immunologicznym. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) uważa, że kryptosporidioza jest powodem około jednej trzeciej zachorowań na biegunki w krajach rozwijających się.

Oocysty *Cryptosporidium parvum* są trudne do identyfikacji pod mikroskopem. Przy wielkości oocyst około 2 µm, a dorosłego organizmu około 4,7 µm, mogą one przechodzić przez układ oczyszczania wody złożony z koagulacji, sedymentacji i filtracji, nawet gdy mętność filtratu jest <0,1 NTU. Są one również odporne na dezynfekcję chlorem, chloraminą oraz dwutlenkiem chloru, przy dawkach normalnie stosowanych dla zabicia bakterii i wirusów, natomiast ozon lepiej niszczy oocysty od innych środków dezynfekcyjnych.

Ustalono, że istnieje wyraźna korelacja pomiędzy liczebnością bakterii z grupy *coli* typu kałowego, mętnością wody i zawartością zawieszin a liczebnością *C. parvum* [4] w wodzie. Zatem efektywne usuwanie mętności, z jednoczesnym usunięciem cząstek o wymiarach oocyst, stwarza dobre warunki do usuwania pierwotniaków z rodzajów *Giardia* i *Cryptosporidium*. Zaleca się, aby oceniać skuteczność filtracji na podstawie pomiaru liczebności cząstek w filtracie, a nie tylko na podstawie jego mętności. W tabeli 2 zestawiono choroby przenoszone drogą wodną przez wirusy i pierwotniaki.

Giardioza, wywoływana przez pasożyta *Giardia lamblia*, ujawniła się w Stanach Zjednoczonych w roku 1960, jakkolwiek pewne jest, iż były wcześniej, jednak nie rozpoznane, przypadki zachorowań [6]. Chorzy często swój stan przypisywali zwykłemu rozstrojowi żołądka. Okres inkubacji wynosi od 7 do 10 dób i więcej od wtargnięcia cyst do organizmu, a 75% nosicieli *G. lamblia* nie wykazuje ostrych symptomów, co utrudnia diagnozę. *Giardia lamblia* jest pierwotniakiem zaopatrzonym w wici, który bytuje w dwunastnicy i jelicie czczym człowieka, wywołując biegunkę pierwotniakową czyli lambliozę. Organizm o wielkości 10+18 µm tworzy cysty o długości 10+14 µm. Został on odkryty przez Leeuwenhoeką w 1681 r.

Uznaje się *G. lamblia* za organizm słabochorobotwórczy lub niechorobotwórczy. Przy dużej liczbie organizmów przytwierdzonych do ścian jelita może on wywołać podrażnienie, stan zapalny i biegunkę. Kliniczne objawy zakażenia tym wiciowcem występują częściej u dzieci niż u osób dorosłych. Chorzy z objawami klinicznymi wymagają leczenia. Zakażenie może nastąpić jako skutek picia wody skażonej fekaliami lub spożycia pokarmów zawierających cysty. Zakażenie może także nastąpić przez kontakty pomiędzy osobami, stąd żłobki i przedszkola mogą mieć

znaczny udział w przenoszeniu tego pasożyta. Obecność *G. lamblia* w wodach powierzchniowych spowodowała, że w Stanach Zjednoczonych zakazano oddawania niefiltrowanej, a tylko chlorowanej, wody do sieci wodociągowej.

Skuteczne oczyszczanie wody z jednoczesnym obniżeniem mętności usuwa cysty *Giardia lamblia*, które są znacznie większe od cyst *Cryptosporidium parvum*. Chlorowanie wody niskimi dawkami nie niszczy cyst *G. lamblia*, dopiero dawki chloru około 6 gCl₂/m³, przy czasie kontaktu około 30 min, okazują się skuteczne. Dezynfekcja wody promieniami UV również nie niszczy cyst [7].

Pierwszy rozpoznany przypadek giardiozy przeniesionej na drodze wodnej miał miejsce w Aspen (USA) zimą na przełomie lat 1965/1966 [7]. Epidemie giardiozy były powodowane zmniejszeniem dawek chloru, brakiem koagulacji w oczyszczaniu wód powierzchniowych oraz wadliwą pracą filtrów pospiesznych [8].

Zaleca się, aby w procesie filtracji utrzymywać możliwie najniższą mętność odpływu i stosować spust pierwszego filtratu po płukaniu filtrów przez około 30 min. Istotne jest również utrzymywanie stałej prędkości filtracji i mętności wody, gdyż wzrost mętności odpływu nawet z 0,05 do 0,1 NTU powodował przedostawanie się cyst *G. lamblia* do filtratu [9].

Skuteczność procesów koagulacji i filtracji w usuwaniu cyst znakomicie poprawia dodatek polimeru kationowego w ilości 0,2+0,4 g/m³. Zmniejszenie dawek chloru, ze względu na tworzenie się trihalometanów w sieci wodociągowej, może być również przyczyną pojawienia się cyst w filtracie. Filtracja powolna okazała się bardzo skuteczna w usuwaniu cyst *Giardia lamblia* [10]. Wpracowane filtry powolne usuwały cysty w 100%. Sprawność ta była wyższa od stopnia usuwania bakterii z grupy *coli*, i co ważne, iż nawet przy wzroście prędkości filtracji do 0,4 m/h (przy klasycznej prędkości 0,1 m/h) bardzo nieznacznie zmniejszyło się usuwanie cyst (do ok. 99,98%).

Analiza przypadków zachorowań na choroby przenoszone na drodze wodnej wykazała wielokrotny wzrost przypadków giardiozy (lata 1970–1980), w porównaniu z innymi zachorowaniami [11], przy czym największą liczbę przypadków w rozstrojów żołądka zanotowano w okresie letnim, z maksimum przeważnie w lipcu.

Tabela 2. Choroby przenoszone przez wirusy i pierwotniaki w wodzie do picia

Czynnik chorobotwórczy	Choroba	Czas inkubacji	Objawy
<i>Hepatitis A</i>	Zapalenie wątroby typu A	15-45 d	Gorączka, złe samopoczucie, brak łaknienia, żółtaczka
Wirus typu Norwalk	Zapalenie żołądkowo-jelitowe	1-7d	Rozwolnienie, skurcze brzucha, bóle głowy, gorączka, wymioty
Wirusopodobne – priony	Zapalenie żołądkowo-jelitowe	1-7 d	Wymioty, rozwolnienie i gorączka
Rotawirusy	Zapalenie żołądkowo-jelitowe	1-2 d	Wymioty z późniejszą biegunką przez 3+8 dni
<i>Giardia lamblia</i>	Gardioza (lamblioza)	7+10 d i więcej	Chroniczne biegunki, skurcze brzucha, wzdęcia, cuchnące stolce, zmęczenie, ubytek wagi ciała
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Kryptosporidioza	5+10 d	Bóle brzucha, brak łaknienia, wodniste biegunki, ubytek ciężaru ciała; u osób z obniżoną odpornością immunologiczną może się rozwinąć przewlekła biegunka
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebioza	2-4 tyg.	Od łagodnej biegunki z krwią i śluzem do ostrej i piorunującej biegunki z gorączką i dreszczami

Podsumowanie

Dezynfekcja wody w praktyce zlikwidowała prawdopodobieństwo epidemii przenoszonych przez bakterie i wirusy na drodze wodnej. Obecnie za istotne niebezpieczeństwo należy uznać zagrożenie zanieczyszczenia wody wodociągowej przez pasożyty, które są trudno podatne bądź prawie niepodatne na dezynfekcję. Należy uznać, że we wszystkich wodach powierzchniowych obecne są cysty zarówno *Giardia lamblia* jak i *Cryptosporidium parvum*. W ujmowanych wodach powierzchniowych należy oznaczać, oprócz bakterii z grupy *coli* typu kałowego, również cysty *Giardia lamblia* i *Cryptosporidium parvum*. Pasożyty *C. parvum* mogą być obecne nawet w wodach, w których nie ma bakterii z grupy *coli* pochodzenia kałowego, jakkolwiek prawdopodobieństwo ich obecności rośnie wraz ze wzrostem liczebności bakterii z grupy *coli*.

Proces oczyszczania wody, w wyniku którego uzyskuje się mętność około 0,1 NTU (koagulacja, sedimentacja, filtracja), dobrze usuwa cysty. Dezynfekcja wody jest jednak absolutnie niezbędna. Wskazane jest prowadzenie procesu tzw. głębokiej koagulacji, najlepiej wspomaganą organicznymi flokulantami, przy której uzyskuje się najniższą mętność, barwę i utleniałość wody uzdatnionej. Ważne jest aby koagulacja była prowadzona w optymalnym zakresie pH. Praca filtrów pospiesznych powinna być zoptymalizowana. Dotyczy to zarówno granulacji i wysokości złóż, czasu trwania cyklu, sposobu i częstotliwości płukania, spustu pierwszego filtratu oraz wprowadzania polimerów kationowych w celu usprawnienia procesu filtracji.

Należy poniechać praktyki nawracania wód popłucznych lub nadosadowych do procesu oczyszczania. Dobrą metodą oceny sprawności filtracji w usuwaniu cyst jest ciągły pomiar mętności odpływu i liczebności cząstek. Mętność filtratu stała się ważnym wskaźnikiem sanitarno-higienicznym jakości wody. Jakkolwiek dezynfekcja wody jest absolutnie niezbędna, to jednak chlorowanie końcowe powinno być poprzedzone ozonowaniem pośred-

nim, które skuteczniej niszczy cysty od chloru i jego związków. W przypadku występowania zagrożeń obecnością cyst pasożytów w wodzie oczyszczonej, należy zalecać picie wody przegotowanej, natomiast ludziom chorym lub o osłabionym systemie immunologicznym zakazać picia wody nie przegotowanej.

LITERATURA

1. K.J. MILLER: Protecting consumers from Cryptosporidiosis. Journal AWWA, 1994, Vol. 86, No. 12, pp. 8, 110.
2. D. LELAND et.al.: A cryptosporidiosis outbreak in a filtered-water supply. Journal AWWA, 1993, Vol. 85, No. 6, pp. 34-42.
3. J.R. BOLDEN, W.C. FARRELL: Ensuring water quality in urban environments. Journal AWWA, 1994, Vol. 86, No. 1, p. 8.
4. M.W. LeCHEVALLIER, W.D. NORTON: Examining relationships between particle counts Giardia, Cryptosporidium, and turbidity. Journal AWWA, 1992, Vol. 84, No. 12, pp. 54-60.
5. Primary drinking water standards – community systems [Ed. C.J. Koch]. Journal AWWA, 1995, Vol. 87, No. 2 (załącznik).
6. Giardiasis: The new waterborne disease. Journal AWWA, 1985, Vol. 77, No. 2, p. 33.
7. SHUN DAR LIN: Giardia lamblia and water supply. Journal AWWA, 1985, Vol. 77, No. 2, pp. 40-47.
8. T.E. BRAIDECH, R.J. KARLIN: Causes of a waterborne giardiasis outbreak. Journal AWWA, 1985, Vol. 77, No. 2, pp. 48-51.
9. G. S. LOGSDON et.al.: Alternative filtration methods for removal of Giardia cysts and cyst models. Journal AWWA, 1981, Vol. 73, No. 2, pp. 111-118.
10. W.D. BELLAMY et.al.: Removing Giardia cysts with slow sand filtration. Journal AWWA, 1985, Vol. 77, No. 2, pp. 52-60.
11. C.G. CRAUN: Waterborne diseases in the United States. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida 1986.

Parasites – A Hazard To Public Water Supply Systems

Bacteria, viruses and protozoa create serious hazards to a water supply system. Many parasites can be transported with water, thus spreading infectious diseases, or even epidemics. Of the many diseases spread via water supply, two are particularly dangerous – cryptosporidiosis and lambliosis, caused by Cryptosporidium parvum and Giardia lamblia, respectively. In this paper particular consideration was given to the occurrence of parasites in surface water intakes from which water is drawn for municipal

supply. Those parasites are difficult to identify. Many of them are resistant to a variety of disinfectants used in water treatment, so they are able to survive the application of highly sophisticated technological trains. On the basis of these findings, the importance of effective suspended solids and turbidity removal, as well as the role of the disinfection process, was discussed.