

İçme Sularında Protozoon Parazitlerin Dezenfeksiyonu

Dezefection of Protozoan Parasites in Drinking Water

Özlem Miman¹, Orhan Cem Aktepe¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

ÖZET: Hayatımızın vazgeçilmez olan su, taşıyabildiği çeşitli organik - inorganik maddeler ve mikroorganizmalarla bir çok hastalığın meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle kullanıma sunulan suda sağlığa zararlı olabilecek hiçbir etkenin bulunmaması için arıtma ve dezenfeksiyon işlemi yapılması gerekmektedir. Mevcut alternatifler arasında en güvenilir, ekonomik ve kolay uygulanabilir dezenfeksiyon yöntemi olan klorlamadan pekçok mikroorganizma etkilense de bakteri sporları ve tüberküloz basilleri gibi amip kistleri, koksidian parazit oookistleri ve helmint yumurtaları etkilenebilmektedir. Bu makalede içme sularındaki standart klorlamanın yetersiz kaldığı sık karşılaşılan protozoon parazitlerin dezenfeksiyonu, ilgili literatür bilgileri ışığında gözden geçirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dezenfeksiyon, Giardia, Cryptosporidium, Cyclospora, Entamoeba.

ABSTRACT: Water is indispensable source of life. However, it can contain some organic and inorganic substances and some microorganisms causing waterborne diseases. Cleaning and disinfecting water are thus obligatory process. Waterborne diseases are contemporary public health problems. One of the most notable emerging risks in this area is associated with protozoan parasites. These parasites and some bacterial spores could not be cleansed by standard chlorination of the water. The primary focus of this paper will be to review the current state of knowledge regarding physical and chemical methods for elimination of parasites from water.

Key words: Disinfection, Giardia, Cryptosporidium, Cyclospora, Entamoeba.

GİRİŞ

Su, canlılar için hayati öneme sahip olan bir maddedir. Yetersiz su tüketimi vücutta ağır hasarlara ve ölümlere yol açmaktadır. Ancak hayatın vazgeçilmez olan su, taşıyabildiği çeşitli organik - inorganik maddeler ve mikroorganizmalarla bir çok hastalık için kaynak olabilmektedir. Hastalıkların önemli bir bölümü sularla ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır (1). Sularla bağlantılı hastalıklar etiyolojik olarak şöyle gruplanabilir:

a. Sudan kaynaklananlar (amipli ya da basilli dizanteri gibi)

b. Su kirliliğinden kaynaklananlar (hijyen eksiklikleri)

c. Suda yaşayan canlılarla bulaşlar (ara konak canlılar)

d. Su ile bağlantılı taşıyıcılarla yayılan hastalıklar (sivrisinek larvaları).

Su kaynaklı hastalıkların önlenmesi için temiz içme ve kullanma suyunun sağlanması ve hastalık kaynağı olabilecek su kaynaklarının ıslahı vazgeçilmez bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kullanıma sunulan suda sağlığa zararlı olabilecek hiçbir etkenin bulunmaması için arıtma ve dezenfeksiyon işlemi yapılması gerekmektedir. İçilmeye hazır hale getirilirken yüzeysel sulara uygulanan genel arıtma işlemleri sırayla; koyulaştırma, çökeltme, filtrasyon, dezenfeksiyon, depolamadır. Dezenfeksiyon aşamasında değişik yöntemler ve kimyasallar kullanılmaktadır. Bir patojenin sudan uzaklaştırılmasında kimyasal ajanın etkinliğini ifade etmek ve diğer dezenfektanlarla karşılaştırmada standardizasyonu sağlamak

için dikkate alınacak iki kriter belirlenmiştir:

* Dezenfektan konsantrasyonu (C)

* Maruz kalınan süre (T).

Dezenfeksiyon kinetiği CT (mg-dakika/L) ile, uzaklaştırılan patojenin azalan miktarı ise yüzde (%99 gibi) veya logaritmik (log10) ölçütlerle ifade edilmektedir. Böyle bir durumda 4 logaritmik bir inaktivasyon yaklaşık %99,99'a eşittir (2).

Dezenfeksiyon amacıyla uygulanan çok değişik yöntemler mevcuttur. Ancak bunlar arasında en güvenilir, ekonomik ve kolay uygulanabilir olanı klorla içme suyu dezenfeksiyonudur (3). Rutin klorlama 1/2-2 saat 5-15 mg/L olmakla birlikte, klorla içme suyu dezenfeksiyonunda uç nokta serbest klor miktarı en fazla 0,5 mg/L olacak şekilde gerçekleştirilmektedir. (3, 4). Kontrolsüz klor kullanılması durumunda; sudaki bazı organik maddelerle birleşen klor kanserojen yan ürünlere dönüşebilmektedir. Bu sebeple suyun dezenfeksiyonunda değişik kimyasalların denemesi ve kullanımı için yapılan araştırmalar artarak devam etmektedir. Ancak normal klor derişimlerinde yapılan dezenfeksiyon işlemlerinden pek çok mikroorganizma etkilense de bakteri sporları ve tüberküloz basilleri gibi amip kistleri, koksidiyan parazit ookistleri, helmint yumurtaları da etkilenmemektedir (2).

Dezenfektanlara dayanıklı, yüksek penetrasyon gücüne sahip, küçük yapılı kistlerinin ortamda yoğun olarak bulunması, düşük dozda enfeksiyon oluşturabilmeleri gibi nedenlerle, enterik amipler (*Entamoeba sp.*), *Giardia intestinalis* ve koksidiyan parazitler (*Cryptosporidium sp.* ve *Cyclospora sp.*) dezenfeksiyon yönünden son yıllarda üzerinde en fazla durulan parazitlerdir (5).

Ülkemizde de son derece yaygın olan giardiosis Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) raporlarına göre dünya genelinde en çok görülen paraziter enfeksiyon olup ve en fazla hasta grubu Asya, Afrika ve Latin Amerika'dan olmak üzere her yıl 500.000 yeni vaka bildirilmektedir (6, 7, 8). En fazla Asya, Afrika, Avustralya ve Latin Amerika'da görülen *Cryptosporidiosis* insidansı %0,6- 20 arasında değişmektedir (9). *Cyclospora cayetanensis* ise diğerlerinin aksine hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde; en çok tropikal ve subtropikal bölgelerde görülmektedir (10). Yine DSÖ raporlarına

ve PAHO (Pan American Health Organization)'a göre sosyoekonomik düzeyi düşük ve hijyenik koşulları kötü ülkelerde son derece yüksek prevalanslarda gözlenen paraziter hastalıklardan biri de amebiosistir. Farklı tanı yöntemlerinin kullanılmasına bağlı olarak değişen prevalansı ile ülkemizde de sıklıkla rastlanan bu hastalığın, dünya nüfusunun %10'unu etkilediği düşünülmektedir (7, 8, 11).

Tüm bu protozoon parazitlerin halk sağlığı açısından önemleri, çok düşük dozlarda enfeksiyon oluşturabilmeleridir. Oral alındığında *Giardia intestinalis* için 10 kistten daha az kist enfeksiyon oluşturması için yeterlidir (12, 13). *Cryptosporidium* için enfektif doz 1 - 30 ookist arasında değişmektedir (14). *Cyclospora cayetanensis* için enfektif doz bilinmemekle birlikte çok daha az olduğu düşünülmektedir (10). *Entamoeba histolytica* suşlarının insanlarda hastalık meydana getirme kapasiteleri değişkenlik göstermekte ise de virulansı saptayabilecek basit bir metod yoktur.

Enfekte insan ve hayvanlar çevreye çok sayıda kist/ookist saçmaktadır. Örneğin *Cryptosporidium* ile enfekte bir sığır günde yaklaşık olarak 100.000 ookist atmaktadır (15). Boyutlarının çok küçük olması ve oldukça hafif olmaları sebebi ile de kolaylıkla yayılmaktadırlar. Tüm dünyada görülen iklim değişikliklerinin de bu parazitlerin biyolojileri ve transportları üzerine olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmiştir (16).

***Giardia intestinalis* dezenfeksiyonu:**

Standart klorlama teknikleri *Giardia* kistlerinin eliminasyonunda yetersiz kalabilmektedir. Sulara eklenen klor (0,25-0,50 mg/L) enterik bakterileri uzaklaştırabildiği halde parazitleri etkilememektedir. Bunun için süper klorlama (2 mg/L, 30 dakika) gerekebilmektedir (17-19). Serbest klor ve kloramin 40 mg.min/L ve 740 mg.min/L CT değerlerinde (pH:7, 20 °C) *Giardia* üzerine 2 log-unit inaktivasyon sağlamaktadır (2). Ozonla ise 5 dakikalık temas süresi ve 0,5 mg/L ozon rezidüsü durumunda 2 log-unitten daha fazla inaktivasyon sağlanmaktadır. Aynı inaktivasyon derecelerini 5 mg.min/L CT değerindeki klordioksitin ile de sağlamak mümkündür (2). Bundan başka *Giardia* kistlerini (ve *Cryptosporidium* ookistlerini)

ortamdan uzaklaştırmada genel su kaynakları için yavaş kum filtrasyonları, kimyasal koagülasyon fitreleri gibi filtrasyon ve sedimentasyon işlemleri uygulanabilmektedir (20). Kırsal bölgelerde kontamine olduğu düşünülen sular 10 dakika veya daha uzun süre kaynatılarak dezenfeksiyon sağlanabilir. Kistler 70 °C'de 10 dakikada inaktive olabilmektedir (21). Kaynatmak mümkün değilse baz klorla halojenizasyon veya baz iyot (1 tablet/L, 30

dakika) preparatları etkili olmaktadır (Tablo 1). Tüm dezenfektanlarla 8 saatte, 30 dakikadan daha iyi dezenfeksiyon sağlanmaktadır (22). Por çapı 2µ ya da daha küçük olan su filtrelerinin de kistleri uzaklaştırmada kullanılabileceği bildirilmiştir (17). Tüm bunların dışında ozonlama ve klorin dioksit uygulamalarına ek olarak ultraviyole (UV) ışınlanmanın da son derece etkin olduğu rapor edilmiştir (23).

Tablo 1: Dezenfektanların protozoon parazitler üzerine etkinlikleri

| PARAZİT | DEZENFEKSİYON YÖNTEMİ | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----------|--------|--------------------------------|----------|--------|
| | Standart klorlama | Klordioksit | İodinleme | Ozon | Mekanik yöntemler (filtrasyon) | Kaynatma | UV |
| Giardia | Yetersiz | Etkili | Etkili | Etkili | Etkili | Etkili | Etkili |
| Cryptosporidium | Yetersiz | Etkili | Yetersiz | Etkili | Yetersiz | Etkili | Etkili |
| Entamoeba | Yetersiz | | Etkili | | Etkili | Etkili | |
| Cyclospora | Yetersiz | | | | Etkili | | |

Cryptosporidium dezenfeksiyonu:

Cryptosporidium'un 15 türünün 7'si insanlarda hastalık yapmakta olup, en çok *C.parvum* bildirilmiştir (24). *Cryptosporidium* ookistleri gerek fiziksel gerekse kimyasal inaktivasyona son derece dirençlidir. Hastalığın yayılışında ookist boyutlarının küçüklüğü; klorlanmaya ve aside dirençli olmaları, enfektif dozunun az, patojenitesininse yüksekliği, zoonotik potansiyelin varlığı önemlidir (25, 26). *Cryptosporidium*'un dezenfeksiyonunun zor olmasına rağmen içme sularının doğru dezenfeksiyonu yayılışı engelleyebilmektedir. Ancak klorlamak ve iodinlemek yetersiz kalabilmekte, hatta 0,5 NTU (nephelometric turbidity units)'dan daha küçük filtrasyon standartları bile yeterince koruyucu olamamaktadır (Tablo 1). Bu nedenle özellikle risk altındaki topluluklarda içme suları en az 1 dakika süre ile 72 °C'de tutularak ookistlerin ölmesi sağlanmalıdır (27). Meyve sularının ve sütün pastörizasyonunun (71,7 °C'de yalnızca 5 saniye) ookistlerin enfeksiyon oluşturma kabiliyetlerinin kaybolması için yeterli olduğu bildirilmiştir (28). Ozon, *Giardia*'da olduğu gibi *Cryptosporidium* üzerinde de etkin bulunmuştur. Ozondan sonra klordioksitin (klorin dioksit) gelmekte ve ozonla kombinasyonu durumunda daha

fazla avantaj sağlamaktadır (2).

Son yıllarda yapılan araştırmalar canlı *C. parvum* ookistlerini içeren suların UV ışınlanması ile dezenfeksiyonunun en etkili yöntem olduğunu göstermektedir. Bu yöntemle, kimyasalların kullanıldığı uygulamalarda ortaya çıkabilecek yan ürünlerin oluşturabileceği zararların yok edilebileceği bildirilmiştir. Yaklaşık 10 mL/cm³ dozunda UV ışınlanmasının 2 log-unitelik, 25 mL/cm³ dozunda UV ışınlanmasının 3 log-unitelik ookist inaktivasyonuna yol açtığı bildirilmektedir (29). Ancak UV lambalarının pahalı olması, yüksek su akımında ve organik atık varlığında etkinliği azalan bir sistem olması gibi dezavantajları vardır. Yine ultrasonik tekniklerin kullanıldığı sistemler de, özellikle 20 kHz ultrasound, *C.parvum* ookistlerinin %90'dan fazlasını yaklaşık 1,5 dakikada inaktive etmekte başarılıdır. Yüksek maliyetli bu sistem küçük hacimli sıvılara uygulanabilmektedir (30).

Cyclospora dezenfeksiyonu:

Cyclospora cayetanensis insanlarda hastalık yapan tek türdür. Epidemiyolojisine etki eden en önemli faktörler; ookistlerinin taze dışkıda enfektif olmamaları ve dış ortamda sporlanmasına rağmen

men konak dışındaki bir ortamda çoğalamamalarıdır. Bu da diğer birçok koksidiyan parazitlerin aksine yayılımını zorlaştırmaktadır (31). Etkenin zoonotik potansiyeli bilinmemektedir. Su kaynaklı salgın sayısı çok az, buna karşın gıda kaynaklı salgın sayısı çoktur. Parazitin su kaynaklı geçişi kaynağın kontamine olmasına ve ookistlerin arıtma işlemleri sırasında elimine edilememesine bağlanmıştır (32). Nepal’de yapılan bir vaka kontrol çalışmasında arıtılmamış suların kullanımının *Cyclospora* enfeksiyonları açısından bir risk olduğu belirtilmiştir (33). *Cryptosporidium* ookistleri gibi klor ve benzer halojenlere dirençlidirler, ancak *Cryptosporidium*’dan neredeyse 2 kat büyük oldukları için dev Crypto olarak da tanımlanagelmekte olan *Cyclospora* ookistleri (ookistlerin büyüklüğü: 7,5-10 µm) konvansiyonel filtrasyon teknikleri ile kolaylıkla sudan uzaklaştırılabilmektedirler (34).

Entamoeba dezenfeksiyonu:

Dünya nüfusunun %12’sinin *Entamoeba histolytica* ile enfekte olduğu düşünülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde feçesle kontamine olmuş ve ilaçlanmamış içme suları ile bulaşın sık görüldüğü bilinmektedir. Bu yüzden su ve gıdaların fekal materyal ile kontaminasyonunun önlenmesi korunma ve kontrolün temelini oluşturmaktadır (1, 35). *Giardia* gibi, *Entamoeba* kistleri de standart klorlamaya dirençlidir; ama iodinle veya kaynatma ile ölmektedirler. Sedimentasyon ve filtrasyon uygulamalarının kistleri uzaklaştırmada son derece etkili olduğu da bildirilmiştir (1, 19).

Sonuç:

İçme suları, dışkı ve toprakla kontaminasyon sonucunda parazitler hastalıklar için kaynak teşkil etmektedir. Normal klor derişimlerinde yapılan dezenfeksiyon işlemlerinden amip kistleri ve koksidiyan parazit ookistleri etkilenmemektedir. Ozon ve klordioksit gibi daha yüksek potense sahip kimyasalların giderek daha yaygın kullanılacağı düşünülmektedir. Unutulmaması gereken nokta, suyu dezenfekte etmekten çok güvenli suyu korumanın daha önemli olduğudur. Yine zaman içinde öne çıkan parazitler de değişmektedir. Bu nedenle su ile yayılan hastalıkların ve oluşturdukları

salgınların sürveyansı çok daha fazla önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ashbolt NJ. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology*, 2004; 20: 229-238.
2. Ardiç N. İçme sularında parazit ve diğer patojenlere karşı dezenfeksiyon uygulamaları ve ara konaklarla mücadelede kullanılan kimyasallar. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Kongre kitabı, 2007: 353-365.
3. Oğur R, Güler Ç. 21.yüzyılda niçin klorlama? TSK koruyucu hekimlik bülteni, 2004; 3: 186-195.
4. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik. Resmi Gazete, Tarih: 17.02.2005; Sayı: 25730.
5. Usluer G. Su ile bulaşan enfeksiyonlar. *Ankem Derg* 2004; 18: 17-20.
6. World Health Organization. 1996. The World Health Report 1996. Fighting DiseaseFostering Development. Worl Health Organization, Geneva, Switzerland.
7. Altındış M, Aktepe OC, Çetinkaya Z, Çiftçi İH, Kıyıldı N, Akbıyık E. AKÜ Tıp Fakültesi Hastanesinde Parazit Saptanma Oranları. *Kocatepe Tıp Dergisi* 2004; 5: 29-32.
8. Aycan ÖM, Atambay M, Miman Ö, Daldal N. Malatya’da gıda ile uğraşan bir şirketin personeline barsak parazitlerinin araştırılması. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2008; 15: 99-101.
9. Rose JB. Environmental ecology of *Cryptosporidium* and public health implications. *Annu Rev Public Health*. 1997; 18: 135-161.
10. Sterling CR, Ortega YR. *Cyclospora*: an enigma worth unraveling. *Emerg Infect Dis*, 1999; 5: 48-53.
11. Pritt BS, Clark CG. Amebiasis. *Mayo Clin Proc*, 2008; 83: 1154-1159.
12. Garcia LS. Intestinal Protozoa: Flagellates and Ciliates. In: *Distognic Medical Parasitology*. Fourth edition. ASM Press, Washington DC, 2001: 36-49.
13. Kuman A, Altıntaş N. Protozoon Hastalıkları

11. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1996: 60-68.
14. Pereira SJ, Ramirez NE, Xiao L, Ward LA. Pathogenesis of human and bovine *Cryptosporidium parvum* in gnotobiotic pigs. *J Infect Dis*, 2002; 186: 715-718.
15. Rose JB, Slifko TR. *Giardia*, *Cryptosporidium*, and *Cyclospora* and their impact on foods: a review. *J Food Prot*, 1999; 62: 1059-70.
16. Gajadhar AA, Allen JR. Factors contributing to the public health and economic importance of waterborne zoonotic parasites. *Vet Parasitol*, 2004; 126: 3-14.
17. Ersöz V, Budak S, Toker R. Kuyu sularının parazitolojik ve bakteriyolojik yönden araştırılması. *Türk Parazitol Derg*, 1995; 1/19: 106-112.
18. Jarroll EL, Bingham AK, Meyer EA. Effect of chlorine on *Giardia lamblia* cyst viability. *Appl Environ Microbiol*, 1981; 41: 483-487.
19. Mahfouz AA, Abdel-Moneim M, al-Erian RA, al-Amari OM. Impact of chlorination of water in domestic storage tanks on childhood diarrhoea: a community trial in the rural areas of Saudi Arabia. *J Trop Med Hyg*, 1995; 98: 126-130.
20. Stevens DP. Selective Primary Health Care: Strategies for Control of Disease in the Developing World. XIX. Giardiasis. *Rev Infec Diseases*, 1985; 7: 530-535.
21. Ongerth JE, Johnson RL, Mac Donald SC, Frost F, Stibbs HK. Backcountry Water Treatment to Prevent Giardiasis. *A J Public Health*, 1989; 79: 1633-1637.
22. Budak S, Atay MG. Giardiasis'ten korunma. In: *Giardiasis*. Eds: Özcel MA, Üner A. Türkiye Parazitoloji Derneği yayın no:14. İzmir, 1997: 131-136.
23. Erickson MC, Ortega YR. Inactivation of protozoan parasites in food, water, and environmental systems. *J Food Prot*, 2006; 69: 2786-2808.
24. Fayer R. *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. *Vet Parasitol*, 2004; 126: 37-56.
25. Carpenter C, Fayer R, Trout J, Beach M J. Chlorine Disinfection of Recreational Water for *Cryptosporidium parvum*. *Emerging Infectious Disease*, 1999; 5: 579-584.
26. Fayer R, Morgan U, Upton SJ. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *Int J Parasitol*, 2000; 30: 1305-1322.
27. Dillingham RA, Lima AA, Guerrant RL. *Cryptosporidiosis*: epidemiology and impact. *Microbes and Infection* 2002; 4: 1059-1066.
28. Harp JA, Fayer R, Pesch BA, Jackson GJ. Effect of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water and milk. *Appl Environ Microbiol*, 1996; 62: 2866-2868.
29. Craik SA, Weldon D, Finch GR, Bolton JR, Belosevic M. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts using medium- and low-pressure ultraviolet radiation. *Water Res*, 2001; 35: 1387-1398.
30. Ashokkumar M, Vu T, Grieser F, Weerawardena A, Anderson N, Pilkington N, Dixon DR. Ultrasonic treatment of *Cryptosporidium* oocysts. *Water Sci Technol*, 2003; 47: 173-177.
31. Garcia LS. Intestinal Protozoa (*Coccidia* and *Microsporidia*) and *Algae*. In: *Distognic Medical Parasitology*. Fourth edition. ASM Press, Washington DC, 2001; 76-82.
32. Herwaldt BL. *Cyclospora cayetanensis*: a review, focusing on the outbreaks of cyclosporiasis in the 1990s. *Clin Infect Dis*, 2000; 31: 1040-1057.
33. Hoge CW, Shlim DR, Rajah R, Triplett J, Shear M, Rabold JG, Echeverria P. Epidemiology of diarrhoeal illness associated with coccidian-like organism among travellers and foreign residents in Nepal. *Lancet*, 1993; 341: 1175-1179.
34. Yazar S, Yalçın Ş, Şahin İ. *Cyclospora cayetanensis*. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 2003;27: 56-63.
35. Pritt BS, Clark CG. *Amebiasis*. *Mayo Clin Proc*, 2008; 83: 1154-1159.