

THE IMPORTANCE OF SANITARY AND HYGIENIC POOL MAINTENANCE IN PREVENTING THE SPREAD OF PATHOGENIC MICROORGANISMS

Azra Fočo

Faculty of Health Studies, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, azra.foco@fzs.unsa.ba

Armin Kukić

Faculty of Health Studies, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, armin.kukic@fzs.unsa.ba

Mirsad Malkić

Faculty of Health Studies, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, mirsad.malkic@fzs.unsa.ba

Malik Burić

Faculty of Health Studies, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, malik.buric@fzs.unsa.ba

Abstract: Water is a basic need for every living creature and therefore it is important to ensure its safety whether we are drinking it or using it for recreational purposes or rehabilitation. Humans consume large amounts of water for their homes, agriculture, industry, making of energy, pharmacies and recreation. Nowadays, visiting swimming pools for recreational, sports, or rehabilitation purposes has become an essential part of life. Pools have become very popular, and an increasing number of households are installing them for their own needs. Therefore, it is necessary to have proper control of these pools in order to protect the health of the users. Pool water is a complex medium where different types of pathogenic microorganisms can be spread. Beside basic functions designed for its users, there are unwanted effects since recreational activities in pools as well as rehabilitation can cause harm to somebody's health if proper safety measures are not taken and this way we can minimize negative effects. In these mediums, pregnant women alongside toddlers, swimmers and persons with disabilities are predisposed to infections. Desinfection plays a big role in maintaining high quality standards for pool waters and this is the basic method to minimize the risks for potential microbiological dangers. Even if desinfection plays a big part in avoiding the spread of pathogenic species, they still often remain inside waters used for recreation and rehabilitation. Standard desinfectant doses made of chloride do not destroy pathogenic microorganisms and their presence in water mediums increases with time. They either exist as plancton cells or they are present inside structures known as biofilm. Biofilm is considered to be a mass of microorganisms cells that are glued to each other. These microorganisms create an extracellular polymeric substance (EPS), a gelatinose polymer made of polysaharides and polypeptides. EPS helps microorganisms to stay together and it protects them from external (biological, chemical and physical) factors. Inside the biofilm, microorganisms are efficiently protected from external factors, desinfection agents, turbulent flow of water, oscillations in temperature values and other factors. Recreation as a way to keep being healthy and have working ability is a very strong need for modern humans since it is shown that their living conditions, working capabilities and lifespan are affected by negative factors, especially when living in big urban areas.

Keywords: sanitary and hygienic conditions, microbiology, pathogenic microorganisms, pools, biofilm.

ZNAČAJ SANITARNO-HIGIJENSKOG ODRŽAVANJA BAZENA U PREVENCIJI ŠIRENJA PATOGENIH MIKROORGANIZAMA

Azra Fočo

Fakultet zdravstvenih studija, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, azra.foco@fzs.unsa.ba

Armin Kukić

Fakultet zdravstvenih studija, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, armin.kukic@fzs.unsa.ba

Mirsad Malkić

Fakultet zdravstvenih studija, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, mirsad.malkic@fzs.unsa.ba

Malik Burić

Fakultet zdravstvenih studija, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, malik.buric@fzs.unsa.ba

Sažetak: Voda je osnovna potreba svakog živog bića te je važno osigurati njenu sigurnost, bilo da se radi o vodi namjenjenoj ljudskoj potrošnji ili za rekreaciju i rehabilitaciju. Ljudi troše velike količine vode za vodosnabdjevanje, poljoprivredu, industriju, proizvodnju energije te u farmaceutske i rekreativne svrhe. U današnje vrijeme posjeta bazenima kako u rekreativne, sportske ili rehabilitacijske svrhe predstavlja neizostavan dio života.

Bazeni su postali veoma popularni, pa sve veći broj domaćinstava ih ugrađuje za sopstvene potrebe. Shodno tome potrebno je da postoji ispravna kontrola tih bazena u cilju zaštite zdravlja samih korisnika. Voda u bazenu je složena sredina u kojoj se mogu prenijeti različite vrste patogenih mikroorganizama. Pored svoje osnovne namjene u funkciji korisnika bazena, postoje i neželjene suprotnosti, jer rekreativne aktivnosti na bazenima, ali i korištenje u svrhe liječenja i oporavka mogu da ugroze zdravlje, tako da je neophodno odgovarajuće upravljanje bazenima, kako bi se negativan uticaj sveo na što manju mjeru. U tim sredinama starije osobe, trudnice, bebe, osobe sa invaliditetom ili smetnjama u kretanju i sportisti mogu biti predisponirani na zarazu. Dezinfekcija igra važnu ulogu u održavanju kvaliteta vode u bazenu i osnovna je metoda za smanjenje rizika od potencijalnih mikrobioloških opasnosti. I ako dezinfekcija ima jednu od ključnih funkcija u sprječavanju razvoja patogenih vrsta, one vrlo često ostaju u vodi za rekreaciju i rehabilitaciju. Standardne doze dezinficijensa na bazi hlora ne uništavaju patogene mikroorganizme, a njihovo prisustvo u vodenim sredinama se vremenom povećava. One ili postoje kao planktonske ćelije ili su zatvorene unutar struktura poznatih kao biofilm. Biofilmom se smatra nakupina ćelija mikroorganizama, koje su međusobno sljepljene. Ti mikroorganizmi stvaraju ekstracelularnu polimernu supstancu (EPS), želatinozni polimer sastavljen od polisaharida i polipeptida. EPS drži mikroorganizme na okupu štiteći ih od vanjskih (bioloških, hemijskih i fizikalnih) uticaja. Unutar biofilma mikroorganizmi su efikasno zaštićeni od štetnih vanjskih uticaja, uticaja dezinfekcijskih sredstava, turbulentnog protoka vode, oscilacije vrijednosti temperature i drugih faktora. Održavanje psihofizičkog zdravlja i radne sposobnosti predstavlja potrebu čovjeka jer je utvrđeno da čovjek opstajući u široj ili užoj zajednici, pogotovo u većim, gradskim sredinama, izložen je dejstvu različitih faktora koji direktno ili indirektno utiču na njegovo zdravlje i životne uslove, na njegovu radnu sposobnost i na samo trajanje života.

Ključne riječi: Sanitarno-higijenski uslovi, Mikrobiologija, patogeni mikroorganizmi, bazeni, biofilm.

1. UVOD

Voda u bazenu kontinuirano cirkuliše i ponovo se koristi nakon opsežnog tretmana uključujući dezinfekciju hlorisanjem, ozoniranjem ili UV tretmanom (El- Atham F, Zehilke L, Kampfe A, Junek R, Selinka HC, Mahringer D, Grunet A, 2021). Opturnistički patogeni (OPPP) često ostaju u vodovodnim sistemima ili u vodi za rekreaciju i rehabilitaciju. Standardne doze dezinficijensa na bazi hlora ne uništavaju OPPP, a njihovo prisustvo se vremenom povećava. One postoje ili kao planktonske ćelije ili su zatvorene unutar struktura poznatih kao biofilm (Američko udruženje za javno zdravlje APHA, 2017). Dostupne su mnoge procedure i različite metode dezinfekcije za upravljanje i smanjenje rizika od prenošenja infekcije u bazenima. Pored hemijskih, sve se više koriste kombinovane metode dezinfekcije (hlorisanje UV zračenjem). Dokazi iz različitih toksikoloških i epidemioških studija o štetnim efektima nusproizvoda dezinfekcije po zdravlje izazvali su zabrinutost u pogledu hemijske sigurnosti bazena za plivanje. Često proučavani i spominjani nusproizvodi su trihalometani (THM). Koncentracija trihalometana uglavnom ovisi o metodi dezinfekcije vode u bazenu. Međutim, studije koje ispituju varijacije unutar dana i kancerogene zdravstvene rizike od izlaganja THM-ima u zatvorenim bazenima su ograničene (Zheng X, Xu J, Gao Y, Li W, Chen Y, Geng H, Yue J, Xu M, 2023). Dokazano je da je kombinovana dezinfekcija efikasna metoda za smanjenje koncentracija ovih štetnih isparljivih halogenih ugljikovodonika (ISO 7027-1:2016, 2016). Biofilmovi su izuzeto otporni na hemikalije u vodenim sredinama, uključujući dezinficijense. Rutinska ispitivanja biote bazena u mikrobiološkim laboratorijama često ne uključuju bakterijske biofilme. Whipple je 1901. zabilježio kako prijanjanje na površinama povećava bakterijsku aktivnost mikroorganizama koji se prenose u vodi. Od tada su mnoga istraživanja prepoznala važnost površina u koncentriranju mikroorganizama. Mikrobní biofilmovi izuzetno su složeni heterogeni ekosistemi i mogu se sastojati od bakterija, algi i protozoa. Protozoe u biofilmu često ispoljavaju morfološke karakteristike drugačije od onih koje pokazuju pri uzgoju u čistoj kulturi (Abilleria E, Goni-Irigoien F, Aurrekoetxea J, Cortes M, Averde M, Ibarlueza J, 2023).

2. METODE

Ovaj rad se bazirao na detaljan i sistematičan pregled relevantne literature o značaju sanitarno-higijenskog održavanja bazenske vode koja može da dovede do oboljenja izazvanih kontaminiranom vodom a sve u cilju javne zaštite zdravlja korisnika bazena. Poseban akcenat se stavio na istraživanje zakonske regulative u Bosni i Hercegovini, kao i zemljama regiona. Za ovo istraživanje korištena je literatura prikupljena iz udžbenika, naučnih radova objavljenih u relevantnim časopisima kao i pregled zakonskih pravilnika. Svi prikupljeni podatci su sintetizirani u jedan rad koji daje potrebne podatke.

3. REZULTATI

Kada je riječ o Kantonu Sarajevu Sanitarno-higijenska kontrola bazenskih kupališta i kontrola ispravnosti bazenske vode provodi se na osnovu Pravilnika o Sanitarno-tehničkim i higijenskim uslovima objavljenom u Službenom

galsniku BiH. Pravilnik je dao jasne smjernice na koji način i u kojem obimu se vrši kontrola i analiza bazenske vode. Pravilnikom su obuhvaćeni svi objekti u kojima se obavlja kupanje, sportsko-rekreativne aktivnosti, te lječilišta koja služe za rehabilitaciju. Bosna i Hercegovina, a posebno Kanton Sarajevo obiluju velikim brojem termalnih lječilišta, te je izuzetno bitno da se sprovodi adekvatna kontrola. U tabeli 1. predstavljeni su mikrobiološki parametri koji se moraju zadovoljiti kada je u pitanju kontrola bazenske vode.

Tabela 1: Mikrobiološki parametri za bazensku vodu (Pravilnik o Sanitarno-tehničkim i higijenskim uslovima bazenskih kupališta i zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda u Kantonu Sarajevo)

Pokazatelj	Vrijednost		
	Jedinica	Minimalna	Maximalna
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Cfu/100 ml	-	<1
<i>Escherichia coli</i>	Cfu/100 ml	-	<1
<i>Legionella pneumophila</i> (u bazenima gdje se voda miješa i stvara aerosol na temp $\geq 23^{\circ}\text{C}$)	Cfu/100 ml	-	<1
<i>Staphylococcus aureus</i> (u bazenima sa morskom vodom)	Cfu/100 ml	-	100
Ukupne koliformne bakterije	Cfu/100 ml	-	<10
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija na $37^{\circ}\text{C}/48\text{h}$	Cfu/1 ml	-	<200

Izvor: Sl.glasnik BiH 40/10,43/10 i 30/12

U Hrvatskoj postoji Uredba o zdravstvenoj ispravnosti vode u bazenima (NN 59/2020) a stupila je na snagu 2020. godine. Na osnovu načina održavanja i dezinfekcije oni su napravili dvije skupine bazena i to konvencionalne i biološke. Konvencionalni imaju standardni tretman dezinfekcionim sredstvom, dok biološki imaju prirodni način održavanja uz pomoć ekosistema mikroorganizama. Biološki bazeni se sastoje od dijela za kupanje i dijela za biološki tretman vode, sa kontinuiranim vodenom površinom između njih. Dok je u konvencionalnim bazenima prag *P.aeruginose* 0 cfu/100 ml u biološkim je 10 cfu/100 ml. Iste propise kao i Hrvatska ima i Slovenija sa istim vrijednostima parametara. Dok su Srbija i Crna Gora postavile referentne vrijednosti mikrobioloških parametara kao i Bosna i Hercegovina (Vukić-Lušić D, Maestro N, Cenov A, Lušić D, Smolčić K, Tolić S, Maestro D et al., 2021). Zbog činjenice da su bazeni u širokoj upotrebi kao sportski i fitnes objekti i da je njihova izgradnja u porastu u javnom i individualnom sektoru, sve je veća potreba za efikasnijim sanitarnim i mikrobiološkim praćenjem epidemijske sigurnosti kupaca od ne samo eventualnih infekcije, nego i zarazne bolesti kože, sluzokože i ploča nokta, uključujući onihomikozu (Zadiran V.A, Nedachin A.E, 2010). Bakterije, virusi, protozoa i plijesni su najčešći uzročnici oboljenja kod kupaca (Bonadonna L, La Rosa G, 2019). Posebnu pažnju treba usmjeriti ka ispitivanju vode koja se koristi u rehabilitacijskim centrima, jer ta voda je najčešće termalna voda koja predstavlja idealno mjesto za rast i razvoj termofilnih bakterija kao što su *Pseudomonas* i *Legionella*. *Pseudomonas* se vrlo često nalazi u biofilmovima i može biti jako otporan na dejstvo dezinfekcionog sredstva (Domenech-Sanchez A, Olea F, Berrocal C.I, 2008).

Kada je riječ o hemijskim parametrima oni moraju zadovoljiti kriterije da bi bazenska voda bila adekvatna i sigurna za korištenje. To su prije svega tvrdoća vode i pH vrijednost, kao jedni od najbitnijih parametara. Dezinfekcija vode je neophodna, ali i praćenje količine dezinficijensa u vodi je od izuzetnog značaja. Kako bi dezinfekciono sredstvo imalo najbolje dejstvo potrebno je da pH vrijednost vode bude na zadovoljavajućem nivou. Najbolji raspon vrijednosti pH je između 7.0 do 7.6 (Grgulić T, 2024). Prema Pravilniku o sanitarno-tehničkim i higijenskim uslovima bazenskih kupališta i zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda kojeg je donijelo Ministarstvo zdravlja, dozvoljena gornja granica slobodnog hlora za bazensku vodu je 1,2 mg/l. U bazenima sa miješanjem tople vode koncentracija slobodnog hlora mora biti najmanje 0,7 mg/l a najviše 1 mg/l. (Sl.glasnik BiH 40/10,43/10 i 30/12, 2024).

Jedan od problema u održavanju higijenski ispravne vode za kupanje koja odgovara svim potrebnim parametrima je i to što hlor koji se najčešće koristi za dezinfekciju reaguje sa prirodnim sekretima čovjeka (kao što su znoj, urin) i dovode do pojave negativnih produkata dezinfekcije npr. Trihalometani (THM). Da bi se izbjegla pojava ovih reakcija potrebno je da postoji kontrola higijene kupaća prije upotrebe bazena. To se odnosi na ličnu higijenu (obavezno tuširanje prije upotrebe bazena), kao i korištenje kapa za kupanje i zaštitnih naočala (Ratajczak K, Pobudkowska A, 2020).

Iako je hlor najzastupljeniji kada je dezinfekcija u pitanju, postoje i druge metode a među njima su najčešće dezinfekcija uz pomoć broma, ozona, UV zračenjem ili elektrohemijski generisanim oksidantima (Abilleria E, Goni-Irigoyen F, Aurrekotexea J, Corets M.A, Ayerdi M, Ibarluezea J, 2023). S obzirom na samu problematiku danas se sve više koristi kombinovana metoda dezinfekcije (Sigler Zekanović M, Begić G, Medić A, Gobin I, Tomić Linšak D, 2022).

Kako je već u radu spomenuto da dezinfekcija bazenske vode predstavlja ključ sigurnosti za kupaće, važno je spomenuti da sama dezinfekcija bez fizičkog čišćenja bazena ne može pružiti optimalnu čistoću bazenske vode niti osigurati da voda neće biti kontaminirana i sigurna za plivače. U uvodnom dijelu rada spominje se važnost biofilмова koji se usljed neadekvatnog održavanja formiraju na zidovima bazena i predstavljaju sredinu u kojoj se zadržavaju i razvijaju patogeni mikroorganizmi. Biofilmovi su u većini slučajeva otporni na dezinfekciona sredstva te ih je potrebno mehanički odstraniti. Prilikom fizičkog čišćenja bazena treba voditi računa koja sredstva se koriste, kako se nebi oštetile strukture od kojih su bazeni napravljeni (Wyczarska-Kokot J, Lempart-Rapacewicz A, Dudziak M, Kaskawiec E, 2020; Grgulic T, 2024).

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenog istraživanja možemo zaključiti da i pored toga što postoji zakonska regulativa za održavanje bazenske vode kao i veliki spektar mogućnosti dezinfekcije i održavanja bazena, postoji potreba da se više istraži ova problematika, kao i da se pooštre kazne za nepoštivanje propisa. Razlog tome je veliki broj ljudi koji oboljevaju od raznih infekcija izazvanih patogenim mikroorganizmima iz bazenske vode, ali i raznim produktima dezinfekcije.

IZJAVA O SUKOBU INTERESA

Autori se izjašnjavaju da ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

- Abilleria, E., Goni-Irigoyen, F., Aurrekoetxea, J., Cortes, M., Ayerdi, M., Ibarlueza, J. (2023). Profili nusproizvoda dezinfekcije vode u bazenima i obrasci povezivanja. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13673.
- Američko udruženje za javno zdravlje (APHA) (2017). *Standardna metoda 2550 B. Temperatura vode. Standardne metode za ispitivanje vode i otpadnih voda*, 23. izdanje;: Washington, DC, SAD.
- Bonadonna L., La Rosa G. (2019). Pregled i ažuriranje virusnih bolesti koje se prenose vodom povezane sa bazenima. Italijanski nacionalni institut za zdravlje, Viale Regina Elena, 299-00161 Rim Italija.
- El-Atham, F., Zehilke, L., Kampfe, A., Junek, R., Selinka, H.C., Mahringer, D., Grunet, A. (2021). Procjena djelotvornosti dezinfekcije i pojave i in vitro toksičnosti bromiranih nusproizvoda dezinfekcije. Doi 10.1016/j.waters.2021.117648
- Cloete, T.E., Smith, F., Steyn, P.L. (1989). The use of planktonic bacterial populations in open and closed recirculating water cooling systems for the evaluation of biocides. *International Biodeterioration*;25:115-22.
- Grgulic, T. (2019). Higijensko epidemiološki nadzor i objektivna kontrola mikrobiološke čistoće bazenskog okoliša. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet.
- Domenech-Sanchez A., Olea F., Berrocal C.I. (2008). Infekcije vezane za rekreacijske vode. Doi: 10.1157/13128778
- ISO 7027-1:2016. *Kvalitet vode – Određivanje zamućenosti – Dio 1: Kvantitativne metode*; Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO); Ženeva, Švicarska, 2016.
- Kokot, J., Lempart-Rapacewicz, A., Dudziak, M., Kaskawiec, E. (2. oktobar 2020). Utjecaj faktora sistema za tretman vode u bazenu na sadržaj odabranih nusproizvoda dezinfekcije; 192(11):722. Doi: 10.1007/s10661-020-08683-7.
- Sigler Zekanović, M., Begić, G., Medić, A., Gobin, I., Tomić Linšak, D. (2022). Učinci kombinirane metode dezinfekcije na biofilm *Pseudomonas aeruginosa* u slatkovodnom bazenu. Doi: 10.3390.
- Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u Kantonu Sarajevu, Sl.glasnik BiH 40/10,43/10 i 30/12. Preuzet dana 10.09.2024. Zvanična stranica Ministarstva za zdravstvo Kantona Sarajevo.

- Ratajczak, K., Pobudkowska, A. (2020). Pilot test o higijeni prije plivanja kao faktoru koji ograničava prekursore trihalometana u vodi u bazenu smanjenjem organske materije u operativnom objektu. *Int. J. Environ. Res. Javno zdravlje*.
- Vukić-Lušić, D., Maestro, N., Cenov, A., Lušić, D., Smolčić, K., Tolić, S., Maestro, D. et al. (2021). Pojava P. aeruginose u vodi namjenjenoj za ljudsku upotrebu i u vodi bazena. *Feature Papers in Environmentes*. Doi 10.3390.
- Zadiran, V.A, Nedachin, A.E. (2010 Sep-Okt). Problemi sanitarno-epidemijske sigurnosti bazena u Moskvi. *Gig Sanit.* (5):58-60.
- Zheng, X., Xu, J., Gao, Y., Li, W., Chen, Y., Geng, H., Yue, J., Xu, M. (2023). Varijacije unutar dana i procjena zdravstvenog rizika od trihalometana (THM) u kloriranom zatvorenom bazenu u Kini. 30(7):18354-18363. Doi: 10.1007/s11356-022-23498-4.