EMIN SOFIĆ[a,b], SAIDA IBRAGIĆ[a]

VODA, ŽIVOT I ZDRAVLJE

Sažetak

U ovom radu su opisane kemijske i fizičke karakteristike vode. Voda je anorganska supstanca, esencijalna za sva živa bića. To je polarna molekula i najčešće korišteno otapalo. Hidrološki ciklus je biogeokemijski ciklus koji opisuje kontinuiran tok vode na, iznad i ispod površine Zemlje. Tokom vremena, količina vode na Zemlji ostaje konstantna, ali je njena distribucija i podjela u glavne rezervoare leda, svježe vode, morske vode, atmosferske vode i vode u živim bićima promjenjiva. Ovaj rad ističe značaj pitke vode mineralne i termalne vode za život i zdravlje bosanskog stanovništva. Ovdje su opisani kemijski sastav i laboratorijske analize pitke, mienralne i termalne vode iz bosansko-hercegovačkih izvora. Rezultati laboratorijskih analiza pokazuju visok kvalitet analizirane vode.

Ključne riječi: *pitka voda, mineralna i termalna voda, život i zdravlje, laboratorijske analize.*

EMIN SOFIĆ[a,b], SAIDA IBRAGIĆ[a]

WATER, LIFE AND HEALTH

Abstract

In this publication chemical and physical properties of water were described. Water as an inorganic substance is essential for all living beings. It is a polar compound and the most widely used solvent. The hydrological cycle is a biogeochemical cycle that describes the continuous movement of water on, above and below the surface of the Earth. The mass of water on Earth remains constant over time, but its distribution and partitioning into major reservoirs of ice, fresh water, salt (sea water), atmospheric water and water in living beings is variable. This publication noted the importance of potable water, mineral and thermal water for the life and health of the Bosnian population. Also, there were presented the chemical composition and laboratory analysis of potable, mineral and thermal water from Bosnian and Herzegovina sources. The results of laboratory analysis show the high quality of analyzed water.

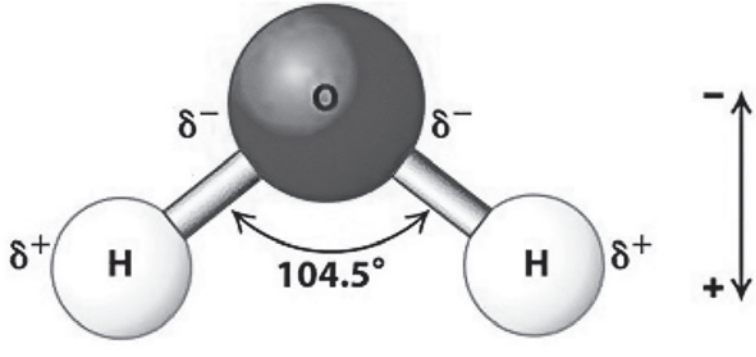
Key words: *potable water, mineral and thermal water, life and health, laboratory analysis.*

PITKA VODA, ŽIVOT I ZDRAVLJE

1. Fizikalno-kemijske osobine vode

Voda (H_2O) je kemijski spoj dva atoma vodika i jednog atoma kisika i jedan od temeljnih uvjeta života. Njena fizikalno-kemijska svojstva određuju ostala svojstva vode, pogotovo svojstva koja podržavaju život. Bez prometa vode u čovječijem organizmu život bi bio nemoguć! Naročito za život su bitne osobine vode da je ona polaran spoj, da ima koheziona svojstva, da ima visoku specifičnu toplinu i toplinu isparavanja, da je gotovo univerzalno otapalo.

Polarnost je neravnomjerna razdioba električnog naboja unutar molekule. Uzorkovana je odjeljivanjem električnog naboja uslijed neravnomjerne raspodjele elektrona u molekuli. Atom kisika na čelu molekule je elektronegativan (teži privlačenju elektrona), pa jedan kraj molekule ima parcijalno negativan električni naboj, a drugi kraj molekule, oko vodikovih atoma, parcijalno pozitivan naboj. To uzrokuje asimetričnost molekula vode – dva atoma vodika su pod uglom od 104,5° vezana za atom kisika. Polarnost uveliko određuje ostala svojstva vode.



ILUSTRACIJA ~ Shematski prikaz molekule vode.

Kohezija je svojstvo molekula vode da uspostavlja vodikove veze s bliskim molekulama. Vodikova veza nastaje međusobnim privlačenjem i spontanim usmjeravanjem molekula tako da se elektronegativni atom kisika jedne pridružuje elektropozitivnim atomima vodika drugih molekula vode. Vodikove veze među susjednim molekulama neprestano pucaju i ponovno se oblikuju (tipična veza ima životni vijek od nekoliko mikrosekundi), a svaka molekula vode je u tekućem stanju povezana sa oko 3 ½ susjednih molekula što rezultira stvaranjem velike trodimenzionalne mreže koja je u čvrstom stanju leda jako pravilna. Kohezivnost uvjetuje: veliku površinsku napetost vode, kapilarnost, visoku tačku vrelišta, visoku specifičnu toplinu i visoku toplinu isparavanja.

Specifična toplina je količina topline koju jedinica količine tvari treba primiti da bi joj se temperatura podigla za jedinicu temperature (za tekuću vodu iznosi tipično 4,1813 kJ/(kg . K). Njen je visoki iznos kod vode prouzrokovan širenjem vodikovih veza. Energija, koja kod drugih tekućina povećava kretanje među molekulama otapala (podiže temperaturu), se kod vode koristi za razbijanje vodikovih veza među susjednim molekulama. Vodene otopine su tako, zahvaljujući vodikovim vezama, izuzete od velikih promjena u temperaturi.

Toplina isparavanja je količina energije (topline) potrebna da se određena količina tvari iz tekućine pretvori u paru. Ova vrijednost je visoka kod vode, jer se tokom procesa moraju razbiti vodikove veze. Ovo svojstvo vodu čini izvrsnim rashlađivačem. Voda je dragocjeno rashladno sredstvo.

Prisutnost vode može se dokazati i kobaltovim(II)hloridom. Bezvodni spoj plave je boje, a u prisutnosti vode postane ružičast. Ponekad se koristi kao dodatak sredstvu za sušenju – silikagelu.

Hidrofilne otopljene tvari su one koje voda privlači, pa se uslijed hidratacije brže otapaju u vodi (male organske molekule u stanicama: šećeri, organske kiseline i neke aminokiseline). To su specifične neutralne molekule koje elektrostatički međudjeluju u molekulama vode. Hidrofobne otopljene tvari nisu topive u vodi (lipidi i većina proteina). To su nepolarne molekule koje razbijaju strukturu vode i teže izuzimanju zbog onemogućavanja uspostavljanja vodikovih veza u vodi.

Pri atomsferskom tlaku i temperaturi između 0 °C (273 K, kada se ledi) i 100 °C (373 K, kada vrije) čista (destilirana) voda bezbojna je tekućina, bez mirisa i okusa. Voda pokazuje amfoterno obilježje, a to znači ponaša se i kao kiselina i kao baza.

Najznačnije svojstvo po kojem se voda ističe je da je njena gustoća u čvrstom stanju manja od gustoće u tekućem stanju. Gustoća vode najveća je na 3,98 °C (tzv. tačka anomalije vode) pa je led manje gustoće od tekuće vode i na njoj pliva, a njegov volumen veći je za 9 % od volumena jednake mase tekuće vode. Jedinstvena fizikalna i kemijska svojstva vode posljedica su kemijske i prostorne građe njezinih molekula. Vodikovi su atomi u molekuli vode vezani kovalentnom

vezom s elektronegativnijim kisikovim atomom, što uzrokuje asimetrični raspored elektrona i dipolna svojstva molekule. Zbog značajne razlike u elektronegativnosti vodikova i kisikova atoma, zbog dvaju slobodnih, nepodijeljenih elektronskih parova na kisikovu atomu, te činjenice da dvije kovalentne veze između kisikova i vodikovih atoma zatvaraju ugao od 104,5 °, molekula vode razmjerno je jaki dipol. Zbog toga molekule vode i u tekućem i u čvrstom stanju grade nakupine molekula, međusobno povezane vodikovim vezama. U tekućoj su vodi te nakupine nestabilne i nasumične, a u ledu one tvore pravilnu tetraedarsku strukturu (tvorevinu) pri čemu tetraedri grade heksagonske kanale (veće pseudokristalne nakupine). Taljenjem leda, njegova se tetraedarska struktura urušava, pa se broj molekula vode po jedinici vremena smanjuje. Od 0 °C do 3,98 °C prevladava proces urušavanja tetraedarske strukture i gustoća vode raste (anomalija vode). Iznad 3,98 °C prevladava proces udaljavanja molekula, tj. gustoća se vode daljim porastom temperature smanjuje, kao što je to u većini ostalih tvari. Prirodne se vode smrzavaju od površine prema unutrašnjosti, a led na površini toplinski je izolator koji usporava daljnje smrzavanje i štiti žive organizme u vodi. To da je led lakši od vode, pa pliva na površini, ima iznimno značenje za život organizama zimi (površina je vode zaleđena, a u unutrašnjosti je temperatura dovoljno visoka za održavanje života). Zbog vodikovih veza između molekula, ledište i vrelište vode, znatno su viši od ledišta i vrelišta nekih sličnih vodikovih spojeva koji nemaju vodikove veze, kao što su amonijak i sumporovodik. Bez vodikovih veza vrelište vode pri atomsferskom tlaku bilo bi -75 °C. Zahvaljujući vodikovim vezama, voda je velikog specifičnog toplinskog kapaciteta (4185 Jkg-1K-1) i specifična toplina isparavanja (3,33 x 105 Jkg-1) i taljenja leda (2,26 x 106 Jkg-1), a to znači da se prelazom vodene pare u tekuću vodu, odnosno tekuće vode u led, oslobađa znatna energija što npr. omogućuje toplokvrnim organizmima održavanje temperature u potrebnim uskim granicama (termoregulacija). Viskoznost vode se povećava snižavanjem temperature.

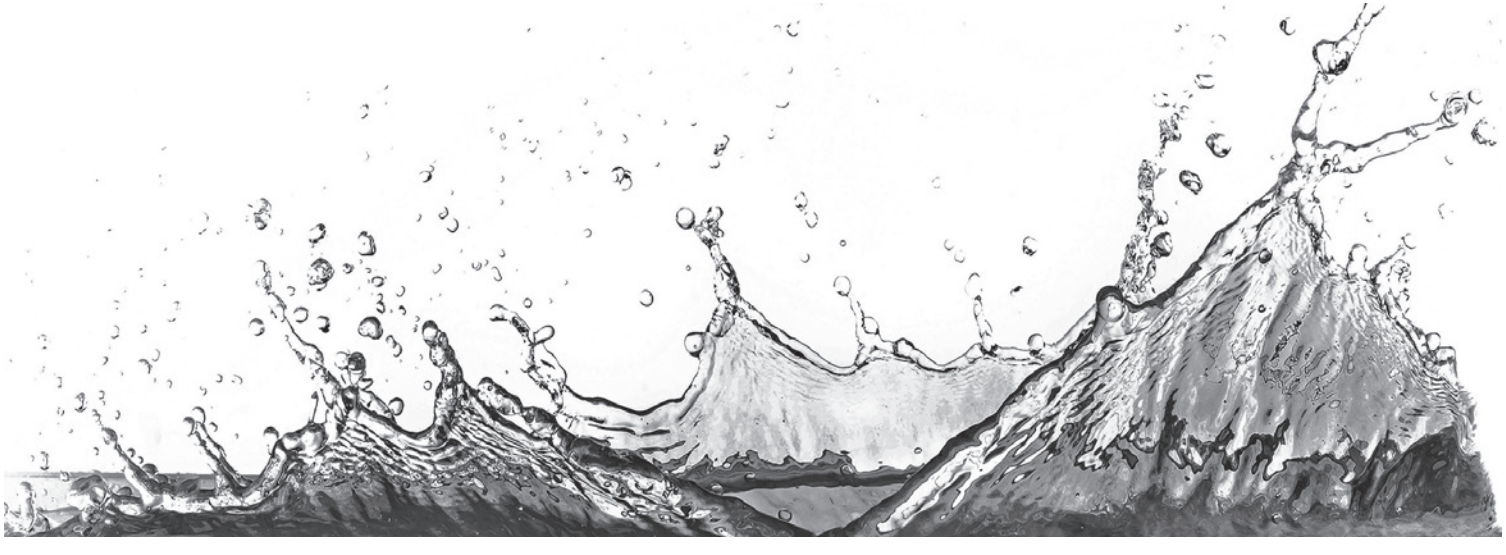
I molekule mnogih drugih spojeva mogu stvarati međumolekulske vodikove veze, no razlika između vode i ostalih polarnih molekula kao što su NH3 ili HF, jeste u tome da kisikov atom iz vode može stvarati dvije vodikove veze (ima dva slobodna elektronska para usmjerena prema vrhovima tetraedra). Jednostavan i vrlo praktičan VSEPR pristup geometriji molekula; struktura vode jeste pod uglom, no stereokemijski je tetraedarske geometrije, iako ne potpuno pravilne poput CH4. Na taj način molekule vode imaju mogućnost da izgrade beskonačnu trodimenzionalnu mrežu (strukturu) u kojima je kisikov atom u približno tetraedarskom okruženju s četiri vodikova atoma; dva su vezana kovalentnom vezom, a dva vodikovom. NH3 i HF stvaraju lance ili prstene, ali ne mogu stvarati trodimenzionalne mreže. Vrelišta tvari povezanih vodikovom vezom viša su u odnosu na tvari čije molekule nisu povezane vodikovim vezama ili su te veze vrlo slabe.

Osim za piće, pripremu hrane i za pranje, voda se uveliko koristi za navodnjavanje poljoprivrednog tla. Voda kao dobro otapalo opskrbljuje biljke mineralnim tvarima i nužna je za fotosintezu, a u ljudskom organizmu kao glavni sastojak

tjelesnih tekućina opskrbljuje sve organe hranjivim sastojcima i uklanja otpadne tvari iz organizma. Zbog svojih fizikalno-kemijskih osobina, ona je učesnik svih kemijskih reakcija u organizmu.

Voda je osnovni sastojak svih živih organizama. U nekih organizama čini i 99 % njihove mase, u čovjeku oko 70 %. Svi biološki procesi odvijaju se isključivo u vodenoj sredini, iako postoje organizmi koji mogu dugotrajno preživjeti stanje potpune dehidratacije. Metabolizam, rast i razmnožavanje takvih organizama počinju tek nakon rehidratacije. Biološke makromolekule (bjelančevine, nukleinske kiseline, polisaharidi) sadrže čvrsto vezanu vodu, koja je nužna za njihovu biološki aktivnu konformaciju. Voda nije samo otapalo u kojem funkcioniraju enzimi nego i izravni metaboliti; supstrat je u svim hidrolitičkim, a nusprodukt u mnogim biosintetskim reakcijama. Živi organizam neprekidno uzima i otpušta vodu, što se naziva ciklusom vode. Vodeni organizmi izmjenjuju vodu difuzijom. Kod kopnenih biljaka ta se izmjena odvija pretežno fizikalnim mehanizmima (kapilarne sile u korijenju; transpiracija). Kopnene životinje i čovjek moraju piti vodu ili je pribaviti hranom koja sadrži vodu. Vodu gube urinom, izmetima, disanjem i znojenjem. Izlučivanje vode metabolički je nužno, jer ono omogućuje organizmu da se oslobodi nekorisnih i štetnih tvari topljivih u vodi. Znojenje je u mnogih organizama dio procesa termoregulacije.

Ključni je uvjet održivog razvoja održavanje čistoće vode u prirodnim spremištima i vodotokovima. Sprječavanje zagađivanja voda najvažniji je dio zaštite okoliša (provodi se aerobna obrada otpada i ispitivanje kvaliteta vode). Voda podržava i održava život na zemlji.

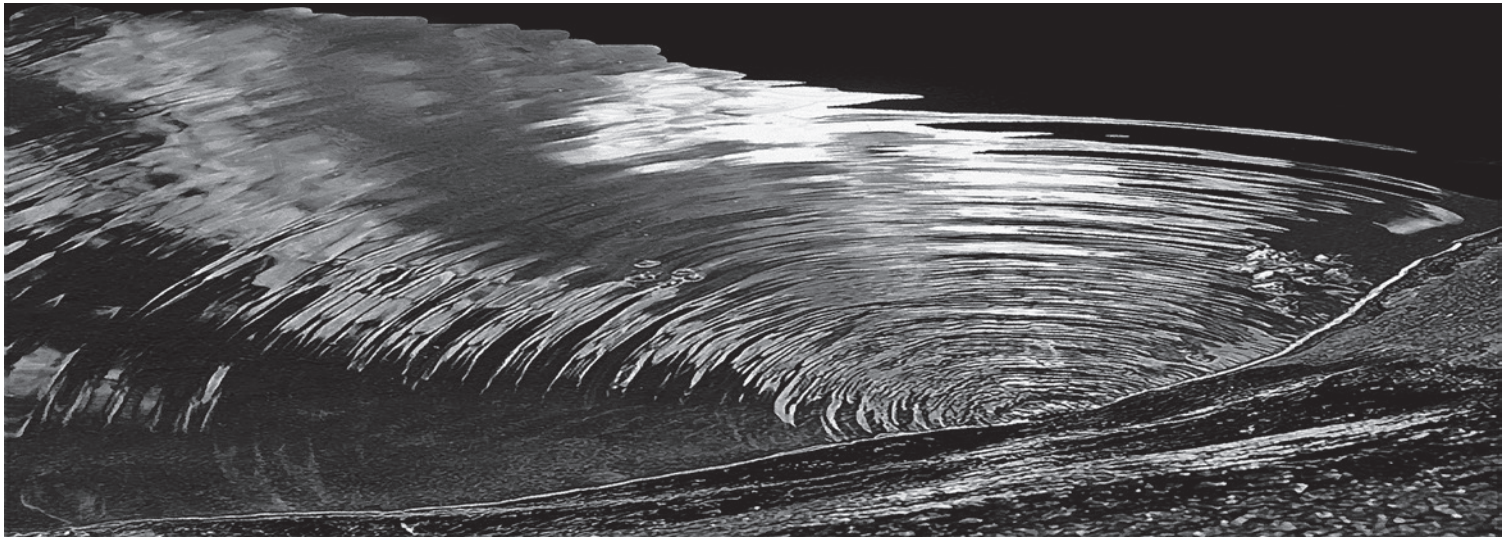


2. Osobine i rasprostranjenost

Voda ili kemijski iskazano vodikov oksid je najrasprostranjenjija tekućina na Zemlji. Voda je najvažnije (polarno) otapalo koje otapa plinove, tekućine i mnogobrojne krute tvari. Voda je bitan sastojak živih organizama (maseni udio vode do 90%) i nužna je za život svih živih organizama. Znanstvenici tvrde da se živa bica najvećim dijelom sastoje od vode i da ona čine tri četvrtine ukupne površine Zemlje. Na snimkama Zemlje iz svemira može se uočiti da je velike dio Zemljine površine pokriven vodom, oko 70%.

od utjecajem Sunceva zračenja površinska voda neprekidno se isparuje u atmosferu (tzv. kruženje vode u prirodi), gdje se kondenzira (stvarajući kišne ili snježne oblake u atmosferi) i u obliku oborina (kiša, snijeg, tuča, rosa, inje i magla) vraća na zemlju, prenoseći tako velike mase vode na kontinente, i to zovemo globalni hidrolološki ciklus, pa u mnogome utječe na klimu. U troposferi voda čini 80% stakleničkih plinova i uzrokuje zadržavanje topline, te porast globalne temperature.

Najjednostavnija podjela vode jeste na slatke (ca. 4% na Zemlji) i slane. Vecina je voda je na Zemlji slana (mora, oceani). Dobro je poznata i podjela vode na tekućice rijeke i stajaćice (npr.jezera, bare, močvare). Ledenjaci pak zauzimaju posebno mjesto gdje je voda u krutome obliku.



3. Pitka voda

Prirodna voda, koja sadrži kalcijev bikarbonat, kalcijev hlorid i kalcijev sulfat naziva se tvrda voda. Pitka voda, podzemna, bunarska i površinska, je bistra i potpuno prozirna voda, bez mirisa i boje, a radi dobra okusa treba sadržavati otopljeni kisik, ugljikov dioksid i topljive soli (NaCl, NaHCO3) i dr.

Sadrži li patogenih bakterija, organske tvari, nitrate, nitrite, amonijak, te željezne soli (koje omogućuju razvoj algi), manganove soli (daju vodi loš okus), ili druge štetne tvari, mora se prije upotrebe pročistiti oksidacijom kisikom iz zraka i dezincifirati klorom ili ozonom.

Vode za piće su najčešće izvorske, a crpe se direktno sa izvora, a koje su pak prečišćene od mogućih nečistoća. Kupovne vode za piće se čiste mehanički, biološki, da se pijenjenjem istih ne dobije dizenterija. Najkvalitetnije pitke vode u BiH su hladne, izvorske vode, obično izviru u području bosanskih planina.

Voda za piće „Zlatarica“ Bugojno spada u u prirodne izvorske vode, koja izvire sama, i do nje se nije doprlo bušenjem. Kemijska kompozicija ove vode na temelju analiza *Zavoda za javno zdravstvo u Sarajevu* , u dva navrata u toku deset godina pokazuje kostantnost i prirodnu uravnoteženost kemijskijh sastojaka poželjnjih u dobroj, ispravnoj i pitkoj vodi za piće. Voda iz izvora „Zlatarica“ nije mineralna voda, već obična prirodna voda bez većih odnosno povišenih mineralnih tvari i elemenata ili plinova koji su zastupljeni u mineralnim vodama. U ovom kratkom radu pokazaćemo kemijsku, sanitarnu i radiokemijsku analizu uzoraka ove vode.



4. Značaj vode za život, promet i ravnoteža vode u čovječijem tijelu

Po kvantitativnom udjelu voda je najvažniji sastojak živih bića. Čovječije tijelo se sastoji od oko 70% vode. Mehanizam kojim se čuva volumen tekućina u tijelu i osigurava stalnost njegovog kemijskog sastava, veoma je kompleksne prirode. Važnu ulogu ima sinteza proteina, eritropoeza, osjetljivi respiracijski refleksi koji omogucavaju zadržavanje i eliminaciju CO2, mehanizmi apsorpcije u gastrointestinalnom traktu, metabolicka aktivnost stanica kojom se održava ravnoteža i složena funkcija bubrega, odnosno bubrežnih kanalića u reapsorpciji i sekreciji elektrolita. Usprkos širokim kolebanjima u uzimanju vode i njenom gubitku, volumen tjelesnih tečnosti ostaje prilično konstantan. U normalnih odraslih osoba u normalnim uvjetima i u duljim vremenskim razdobljima, količina primljene vode mora biti jednaka količini izlučene vode. Izvori vode u tijelu su: voda unesena vodom za piće ili drugim pićima u čijem sastavu je uglavnom voda, zatim voda u hrani, te voda nastala oksidacijom iz uzete hrane i voda nastala polimerizacijom u metaboličkim procesima. Prosječne količine tekućina koje uđu u organizam čovjeka u jednom danu i koje se iz njega izluče za isto vrijeme pokazuje Tablica 1.

Tablica 1. Prosječna ravnoteža vode

Količina primljene vode	**Količina izlučene vode**
Voda za piće 1200 ml	Urin 1400 ml
Voda u hrani 1000 ml	Perspiratio insensibilis 900 ml
Metabolička voda 300 ml	Feces 200 ml
Total: 2500 ml	Total: 2500 ml

Potreba za uzimanjem vode ide usporedo sa energetskim metabolizmom, a matematički su izračunate (procijenjene) na 1 ml ili 1 cm3 vode za svaku kcal. Kolebanja totalnoga volumena tjelesnih tekućina koje nastaju u vrijeme gubitka vode i njenog nadomještavanja, odvijaju se uglavnom u ekstracelularnoj tekućini. Ukupni promet vode predstavlja veći % volumena ekstracelularne tekućine u djece negoli u odraslih osoba. Zbog toga se kontrola volumena ekstracelularne tekućine kod djece postiže sa manjom tačnošću nego u odraslih. U djece mogu u toku povraćanja i proljeva nastupiti vrlo ozbiljni poremećaji metabolizma vode. Dnevne potrebe, odnosno promjene u ukupnom sadržaju vode u tijelu vjerno se reflektiraju u promjenama tjelesne težine. Ova činjenica je važna za kliničku procjenu balansa vode u tijelu.

Ljudskom tijelu je potrebno 1,5 – 3,0 l vode na dan kako bi normalno funkcioniralo. Bez hrane čovjek može ostati živ i do 50 dana, ali bez vode ne može živjeti više od nekoliko dana!!! Niti jedna tekućina ne može zamijeniti vodu. U modernoj civilizaciji pogrešno se misli da se ova tekućina može zamijeniti čajem, kahvom, gaziranim pićima, alkoholom, međutim nikakvi napici, iako sadrže vodu, ne mogu nadomjestiti čistu prirodnu vodu. Mnoga pića sadrže i dehidratacijske supstance i karbohidrate, pa upravo zbog toga provociraju žeđ. Dakle, trebamo stvarati naviku pijenja vode, jer je upravo higijenski ispravna voda za piće jedan od fundamentalnih uvjeta života i zdravlja.



ILUSTRACIJA ~ U našem organizmu voda ima raznoliku učinkovitost i uključena je u mnoge procese probave, apsorpcije, cirkulacije i izlučivanja nutrijenata odgovornih za uspješno odvijanje gotovo svih životno važnih procesa...

4.1. *Promet vode*

U tijelu se stalno odvija intenzivan promet vode koja je sastavni dio raznih sekreta i ekskreta (Tablica 2). Sva ta količina vode od 4 do 16 l, koliko iznosti promet vodom, nastaje iz krvne plazme koja ima samo 3,5 l. To je omogućeno sljedećim faktorima:

- brzom reapsorpcijom sekreta izlučenih u gastrointestinalni trakt,
- ulogom međustanične tekućine kao tampona između vaskularne i intracelularne tekućine i
- širokom mrežom kapilara čija velika površina omogućuje brzu izmjenu tekućine između krvi i međustanične tekućine.

Tablica 2. Promet vode u čovjeka od 70 kg tjelesne mase (težine)

Tekućina izlučena u gastrointestinalni trakt		**Volumen (ml)**
Slina		500 – 1500
Želučani sok		1000 – 2400
Crijevni sok		700 – 3000
Gušteračin sok		700 – 1000
Žuč iz jetre		100 – 400
	Ukupno	**3000 – 8300**
Tekućina izlučena iz tijela		
Urin		600 – 2000
Stolica		50 – 200
Insenzibilna perspiracija		350 – 700
Perspiracija (znoj)		50 – 4000
Mlijeko (žene u laktaciji)		0 – 900
	Ukupno	**1050 – 7800**
Ukupni promet tekućine		**4050 – 16100**

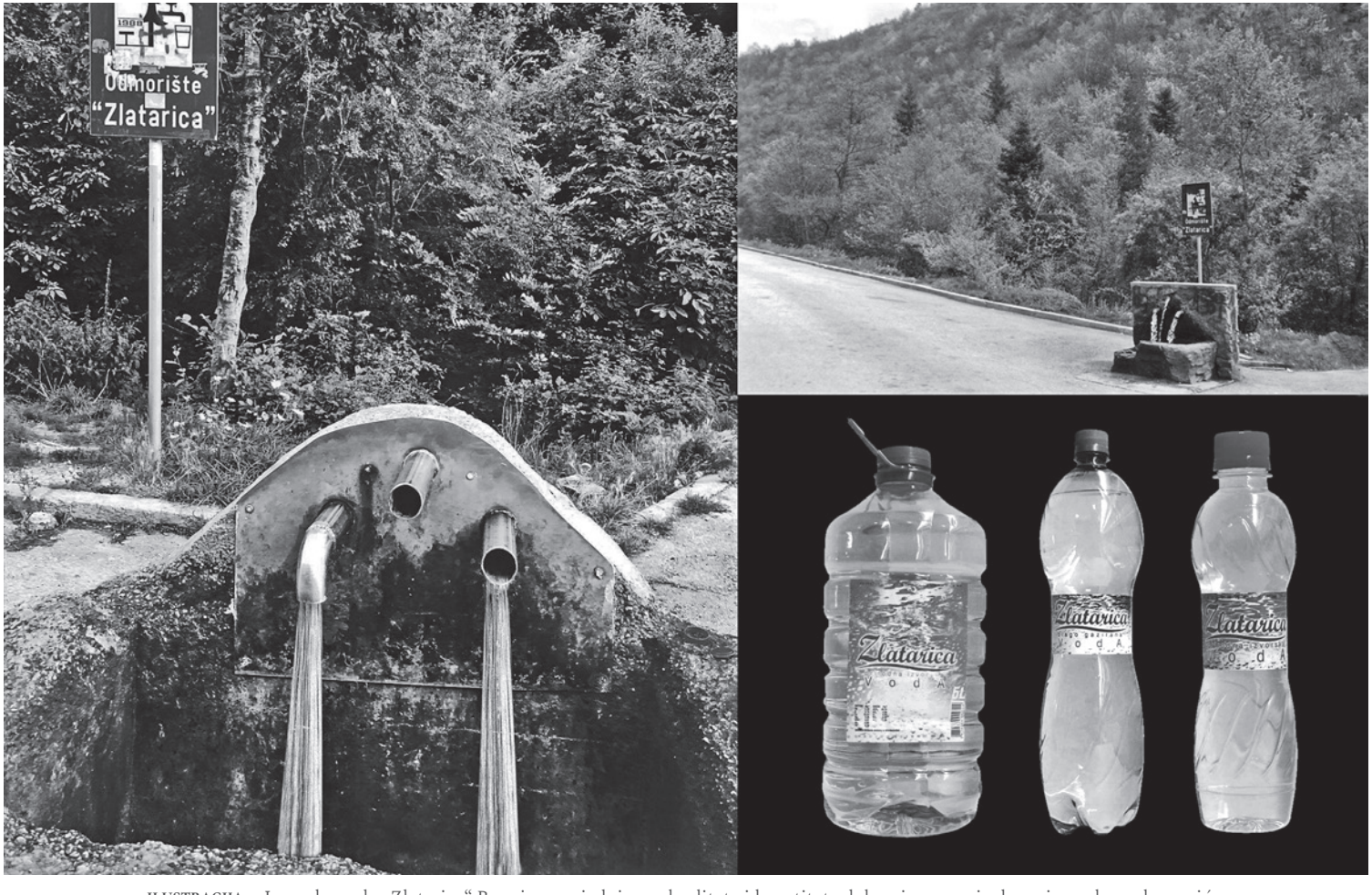
5. Izvorska voda za piće „Zlatarica“ iz Bugojna

Pod higijenskim ispravnom vodom za piće podrazumijevamo vodu koja zadovoljava pet sljedećih pregleda:

- lokalnu inspekciju vodnog objekta,
- fizički pregled vode,
- mikroskopski i biološki pregled vode,
- bakteriološki pregled,
- kemijski pregled i
- radiološki pregled.

Odlučujući utjecaj na određivanje standarda sanitarne kvalitete pitke vode imala je posljednjih godina Svjetska zdravstvena organizacija (WHO). Slijedeći preporuke WHO većina zemalja svijeta donijela je zakone i pravila koji reguliraju ispravnost i analize vode za piće kao općeg dobra svake zemlje. Voda je nasljeđe svih stanovnika planete Zemlje, te se mora čuvati, štiti i racionalno koristiti. Naročito je važno vodu čuvati od svakojakog zagađenja moderne civilizacije. Svaki čovjek morao bi piti zdravstveno ispravnu vodu. Ispravnost vode za piće kontrolira se u svim zemljama svijeta na više razina. Ipak, najvažniju kontrolu vode za piće sprovode Zavodi za javno zdravstvo putem redovnih godišnjih programa. Oni su dužni izdati Analitičke izvještaje o dostavljenim uzorcima vode. Jedan takav izvještaj od 26/06/2018 sa datumom završenih analiza od 13/07/2018 je upravo predmet našega znanstvenog i zdravstvenog komentara. Analitički izvještaj od Zavoda za javno zdravstvo Federacija Bosne i Hercegovine (Služba za zdravstvenu ekologiju) Sarajevo, M. Tita 9, pod brojem 1011/18 datiran 13/07/2018 tražen je od strane Proizvođača i Vlasnika uzorka „Urbanizam, projektovanje i inžženjering“ D.D. Ul. Nugla II br. 12/A, Bugojno, Mlaćo Dževad. Voda za piće je izvorska voda „Zlatarica“ iz Bugojna. Izvor je na obroncima planine Kalin, na nadmorskoj visini od nekih 800 m, daleko od ljudskih naselja i industrije, te je kontaminacija fekalijama, smećem, otpadom i industrijskim produktima gotovo nemoguća. Voda za piće je analizirana u dva navrata. Prvi Izvještaj Službe za higijenu i zdravstvenu ekologiju FBiH, Sarajevo, M. Tita 9. odnosi se na Analitički izvještaj datiran 21/08/2008.

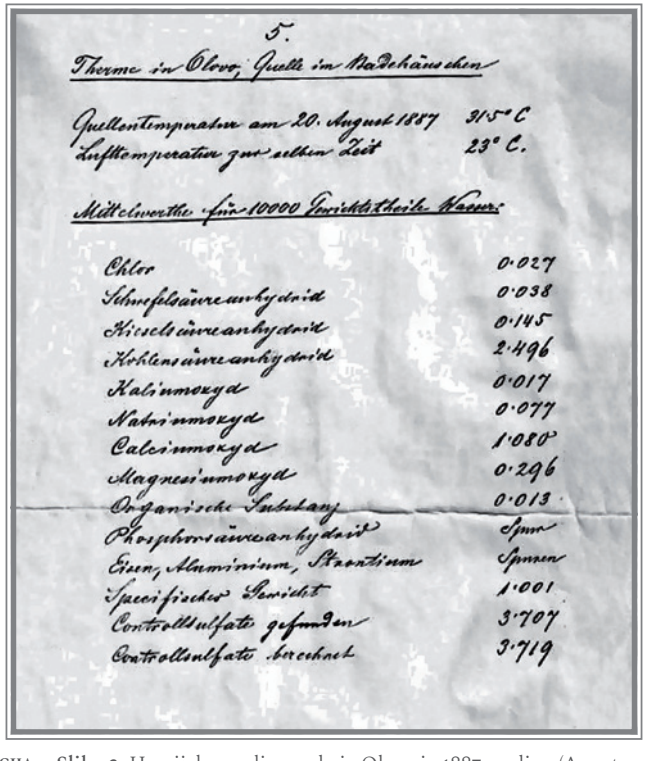
Oba Izvještaja potvrđuju potpunu higijensku ispravnost vode za piće „Zlatarica“, Bugojno. Izvještaji potvrđuju također konstantnost kemijskog sastava, mikrobiološke i bakteriološke higijenske ispravnosti, kao i konstantnost fizikalnih osobina pitke izvorske vode (vidjeti u prilogu oba Izvještaja). Također, radiološka analiza tj. mjerenje ukupne beta aktivnosti u vodi za piće „Zlatarica“ potvrđuje radiološku ispravnost ove vode za piće. Na temelju svega može se konstatirati da izvorska voda „Zlatarica“ Bugojno posjeduje sve kvalitete i kvantitete dobre, ispravne i zdrave izvorske vode za piće, te da je kvalitetom ova voda spremna za upotrebu. Pijenje ove vrlo kvalitetne vode može donijeti ljudima mnogostruke zdravstvene koristi.



ILUSTRACIJA ~ Izvorska voda „Zlatarica“ Bugojno posjeduje sve kvalitete i kvantitete dobre, ispravne i zdrave izvorske vode za piće.

6. Mineralne i termomineralne vode

Zdravstvene koristi mineralnih i termalnih voda u BiH su poznate stoljećima, pa su već 1887. godine vršene analize hemijskog sastava i temperature vode iz Olova (Slika 2), Analize su rađene i 1953. godine kada je Centralni higijenski zavod u Sarajevu utvrdio da se termalna voda u Olovu ubraja u indiferentne-homeotermne vode sa karakterom slabe zemno-alkalne vode, te da 1 L vode sadrži 0.288 g suhog ostatka (kalcij karbonat, magnezijeve soli, hloride i sulfate). Osnovne karakteristike ove vode je čine pogodnom za pijenje, inhalaciju i kupanje, te se koristi za liječenje reumatskih, kožnih i drugih oboljenja.



5.

Therme in Olovo, Quelle im Badehäuschen

Quellentemperatur am 20. August 1887	31·5° C
Lufttemperatur zur selben Zeit	23° C.

Mittelwerthe für 10000 Gewichtstheile Wasser:

Chlor	0·027
Schwefelsäureanhydrid	0·038
Kieselsäureanhydrid	0·145
Kohlensäureanhydrid	2·496
Kalioxyd	0·017
Natronoxyd	0·077
Calcioxyd	1·080
Magnesiaoxyd	0·296
Organische Substanz	0·013
Phosphorsäureanhydrid	Spur
Eisen, Aluminium, Strontium	Spuren
Specifisches Gewicht	1·001
Controllsulfate gefunden	3·707
Controllsulfate berechnet	3·719

ILUSTRACIJA ~ Slika 2. Hemijska analiza vode iz Olova iz 1887. godine (Aquaterm, 2022.)

Hemijski sastav mineralne vode "Mali Guber" i "Sarajevski kiseljak" su prikazane u tablici 3 i 4.

Temperatura (°C)	12.0
pH	4.91
Provodljivost (mS/cm)	0.7
Ukupne čvrste tvari nakon isparavanja na 105 °C (mg/L)	907
SO_4^{2-} (µg/mL)	595±7
PO_4^{3-} (µg/mL)	0.05±0.03
Cl^- (µg/mL)	2.98±0.20
Fe (µg/mL)	148±2
Mn (µg/mL)	5.80±0.50
Zn (µg/mL)	13.20±1.20
Cu (µg/mL)	2.81±0.01
Cr (µg/mL)	< LOD
Pb (µg/mL)	0.26±0.02
Cd (µg/mL)	0.06±0.0
Ni (µg/mL)	0.09±0.00
Co (µg/mL)	0.05±0.01
Sb (µg/mL)	0.02±0.00
Au (µg/mL)	< LOD
Ag (µg/mL)	< LOD

Tablica 3

Na (ppm)	562.0
K (ppm)	11.7
Ca (ppm)	248.5
Mg (ppm)	43.7
HCO_3^-	1659.2
SO_4^{2-}	555.0
Cl	75.9
Silicijeva kiselina	14.9
CO_2	4000.0
Čvrste tvari	3142.6

Tablica 4

Tablica 3. Hemijski sastav vode "Mali Guber" (Nesimovic i sar., 2017.).

Tablica 4. Hemijski sastav vode „Sarajevski kiseljak" (Federalni zavod za javno zdravstvo FBiH, 2004.).

7. Zdravstvene koristi vode

• Unošenje pitke, zdrave vode služi za održavanje ravnoteže vode, koja za ljudski organizam ima primarno značenje. Pijenjem vode organizam stalno održava potreban sadržaj vode u tijelu. To je nužno fiziološki za održavanje unutrašnjeg miljea (sredine) koji omogućuje kemijske reakcije tokom metaboličkih procesa, a koje se moraju odvijati u vodenoj sredini.

• Unošenje pitke, ispravne i zdrave vode u dnevnim količinama od 800 – 2500 ml pomaže stanicama, organelama, organima i organizmu u sprječavanju neravnoteže vode u smislu pretjeranog gubitka vode (dehidracije ili eksikacije) – isušenja organizma. U slučajevima isušenja organizma uzimanje vode je pravi lijek.

• Ravnotežu vode, njen ulazak i izlazak iz organizma, kontrolira osmotski gradijent na staničnim membranama centara u mozgu (hipotalamus). Ovi centri u hipotalamusu kontroliraju žeđ, te lučenje antidiuretskog hormona (ADH). Također, gubitak vode iz stanica zbog visokog osmolalnog tlaka izvanstanične tekućine stimulira žeđ i lučenje ADH. Natrij u obliku kationa (Na+) najviše utječe na ravnotežu vode. Uz to, na ravnotežu vode posredno utječu protok krvi kroz bubrege, kortikosteroidni hormon aldosteron, renin-angiotenzin sustav i atrijski natriuretični hormon koji kontrolira ravnotežu natrija. Poštujući fiziologiju u bubrežnih i srčanih bolesnika potrebno je najčešće reducirati unos soli (NaCl) u organizam, a pijenje vode dozvoliti u normalnom opsegu. To isto vrijedi kod bolesnika sa edemima (otok), gdje je nužna kontrolirana restrikcija uzimanja slane hrane.

• Gubitak vode, pri znojenju (ljetne vrućine), uzrokovan povraćanjem, proljevima kod raznih intoksikacija, opekotinama odražava se na sadržaj i ravnotežu vode u različitim pojedinim tkivima organizma. Staničnu vodu čini 50% tjelesne mase čovjeka, a ekstracelularnu samo 20% tjelesne mase. Sadržaj vode u tkivima je u različitim relativnim %, pa su upravo tkiva sa manjim relativnim % vode najviše osjetljiva na njen gubitak. Na nestašicu vode u tkivu najosjetljiviji je mozak, odnosno živčano tkivo, osobito bijela i siva tvar. Bijela tvar sadrži 70%, a siva čak 85% vode. Mišići (srce) sadrži 75 - 80% vode, vezivno tkivo 60%, eritrociti 60%. Najmanji rel. % vode je u masnom tkivu (20%), i u kostima (25%). Masno tkivo i kosti su najmanje senzibilni na nestašicu vode.

• Uzimanje vode za piće održava volumen tekućine u krvi, a i u stanicama. Konstantnost volumena stanične tekućine i vaskularne tekućine reflektiraju se na račun međustanične tekućine koja služi kao posrednik između prvih dviju. Upravo ta konstantnost osigurava i sprječava promjene u plazmi poslije apsorpcije veće količine vode iz gastrointestinalnog trakta ili gubitka krvi kod povreda i različitih bolesti. Kod manjka tekućine u krvi ili unutar stanica voda za nadoknadu se uzima iz međustanične tekućine, dok se kod povećanja volumena tekućine u krvi događa prelaz suviška vode u međustanični prostor. Tako se u čovječijem organizmu volumen međustanične vode povećava ili smanjuje. Povećanje volumena intercelularne tekućine u patofiziologiji se označava kao edem (otok), a smanjenje volumena intercelularne tekućine dovodi do dehidracije koja se uklanja primjenom (unosom) vode.

• Najvažnije koristi od uzimanja pitke i zdrave vode po organizam uključuju održavanje pravilnog energetskog statusa i tjelesne temperature, što znači i termoregulacije, metaboličke i biološke oksidacije, odnosno disanja. Voda pomaže u prevenciji konstipacije, žgaravice, migrene, gastritisa, želudačnog ulkusa, čira dvanaestopalačnog crijeva, kolitisa i bubrežnih kamenaca. Nadalje, pomaže pravilnom radu srca i prevenira kardiovaskularne bolesti, reumatoidni artritis, sarkoidozu, osteoporozu i krstobolju. Pitka i zdrava voda od prvorazredne su važnosti za zdravlje trudnica i dojilja, te zdravlje djece, posebno poslije prve godine života pa do puberteta. Bez zdrave vode nema pravilne funkcije bubrega, štitne žlijezde i mozga. Naročit značaj vode je u zaštiti najvećeg organa ljudskog tijela tj. kože. Na temelju znanstvenog rada mnogih laboratorija u svijetu, naročito laboratorije za istraživanje hrane, vode i zraka, preporučeno je da svaki odrastao čovjek mora uzimati najmanje 10 čaša pitke zdrave vode, a ovisno od uvjeta pod kojim osoba živi i čak više od 10 čaša dnevno. Nacionalni institut zdravlja SAD-a preporučuje po istraživanjima Meinders A. J. et al. za muškarce totalni dnevni unos vode 3000 ml (odnosno 12 čaša), a za žene 2200 ml (oko 9 čaša). Ipak, mora se naglasiti da prekomjerni unos vode za piče ne donosi nikakvu uvjerljivu korist po zdravlje, sa možda izuzećem prevencije bubrežnih kamenaca koji se i nakon kirurške ili medikamentozne terapije ponovo vraćaju, ometajući pravilnu funkciju bubrega. Oko 20% ili čak 30% vode čovjek može unijeti jedući voće i povrće. Unos zdrave pitke vode poboljšava energetski status organizma, posebice utječe na porast pravilnog i svrsishodnijeg imunog odgovora. Za fiziološke procese u organizmu potreban je odgovarajući pH u intervalu od 7,35 – 7,45. Svaki pomak pH ispod ili iznad ovoga intervala vodi u bolest ili smrt. Na nižem pH od 7,35 čovječije tijelo ne može asimilirati vitamine, a niti mineralne tvari i mikroelemente. Stanice čovjeka mogu iskoristiti kisik samo u tačno definiranom pH opsegu, a i biosinteza proteina, nastanak ATP (adenozintrifosfata) koji su zapravo „moneta“ metabolizma ovisan je od pH sredine. Za sve metaboličke procese (biosinteza i katabolizam) u stanici potrebna je voda.



• Voda i pravilan unos vode u organizam pomažu bolju fizičku aktivnost. Dehidracija uzrokuje zamor, reduciranu motivaciju i pad psihičkog raspoloženja. Radnici koji rade teške fizičke poslove, zemljoradnici, atlete, fudbaleri i vojnici osobito su osjetljivi na nedostatak vode. Samo se pitkom, zdravom vodom može ukloniti zamor i vratiti organizam u normalan metabolički tok nakon visoko aktivnog fizičkog aktiviteta.

• I po podacima USDA (*Department of Agriculture of USA*) 100 g ili 100 ml zdrave pitke vode sadrži 10 mg kalcija, 2 mg natrija i 2 mg magnezija. Energetski status ovakve vode je 0 kcal. Voda poboljšava funkciju centralnog nervnog sistema i prevenira glavobolju. Nakon uzimanja pitke zdrave vode organizmu se podiže raspoloženje, pojačava memorija, skraćuje frekvencija glavobolja i poboljšava funkcija mozga. Dehidracija vodi u posebno psihičko stanje straha i intenzivnoga zamora. Pijenje 1,5 l vode/dan u toku 12 sedmica smanjuje glavobolju, reducirajući 80% intenzivne boli, a bez dodatnog uzimanja analgetika i aspirina.

• Zdrava pitka voda čisti toksine iz tijela, upravo zahvaljujući osobinama vode kao univerzalnog otapala. Voda je fizikalno-kemijski dipolna i amfoterna molekula. Oksigen, sve nutritivne tvari, hormone, molekule vode unose u stanice, a razgradne produkte iz stanica. Proteini, imunoglobulini, hemoglobin i enzimi uključeni u funkcionalne kemijske procese u stanicama i tkivima trebaju bezuvjetno vodeni medium i bez njega njihova funkcija ne bi bila ispravna, a niti moguća. Sav ekskretorni materijal katabolizma pokreće i nosi voda, oslobađajući organizam od produkata razgradnje. Urea i kreatinin izlučeni bubregom su samo neke od stotina različitih tvari nastalih katabolizmom. Voda promovira gubitak težine. Poznato je da uzimanje 500 ml pitke zdrave vode povisuje metabolički obrt oko 30 %. Već nakon 10 minuta poslije uzimanja bistre vode opaža se povišenje metaboličkog obrta sa maksimumom nakon 30 - 40 minuta. Voda prevenira bolesti kože, redovito uzimanje vode u toku dana pomaže koži od isušenja, povisuje mehkoću i nježnost kože. Voda protektira kožu kako od UV i svjetlosnog zračenja, tako i od hladnoće i vjetra.

• Voda pomaže radu želuca i posebno crijeva, te pomaže u liječenju konstipacije. Uzimanje vode pomaže u redukciji mahmurluka, osjećaja suhih usta, umora i vrtoglavice i bolova uzrokovanih noćnim uzimanjem alkohola. Alkohol izaziva dehidraciju. Zagrijana zdrava izvorska voda može biti pravi lijek protiv grčeva u nogama, jer su grčevi redovito rezultat isušenja tijela. Nadalje, uzimanje oko 10 čaša vode (2 l) u toku 24 h pomaže pravilnoj funkciji biubrega, te prevenira stvaranje bubrežnih kamenaca. Voda posjeduje visoku specifičnu toplotu pa je upravo zbog te fizikalno-kemijske osobine odlično rashladno sredstvo u čovječijem organizmu. Uzimanje vode regulira temperaturu tijela. Voda pomaže čovjeku u borbi protiv osteoporoze i fraktura kostiju. Voda promovira disanje u čovječijem i životinjskom tijelu, jer igra ulogu u distribuciji kisika kao oksidanta bioloških struktura u svakoj stanici i tkivu, skupljajući CO_2 iz svih

dijelova tijela. Voda otapa i nosi plinove. Uzimanje vode reducira bol u kičmi, a dehidracija izaziva bol. Voda prevenira srčane bolesti i uzimanje dovoljne količine zdrave ptike vode omogućava srcu i kardiovaskularnom sistemu čovjeka pravilan i ritimičan rad. Voda održava pravilan viskozitet krvi, limfe i spinalne tekućine. Također, pomaže distribuciju fibrinogena, eritrocita i leukocita.

• Zdrava pitka voda od posebnog je značaja za trudnu ženu, dojilju, bebe i djecu. Čistoća i kvalitet vode koju pije žena, plod, dijete – beba i djeca od primarn su važnosti za zdravlje. Za sve nutritivne tvari prilikom rasta i razvitka djeteta potrebna je voda koja se prenosi od majke preko krvi do fetusa (ploda). Konstipacija (zatvor i tvrda stolica) u toku trudnoće može se otkloniti pijenjem veće količine vode nego inače. Voda pomaže u trudnoći kao izvrsno sredstvo protiv hemeroida koji su često prateća pojava u trudnoći. Voda pomaže trudnici u liječenju infekcija mokraćnih kanala i mokraćnog mjehura.

• Na kraju da kažemo, čista izvorska voda je siguran i jeftin lijek i sredstvo bez kojega nema života, niti zdravlja.

U ovom kratkom i popularnom članku o značaju vode za život i održavanje zdravlja smo pokazali da je voda uz kisik i hranu najvažnije prirodno sredstvo života na Zemlji. Fizikalno-kemijske osobine vode kao anorganske molekule, ali i biomolekule determiniraju ulogu vode u nastanku i održavanju života na Zemlji.

reference

Analiza vode. *Aquaterm olovo*. Dostupno na: https://aquaterm.olovo.ba/analiza-vode/

Biochemistry, *Medicine*, Books Barnes & Noble, 2016, USA.

GUYTON AND HILL, ***Textbook of Medical Physiology***, the 13th edition, May 20, 2015.

Izvještaj o analizama vode za piće „Zlatarica" Bugojno od 21/08/2008, Zavoda za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine i ***Izvještaj o analizama vode „Zlatarica" Bugojno od 26/06/2018*** Zavoda za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine, M. Tita 9, Sarajevo.
Federalni zavod za javno zdravstvo FBiH, 2004.

National Primary Drinking Water Regulations, EPA, United States Environmental Protection Agency, January 19, 2017.

NESIMOVIĆ, E., HUREMOVIĆ, J., GOJAK-SALIMOVIĆ, S., AVDIĆ, N., ŽERO, S. AND NESIMOVIĆ, E., 2017. ***Chemical characterisation of the spring waters used for health care, Guber, Srebrenica, Bosnia and Herzegovina***. Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina, 49, pp.43-48.

Štrausova medicinska biokemija, Dubravka Čvorišćec, Ivana Šepelak, Izdanje 3, godina 2009, Zagreb, Hrvatska.

