

# Deioniseeritud joogivee tervisemõjud

Astrid Saava – TÜ tervishoiu instituut

## deioniseeritud joogivesi, kasutamine, tervisemõjud

**Joogivesi peaks sisaldama teatud hulgas organismile olulisi mineraale ja mikroelemente. Deioniseeritud vees neid ei ole, mistõttu seda vett tuleks mineraalidega rikastada. Kodudes üles pandud vee puhastusseadmete (pöördosmoos, ionvahetusfiltrid) korral seda aga ei tehta. Deioniseeritud vesi toimib ebasoodsalt organismi vee- ning mineraalivahetusse, põhjustab kaltsiumi ja magneesiumi ning mitme mikroelemendi vähesusest tingitud tervisehäireid ning vähendab toidu mineraalne- ja mikroelemendisaldust. Selline vesi on halva maitsega ja agressiivne. Ta leostab torustikust ja seadmetest vette kahjulikke aineid, suurendades toksiliste ainete saamist veega. Vajalik on reglementeerida deioniseeritud joogivee soovitatav ja/või minimaalne Ca- ja Mg-sisaldus ning karedus.**

### Deioniseeritud joogivesi

Joogivesi ei ole tavaliselt puhas  $H_2O$ , vaid ta sisaldab loodusliku päritoluga gaase, mineraal- ja orgaanilisi aineid. Heaks joogiveeks peetakse vett, mille liitris on paar-kolmsada milligrammi mineraalaineid. Mõnda ainet võib olla ka nii palju, et ta mõjub organismile ebasoodsalt. Selliste ainete kohta kehtestatakse lubatud piirsisaldused.

Deioniseerituks nimetatakse sellist vett, milles lahustunud ainete üldhulk ei ületa 1 mg/l ning mille elektrijuhtivus on kuni 2 mS/m. Sellist vett saadakse destillatsiooni, deionisatsiooni, elektrolüüsi või membraanfiltratsiooni (pöördosmoos või nanofiltratsioon) teel. Pehmendatud vesi on aga selline, milles on vähendatud karedust põhjustavate kahevalentsete kationide (Ca ja Mg) sisaldust. Kasulike ainete (mineraalide ja mikroelementide) vähesuse sisalduse mõju tervisele on vähe uuritud, sest sellist vett looduses ei esine (v.a jääsulamis- ja vihmavesi).

Deioniseeritud (demineraliseeritud, magedatud) joogivett hakati 1960. aastatel tootma põuastes piirkondades – Lähis-Idas ja Nõukogude Liidu Kesk-Aasia liiduvabariikides – ning kaugsõidu- ja kosmoselaevades. Seoses selleks vajalike seadmete kättesaadavuse suurenemisega on viimastel kümnenditel hakatud joogivee saamiseks üha rohkem rakendama deioniseerimist. Kui 1999. aastal oli maailmas üle 11 000 sellise seadme, mis andsid rohkem kui 20 miljonit  $m^3$  deioniseeritud vett päe-

vas, siis 2001. a oli neid juba 15 233 ning vett saadi 32,4 mln  $m^3$  päevas. Üle poole Lähis-Ida ja Lääne-Aasia elanikest joob sellist vett (1). Tavaliselt lisatakse deioniseeritud veele maitse parendamiseks ja agressiivsuse vähendamiseks kemikaale ( $CaCO_3$ ) või segatakse seda mineraalirikka veega. Ka meil on mitmes veevärgis (Taeblass, Märjamaal) ja toiduainetööstusettevõttes hakatud vett deioniseerima. Kodudes ja lasteasutustes pannakse üles pöördosmoos- jm seadmeid, milles töödeldud vett aga mineraalidega ei rikastata.

### Deioniseeritud joogivee tervisemõjud

Deioniseeritud vee mõju tervisele hakati uurima Kaspia mere ääres Sevšenko linnas 1970. aastail. Algusest peale oli selge, et kui seda vett mineraalidega ei rikastata, ei kõlba ta pikaajaliseks kasutamiseks.

Viimastel kümnenditel on tähelepanu köitnud vee bioloogiline roll organismis ja oluliste mineraalide defitsiidi ebasoodsad tervisemõjud. Uuringud on toimunud kahes suunas:

- deioniseeritud joogivee mõju tervisele ning
- deioniseeritud joogivee soovitatav või minimaalne lubatav mineraalisaldus.

Andmed on saadud katsetest laboriloomade ja vabatahtlikega ning jälgides deioniseeritud vee kasutajate ja sellise veega valmistatud toitesegusid saavate imikute tervist.

Teadusuuringud (2) on näidanud, et deioniseeritud vesi

- on väga agressiivne ning leostab torustikust ja seadmetest vette kahjulikke aineid;
- on ebaseadlike organoleptiliste omadustega, s.o ei ole maitsev;
- mõjub ebasoodsalt organismi vee- ning mineraalivahetusele;
- põhjustab kaltsiumi ja magneesiumi ning mitme mikroelemendi vähesusest tingitud tervisehäireid;
- vähendab sellise veega valmistatud toidu mineraalaine- ja mikroelemendisaldust;
- suurendab toksiliste ainete saamist veega.

Joogivesi, milles on mineraale vähem kui 50 mg/l, on maitsetu ja kustutab halvasti janu (2). Kuigi need omadused tervist otseselt ei mõjuta, tuleb neid siiski arvestada. Sellist vett võidakse hakata vähem jooma või otsitakse muud vett, mis ei pruugi olla tervisele ohutu.

**Seedetrakti viidud deioniseeritud vesi** põhjustab, arvatavasti osmootse šoki tõttu, ebanormaalseid muutusi peensoole epiteelirakkudes (3). Elektrolüüdid liiguvad koevedelikest ja rakkudest väiksema kontsentratsiooniga keskkonna suunas, vesi aga liigub vastassuunas – suurema kontsentratsiooni poole. Tähelestatud on muutusi mao ja soolestiku funktsioonis, nagu maomahla sekretsiooni ja happesuse suurenemist ning soolestikulihaaste toonuse tõusu. Selle tagajärjel võivad välja kujuneda seedehäired.

Mõjudes ebasoodsalt homeostaasi mehhanismidele, viib deioniseeritud vee joomine organismi vee- ja mineraalivahetuse tasakaalust välja. Tarbitava vee hulk ja uriinieritus ning rakuvälise vedeliku hulk suurenevad. Seedetrakti osmoreseptorite kaudu põhjustab deioniseeritud vesi peamiste rakusiseste ja -väliste ionide (Na, K, Ca, Mg ja Cl) suurenenud eritumist, mis viib kogu keha vee-salduse ning nende ionide negatiivse bilansini ja veevahetust reguleerivate hormoonide aktiivsuse muutusteni (4). Väheneb vere punaliblede ruumala ja kaaliumi sisaldus vereseerumis (5). Algul väljendub see väsimuse, nõrkuse ja peavaluna, tekkida võivad aga ka hoopis tõsisemad häired, nagu

lihaskrambid ning südame rütmihäired. Neerudes kui peamistes eritusorganites on saadud morfoloogilisi muutusi, nt neerupäsmakeste kärbumist ja veresoonte sisekihi turset, mis raskendab vere läbivoolu neerudest. Roti loodetel on saadud ka skeleti luustumise mahajäämust (6). Äge "veemürgistus" ehk hüponaatriumišokk (deliirium) on tekkinud, kui intensiivse kehalise koormuse korral on ohtralt joodud mineraalivaest vett, nt kui mägironijad on valmistanud jooke lumest sulatatud veest. Imikutel, kelle joogid valmistati deioniseeritud veega, on tekkinud ajuvapustust ja -turset (7, 8).

### **Deioniseeritud ja pehmendatud joogiveest saab organism vähe kaltsiumi ja magneesiumi**

Kaltsium ja magneesium on organismile väga vajalikud ained. Kaltsium kuulub luude ja hammaste koostisse, tal on tähtis osa neuromuskulaarses erutuses (vähendab seda), südame- ning skeletilihaste kontraktsioonis, rakusisese info vahendamises ning vere hüübimises. Magneesium osaleb ensüümide aktivaatorina enam kui kolmesajast reaktsioonis, sh glükolüüsis, ATP metabolismis, Na, K ja Ca transpordis läbi rakumembraani, valkude ning nukleiinhapete sünteesis, neuromuskulaarses erutuses ja lihaste kontraktsioonis.

Vesi pole organismi peamine Ca- ja Mg-allikas, kuid veest saadav osa on ikkagi arvestatav, eriti magneesiumi puhul. Viiekümne aasta jooksul tehtud uuringud on näidanud, et pehme vee (milles on vähe Ca ja Mg), eriti aga magneesiumivaese vee kasutamise korral on suurem südame- ja veresoonekonnahaigustesse suurem kui kareda või magneesiumirikka vee korral (9, 10). Pehme vesi suurendab laste luumurruriski ning mitut muudki riski: haigestumist neurodegeneratiivsetesse haigustesse, enneaegset sünnitust ja vastsündinu väiksemat sünnikaalu ning mõne paikme (magu, jämesool) kasvajaid. Magneesiumivaese vee tarbimine seostub südame äkksurma (11), raseduspatoloogia (preeklampsia), söögitoru-, kõhunäärme-, pärasoole- ja rinnavähiriski suurenemisega (5, 12, 13).

Kui enamiku joogivees leiduvate keemiliste ainete liigse sisalduse ebasoodsad tervisemõjud kujunevad välja pikaajalise ekspositsiooni jooksul, siis Ca- ja eriti Mg-puuduse mõju avaldumiseks südamele ja veresoonkonnale piisab mõnekuulisest ekspositsioonist (14). Seda on näidanud haigusjuhud Tšehhis ja Slovakkias, kus aastatel 2000–2002 hakati kodudes kasutama pöördoosmoosi teel saadud joogivett. Juba mõne nädala või kuu aja pärast tekkisid südame- ja veresoonkonnategevuse häired, väsimus, nõrkus ja lihaskrambid, mis on omased magneesiumi- (ka kaltsiumi-) defitsiidile organismis.

### **Deioniseeritud joogiveest saab organism vähe mikroelemente (Co, Cu, Mn, Mo, Zn, F)**

Inimene peaks vajalikud mikroelemendid (v.a mõni üksik erand, nagu F) saama toiduga, kuid tänapäeva moodne dieet ei suuda seda alati kindlustada. Mõne aine defitsiidi korral võib joogiveest saadaval suhteliselt väikesel annusel olla üsna oluline positiivne mõju. Tuleb ka arvestada, et vees on need ained tavaliselt vabade ioonidena ja seetõttu kergemini omastatavad kui toidust, kus nad on teiste ainetega seotud.

Venemaal (Ust-Ilimi regioonis) korraldatud ulatuslik uuring (758 täiskasvanut, 562 last ning 1582 rasedat ja nende vastsündinut) näitas, et mineraalivaene joogivesi võib olla hüpertoonia ning isheemiatõve, kroonilise gastriti ja haavandtõve, struuma ning neerupõletiku riskitegur. Rasedatel oli sellise veega piirkonnas sagedamini aneemiat ja turseid, vastsündinute haigestumus (aneemia, kollatõbi) oli suurem ning lapsed jäid kehalises arengus eakaaslastest maha (15–17). See uuring ei võimalda siiski selgitada, kas saadud tulemused on põhjustatud Ca ja/või Mg või mõne mikroelemendi vähesusest vees või hoopis mõnest muust tegurist.

### **Deioniseeritud veega valmistatud toidus on vähem mineraale ja mikroelemente**

Kui toiduaineid (köögi- ja teravili, liha) töödeldakse ning neist valmistatakse toitu deioniseeritud või pehmendatud veega, siis on valmistoidus tavalisest vähem mitut organismile olulist ainet: magneesiumi

kuni 60%, kaltsiumi üle 60%, vaske 66%, mangaani 70% ja koobaltit 86% (18). See võib põhjustada nende ainete defitsiiti organismis kõigi sellest tulevate tervisemõjudega. Kui kasutatakse karedat vett, on ainekadu palju väiksem, mõnel juhul on toidu kaltsiumisisaldus isegi suurenenud.

### **Deioniseerimine suurendab vee toksiliste ainete sisaldust**

Mineraalivaene vesi on ebastabiilne ja seetõttu väga agressiivne veega kokku puutuvate materjalide suhtes. Selline vesi leostab metalle ja orgaanilisi aineid torustikust ning selle kattekihast, mahutitest, seadmetest jm. Need ained jäävad vette püsima ning imenduvad suhteliselt kergesti seedekulglast organismi. Kaheksal USAs aastatel 1993–1994 joogiveemürgistuse saanud imikust oli kolmel Pb-mürgistus. Nende veres oli pliid 15, 37 ja 42 µg/dl (ohutu sisaldus <10 µg/dl) ning hommikul köögikraanist võetud veeproovides vastavalt 66, 495, 1050 µg/l (19).

Kaltsium ja vähemal määral ka magneesium toimivad vees ja toidus antitoksiliselt – nad vähendavad mõne mürgise aine (Pb, Cd) imendumist seedetraktist verre (20). Seda kaitsevõimet ei tohi alahinnata. Seega on deioniseeritud vee kasutajatel suurem risk saada toksilisi aineid kui tavalise vee kasutajatel.

### **Deioniseeritud joogivee mineraalainesisalduse reglementeerimisel**

arvestatakse nii vee agressiivsust ja organoleptilisi omadusi kui ka võimalikke terviseriske. Teadusuuringutes saadud tulemuste põhjal soovitatakse deioniseeritud vee kasutamisel joogiveena järgmisi Ca- ja Mg-sisaldusi ning vee üldkaredust:

- kaltsium – miinimum 20 mg/l ja optimum 50 (40–80) mg/l;
- magneesium – miinimum 10 mg/l ja optimum 20–30 mg/l;
- üldkaredus – Ca- ja Mg-ioonide summa 2–4 mmol/l.

Kuigi Maailma Terviseorganisatsioon (21) ei reglementeeri joogivee Ca- ja Mg-sisaldust ega karedust ning seda ei tee ka Euroopa Liidu joogi-

veedirektiiv (22), peaksid vee kvaliteedi eest vastutavad ametkonnad ülal osutatud soovitusi arvestama. Mõned riigid (Tšehhi Vabariik, Ungari, Poola

ja Slovakkia) ongi normeerinud deioniseeritud vee soovitatava ning minimaalse Ca- ja Mg-sisalduse ning kareduse (5).

### Kirjandus

1. Cotruvo LA. Desalination guidelines development for drinking water background. In: Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organisation; 2005. p.13–24.
2. Guidelines on health aspects of water desalination. ETS/80.4. Geneva: World Health Organisation; 1980.
3. Williams AW. Electron microscopic changes associated with water absorption in the jejunum. *Gut* 1963;4:1–7.
4. Robbins DJ, Sly MR. Serum zinc and demineralised water. *Am J Clin Nutr* 1981;34:962–3.
5. Kozisek F. Health risks from drinking demineralised water. In: Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organisation; 2005. p.148–63.
6. Rakhmanin YA, Mikhailova RI, Filippova AV. Various aspects of the biological effect of distilled water. *Gig Sanit* 1989;3:92–3. (in Russian)
7. Basnyat B, Sleggs J, Spinger M. Seizures and delirium in a trekker: the consequences of excessive water drinking? *Wilderness Environ Med* 2000;11:69–70.
8. Hyponatremic seizures among infants fed with commercial bottled drinking water – Wisconsin, 1993. *MMWR (Morb Mortal Wkly Rep)* 1994;43(35):641–3.
9. Calderon RL, Craun GF. Water hardness and cardiovascular disease: a review of the epidemiological studies, 1957–78. In: Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organisation; 2005. p.116–26.
10. Monarca S, Donato F, Zerbini M. Water hardness and cardiovascular disease: a review of the epidemiological studies, 1979–2004. In: Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organisation; 2005. p.127–47.
11. Eisenberg MJ. Magnesium deficiency and sudden health. *Am Heart J* 1992;124:544–9.
12. Yang CY, Cheng MF, Tsai SS, Hsieh YL. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. *Jpn J Cancer Res* 1998;89(2):124–30.
13. Yang CY, Chiu HF, Cheng MF, Hsu TY, Wu TN. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from breast cancer. *J Toxicol Environ Health* 2000;60(4):231–41.
14. Rubenowitz E, Molin I, Axelsson G, Rylander R. Magnesium in drinking water in relation to morbidity and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology* 2000;11(4):416–21.
15. Kondratiuk VA. Hygienic significance of microelements in drinking water with low mineral level. *Gig Sanit* 1989;2:81–2. (in Russian)
16. Lutai GF. Chemical composition of the drinking water and the health of the population. *Gig Sanit* 1992;1:13–5. (in Russian)
17. Mudryi IV. Effects of the mineral composition of drinking water on the population's health (review). *Gig Sanit* 1999;1:15–8. (in Russian)
18. Haring BSA, Van Delft W. Changes in the mineral composition of food as a result of cooking in "hard" and "soft" waters. *Arch Environ Health* 1981;36:33–5.
19. Kramer MH, Herwaldt BL, Craun GF, Calderon RL, Juranek DD. Surveillance for waterborne-disease outbreaks – United States, 1993–1994. In: CDC surveillance summaries, April 12, 1996. *MMWR (Morb Mortal Wkly Rep)* 1996;45(No. SS-1):1–33.
20. Hopps HC, Feder GL. Chemical qualities of water that contribute to human health in a positive way. *Sci Total Environ* 1986;54:207–16.
21. Guidelines for drinking water quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organisation; 2004.
22. European Union Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption. *Off J Eur Commun* 1980;L 229:32–54.

### Summary

#### Health effects due to drinking deionized water

Artificially produced deionized (or reverse osmosis-treated) water became more extensively used in the supply of drinking water in recent decades. Drinking water manufactured by deionization is stabilized with some minerals, but this is usually not the case with the water deionized as a result of household treatment. Deionized

water has poor taste characteristics. This water is highly aggressive and leaches metals and other substances from pipes and associated plumbing materials. Possible adverse health effects of deionized water due to the deficiency of certain important minerals and microelements are described.

Astrid.Saava@ut.ee