



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV
Šrobárova 48, Praha 10, 100 42

**ZDRAVOTNÍ RIZIKA
PITÍ DEMINERALIZOVANÉ VODY**

Prosinec 2000

(Upravená verze, 7.3.2001)

Vypracováno v rámci výzkumného záměru „**Zdravotní rizika životního prostředí**“, jehož nositelem je Státní zdravotní ústav – Centrum hygieny životního prostředí

Cíl č. 3: Nové kontaminanty pitné vody a vody pro rekreaci

Dílčí úkol: Metodické přístupy řešení výskytu kontaminantů – hodnocení rizika, nápravná a preventivní opatření (řešitel MUDr. František Kožíšek, CSc.)

Řešitelské pracoviště: SZÚ – CHŽP, Národní referenční centrum pro pitnou vodu, vedoucí MUDr. F.Kožíšek, CSc.

Ředitel ústavu (SZÚ): Doc. MUDr. Jaroslav Kříž
Vedoucí centra (CHŽP): MUDr. Růžena Kubínová

© František Kožíšek

© Státní zdravotní ústav, Praha

ZDRAVOTNÍ RIZIKA PITÍ DEMINERALIZOVANÉ VODY

Pro účely této studie se pod pojmem „demineralizovaná voda“ rozumí voda téměř či úplně zbavená rozpuštěných minerálních látek (obsah rozpuštěných látek [dále RL] není obvykle vyšší než několik mg/l, často < 1 mg/l; elektrická vodivost vody je menší než 2 mS/m, často dokonce menší než 0,1 mS/m), ať už pomocí destilace, deionizace, membránové filtrace (reverzní osmózy, nanofiltrace), elektrodialýzy apod.

Autor používá pojem „demineralizovaná voda“ přesto, že je mu známo, že v terminologii průmyslové úpravy vody je tento termín používán pouze pro jeden určitý z více možných a zde uvažovaných technologických způsobů zbavení vody rozpuštěných látek.

Stručné charakteristiky některých těchto postupů:

Destilace = metoda čištění látek (zde vody) nebo rozdělování směsí látek podle bodu varu; nejstarší způsob „odsolování“ vody. Voda se ve varné nádobě postupně přeměňuje v páru a po průchodu chladičem kondenzuje na destilovanou vodu. Destilát se jímá podle bodu varu, příměsi zůstanou v prvním podílu před dosažením žádoucí teploty a v konečném zbytku.

Deionizace = metoda využívající schopnosti určitých makromolekulárních látek (např. syntetických pryskyřic) – tzv. ionexů neboli iontoměničů (**ion exchangers**), které obsahují funkční skupiny, zachycovat ionty z roztoku. Zvláštním druhem deionizace je **demineralizace**, což je ionexové odstraňování všech kationtů a aniontů z vody, včetně oxidů křemíku a uhlíku, které se běžnou deionizací z vody neodstraní. Pro tento účel se používá kombinace silně kyselého katexu v H^+ cyklu a silně bazického anexu v OH^- cyklu.

Membránová filtrace (reverzní osmóza [dále RO], nanofiltrace) = metoda sloužící k oddělení anorganických solí a menších organických molekul pod tlakem. Používá se polopropustná membrána (propouští vodu, ne rozpuštěné látky) a tlak musí být vyšší než osmotický tlak rozpuštěných látek. Odstraňují se částice (ionty) o velikosti jednotek nanometrů a menší.

Elektrodialýza = metoda k odstranění anorganických iontů, založená na principu separace solí v elektrickém poli pomocí polopropustných membrán s ionexovými vlastnostmi.

V přírodě se vyskytující voda, ať už podzemní či povrchová, která byla odpradáвна používána k pitným účelům, není nikdy chemicky čistou sloučeninou H_2O , ale jedná se o systém ve vodě rozpuštěných plynů a především minerálních a zčásti též organických látek přírodního původu. V závislosti na místních geologických podmínkách nalézáme vody velmi různého složení. Obvyklé hodnoty obsahu rozpuštěných látek se pohybují v řádu set mg/l.

Že pitná voda může být příčinou různých nemocí, je lidstvu známo již stovky let. S rozvojem mikrobiologie a chemie je od minulého století tato obecná empirická zkušenost postupně doplňována poznáním konkrétních původců nemocí z vody. Tento přístup („ve vodě může být něco, co tam být nemá, nebo tam něčeho může být více, než je zdravo...“) předznamenal i prvotní hygienický přístup k regulativnímu vymezení kvality pitné vody: byly stanoveny nejvyšší přípustné koncentrace látek a organismů ve vodě. Voda bez minerálů nebyla a ani nemusela být předmětem snah o vymezení kvality, protože taková voda se v přírodě nevyskytuje (vyjma deště a ledu, které však v rozvinutých zemích nesloužily jako zdroj pitné vody) a pro pitné účely tedy nemohla být používána. Demineralizované, uměle vyrobené vody (původně voda destilovaná, později též deionizovaná či získaná pomocí RO) byly používány pro průmyslové, technické a laboratorní účely, což je ostatně dodnes jejich hlavní využití.

K významnější aplikaci do oblasti úpravy pitné vody došlo v 60. letech 20. století, kdy stávající omezené zdroje pitné vody v některých přímořských a vnitrozemských aridních

oblastech nestačily pokrýt vzrůstající požadavky na spotřebu vody, vyvolané rostoucími nároky na životní úroveň i rozvojem průmyslu. Problém zajištění pitné vody se týkal i zaoceánských lodí. Umělá výroba „čisté“ (demineralizované) vody byla zavedena do praxe jen tam, kde jediným nebo jedním významným zdrojem byla voda vysoce mineralizovaná nebo slaná (mořská, brakická) – odtud i obecný název pro tuto technologii: **desalinace (odsolování) vody**. Jinde se tyto metody úpravy nepoužívaly, protože nebyly ještě dobře technicky zvládnuté, byly velmi drahé a především nebyly potřeba.

Přestože v celosvětovém měřítku použití různých metod úpravy vody bylo a je odsolování celkem bezvýznamnou záležitostí, byl od druhé poloviny 60.let zaměřen na tuto oblast i hygienický výzkum, především v bývalém Sovětském svazu, kde se odsolování zavedlo k získávání pitné vody v některých středoasijských městech. Od počátku se nepochybovalo, že z hygienického hlediska není demineralizovaná voda bez dalšího zpětného obohacení minerály vhodná k pití. Důvody byly dva – jednak nevyhovující chuťové vlastnosti čisté destilované vody, jednak se již vědělo, že ve vodě obsažené látky mohou působit na lidské zdraví jak negativně, tak i pozitivně: byly zde dobré zkušenosti s umělou fluoridací pitné vody (pokles kazivosti zubů), bylo zde rovněž již několik desítek epidemiologických studií ze 60.let, které dokládaly, že v oblastech s měkčí vodou (tj. vodou s nižším obsahem vápníku [Ca] a hořčíku [Mg]) je statisticky vyšší nemocnost a úmrtnost na srdečně-cévní onemocnění. Proto se výzkum, vedle zkoumání přímých účinků demineralizované vody, zaměřoval na stanovení požadavku minimálního obsahu minerálních látek ve vodě a doporučení optimálního obsahu látek v pitné vodě. Čili tradiční přístup omezující škodlivé účinky z nadbytku látek se rozšiřuje na omezení nepříznivých účinků z nedostatku některých látek v pitné vodě.

V druhé polovině 70.let se do řešení otázky optimálního složení pitné vody po odsolení zapojila i Světová zdravotnická organizace [WHO], když jedno z pracovních setkání k přípravě nových Doporučení WHO pro kvalitu pitné vody bylo věnováno zdravotním důsledkům odstraňování přirozeně se vyskytujících látek v pitné vodě (WHO, 1979). Koncem 70.let dokonce WHO zadala zpracování obsáhlé studie, která se měla stát podkladem pro vydání zvláštních doporučení pro odsolenou vodu. Studii, která sumarizovala především sovětské, ale i zahraniční poznatky o odsolovacích metodách, o zdravotních rizicích z odsolené vody i doporučení pro kvalitní požadavky této vody, zpracoval kolektiv pracovníků Ústavu obecné a komunální hygieny A.N.Sysina Sovětské akademie lékařských věd (pod vedením prof. Sidorenka a dr. Rachmanina). Práci však WHO vydala jen jako pracovní dokument (WHO, 1980), nikoliv jako oficiální publikaci a doporučení.

Vodárenská výroba pitné vody odsolováním tam, kde není jiný zdroj pitné vody než voda slaná, probíhá od té doby za daných a odborně kontrolovaných podmínek, jejichž nezbytnou součástí je zpětné obohacení odsolené vody minerálními látkami.

I když tento způsob, nehledě k finanční náročnosti, není považován za optimální, je dnes (v kombinaci s dovozem balené vody) jediným řešením pro některé oblasti na Zemi, které nemají zdroje sladké vody. V naší geografické oblasti bychom se tímto problémem nemuseli prakticky zabývat, nebýt technického pokroku, který m.j. přinesl „miniaturizaci“ demineralizačních technologií a jejich možnou aplikaci u koncového spotřebitele, a nebýt nesprávně nasměrované obchodní ofenzívy výrobců a dovozců těchto technologií, kteří mylně vydávají demineralizovanou vodu za kvalitní vodu pitnou a vystavují tak uživatele **zbytečnému** zdravotnímu riziku. Proto je nezbytné shrnout dosavadní poznatky o zdravotních účincích demineralizované vody.

Naše vědomosti o účincích demineralizované vody pocházejí jednak z pokusů (na laboratorních zvířatech a lidských dobrovolnících) a pozorování (na obyvatelích měst

zásobovaných odsolenou vodou) provedených přímo s demineralizovanou vodou, jednak z extrapolace poznatků o zdravotních účincích nízkomineralizované (měkké) vody ve srovnání s vodou pitnou o vyšší (obvyklé) mineralizaci. Demineralizovanou vodu totiž nutno považovat za extrémní případ nízkomineralizované vody (vody o nízkém obsahu rozpuštěných látek).

Zatím známá zdravotní rizika z konzumace demineralizované vody lze rozdělit do několika oblastí:

- 1) Přímý účinek demineralizované vody na střevní sliznici, metabolismus a homeostázu minerálních látek, popř. na jiné tělesné funkce.
- 2) Prakticky nulový příjem vápníku a hořčíku vodou.
- 3) Snížený příjem některých jiných esenciálních prvků a mikroprvků.
- 4) Vysoké ztráty vápníku, hořčíku a jiných esenciálních prvků z potravin vařených v demineralizované vodě.
- 5) Zvýšené riziko toxického působení těžkých kovů přijímaných stravou.
- 6) Zvýšené riziko druhotné kontaminace demineralizované vody.

Ad 1) Přímý účinek demineralizované vody na střevní sliznici, metabolismus a homeostázu minerálních látek, popř. na jiné tělesné funkce

V 70. letech hojně citovaná práce Williamse (Williams, 1963) zjistila, že po zavedení destilované vody do střeva krys došlo k abnormálním změnám buněk střevního epitelu (vlivem osmotického šoku ?).

Ke stejným závěrům však nedospěla novější německá studie (Schumann *et al*, 1993), taktéž s pokusy na krysách, které zde trvaly 14 dní. Histologie nezjistila v jícnu, žaludku a jejunu žádné známky eroze, ulcerace nebo zánětu.

Přestože také starší sovětské práce se zvířaty popisují narušení sekreční funkce (zvýšená sekrece žaludeční šťávy i zvýšení její kyselosti) a svalového tonu žaludku (WHO, 1980), nemůžeme dnes na základě dostupných údajů považovat negativní účinek demineralizované vody na sliznici gastrointestinálního traktu (GIT) za jednoznačně prokázaný.

Naopak za prokázaný negativní účinek demineralizované vody musíme považovat zatížení mechanismů homeostázy, jehož důsledkem je narušení minerálového i vodního metabolismu organismu. Zvýšené vylučování vody z těla (zvýšená diuréza) vede též ke zvýšenému odvádění hlavních iontů nitro- i mimobuněčných tělních tekutin a k jejich negativní bilanci, ke změně poměru mezi jednotlivými oddíly vody v organismu i ke změnám funkční aktivity některých hormonů souvisejících s vodním hospodářstvím.

Z pokusů na zvířatech (především krysách), které trvaly až 1 rok, opakovaně vyplynulo, že příjem destilované vody a vody s obsahem $RL \leq 75$ mg/l vedl ke zvýšenému příjmu vody i ke zvýšení diurézy, ke zvýšení objemu mimobuněčné tekutiny; zvýšení koncentrace sodíkových (Na) a chloridových (Cl) iontů v séru, jejich zvýšenému vylučování z těla a celkově negativní bilanci a také ke zmenšení objemu erytrocytů a některým dalším změnám v hematokrytu (WHO, 1980). Novější práce sice nezjistily žádné mutagenní ani gonadotoxické účinky destilované vody, ale k výše uvedeným změnám přibýly poznatky o snížení sekrece trijodtyroninu a aldosteronu, zvýšení sekrece kortizolu, morfologických změnách v ledvinách (zvýšená atrofie glomerulů, otok cévních stěn spojený s omezením průtoku krve apod.) a především o snížené osifikaci (kostnatění) skeletu plodů samic, které dostávaly destilovanou vodu – to vše na jednorocní studii na krysách (Rachmanin *et al*, 1989).

Z pokusů na lidských dobrovolnících vyplynuly poznatky o vlivu demineralizované a nízkomineralizované vody, které jsou ve shodě s pozorováním na zvířatech: výrazné zvýšení diurézy (v průměru téměř o 20%), vzrůst objemu vody v těle, zvýšená koncentrace sodíku a snížená koncentrace draslíku v séru; zvýšené vylučování iontů sodíku, draslíku, chloridů, vápníku a hořčíku z organismu (WHO, 1980).

Poznámka k regulačním mechanismům vody v organismu: Po požití a vstřebání vody dochází k „narušení“ rovnováhy objemu a osmotického tlaku vnitřního prostředí, což vede k útlumu vylučování antidiuretického hormonu (ADH). Nastupuje období zvýšené tvorby moči, které má maximum asi 50 minut po podání tekutiny. Tato reakce má reflexní, nespecifický charakter a nezávisí v podstatě na chemickém složení přijaté tekutiny. Poté se uplatňuje mechanismus regulace vodního a minerálního metabolismu, který je pod vlivem hormonů kůry nadledvinek. V této etapě je charakter diuretické a natriuretické reakce organismu ovlivňován chemickým složením požití vody či tekutiny (Rachmanin et al, 1975).

Hlavní a typické rysy nepříznivých účinků odsolené vody s nízkým obsahem rozpuštěných látek (< 100 mg/l) na vodní a minerálovou homeostázu organismu lze shrnout následovně. Působení nízkomineralizované pitné vody na osmoreceptory GIT, zvýšená difundace iontů sodíku do lumen střeva a nepatrné snížení osmotického tlaku v systému portální vény vyvolá adaptační reakci, která se projevuje zvýšeným uvolněním sodíku do krve. Tato osmotická změna v krevní plazmě vede k redistribuci vody v organismu: ke zvýšení celkového objemu mimobuněčné tekutiny; voda z erytrocytů i intersticiální tekutiny přestupuje do plazmy, dochází též k přesunu mezi vodou nitrobuněčnou a intersticiální. Na změnu v objemu krevní plazmy reagují volumoreceptory a baroreceptory v krevním řečišti, což vede ke snížení vylučování aldosteronu a tím i ke zvýšenému vylučování sodíku z organismu; reakce volumoreceptorů v cévách může působit na snížení sekrece ADH a zvýšení diurézy (WHO, 1980).

Vzhledem k tomu, že se tyto změny projevovaly nejen u zcela demineralizované vody, ale i vody s obsahem RL mezi 50 a 75 mg/l, bylo doporučeno, že minimální obsah RL v odsolované vodě by měl být 100 mg/l. Za optimální obsah RL v pitné vodě považují ruští autoři hodnotu asi 200-400 mg/l u chlorido-síranového typu, resp. 250-500 mg/l u hydrogenuhličitanového typu.

K výše (i níže) uvedeným změnám bude při pravidelné konzumaci takové vody docházet postupně, pravděpodobně dlouho bez zjevných či zjevně kauzálních příznaků. Přesto může dojít i k vážnému akutnímu postižení, které má formu hyponatremického šoku až deliria. Může k němu dojít např. při velké fyzické námaze vypitím několika litrů vody o nižší mineralizaci (Basnyat et al, 2000). Vážnější průběh takového záchvatu, doprovázeného otokem mozku, křečemi a metabolickou acidózou, je pak popisován u kojenců, kterým byly vedle mléčné stravy podávány též nápoje připravené z nízkomineralizované (balené) vody. Řada těchto případů je hlášena z USA (CDC, 1994). K otravě vodou může samozřejmě dojít i rychlým požitím nadměrného množství vody pitné (např. vodovodní), nejen vody demineralizované, ale s poklesem obsahu RL stoupá i riziko „otravy“.

U destilované a obecně demineralizované vody (RL < 50 mg/l) jsou opakovaně uváděny nepříznivé sensorické (chuťové) vlastnosti, na které se však může spotřebitel časem adaptovat. Také je uváděna snížená schopnost této vody zahánět žízeň (WHO, 1980).

Novější epidemiologické studie z Ruska, porovnávající nemocnost na vybrané choroby u obyvatel konzumujících vodu o různém obsahu rozpuštěných látek, naznačují, že konzumace pitné vody o nízkém obsahu minerálů může být rizikovým faktorem pro vznik hypertenze a ischemické choroby srdeční, vředové choroby žaludku a dvanáctníku, strumy, chronického zánětu žaludeční sliznice a různých novorozeneckých a kojeneckých komplikací

(jako jsou novorozenecká žloutenka, anémie, zlomeniny kostí a poruchy růstu (Lutaj, 1992; Mudryj, 1999).

K otázce pití destilované vody se v 90. letech jednoznačně postavila i Německá společnost pro výživu (DgFE, 1993) – její stanovisko je uvedeno v Příloze č. 2.

Ad 2) Prakticky nulový příjem vápníku a hořčíku vodou

Přestože pitná voda, až na výjimky, není hlavním zdrojem příjmu vápníku (Ca) a hořčíku (Mg), zdravotní význam a dopady tohoto „vodního“ podílu výrazně přesahují význam nutriční, vyjádřený jako podíl hmotnosti na celkovém denním příjmu těchto prvků. Ani – co do množství nijak deficitní – současná strava obyvatel vyspělých průmyslových zemí nedokáže kompenzovat absenci Ca a především Mg v pitné vodě.

Již na počátku 60. let bylo v USA prokázáno a od té doby desítkami epidemiologických studií provedených v mnoha vyspělých zemích potvrzeno, že konzumace měkké vody (tj. vody s nižším obsahem Ca a Mg) vede ke statisticky významnému růstu nemocnosti i úmrtnosti na kardiovaskulární choroby, v porovnání s oblastmi zásobovanými vodou tvrdší. Nejnovější práce dále naznačují, že konzumace měkké vody, resp. vody s nižším obsahem Ca se pojí se zvýšeným rizikem zlomenin u dětí, jakož i některých neurodegenerativních chorob a některých typů rakoviny; vody s nižším obsahem Mg se pravděpodobně pojí se zvýšeným rizikem onemocnění motorického neuronu i vzniku těhotenských komplikací, tzv. preeklamsií. Podrobně jsou zdravotní účinky měkké vody zpracovány ve zvláštní studii Státního zdravotního ústavu (SZÚ) „Zdravotní význam tvrdosti pitné vody“ (SZÚ, 2000).

Ve vztahu k účinkům demineralizované vody je nutné si uvědomit, že demineralizovaná voda je extrémním případem měkké vody a že všechna rizika popisovaná ve spojení s konzumací měkké vody budou u demineralizované vody pravděpodobně ještě mnohem výraznější.

Specifické poznatky o změnách metabolismu vápníku u lidí, zásobovaných odsolenou vodou (destilovanou vodou filtrovanou přes filtry s vápencovou drtí) s nízkým obsahem RL a Ca, přinesly studie z města Ševchenko. U těchto lidí byla zjištěna snížená aktivita alkalické fosfatázy, snížená koncentrace Ca a P (fosforu) v krevní plazmě a zvýšená dekalifikace kostní tkáně – tyto změny byly výraznější u žen a rostly s délkou pobytu v uvedeném městě (WHO, 1980).

Vliv vápníku ve vodě potvrzuje i studie na krysách, provedená s odsolenou vodou, doplněnou o rozpuštěné látky ve výši 400 mg/l a třemi různými obsahy Ca: 5 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/l. U skupiny zvířat napájené vodou s obsahem Ca 5 mg/l se projevila snížená funkce štítné žlázy a jiných souvisejících funkcí oproti ostatním dvěma skupinám (WHO, 1980).

Na základě těchto i jiných studií pak vzniklo doporučení na minimální esenciální obsah vápníku v odsolované pitné vodě ve výši 30 mg/l; jako optimální se uvádí hodnota 50 mg Ca/l (WHO, 1980; Rachmanin *et al*, 1990).

Ad 3) Snížený příjem některých jiných esenciálních prvků a stopových prvků

Jak již bylo uvedeno: přestože pitná voda až na výjimky (např. fluoridy) nebývá pro člověka převážným zdrojem esenciálních (pro život nezbytných) prvků a stopových prvků, může být její podíl na celkovém příjmu v některých případech dost významný a to z následujících důvodů. Moderní běžná strava díky nadměrné rafinaci bývá ochuzena o významnou část řady prvků přítomných ve výchozí surovině a nepředstavuje tak (v případě

minerálií a stopových prvků) plnohodnotný nutriční zdroj. Ve vodě jsou prvky přítomny převážně ve volném iontovém stavu, a proto se ve většině případů vstřebávají z vody mnohem lépe než z potravy, kde jsou většinou vázány na různé jiné látky. Podrobněji byl význam vody jako nutričního zdroje pro esenciální prvky zhodnocen již dříve (Kožišek, 1992).

Úvahy o významu ve vodě obsažených mikrokvant některých stopových prvků jsou podporovány také studii na zvířatech. Např. pokus na krysách, které (rozděleny do 4 skupin) pily 6 měsíců vodu: a) vodovodní; b) demineralizovanou; c) demineralizovanou s dodatkem prvků (J, Co, Cu, Mn, Mo, Zn, F) na úrovni vody vodovodní; d) demineralizovanou s dodatkem uvedených prvků v koncentraci 10 x vyšší než ad c). Při pokusu bylo zjištěno, že různý příjem stopových množství prvků se projevil v různém obsahu těchto prvků ve svalové tkáni (až 6-ti násobné rozdíly). Dále bylo zjištěno, že příjem čisté demineralizované vody nepříznivě ovlivnil proces krvetvorby: např. střední obsah hemoglobinu v jednom erytrocytu byl u této skupiny až o 19% nižší než u skupiny napájené vodovodní vodou; u skupin s vodou obohacenou prvky byly výsledky ještě příznivější (Kondratjuk, 1989)

Ad 4) Vysoké ztráty vápníku, hořčíku a jiných esenciálních prvků z potravin vařených v demineralizované vodě

Bylo prokázáno, že vařením v měkké vodě dochází k významným ztrátám všech esenciálních prvků z potravin. U hořčíku a vápníku mohou ztráty dosahovat až 60%, u některých dalších stopových prvků dokonce ještě více (Cu 66%, Mn 70%, Co 86%). Naopak vařením v tvrdší vodě se ztráty minimalizují, u vápníku může dojít dokonce i k obohacení vařené potravin (WHO, 1978; Haring *et al*, 1981; Novikov *et al*, 1983; Oh *et al*, 1986). Opět je nutné si uvědomit, že demineralizovaná voda je ještě „agresivnější“ a „hladovější“ než voda měkká.

Vzhledem k tomu, že potraviny poskytují podstatnou část výživných látek, může použití demineralizované vody na vaření znamenat pro člověka výrazný deficit v příjmu některých esenciálních prvků, mnohem větší a významnější než množství těchto prvků nepřijatých „pitnou“ (v tomto případě demineralizovanou) vodou. Protože moderní způsob stravování většinou neposkytuje dostatek všech nezbytných prvků, je nutné každý faktor v procesu zpracování a úpravy potravin, který vede k neodůvodněným ztrátám žádoucích prvků a látek, hodnotit jako zdravotně nežádoucí.

I kdyby neexistoval přímý negativní účinek pití demineralizované vody na člověka (jako že existuje) a i kdyby obvyklá strava současnosti byla skutečně schopná poskytnout všechny potřebné nutrienty v potřebném množství (jako že, bohužel, toho většinou schopná není), bylo by pití demineralizované vody stejně málo smysluplné jako je výživa založená čistě na produktech z bílé mouky.

Ad 5) Zvýšené riziko toxického působení těžkých kovů přijímaných ve stravě

Ve vodě (i stravě) obsažený vápník a v menší míře i hořčík mají navíc prospěšnou funkci antitoxickou, když – buď přímou reakcí za vzniku nevstřebatelné sloučeniny nebo kompeticí na vazebných místech – zabraňují vstřebávání některých toxických prvků, např. olova a kadmia ad., a jejich přechodu ze střeva do krve (Thompson, 1970; Levander, 1977; Oehme, 1979; Hopps *et al*, 1986; Nadeenko *et al*, 1987; Plitman *et al*, 1989).

Přestože tento ochranný účinek je samozřejmě limitován, lze tvrdit, že používáním demineralizované vody se člověk vystavuje riziku, že toxické látky přijímané ze stravy a z ovzduší (pokud tyto látky ulpěly na sliznici úst či nosu a byly polknuty) mohou mít nepříznivější účinek, než kdyby člověk používal pitnou vodu obvyklé mineralizace a tvrdosti.

Ad 6) Zvýšené riziko druhotné kontaminace demineralizované vody

Demineralizovaná voda je voda v nerovnováze, a proto je mimořádně agresivní vůči materiálům, se kterými přichází do styku. Demineralizovaná voda ochotně přijímá všechny vodou rozpustné látky (odtud také její označení jako voda „hladová“), např. kovy z potrubí, změkčovačů a další organické toxické látky z hadicových rozvodů, plastových a pryžových zásobníků apod. – aniž by však obsahovala ty minerální látky, které některé tyto substance na sebe váží a mohou je tak alespoň částečně „dezaktivovat“.

Minimálně z provozních důvodů, aby se omezila koroze potrubí a vyluhování nežádoucích látek z něj, je voda po odsolení opět obohacována o minerální látky, a tak se stává stabilnější.

Zvláštní kapitolou je vyšší náchylnost demineralizované vody k bakteriální kontaminaci. Riziko bakteriální kontaminace vody upravované domácími zařízeními na doúpravu vody („vodními filtry“) bylo popsáno již počátkem 80.let (Geldreich *et al*, 1985) a od té doby bylo publikováno mnoho prací na toto téma. V příloze komentovaná studie americké Water Quality Association (WQA, 1993) na podporu zařízení vyrábějících demineralizovanou vodu se odvolává na blíže necitovanou montrealskou studii (pravděpodobně Payment *et al*, 1991a). Tato studie, která byla primárně zaměřená na posouzení mikrobiologického rizika vodovodní vody a nikoliv na riziko RO, porovnávala po dobu 15 měsíců výskyt akutních onemocnění GIT mezi dvěma skupinami obyvatel, z nichž jedna používala vodovodní vodu bez úpravy (surová voda pocházela z bakteriálně kontaminovaného povrchového zdroje) a druhá tutéž vodu po domácí doúpravě (mechanický filtr, aktivní uhlí, reverzní osmóza). U skupiny, která používala doúpravu, byl výskyt příznaků poruch GIT nižší.

Avšak v jiné, souběžně prováděné prospektivní epidemiologické studii stejného kolektivu autorů (Payment *et al*, 1991b), která se zaměřila na zkoumání vztahu mezi bakteriální kvalitou vody z RO v domácnostech a výskytem akutních poruch GIT (nauzea, zvracení, průjem...), se zjistilo, že vyšší počet bakterií v upravené vodě po RO byl v pozitivní korelaci s vyšším výskytem GIT poruch v příslušných rodinách. Závěrem autoři vyjadřují znepokojení nad mikrobiologickou bezpečností domácích úpraven vody na bázi RO, protože tyto výsledky byly ve shodě s jejich dřívějšími poznatky (Payment, 1989).

Přestože membrána RO má být schopná odstranit všechny bakterie, tato účinnost nemusí být v praxi stoprocentní, jak dokazuje například tyfová epidemie z vody upravované reverzní osmózou v Saudské Arábii v roce 1992 (al-Qarawi *et al*, 1995).

Státní zdravotní ústav může ze své zkušenosti uvést, že zejména tlakové nádoby jednotek reverzní osmózy jsou velmi náchylné k bakteriální kontaminaci. Obsahují totiž pryžový vak, jehož povrch je velmi výhodným prostředím pro pomnožování bakterií. Pokud k takové kontaminaci jednou dojde, je prakticky nemožné ji nějak odstranit a tlaková nádoba musí být vyměněna za novou. Řešit tuto situaci zařazením dezinfekční jednotky (většinou UV-lampy; jako prevence infekčních onemocnění) na konec sestavy je sice možné, ale neřeší se tím jiný problém vysokého počtu bakterií: bakterie v tlakové nádobě (jako všechny živé organismy) produkují různé metabolity (produkty jejich metabolismu), které se navíc masivně uvolní po rozpadu těl usmrcených bakterií, a tyto chemické látky mohou např. vyvolat

nežádoucí štěpné reakce v mléčných produktech (kojenecká výživa !) nebo snad být i přímou příčinou různých nespecifických potíží (únava, bolesti hlavy, vliv na imunitní systém) citlivějších jedinců (Hrubý *et al*, 1984; Hrubý, 1998).

Z výše uvedených důvodů nemůže být demineralizovaná voda považována za vodu pitnou. Jedině voda s určitým obsahem esenciálních minerálních látek (a dalších přirozených součástí vody jako jsou např. hydrogenuhličitany) je voda pitná. Obsah těchto látek (spolu s dalšími, dosud ne zcela dobře objasněnými charakteristikami jako je např. struktura vody), který předurčuje, že voda může nejen „neškodit“, ale i pozitivně přispívat k lidskému zdraví, se nazývá **biogenní** nebo **biologická hodnota pitné vody**.

Proto při výrobě pitné vody z vody slané následují po fázi demineralizace (destilace, RO, deionizace) další fáze úpravy: úprava minerálního složení, stabilizace, dezinfekce.

Úprava minerálního složení („salt adjustment“) se provádí některým ze tří dostupných způsobů:

- 1) Smíchání vody demineralizované s vodou dosud neupravenou nebo s vodou z jiného zdroje v takovém poměru, aby výsledný produkt odpovídal požadavkům minimálního obsahu RL.
- 2) Přidání směsi minerálů, která se ve vodě rozpustí (používá se pro úpravu menších objemů vody, např. na lodích).
- 3) Filtrace přes materiál, který vodu obohatí o vybranou látku – nejčastěji uhličitán vápenatý (filtrace vody předem obohacené oxidem uhličitým přes mramor, dolomit nebo korál).

Žádný z dostupných způsobů remineralizace nelze považovat za optimální, protože vodu neobohacuje o všechny potřebné součásti vody (křemík, draslík ad.), ale pouze zmírňuje agresivní účinky demineralizované vody.

Závěr

Demineralizovaná voda pro absenci nebo naprostý nedostatek základních minerálních součástí nemá charakter pitné vody a její pravidelnou konzumaci nebo jednorázovou konzumaci ve větším množství nutno považovat za zdravotně rizikovou až nebezpečnou. Důvody jsou uvedeny v předchozí části tohoto dokumentu.

Z těchto důvodů je také z hygienického hlediska nutno odmítnout zařízení na bázi destilace, deionizace, reverzní osmózy nebo nanofiltrace jako koncový stupeň úpravy pitné vody, protože tyto technologie zbavují vodu prakticky všech rozpuštěných látek a součástí (nejen nežádoucích, ale i potřebných) a výsledný produkt nemá charakter pitné vody, ale ultračisté vody technické (destilované). Ani dodatečný stupeň "remineralizace", který někteří výrobci za RO zařazují a který má vodě zpětně dodat alespoň ionty vápníku a (v menší míře i) hořčíku, není schopen vodu dostatečně obohatit na minimální potřebnou úroveň těchto důležitých součástí pitné vody, nehledě k jiným prospěšným prvkům, ve vodě obvykle přítomným.

Odmítnout nutno i použití těchto technologií na úpravu vody, která má být použita „pouze“ na vaření. Vařením v demineralizované vodě totiž dochází k abnormálním ztrátám nutričně významných látek z potravin.

Přesto jsou – částečně z neznalosti, převážně však z komerčních důvodů – stále častěji nabízeny k využití v domácnostech, školách a stravovacích službách přístroje na výrobu demineralizované vody. Jako na ideální způsob získání „čisté“ a „zdravé“ pitné vody. Tyto

aktivity se opírají o několik podpůrných argumentů a prací (Bragg *et al*, 1998; WQA, 1993; Šafka, 2000), které považujeme z větší části za mylné a proto zaslouží komentář. Ten je uveden v Příloze č. 1.

Připustit tato zařízení by bylo možné jen tam, kde není dostupný jiný zdroj vody než voda o vysoké mineralizaci, u které není možné snížit obsah RL jiným způsobem. Podmínkou je, aby část vody ze zdroje proudila obtokem mimo zařízení, míchala se s vodou prošlou demineralizačním stupněm a výsledný směsný produkt odpovídal jak požadavkům minimálního obsahu vápníku a hořčíku, tak i ostatním limitním hodnotám pro pitnou vodu. Kvalita upravené vody po smíchání musí být co do obsahu RL pravidelně, nejlépe kontinuálně kontrolována (např. vodivostí) a celý proces musí probíhat pod odborným dohledem.

Případné „běžné“ problémy s kvalitou vody je v případě potřeby možné řešit použitím různých specifických technologií na doúpravu vody, které nezasahují do složení vody tak razantně jako zařízení na bázi RO, ale selektivně odstraňují příslušný typ kontaminujících látek.

Specifickou otázkou, aktuální pro řadu kojeneckých oddělení nemocnic a kojeneckých ústavů, jejichž vodovodní voda není vhodná pro kojence a které nemají na vodu balenou, je možnost použití demineralizované vody pro přípravu kojenecké stravy. Čistě teoreticky lze k tomu uvést, že

- pokud by produkt (demineralizovaná voda) s výjimkou minimálního obsahu Ca a Mg odpovídal ve všech ukazatelích kvalitativním požadavkům na kojeneckou vodu,
- pokud by byla zajištěna taková manipulace a uchování připravené vody, která by vyloučila druhotnou kontaminaci (mikrobiální !) a
- pokud by byla zajištěna pravidelná kontrola kvality,

bylo by možné tuto vodu po převaření použít k přípravě umělých mléčných výživových přípravků, pokud jejich výrobce písemně zaručí, že jsou co do obsahu minerálních látek plnohodnotné a je možné je ředit demineralizovanou vodou. Demineralizovanou vodu zde však nelze použít k přípravě čajů či jiných nápojů (riziko hyponatremického šoku), ani k vaření. Je proto diskutabilní, zda je pro takové oddělení reálné zajišťovat vodu ze dvou zdrojů (demineralizovanou na umělou mléčnou výživu a „normální“ kojeneckou vodu na ostatní nápoje a stravu). Nouzovým řešením by snad bylo míchání vod (vodovodní + kojenecká balená; demineralizovaná + vodovodní; demineralizovaná + kojenecká balená) tak, aby výsledný produkt jasně odpovídal kvalitativním požadavkům na kojeneckou vodu a byly zachovány výše uvedené požadavky na „výrobu“, manipulaci a kontrolu. Jiným „řešením“ pro tyto účely by možná bylo nově definovat bezpečný limit dusičnanů (ve vodě) z hlediska vzniku methemoglobinémie – podle současných poznatků se zdá, že za bezpečnou by bylo možné považovat i vyšší hodnotu než současných 15 mg/l za předpokladu, že voda by byla bakteriálně nezávadná.

Závěrem je užitečné se vyjádřit ještě k otázce, proč jsou na jedné straně hygienické námitky proti „demineralizační“ úpravě pitné vody, ale na straně druhé se toleruje výroba a distribuce některých stolních a kojeneckých vod, které obsahem vápníku a hořčíku také nedosahují požadovaného minima pro pitnou vodu. Tyto (nízkomineralizované) vody jsou přírodním produktem a u těchto typů vod je úprava minerálového složení zakázána. Na etiketě by mělo být uvedeno chemické složení, aby zákazník věděl, o jakou vodu se jedná. Tato voda není zákaznickova dodávána trvale bez možnosti volby (jako voda vodovodní), ale sám se rozhoduje, zda si ji zakoupí či ne podle toho, zda je pro něho vhodná či ne. To samozřejmě předpokládá určitou znalost a osvětu, aby bylo možné se správně rozhodnout. Tyto vody jsou vhodné např. pro přípravu kojenecké umělé mléčné výživy, pro některé nemocné, pro podporu

diurézy, jako nápoj pro kohokoliv apod. Jako trvalý základ pitného režimu jsou však vhodné takové vody, které se svým obsahem esenciálních prvků blíží optimálním hodnotám. Hygienická služba i Státní zdravotní ústav vykonávají v tomto směru stálou osvětu (viz např. nedávno vydaný leták o pitném režimu).

Přílohy:

- Komentář k pracím podporujícím pití demineralizované vody
- Stanovisko Německé společnosti pro výživu k pití demineralizované vody
- Literatura

PŘÍLOHA 1

Komentář k pracím podporujícím pití demineralizované vody

První prací, která si získala ve světě (především v USA) mezi laiky ohlas a udržela si ho dodnes, byla kniha otce a dcery Braggových „The Shocking Truth About Water“. Vyšla poprvé v USA v roce 1970 a od té doby se tam dočkala téměř třiceti vydání; přeložena byla i do jiných jazyků, včetně češtiny – pod názvem „Šokující pravda o vodě“ zde vyšla v roce 1998 (Bragg *et al*, 1998). Kniha je pestrá směsicí rad pro zdravý životní styl. Vedle některých nepochybně správných doporučení ohledně výživy a fyzické aktivity obsahuje kniha také řadu nesmyslů, například že cirhóza jater je způsobena přirozenými sloučeninami vápníku ve vodě.

Vůdčí ideou knihy je však absurdní myšlenka, že každá voda přírodního původu je zdraví škodlivá, protože obsahuje přírodní anorganické látky, a jedinou zdravou vodou je voda destilovaná: „*Aby byl člověk stoprocentně zdravý, musí mít tělo naprosto čisté, bez usazenin anorganických látek, které jsou obsaženy v městské vodě z vodovodu a ve vodě z jezer, řek, studní a pramenů. Anorganické látky znečišťují lidské tělo, způsobují zvrápenání, zanášení a ucpávání cévního systému člověka a oslabují jeho důležité orgány. (str.143)...Naše tělo potřebuje vodu, ale musí to být přírodně čistá voda, která je složena ze 100% z kyslíku a vodíku. Čistou vodu lze získat dvěma způsoby: 1. Z čerstvé, organicky vypěstované zeleniny a ovoce. 2. Z vody vyrobené destilací. (str. 27)... Anorganická voda je bezesporu univerzálním nápojem, který je příčinou nemocí a předčasně smrti. (str. 129) ... Jakmile vypijeme jen jednu sklenici obyčejné vody z vodovodu, rozběhne se v našem těle proces kornatění. (str. 154)“*

Autoři mechanisticky předpokládají, že lidské tělo je jako neživý stroj, resp. že cévy jsou zanášeny sloučeninami vápníku a dalších látek stejně jako kovové vodovodní trubky.

Musíme připustit, že toho dosud mnoho nevíme o všech formách, v jakých se prvky v prostředí vyskytují (bezpečně víme, že těch forem je mnoho), na co jsou vázány a jak tyto formy ovlivňují využitelnost prvků živými organismy. Analytické techniky většinou určují sumu prvku, bez rozlišení forem. Z různých studií, prováděných převážně s toxickými prvky, víme, že některé se lépe vstřebávají v anorganické, jiné v organické formě. Nelze zatím rozhodně považovat za prokázané, jak tvrdí různí výrobci potravních doplňků, že pouze minerální látky a stopové prvky v koloidní formě jsou organismem využitelné.

Proti tomu stojí desítky publikovaných vědeckých prací, které prokazují, že např. vápník a hořčík z pitné vody jsou nejen stejně dobře (nebo i lépe) vstřebatelné jako tyto prvky přijímané ve stravě, ale že jsou i dobře využitelné a dokáží pozitivně ovlivňovat lidské zdraví: pevnost kostí, již zmíněný ochranný účinek proti kardiovaskulárním chorobám a některým jiným degenerativním onemocněním apod. Kdyby měl pan Bragg při psaní své knihy zájem, mohl se z výsledků tehdy již deset let publikovaných epidemiologických studií v USA přesvědčit, že co se týče kornatění cév, neplatí jeho smyšlená úměra „čím tvrdší voda, tím hůře pro cévy“, ale naopak: právě měkká voda, o destilované vodě nemluvě, znamená zvýšené riziko pro vznik cévních a srdečně-cévních chorob. Příklady a citace některých nejnovějších prací na toto téma lze nalézt ve studii o tvrdosti vody (SZÚ, 2000), jiné byly zmíněny výše v části hodnotící rizika z nižšího příjmu některých esenciálních prvků.

Dalším nepřehlédnutelným příkladem využitelnosti prvku z pitné vody je případ fluoridů a umělé fluoridace vody, díky které byl v mnoha zemích na světě účinně omezen výskyt zubního kazu (CDC, 2000). Přestože fluoridace vody je způsob medikace sporný

z hlediska ekonomického, ekologického i etického, je dobrým příkladem využití typicky anorganické látky (která se určitě ve vodě nevyskytuje v koloidní formě) z pitné vody.

Když v roce 1992 vyšla knížka „Šokující pravda o vodě“ v němčině, reagovala Německá společnost pro výživu (DgFE) publikováním oficiálního stanoviska, kterým v odborné literatuře varovala před pitím demineralizované vody (DgFE, 1993). Protože toto důležité stanovisko je posledním uceleným odborným komentářem publikovaným k otázce pití demineralizované vody, uvádíme jej v českém překladu v celém znění v Příloze č. 2 k tomuto dokumentu.

Dalším podpůrným materiálem pro demineralizovanou vodu je zpráva „Konzumace vody s nízkým obsahem rozpuštěných látek“ (WQA, 1993), připravená v roce 1993 odbornou komisí americké Water Quality Association (WQA), což je zájmové sdružení výrobců přístrojů na úpravu vody v domácnosti.

Tato zpráva, bohužel, nepřináší žádné vědecké důkazy pro své závěry, že pití vody s obsahem RL méně než 100 mg/l včetně vody demineralizované je zcela bezpečné. Omezuje se na kritiku sovětských výzkumů shrnutých v citovaném dokumentu Světové zdravotnické organizace (WHO, 1980) a dále uvádí několik empirických poznatků z praxe. Některá tvrzení (uvedená kurzivou) a závěry zde komentujeme:

- Zpráva nerozlišuje úroveň mineralizace posuzovaných vod („...malé změny v osmolalitě (na membránách) v důsledku čištění pitné vody (RL od 0 do 100 mg/l) jsou rychle vyrovnány...“), i když účinek vody s obsahem RL < 1 mg/l a vody s obsahem RL 90-100 mg/l je rozdílný.
- Zpráva se v úvodu alibisticky vyhýbá posouzení významu obsahu Ca a Mg ve vodě („...tvrdá voda versus měkká voda...nejsou předmětem této zprávy...“), přestože se zde jedná o rozhodující faktor, resp. faktor, o kterém existuje dostatek vědeckých informací.
- Přídavek iontů ze slin do požití demineralizované vody nestačí kompenzovat absenci RL ve vodě.
- Autoři zprávy WQA kritizují studii WHO, připravenou ruskými autory (WHO, 1980), a svoji kritiku opírají o četbu 6 a ½ stran anglického souhrnu zdravotních účinků demineralizované vody – s tím, že jim není jasná metodika provedených studií a úroveň originálních publikovaných prací atd. a tedy celá práce je vědecky podezřelá, sporná a nevěrohodná. Dříve než publikovali toto odvážné tvrzení, si však měli nejdříve podrobně přečíst ty stovky stran originálních (a v dokumentu WHO citovaných) ruských studií. Některým těmto studiím lze z pohledu současného stavu poznání vytýkat některé nedostatky, ale jejich celková úroveň většinou stačí k tomu, abychom do doby, než budou zveřejněny nové a metodicky dokonalejší studie s přesvědčivě opačnými výsledky, považovali jejich závěry za dané nebo přinejmenším možné.
- „U psů byly stejné fyziologické změny pozorovány u vody s obsahem RL 50 mg/l a 1000 mg/l. Proto závěry o doporučení minimálního obsahu RL 100 mg/l nejsou moc přesvědčivé.“ – Pokud víme, pro vyvolání některých akutních změn je podstatnější změna druhu (mineralizace) konzumované vody než absolutní obsah látek ve vodě. Obě hodnoty RL (50 i 1000 mg/l) také leží na okraji nebo za okrajem fyziologicky optimální koncentrace a rozmezí RL v pitné vodě (cca 200-500 mg/l). Proto obdobná „nefyziologická reakce“ mechanismů homeostázy nemusí být překvapující.
- „Dokonce i kdyby obsah RL nebyl zvýšen nějakými vnějšími prostředky, existuje interní zvýšení obsahu RL kterékoli ředěné tekutiny, kterou vypijeme, skrze přídavek (RL) ze slin, žaludeční sekrece a sekrece tenkého střeva...“ - Proč jsou potom pozorovány rozdílné fyziologické odezvy různých vod, když si lidské tělo s jakoukoli tekutinou bez problému poradí?

- „*Dokument (WHO) má tendenci činit závěry z pokusů na anhidrotických (tj. neprodukcujících pot) laboratorních zvířatech jako psi, krysy a králíci a vztahovat tyto závěry na velmi hidrotické lidské bytosti...To je fyziologicky neoprávněné, ne-li přímo vědecky chybné...*“ – Většina údajů o toxicitě či esencialitě prvků, které máme a používáme pro regulační opatření v lidské sféře, pochází z pokusů na „anhydrotických“ zvířatech, aniž by to přední vědecké instituce, včetně U.S. Environmental Protection Agency, považovaly za „vědecky chybné“. Pocení navíc není primárně součástí vodního hospodářství, ale termoregulace. Nicméně souhlasíme, že v případě vodního a s vodou úzce souvisejícího hospodářství některých prvků je nutné výsledky experimentů na anhidrotických organismech ve vztahu k člověku interpretovat opatrně, protože fyziologické rozdíly zde mohou být. Důležitým podpůrným argumentem je zde skutečnost, že výsledky na zvířatech byly co do základního mechanismu a odezvy organismu podobné s výsledky získanými u lidí. Je zvláštní, že autorům zprávy WQA nevádí se o stranu dál odvolávat na dvě, bohužel blíže neupřesněné, studie na zvířatech (také psech a krysách !), které mají údajně podporovat jejich závěry o dostatečných homeostatických mechanismech organismu proti demineralizované vodě.
- „*Americké vojenské námořnictvo používá na lodích a ponorkách destilovanou vodu s obsahem RL méně než 3 mg/l více než 40 let ...aniž by byly hlášeny nepříznivé zdravotní účinky.*“ – Neznáme situaci v americkém námořnictvu, ale na lodích většiny evropských zemí je praxe poněkud odlišná. Pitná voda je brána do zásobních tanků v přístavu. Pokud velkým zaoceánským lodím zásoba nestačí, vyrábějí si vodu skutečně z vody mořské pomocí evaporátorů (destilátorů). Destilovaná voda je však poté filtrována přes náplně s remineralizační směsí a obohacována mineráliemi. Teprve poté je vhodná pro pitné účely.
- „*Osobně jsem nikdy neslyšel o tom, že by ve střevě byly přítomny osmoreceptory, které by mohly pomáhat regulovat vstřebávání tekutin. (Dr. Wathen)*“ – Jestli autor neslyšel o osmoreceptorech v GIT, mohl se podívat do odborné literatury. Nebo tak může učinit dodatečně – role těchto osmoreceptorů je stále předmětem výzkumu (Andersen *et al*, 2000). Mimochodem, pokud jsme dobře četli, ve studii WHO se v souvislosti s osmoreceptory GIT nehovoří o tom, „že by pomáhaly regulovat vstřebávání tekutin“, ale v souvislosti s jinou funkcí.
- S americkou kritikou lze souhlasit v bodě, kdy je zpochybňována role jater jako depa sodíku pro jeho rychlé vyplavení do krevní plazmy. Také jsme nebyli schopni nalézt žádnou práci z oblasti fyziologie, která by tuto roli jater potvrdovala. Nicméně pozorované zvýšení koncentrace sodíku v plazmě tím asi zpochybnit nejde.
- „*NASA neuvádí žádné zdravotní následky z konzumace vody o obsahu RL cca 0,05 mg/l v kosmických lodích. Zdá se, že NASA toto nikdy nepovažovala za vážný problém...*“ – Neznáme opět situaci v americkém kosmickém výzkumu, ale sovětské odborné časopisy věnované kosmické medicíně problém optimální mineralizace pitné vody často diskutovaly.
- Je pravda, že publikovaných prací na téma zdravotních účinků vody s nízkým obsahem RL je za posledních 15 let málo. Je to, bohužel, ve shodě s obecně malou pozorností, věnovanou v poslední době výzkumu tzv. biogenní hodnoty pitné vody (pozitivním účinkům pitné vody); zájem je soustředěn na nová atraktivní toxikologická témata.
- Zpráva uvádí příklad osmi velkých amerických měst, kde je distribuována vodovodní voda s obsahem RL méně než 100 mg/l (buď stále nebo alespoň přechodně podle míchání různých zdrojů). Opět s tím, že autorům nejsou známé žádné zdravotní problémy s tím spojené. Tyto problémy totiž vyvstanou až při epidemiologickém šetření a srovnání

zdravotního stavu obyvatel dvou či více oblastí s různou kvalitou (tvrdostí) vody. Zde nutno poukázat především na průkopnické práce Američana H.A.Schroedera v oblasti tvrdosti vody a zdraví, který m.j. ve své dodnes hojně citované studii prokázal vztah mezi úmrtností na kardiovaskulární onemocnění u mužů 45-64 let a tvrdostí vody v 163 největších městech USA (Schroeder, 1960). Z řady pozdějších amerických prací lze uvést např. studii zahrnující dvě velké oblasti USA, každou o více než 100 000 čtverečních mil (jihovýchodní pobřeží a severní středozápad), která taktéž prokázala zvýšenou úmrtnost na tyto choroby (a také nižší střední délku života) v oblastech s měkkou vodou (Hopps *et al*, 1986).

- Podobně jsou uváděny ještě další příklady „polních experimentů“ čili praktické aplikace demineralizované vody „bez zdravotních následků“. – Žádné z těchto tvrzení však nikdy nebylo ověřováno nějakou epidemiologickou studií, která by skutečně (srovnáním s jinou populací zásobovanou vodou s vyšším obsahem RL) absenci jakýchkoli nepříznivých zdravotních účinků dokázala.
- „*Nikde na světě žádný zdravotní nebo hygienický orgán, zabývající se pitnou vodou, nikdy nestanovil ani jen nenavrhl minimální požadavek pro obsah RL v pitné vodě.*“ – Zde se autoři mylí nebo záměrně zamlžují skutečnost. Takové doporučení či předpis nebyly dlouho ani potřeba, protože v přírodě se demineralizovaná voda vhodná jako zdroj pitné vody nevyskytuje a je nutné respektovat rozmanité složení přírodních vod. Jakmile se však začaly zavádět technologie snižující obsah RL či vybraných prvků v pitné vodě, vznikly jak doporučení (Rusko – minimálně 100 mg RL/l odsolené vody), tak závazné požadavky (Evropská komise: minimální obsah vápníku nebo ekvivalentních kationtů ve změkčované vodě – 60 mg/l; minimální alkalita pro stejnou vodu – 30 mg (HCO₃⁻)/l; Rusko – minimální tvrdost ad.).

Komentář k této zprávě nutno, bohužel, uzavřít konstatováním, že názory prezentované komisí WQA, které měly být protiargumenty ke studii WHO, mají ještě menší vědeckou váhu, protože jde výlučně o soukromé názory a hypotézy zpracovatelů studie, které nebyly podepřeny jedinou odbornou publikovanou prací.

Na objednávku distributora RO v ČR, firmy Aquel Bohemia s.r.o., vypracoval v roce 2000 (?) fyziolog MUDr.V.Šafka z Lékařské fakulty UK v Hradci Králové krátkou zprávu (4 str.) „Význam reverzní osmózy při doúpravě pitné vody z hlediska fyziologie lidského organismu“. Popisuje v ní princip osmózy a RO. Dále se pouští do výkladu, co je (pitná) voda a jak definovat její zdravotní nezávadnost – zde se však již, vzhledem k svému odlišnému odbornému zaměření – dopouští nepřesností a chyb:

- Kontrolou kvality pitné vody se nepředchází překročení limitů – pouze se kontroluje, zda k překročení nedošlo. Prevence je dána kvalitou a ochranou zdroje, technologií úpravy a provozním řádem vodárny a vodovodu.
- „Mírné překračování některých limitů“ ve vodovodech není na denním pořádku, jak píše autor. Pokud je povoleno nedodržení limitu některého ukazatele z důvodu přirozeného charakteru zdroje, jedná se o ukazatele zdravotně nezávadné (např. pH); pokud by došlo k potvrzenému překračování limitu zdravotně závažného ukazatele, voda by měla být prohlášena za nepitnou.
- I limity zdravotně závažných ukazatelů (u látek s prahovým typem účinku) jsou však stanoveny s takovým bezpečnostním faktorem, že by asi ani jejich trvalé mírné překračování pravděpodobně nevedlo k poškození zdraví (záleželo by na přívodu dané toxické látky do organismu z jiných zdrojů).

- Je pravda, že u látek s bezprahovým typem účinku (některé organické látky), jsou-li přítomny, existuje i při dodržení normovaných limitů určité riziko – avšak toto riziko je zcela nevýznamné oproti riziku, které představuje konzumace demineralizované vody.
- „*Takováto „superčistá“ , „superměkká“ voda rozhodně není zdraví škodlivá, zůstává však u ní otázka individuální snášenlivosti...“* – S první částí věty nelze rozhodně souhlasit, u druhé části se lze jen dohadovat, co tím autor myslel.
- Voda destilovaná rozhodně nevykazuje „neutrální chemickou reakci pH, jak tvrdí autor, jestliže se její pH pohybuje okolo 5,0.
- Na pováženou pak je, když se autor pouští do fantazií ohledně přípravy umělé pitné vody a role reverzní osmózy: „*Ideální stav by byl, kdybychom pili vodu superčistou, třeba destilovanou vodu, která by byla řízeně obohacená o přesné množství prospěšných látek. To je však zatím u nás v celospolečenském měřítku ekonomicky neúnosné. V individuálním měřítku se lze tomuto stavu přiblížit za pomoci zařízení, jež používá fyzikální princip reverzní osmózy, kdy se získávaná voda ideálu čistoty do značné míry přibližuje (str. 2-3)...Aby se z takovéto výstupní „superčisté“ vody stal roztok k pití vhodnější, tedy „voda pitná“, prochází minerální patronou, která ji řízeně opět obohatí o žádané minerály a upraví její kyselost. Za podmínek dodržení všech deklarovaných parametrů jde o ideální stav chemicky čisté (!) vody řízeně obohacené o žádané složky. Tu pak lze v domácnosti používat k libovolným potravinářským účelům včetně kojenecké výživy...“ (str. 4) – Zde autor nejenom že nemá nejmenší představu o tom, co to znamená „řízeně obohatit o žádané složky“ (které složky a v jakém množství ??), ale asi ani netuší, že jím vychvalovaný přístroj a jemu podobné (v domácím provedení) prakticky o nic vodu neobohatí, jak dokazují dosavadní výsledky. Minerální patrona je totiž tak malá a proces „remineralizace“ tak málo výkonný, že dodané množství Ca a Mg je hluboko pod požadovanou minimální hodnotou, nehledě k jiným prospěšným esenciálním prvkům, které patrona nedodává vůbec. Umělá příprava „čisté“ pitné vody „optimálního složení“, které by vzhledem k rozdílným individuálním potřebám šlo definovat v dost širokém rozmezí, by dnes žádného vodárenského nebo hygienického odborníka nenapadla. Nejenom pro technickou a ekonomickou neúnosnost, ale i proto, že dnes už začínáme tušit význam i jiných atributů kvality (např. struktura vody) než je chemické složení vody, které jsou možná neméně důležité a kde člověk přírodu nahradit prostě neumí.*
- A jestliže autor doporučuje reverzně osmotickou vodu pro kojeneckou výživu, měl by rodiče zároveň varovat o všech rizicích s tím spojených.

Stranou komerčně laděných doporučení pak stojí nezištně myšlená doporučení z neznalosti, které však mohou mít někdy ještě zhoubnější následky. Příkladem může být doporučení autora knihy „Wilsonova choroba“ (Mareček, 1996) ohledně diety pro nemocné.

Wilsonova choroba je porucha metabolismu mědi, při které dochází k hromadění mědi v organismu, především játrech. Dieta je zde sice jen pomocným, přesto důležitým prostředkem při terapii. Je založena na snížení přívodu mědi z potravin, případně též z pitné vody.

Autor knihy uvádí: „...*Nemocným doporučujeme, aby nepoužívali vodu obsahující více než 0,2 ppm (mg Cu/l)...Všem našim nemocným doporučujeme, aby si nechali vyšetřit obsah mědi v jejich pitné vodě a kde je tato hodnota překročena, aby používali deionizovanou nebo destilovanou vodu.*“ (str. 81)

Domníváme se, že pravidelné pití destilované nebo deionizované vody – z důvodů dříve uvedených – by nemocným s Wilsonovou chorobou ničím neprospělo, naopak by mohlo zkomplikovat jejich zdravotní stav. A to nemluvíme o tom, že mnoho, především starších

typů destilačních přístrojů (dosud obvyklých v některých nemocnicích a ústavech) obsahuje měděnou spirálu a produkuje vodu s obsahem mědi v jednotkách mg/l, tedy zhruba tisícinásobně více, než je obsah mědi ve vodě z veřejných vodovodů ČR.

Toto doporučení považujeme tedy za vysoce riskantní. Nemocní by se měli orientovat buď na vodu vodovodní (pokud nemají v domě měděné rozvody, je obsah mědi prakticky vždy pod 0,1 mg/l) nebo vodu balenou kojeneckou či stolní, kde je obsah mědi pod mezí stanovení.

PŘÍLOHA 2

Stanovisko Německé společnosti pro výživu k pití demineralizované vody

[*Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten, (Lékařský měsíčník pro farmaceuty) - 16 (5), str.146, 1993*]

Otázky z praxe

Pít destilovanou vodu?

Voda jako potravina se v poslední době stala předmětem diskuse řady rádců v oblasti výživy. Knížička „Voda – největší tajemství zdraví“ (Wasser – Das größte Gesundheitsgeheimnis) od Dr. P. C. a Dr. P. Braggových (Waldthausen, 1992) varuje před požíváním pitné a minerální vody. Tělo podle ní potřebuje přírodně čistou vodu obsaženou v zelenině a ovoci a rovněž vodu v podobě vody destilované. Kniha vybízí k pití většího množství destilované vody, a to dokonce v rámci odtučňovacích kúr. Je možné pokládat destilovanou vodu za smysluplný zdroj tekutin?

Odpověď Německé společnosti pro výživu /Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung/: Výlučné požívání čisté (destilované) vody může v závislosti na výživě vést k ochuzování těla o elektrolyty. Trvalý příjem destilované vody není ze zdravotních důvodů možné doporučit.

Všechny substance, které jsou v organismu transportovány či biochemicky přeměňovány, jsou rozpuštěné ve vodě. Voda se v lidském organismu vždy pojí s určitými koncentracemi elektrolytů (např. draslíkové a sodíkové ionty), které tělo udržuje na konstantní výši.

Vzhledem k tomu, že tělo vylučuje tekutinu nikoliv v podobě „čisté“ vody, nýbrž vždy ve sloučení se solemi, musí se postarat o *náležitý přísun elektrolytů*. Velkou část z nich si organismus bere z pevné stravy, menší část poskytují nápoje a pitná voda.

Destilovaná voda vede ke *snížení* koncentrace elektrolytů rozpuštěných v tělních tekutinách. Důsledkem narušené distribuce vody mezi jednotlivými buňkami v těle může dojít k funkčním poruchám důležitých orgánů. Počátečními symptomy jsou únava, slabost a bolesti hlavy; těžké narušení elektrolytů může vést ke svalovým křečím a k poruchám srdečního rytmu.

Ve vztahu k výskytu těchto symptomů je rozhodující denní *dávka* požití destilované vody. Bez nebezpečí je příjem malého množství destilované vody doprovázený souběžným požíváním různorodé potravy, neboť minerální látky z pevné stravy mohou kompenzovat deficit látek ve vodě.

Při pití destilované vody neprovázené příjmem pevné stravy chybí možnost této kompenzace. V tomto ohledu jsou rizikem *odtučňovací kúry*. Rovněž nahrazování úbytku vody a minerálních látek, vyvolaného *pocením*, destilovanou vodou je třeba pokládat za problematické, protože destilovaná voda nenahradí z těla vyloučené elektrolyty a navíc snižuje koncentrace elektrolytů v těle.

Ze stejných důvodů *nelze pokládat za vědecky opodstatněná* doporučení ke konzumaci destilované vody místo vody pitné, jako je tomu např. ve výživových doporučeních „Fit for Life“.

Záměr ochudit vodu destilací o minerální látky a stopové prvky je z fyziologického pohledu neodůvodnitelný. Například *resorpce vody* buňkami střevního epitelu je možná pouze ve spojení s *transportem sodíkových iontů*. Při pití destilované vody musí střevo nejdříve elektrolyty do této vody předat, aby ji mohlo za pomoci elektrolytů vstřebat. Tělo potom musí sáhnout do svých rezerv nebo po minerálních látkách dodaných stravou. To by při velmi nízkém příjmu destilované vody sice nemuselo být zdraví škodlivé, je to však zbytečné.

U destilované vody je kromě toho nebezpečí zamoření *zárodky* o něco vyšší než u přírodní mineralizované vody.

Pramen:

Informationsdienst Haushalt und Heime der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V.
/Informační služba pro domácnosti a domovy Německé společnosti pro výživu/, září 1992

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Feldbergerstraße 28, 6000 Frankfurt/Main I

(překlad SZÚ)

PŘÍLOHA 3

Literatura

- al-Quarawi, S.N., el Bushra, H.E., Fontaine, R.E., Bubshait, S.A., el Tantawy, N.A. (1995). Typhoid fever from water desalinated using reverse osmosis. *Epidemiol. Infect.* 114: 41-50.
- Andersen, L.J., Jensen, T.U., Bestle, M.H., Bie, P. (2000). Gastrointestinal osmoreceptors and renal sodium excretion in humans. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 278: R287-94.
- Basnyat, B., Sleggs, J., Spinger, M. (2000). Seizures and delirium in a trekker: the consequences of excessive water drinking? *Wilderness and Environmental Medicine* 11: 69-70.
- Bragg, P.C., Braggová, P. (1998). Šokující pravda o vodě. Fontána, Olomouc.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (1994). Hyponatremic seizures among infants fed with commercial bottled drinking water – Wisconsin, 1993. *MMWR* 43: 641-643.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2000). Achievements in public health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *JAMA* 283: 1283-1286.
- DgE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (1993): Destilliertes Wasser trinken ? *Med. Mo. Pharm.* 16: 146.
- Geldreich, E.E., Taylor, R.H., Blannon, J.C., Reasoner, D.J. (1985). Bacterial colonization of point-of-use water treatment devices. *Journal AWWA* 77: 72-80.
- Haring, B.S.A., Van Delft, W. (1981). Changes in the mineral composition of food as a result of cooking in „hard“ and „soft“ waters. *Arch. Environ. Health* 36: 33-35.
- Hopps, H.C., Feder, G.L. (1986). Chemical qualities of water that contribute to human health in a positive way. *Sci. Total Environ.* 54: 207-216.
- Hrubý, S. *et al.* (1984). *Mikrobiologie v hygieně výživy*. Avicenum, Praha.
- Hrubý, S. (1998). Hygienická problematika podmíněně patogenních mikroorganismů. *Hygiena* 43: 169-173.
- Kondratjuk, V.A. (1989). O hygienickém významu stopových prvků v nízkomineralizované pitné vodě (v ruštině). *Gig. Sanit.* No.2/1989: 81-82.
- Kožíšek, F. (1992). Biogenní hodnota pitné vody. *Disertační práce*. SZÚ, Praha.
- Levander, O.A. (1977). Nutritional factors in relation to heavy metal toxicants. *Fed. Proceed.* 36: 1683-1687.
- Lutaj, G.F. (1992). Chemické složení pitné vody a zdraví obyvatel (v ruštině). *Gig. Sanit.* No. 1/1992: 13-15.
- Mareček, Z. (1996). *Wilsonova choroba*. Galén, Praha.
- Mudryj, I.V. (1999). O vlivu minerálního složení pitných vod na zdraví obyvatelstva (v ruštině). *Gig. Sanit.* No.1/1999: 15-18.
- Nadeenko, V.G., Lenčenko, V.G., Krasovskij, G.N. (1987). Kombinovaný účinek kovů při příjmu pitnou vodou (v ruštině). *Gig. Sanit.* No.12 /1987: 9-12.
- Novikov, Ju.V., Plitman, C.I., Levin, A.I. *et al.* (1983). O vlivu nízkomineralizovaných vod na zdraví obyvatelstva (v ruštině). *Gig. Sanit.*, No. 6/1983: 71-73.
- Oehme, F.W. (ed.) (1979). *Toxicity of heavy metals in the environment*. Part 1. M.Dekker, New York.
- Oh, C.K., Lücker, P.W., Wetzelsberger, N., Kuhlmann, F. (1986). The determination of magnesium, calcium, sodium and potassium in assorted foods with special attention to the loss of electrolytes after various forms of food preparations. *Mag.-Bull.* 8:297-302.
- Payment, P. (1989). Bacterial colonization of reverse-osmosis water filtration units. *Can. J. Microbiol.* 35: 1065-1067.
- Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M., Franco, E. (1991a). A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. *Am. J. Public Health* 81:703-708.
- Payment, P., Franco, E., Richardson, L., Siemiatycki, J. (1991b). Gastrointestinal health effects associated with the consumption of drinking water produced by point-of-use domestic reverse-osmosis filtration units. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 945-948.

- Plitman, S.I., Novikov, Ju.V., Tulakina, N.V., Metelskaja, G.N., Kočetkova, T.A., Chvastunov, R.M. (1989). K otázce úpravy hygienických normativů s ohledem na tvrdost vody (v ruštině). *Gig. Sanit.* No. 7/1989: 7-10.
- Rachmanin, Ju.A., Bokina, A.I., Plugin, V.P., Grišelevič, T.A., Michajlova, R.I., Vetelkin, K.I. (1975). Experimentální a klinicko-fyziologické materiály k určení minimální úrovně mineralizace odsolovaných pitných vod (v ruštině). *Gig. Sanit.* No.7/1975: 16-22.
- Rachmanin, Ju.A., Michajlova, R.I., Filippova, A.V., Feldt, E.G. Beljaeva, N.N., Lamentova, T.G., Kumpan, N.B., (1989). O některých aspektech biologických účinků destilované vody (v ruštině). *Gig. Sanit.* No. 3/1989: 92-93.
- Rachmanin, Ju.A., Filippova, A.V., Michajlova, R.I., Beljaeva, N.N., Lamentova, T.G., Kumpan, N.B., Feldt, E.G. (1990). Hygienické hodnocení minerálních materiálů pro úpravu obsahu solí pitné vody o nízkém obsahu minerálů (v ruštině). *Gig. Sanit.* No. 8/1990: 4-8.
- Schroeder, H.A. (1960). Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. *JAMA* 172: 1902-1908.
- Schumann, K., Elsenhans, B., Reichl, F.X., Pfob, H., Wurster, K.H. (1993). Does intake of highly demineralized water damage the rat gastrointestinal tract? *Vet. Hum. Toxicol.* 35: 28-31.
- SZÚ (Státní zdravotní ústav) (2000). Zdravotní význam tvrdosti pitné vody Výzkumná zpráva. SZÚ, Praha.
- Šafka, V. (2000 ? – rok vyhotovení neuveden). Význam reverzní osmózy při doúpravě pitné vody z hlediska fyziologie lidského organismu. Odborné pojednání.
- Thompson, D.J. (1970). Trace element in animal nutrition. 3rd ed. Int. Minerals and Chem. Corp., Illinois.
- WHO (World Health Organization) (1978). How trace elements in water contribute to health. *WHO Chronicle* 32: 382-385.
- WHO (World Health Organization) (1979). Health effects of the removal of substances occurring naturally in drinking water, with special reference to demineralized and desalinated water. Report on a working group (Brussels, 20-23 March 1978). *EURO Reports and Studies* 16. WHO, Copenhagen.
- WHO (World Health Organization) (1980). Guidelines on health aspects of water desalination. ETS/80.4. WHO, Geneva.
- Williams, A.W. (1963). Electron microscopic changes associated with water absorption in the jejunum. *Gut* 4: 1-7.
- WQA (Water Quality Association). (1993). Consumption of low TDS water (a committee report). WQA Science Advisory Committee.